



# TRAKTIONSDVALGETS

# BETÆNKNING

**1956**

**1. DEL**

English  
Summary  
see Part 2



# TRAKTIONSUDVALGETS BETÆNKNING 1956

Tekniske, økonomiske og  
samfundsmæssige undersøgelser vedrørende overgangen til  
nye trækraftformer ved Danske Statsbaner

## I. DEL

UDVALGETS RAPPORT





## UDVALGETS SAMMENSÆTNING

### Medlemmer:

Direktør, professor *J. L. Mansa* (formand)  
Kontorchef, civilingeniør *J. P. A. Andersen*, DSB  
Direktør, dr. techn. *A. R. Angelo*  
Professor, dr. techn. *P. H. Bendtsen*  
Maskinchef, civilingeniør *C. C. Hedegaard Christensen*, DSB  
Direktør, dr. techn. *H. P. Christensen*  
Rektor, professor, dr. *Anker Engelund*  
Banechef, civilingeniør *T. F. Engqvist*, DSB  
Overmaskiningeniør, cand. polyt. *Ejner Hansen*, DSB  
Direktør, professor *Robert Henriksen*  
Bankdirektør, cand. act. *E. Kauffmann*  
Sektionsingeniør *J. Nilsson*, DSB  
Kontorchef, cand. polit. *P. Bjørn Olsen*.

### Konsulenter:

Regeringsråd *Th. Thelander*, tidligere overingeniør ved Statens Järnvägar, Stockholm.  
Consulting Engineer, Mr. *P. A. McGee*, tidligere leder af studieafdelingen for jernbanedrift hos General Motors Electro-Motive Division, New York.

### Udvalgssekretær:

Dr. techn. *Per Draminsky*.



## INDHOLDSFORTEGNELSE

<b>I. Udvalgets opgave og virksomhed.</b>	Side
Kommissoriet . . . . .	11
Medlemmer og faste medarbejdere . . . . .	12
Konsulenter . . . . .	13
Tekniske oplysninger . . . . .	14
Mødevirksomhed og betækning . . . . .	15
<b>II. De nye traktionsmidler og deres udvikling i forskellige lande.</b>	
Traktionsmidlernes tekniske udvikling . . . . .	17
Elektrisk drift . . . . .	19
Dieseldrift . . . . .	25
Gasturbinelokomotiver . . . . .	27
Atomkraftlokomotiver . . . . .	28
Traktionsformernes udvikling i forskellige europæiske lande . . . . .	29
England . . . . .	29
Vesttyskland . . . . .	31
Frankrig . . . . .	33
Holland . . . . .	35
Belgien . . . . .	36
Italien . . . . .	36
Spanien . . . . .	37
Svejs . . . . .	38
Østrig . . . . .	39
Sverige . . . . .	39
Norge . . . . .	40
Danmark . . . . .	41
<b>III. Banetekniske og trafikmæssige data for Statsbanerne som grundlag for undersøgelsen.</b>	
Definition af hovedbaner, stambaner og studieområde . . . . .	43
Person- og godstrafik i 1. og 2. distrikt 1951 . . . . .	48
Trafikmængdernes og toghastighedernes udvikling . . . . .	51

#### **IV. De nye traktionsmidlers tekniske data ved anvendelse på Statsbanenettet.**

Valg af strømsystem for baneelektrificering .....	56
Lokomotivtyper og -størrelser .....	57
Totale lokomotiv- og motorvognsantal .....	63
Lokomotivantal for hverdagstrafikken alene .....	68
Energiforbruget .....	69

#### **V. Rentabilitetsberegninger på grundlag af nuværende trafikmængder og toghastigheder.**

Kalkulationernes omfang .....	78
Elektrificeringens faste anlæg .....	78
a) Omformerstationer m. m. ....	78
b) Køreledningsanlæg .....	81
c) Sporsænkninger m. v. ....	82
d) Svagstrømsledninger .....	82
Udvidelse af elværkerne .....	85
Andre faste anlæg .....	85
Priser på traktionsmateriel .....	86
Vedligeholdelses- og remiseudgifter .....	87
Udgifter til kørselsmandskab .....	90
Brandsels- og elektricitetspriser .....	92
Forrentning og afskrivning .....	94
Oversigt over data, der bedømmes forskelligt af udvalgsmedlemmerne samt af udvalgets konsulenter .....	98
Samlede opgørelser for studieområdet .....	98
Thelanders rapport .....	103
McGee's rapport .....	105
Opgørelse for hovedbaner i begge distrikter .....	105
Opgørelse for stambanerne .....	107
Sidebaner og rangering. Total driftsbesparelse .....	110
Overslagsberegning for 50-Hz-systemet samt fremtidige forbedringer i de andre systemer .....	111

#### **VI. Rentabilitet ved forøgede toghastigheder og trafikmængder.**

Tekniske forudsætninger for en forøgelse af toghastighederne .....	114
a) Baneanlæg .....	114
b) Traktionsmateriel .....	115
c) Vognmateriel .....	120
d) Automatisk togkontrol .....	122
Sammenlignende kalkulationer for diesel- og eldrift i studieområdet ved forøgede toghastigheder .....	122
a) Generel hastighedsforøgelse på 20% .....	123
b) Generel hastighedsforøgelse på 35% .....	124
c) Yderligere hastighedsforøgelse (Maksimalhastighed 140 km/h) ...	127

Kalkulation for studieområdet ved forøget trafikmængde . . . . .	127
Sammenligning med 50-Hz-systemet ved forøgede toghastigheder og trafikmængder . . . . .	130

**VII. Brændselsprisernes indflydelse samt energiforsyningsmuligheder under ekstraordinære forhold.**

Brændselsprisernes udvikling . . . . .	132
Virkningen af en fordobling af olieprisen . . . . .	134
Energiforsyningsmulighederne under ekstraordinære forhold . . . . .	136

**VIII. Samfundsmæssige og nationaløkonomiske hensyn ved valget af traktionsform.**

Kapitaludbytte af den investerede kapital . . . . .	141
Finansieringsmuligheder . . . . .	143
Valutaforbruget . . . . .	144
Hensynet til dansk industris beskæftigelse og eksportmuligheder . . . . .	146
Andre samfundsmæssige og sikkerhedsmæssige hensyn . . . . .	147
De store broprojekter . . . . .	148

**IX. Konklusioner.**

Konklusion 1 . . . . .	150
Konklusion 2 . . . . .	153

**X. Tillæg.**

Togmodstande . . . . .	156
Køredigrammer med økonomisk friløb . . . . .	158
Tidstab under start og stop . . . . .	158
Sammenligning mellem dieseldrevne baners og bilers valutamæssige driftsudgifter . . . . .	160
Benyttet litteratur . . . . .	162
a). Sammenfattende litteratur og håndbøger . . . . .	162
b-n). USA og forskellige europæiske lande . . . . .	163
o). Specielle emner samt andre lande . . . . .	168
Sagregister . . . . .	170

## TABELLER

	side
1. Strækningslængde af baneelektrificering eksisterende eller under bygning 1955 (approximativt) .....	20
2. Strækningslængde af baneelektrificering i forskellige europæiske lande (approximativt) .....	23
3. Traktionsmateriel i drift ved vesteuropæiske statsbaner 1955 (approximativt) ..	30
4. Betragtede banestrækninger pr. 31/3 1954 .....	45
5. Sporlængder og trafikmængder for hoved- og stambaner samt studieområdet ..	47
6. 1951-trafikmængder fordelt på togarter .....	50
7. Statsbanernes damplokomotiver (ekskl. rangerloko) .....	58
8. Fordeling af stigninger på hovedbaner i 1. og 2. distr. ....	60
9. Større stignings- eller faldstrækninger på strækningen Nyborg-Århus .....	61
10. Maksimalt opnåelige toghastigheder på vandret bane .....	62
11. Antal af damploko eksklusive rangerloko i 1951-trafikken .....	64
12. Antal af lokomotiver og motorvogne i studieområdet som påkrævet i påske-trafikken 1952 .....	66
13. Antal af lokomotiver og motorvogne på hoved- og stambaner i hele 1. og 2. distr. som påkrævet i påsketrafikken 1952 .....	67
14. Antal diesel- og elloko for hverdags- og højtidstrafik 1951/52 .....	69
15. Studieområdets trafikmængde opdelt i tokkategorier .....	70
16. Studieområdets strøm- og olieforbrug pr. år .....	73
17. Beregnede strømforbrug i studieområdet sammenlignet med målte strømforbrug ved udenlandske baner .....	74
18. Totale kul-, strøm- og olieforbrug pr. år .....	75
19. Omformerkapacitet i studieområdet .....	79
20. Faste elektrificeringsanlæg i 1. og 2. distrikt .....	83
21. Priser på traktionsmateriel (1954) .....	86
22. Vedligeholdelses- og remiseudgifter pr. tog-km .....	88
23. Tjenstgørende kørselsmandskab i studieområdet .....	91
24. Afskrivningstider og annuitetsprocenter .....	95
25. Bedømmelsen af diverse data (studieområdet) .....	96
26. Opgørelse for studieområdet ifølge A-gruppens data (1951-trafikmængde og -toghastigheder) .....	99
27. Opgørelse for studieområdet ifølge B- og C-gruppens data .....	101
28. Opgørelse for studieområdet ifølge konsulenternes rapporter .....	102
29. Opgørelse for hovedbaner i begge distrikter (1951-trafikmængde og -toghastigheder) .....	106
30. Opgørelse for stambaner i begge distrikter .....	108
31. Elektrisk traktionsmateriel og energiforbrug i forhold til elektrificeret sporlængde .....	109
32. Overslagsberegning for 50-Hz-systemet samt fremtidige forbedringer i de andre systemer (1951-trafik) .....	112
33. Opnåelige hastighedsforøgelser for de svære lokomotivtrukne tog .....	118
34. Opgørelse for studieområdet ved generel hastighedsforøgelse på 20% (A-gruppens data) .....	124
35. Opgørelse for studieområdet ved generel hastighedsforøgelse på 35% .....	125
36. Opgørelse for studieområdet ved generel hastighedsforøgelse på 50% og forøgede maksimalhastigheder .....	126

37. Opgørelse for studieområdet ved generel hastighedsforøgelse på 35% og trafikstigning på 50% .....	128
38. Opgørelse for 50-Hz-systemet samt fremtidig forbedret dieseldrift ved 35% hastighedsforøgelse og 50% trafikstigning .....	129
39. Påviste forekomster samt verdensforbruget af de vigtigste brændselsstoffer . . . . .	134
40. Relative traktionsudgifter i forhold til eldriften ved nuværende og fordoblet oliepris .....	135
41. Diesel- og eldriftens relative traktionsudgifter ved nuværende og fordoblet oliepris (fremtidige trafikforhold) .....	136
42. Kapitaludbytte for studieområdet ved uændret trafikmængde .....	142
43. Kapitaludbytte for studieområdet ved 35% hastighedsstigning og 50% trafikstigning .....	143
44. Valutaforbrug til brændsel for de forskellige traktionsformer (studieområdet) .....	145
45. Hverdagstrafikmængde i 1. distrikt i perioden 20/5—6/10 1951 .....	173
46. Hverdagstrafikmængde i 2. distrikt i perioden 20/5—6/10 1951 .....	174

## FIGURER

1. Elektriske baner i drift eller under bygning i Vesteuropa 1955 .....	21
2. Statsbanenettet 1954. Betragtede hovedbaner .....	44
3. Trafikintensitet for de betragtede strækninger 1951 .....	49
4. Udviklingen af person- og godstrafik i Danmark 1870—1954 .....	52
5. Korteste rejsetider for nogle af DSB's hovedruter 1870—1954 .....	54
6. Trækraft- og hestekraftkurver for de betragtede diesel- og elloko samt modstandskurver .....	63
7. Teoretiske køredigrammer for økonomisk køremåde .....	71
8. Driftsudgifter for studieområdet (nuværende trafik) .....	104
9. Hastigheds-længdediagrammer for 25 km stationsafstand .....	115
10. Tidstab ved en acceleration og standsning .....	117
11. Køredigram for gennemkørende eksprestog København—Korsør med maksimalhastighed 160 km/h .....	119
12. Driftsudgifter for studieområdet (nuværende og fremtidige trafikforhold) . . . . .	130
13. Absolutte og relative brændselspriser 1935—1955 .....	133
14. Til beregning af tidstab i et hastigheds-længdediagram .....	159



## UDVALGETS OPGAVE OG VIRKSOMHED

### Kommissoriet.

Fra Generaldirektoratet for Statsbanerne blev den 19. april 1951 sendt følgende skrivelse til Akademiet for de tekniske Videnskaber:

»Som sikkert akademiet bekendt er der i de senere år i stigende grad fremkommet projekter til elektrificering af jernbaner i Europa, og nogle af disse planer er også rejst og arbejdet delvis igangsat i lande, der ikke har vandkraft, således som det er tilfældet i Sverige, Norge, Svejts, Frankrig, Italien og tildels i Tyskland. Omfattende elektrificering af jernbaner er således dels allerede gennemført, dels planlagt i Holland og Belgien og i nogen grad også i England, i hvilke lande man har baseret elektrificeringen dels på landets egne brændselsressourcer, dels på importeret brændsel. På den anden side synes man i U.S.A. praktisk taget at have standset al videre elektrificering, bortset fra bybaner, idet man i stedet i høj grad går over til dieseldrift. Ved danske Statsbaner har man i nogen tid beskæftiget sig med forskellige spørgsmål vedrørende fremskaffelsen af og behovet for trækkekraft og herunder naturligvis også haft i tankerne nødvendigheden af en undersøgelse af spørgsmålet om, hvorvidt en hel eller delvis overgang til elektrisk drift i Danmark (også uden for Københavns nærtrafik) vil være hensigtsmæssig.

Spørgsmålet er imidlertid meget kompliceret. Allerede de rent tekniske sider af sagen kræver grundige undersøgelser og ikke alene af elektroteknisk karakter. Men hertil kommer spørgsmål af vidtrækkende økonomisk og samfundsmæssig karakter. Ikke alene må en så uvildig og nøjagtig kalkule som muligt over elektrificeringens økonomiske indflydelse på Statsbanernes drifts- og anlægsbudget opstilles, men det må sikkert også søges opgjort, hvorledes samfundets bæreevne over for opgaven, herunder også valutaforbruget, stiller sig, ligesom man formentlig må have belyst problemets betydning for beskæftigelsen i landet og hensynet til den danske industris udvikling i teknisk og økonomisk henseende, derunder dens eksportmuligheder. Også spørgsmålets trafikale side må tages op til behandling, herunder ønskeligheden af trafikens opretholdelse under krigsforhold såvel her i landet som i lande, hvoraf Danmark er afhængig f. eks. med hensyn til den brændselstilførsel, der er nødvendig for de forskellige driftsformer.

Disse spørgsmål må alle betragtes i relation til den nuværende trækkekraft, som dels er dampdrift, dels dieseldrift, idet der kun er elektrisk drift på Københavns S-bane, samt til den trækkekraft, der kan påregnes anskaffet inden for den nærmeste fremtid.

Problemerne forekommer generaldirektoratet så betydelige og af så vidt spændende natur også alment samfundsmæssigt bedømt, at man ikke ved egen foranstaltning mener sikkert at være i stand til at behandle og løse dem med tilstrækkelig hensyntagen til alle sider. Man tillader sig derfor herved at forelægge sagen for akademirådet med anmodning om at tage under overvejelse at nedsætte et udvalg under Akademiet for de tekniske Videnskaber til behandling af alle de herhen hørende spørgsmål. Man er naturligvis herved beredt til at stille til rådighed i udvalget de i spørgsmålets forskellige tekniske og trafikale sider sagkyndige fra Statsbanerne, ligesom man vil finde det naturligt, at der fra udvalget knyttes forbindelse til enkelte udenlandske specialister inden for trækkekraft-området.

Statsbanerne er selvsagt rede til at deltage i udgifterne ved udvalgets arbejde og skal blot i påkommende tilfælde anmode om — af bevillingsmæssige hensyn — at få meddelt de skønsmæssigt nødvendige beløb, der må påregnes at skulle pålignes Statsbanerne.

Man vil være taknemmelig for akademiets svar, så snart det måtte være belejligt.

(sign.) *E. Terkelsen*

| *J. P. A. Andersens*«.

### **Medlemmer og faste medarbejdere.**

På et møde i Akademirådet den 15. juni 1951 under forsæde af præsidenten, direktør H. P. Christensen, vedtoges det at nedsætte udvalget med følgende sammensætning:

Professor J. L. Mansa (formand)  
Kontorchef J. P. A. Andersen  
Direktør A. R. Angelo  
Professor, dr. techn. P. H. Bendtsen  
Maskinchef C. C. Hedegaard Christensen  
Direktør H. P. Christensen  
Rektor, professor, dr. Anker Englund  
Banechef T. F. Engqvist  
Sektionsingeniør Ejner Hansen  
Direktør, professor Robert Henriksen  
Fhv. finansminister Viggo Kampmann  
Bankdirektør E. Kauffmann.

På udvalgs møde den 14. december 1951 vedtog udvalget at anmode sektionsingeniør *J. Nilsson* om at indtræde som medlem af udvalget i kraft af sit særlige kendskab til køreledningsanlæg o. a. vedrørende baneelektrificering.

I november 1953 trak finansminister *Kampmann* sig tilbage fra udvalgsarbejdet på grund af manglende tid, og udvalget anmodede derefter kontorchef *P. Bjørn Olsen*, Det økonomiske Sekretariat, om at indtræde som medlem for i den endnu resterende tid at deltage i arbejdet, særlig angående de finansielle og statistiske spørgsmål.

På konstituerende møde den 29. juni 1951 vedtog udvalget at betegne sig som *Traktionsudvalget*. Tillige vedtoges det fra 1. september 1951 at oprette et sekretariat, hvortil kontorer velvilligst blev stillet til rådighed af Danmarks tekniske Bibliotek, samt at ansætte civilingeniør, dr. techn. Per Draminsky som leder af det daglige arbejde i sekretariatet.

Samtidig med oprettelsen af sekretariatet blev der truffet aftale med maskiningeniør (nu afdelingsingeniør) *K. N. Andersen*, DSB, om at virke som sekretariatets nære medarbejder og desuden fungere som forbindelsesled mellem sekretariatet og de forskellige af DSB's afdelinger, hvis medvirken måtte søges ved en række specielle tekniske og regnskabsmæssige undersøgelser.

I sekretariatet har endvidere følgende maskiningeniører været ansat en del af tiden:

*Otto Götzsche* (jan. 52—marts 53)

*Bjørn Thøgersen* (aug.—okt. 52)

*Paul Rixen* (febr. 53—marts 54)

*Vagn Devé* (febr. 54—marts 55).

De havde alle i forvejen planlagt at rejse til udlandet og kunne derfor kun arbejde for udvalget den nævnte tid.

### Konsulenter.

I september 1951 henvendte udvalget sig til regeringsråd *Th. Thelander*, tidligere overingeniør ved Statens Järnvägar, Stockholm, og anmodede ham om på grundlag af sine indgående erfaringer med svensk baneelektrificering at udarbejde et projekt og en kalkulation for elektrificering af de sjælland-falsterske hovedbaner under anvendelse af samme strømsystem som i Sverige (vekselstrøm af  $16\frac{2}{3}$  Hz og 16000 V). Regeringsråd Thelander gik straks i gang med opgaven i samarbejde med flere af sine tidligere kolleger hos SJ, og samtidig dermed satte han sig ind i vore specielle jernbaneforhold ved gentagne besøg her. Under arbejdets fremskriden forelagde regeringsråd Thelander jævnlige udvalget sine foreløbige undersøgelsesresultater for nærmere drøftelse, hvilket viste sig meget frugtbringende for udvalgets egne samtidige undersøgelser og efterhånden førte til en klar belysning af problemerne. Sluttelig sammenfattede regeringsråden sine resultater i en rapport af 15. januar 1954, som er gengivet i betænkningens 2. del.

I marts 1952 henvendte udvalget sig endvidere til Consulting Engineer, Mr. *P. A. McGee*, New York, og bad ham foretage en kalkulation af de opnåelige

driftsbesparelser ved overgang til fuldstændig dieseldrift på de samme banelinier som i elektrificeringsprojektet. Under sin mangeårige virksomhed i General Motors Electro-Motive Division har Mr. McGee foretaget en lang række undersøgelser af denne art for de større jernbaneselskaber i USA. Da USA's jernbaner har indført diesellokomotiver i en udstrækning, der ikke har noget sidestykke i andre lande, fandt udvalget det ønskeligt at høre en amerikansk eksperts mening om, hvorledes de amerikanske erfaringer kunne overføres til danske forhold. For Mr. McGee bestod opgaven da først og fremmest i at sætte sig ind i vore jernbaneforhold, hvad han gjorde med stor grundighed og forståelse under et to måneders ophold her i landet, hvorefter han afgav sin rapport af 29. maj 1952, som ligeledes er gengivet i betænkningens 2. del.

Udvalget retter herved en tak til regeringsråd Thelander og Mr. McGee for den store interesse, hvormed de omfattede den stillede opgave, og for de værdifulde bidrag, de har ydet til udvalgets undersøgelser.

Foruden de nævnte konsulenter har udvalget benyttet indenlandske konsulenter på forskellige specialområder. Således har fhv. overmaskiningeniør *A. Sørensen* bistået ved udarbejdelsen af maskinløbsplaner, og afdelingsingeniør *H. L. Halstrøm*, KTAS, har foretaget undersøgelser angående de fra electrificeringen hidrørende forstyrrelser i svagstrømsledninger. Endelig må nævnes, at cand. mag. *C. E. Andersen*, Danmarks tekniske Bibliotek, har ydet en værdifuld assistance ved fremskaffelsen af teknisk litteratur og de nyeste offentliggjorte oplysninger fra udlandet på alle de her berørte områder. Udvalget takker ligeledes for disse bidrag til dets arbejde.

### **Tekniske oplysninger.**

Den tekniske litteratur om de her behandlede emner er overordentlig omfattende og desuden på mange punkter divergerende, hvorfor det er vigtigt at foretage en kritisk og alsidig udvælgelse af den benyttede litteratur. I slutningen af 1. del er tilføjet en fortegnelse over de vigtigste af de bøger, afhandlinger, tidsskriftartikler og rapporter, som er blevet benyttet direkte ved betænkningens udarbejdelse.

I betragtning af den omfattende sagkundskab, der har stået til udvalgets rådighed gennem dets medlemmer og konsulenter, har man ikke fundet det påkrævet at foretage egentlige studierejser til udlandet bortset fra en kort ekskursion til Skåne i marts 1952 for som SJ's gæster at besigtige elektrificeringsanlæg under forevisning af regeringsråd Thelander og overingeniør *Karsberg*, SJ. Derimod har man ved direkte henvendelse til baneledelserne i en række lande, nemlig England, Frankrig, Tyskland, Belgien, Holland, Svejts og Østrig foruden Sverige, modtaget udførlige oplysninger om baneelektrificeringens anlægs- og driftsudgifter o. a. Tillige har man fra tid til anden i København haft drøftelser med kendte eksperter på traktionsområdet, hvoriblandt kan nævnes:



M. *Tessier*, de franske statsbaners studieafdeling,  
Mr. *D. Stockings*, sales manager, Davey Paxmann & Co.  
Oberingenieur *A. E. Müller*, Brown Boveri,  
Mr. *I. G. Sommerschild*, cand. polyt., Metropolitan Vickers,  
Oberingenieur *Schaaff*, Siemens A/G, samt  
Oberbaurat *Krienitz*, AEG.

Formanden og mange af udvalgets medlemmer har under rejser i anden anledning i udlandet besøgt en række baneledelser og lokomotivfabrikker og herunder indhentet oplysninger, som har været af betydning ved udarbejdelsen af betænkningen.

### Mødevirksomhed og betænkning.

Kort efter arbejdets påbegyndelse viste der sig behov for at oprette et snævrere arbejdsudvalg for at gennemgå de mange tekniske detaljer og bedømme de ofte modstridende oplysninger i den tekniske litteratur om emnet. Arbejdsudvalget kom til at bestå af følgende medlemmer:

Mansa (formand)  
Andersen  
Bendtsen  
Ejner Hansen  
Kauffmann,

samt fra deres indtræden i udvalget:

Nilsson og  
Bjørn Olsen.

Der har i alt været afholdt 14 plenarmøder og 52 møder i arbejdsudvalget. Medlemmerne af arbejdsudvalget har ud over mødevirksomheden tillige foretaget en del specielle undersøgelser, som man har anmodet dem om på grund af deres fagkundskab på disse områder. Således har kontorchef Andersen og overmaskiningeniør Ejner Hansen foretaget en række for klarlæggelse af traktionsforholdene påkrævede statistiske og regnskabsmæssige undersøgelser vedrørende den nuværende banedrift, sektionsingeniør Nilsson har med assistance af civilingeniør *Briks Jensen* foretaget den danske priskalkulation af køreledningsanlæggene, og kontorchef Bjørn Olsen har med assistance af sekretær, cand. polit. *L. Meyer* udarbejdet statistiske redegørelser for trafikudviklingen.

De i arbejdsudvalget gennemdrøftede beregninger såvel som hovedresultaterne fra konsulentrapporterne samt de øvrige indsamlede oplysninger blev i udvalgets sekretariat sammenarbejdet til et fuldstændigt betænkningssudkast, der blev tilsendt medlemmerne i november 1954.

Det viste sig derefter, at en gruppe medlemmer (i det følgende betegnet medlemsgruppe A) i alt væsentligt kunne tilslutte sig udkastets beregninger, medens to andre grupper (i det følgende betegnet medlemsgruppe B og C) var

af divergerende opfattelser, idet gruppe B fandt, at elektrodriftens økonomiske og forsyningsmæssige fordele var undervurderet i udkastet, medens gruppe C fandt, at fordelene ved dieseldriften ikke var kommet tilstrækkeligt til deres ret. Medlemmernes fordeling på de tre grupper var følgende:

<i>Gruppe A</i>	<i>Gruppe B</i>	<i>Gruppe C</i>
H. P. Christensen	Angelo	Andersen
Engelund	Bendtsen	Hedegaard Christensen
Kauffmann	Engqvist	Ejner Hansen.
Mansa	Rob. Henriksen	
Bjørn Olsen	Nilsson	

Grupperne B og C udarbejdede udførlige supplerende indlæg til optagelse i betænkningen indeholdende talrige betragtninger, som ikke tidligere havde været drøftet i udvalget. På udvalgs møde d. 4. april 1955 vedtoges det at lade sekretariatet indarbejde dette nye materiale i udkastet under medvirkning af et redaktionsudvalg bestående af:

Mansa (formand)  
Andersen  
Bendtsen.

Redaktionsudvalget afholdt i alt 56 møder, og under dets arbejde blev der yderligere optaget nyt stof i betænkningen i det omfang, som den redaktionelle behandling af det foreliggende materiale samt de seneste oplysninger fra udlandet gav anledning til. Efter at betænkningens afsnit I-VIII var behandlet af redaktionsudvalget, blev forskellige konklusionsforslag drøftet på flere plenar- og gruppemøder. Det viste sig ikke muligt at samle udvalget om en fælles konklusion, men drøftelserne resulterede i 2 konklusioner (afsnit IX, side 150), hvoraf den ene er underskrevet af gruppe B og Engelund og den anden af gruppe C og de øvrige medlemmer af gruppe A.

Medens arbejdet stod på, har Statsbanernes generaldirektorat gennem dets repræsentanter i udvalget været holdt underrettet om undersøgelsens foreløbige resultater.

## II

# DE NYE TRAKTIONSMIDLER OG DERES UDVIKLING I FORSKELLIGE LANDE

### Traktionsmidlernes tekniske udvikling.

Under jernbanernes verdensomspændende ekspansion i forrige århundrede var damplokomotivet enerådende som traktionsmiddel og gennemgik sammen med den øvrige jernbaneteknik en stadig konstruktiv udvikling, hvorved det blev til en overordentlig driftssikker og robust maskine, som under bibeholdelse af de oprindelige grundprincipper blev udført i en mængde varierende typer svarende til de forskellige togstørrelser og toghastigheder og i høj grad viste sig i stand til at imødekomme de stadigt stigende krav om forbedringer i jernbanetransporten.

Damplokomotivet nåede inden den 1. verdenskrig sin klassiske udformning og var under de dengang rådende brændselspriser og arbejds lønninger meget velegnet som traktionsmiddel for jernbanerne. Imidlertid har den senere indtrådte økonomiske og trafikale udvikling gjort det vanskeligt for damplokomotivet trods dets i sin art højt udviklede teknik at følge med tidens øgede krav om effektivitet og økonomi.

De i forhold til det øvrige prisniveau stærkt stigende kulpriser har medført et krav om forbedring af damplokomotivets brændselsøkonomi, som konstruktørerne kun i ringe eller dog utilstrækkelig grad har kunnet efterkomme; således har de talrige forsøg på forbedring af dampøkonomien særlig ved anvendelse af høje damptryk og temperaturer af størrelse som dem, der er blevet almindelige i stationære dampkraftanlæg, ikke hidtil ført til brugbare konstruktioner. Ligeledes har de stærkt stigende arbejds lønninger gjort det meget ønskeligt at kunne undvære fyrbødertjenesten og indskrænke det øvrige manuelle arbejde, der kræves til damplokomotivets daglige pasning, rensning, smøring o. s. v. Også i denne henseende er der vel i de senere år sket store forbedringer i dampdriften, men dog langt fra i takt med stigningen i arbejds lønningerne.

Hertil kommer, at jernbanerne siden 1. verdenskrig har været udsat for en stadig stigende konkurrence fra biltrafikens side, hvilket har medført krav til jernbanerne om større udnyttelse af materiel og anlæg, større transporthastigheder og større rejsekomfort, og disse krav forliges ofte mindre godt med damplokomotivets tidskrævende pasning, store kulforbrug og generende røgdudvikling.



Imidlertid har det vist sig, at den tekniske udvikling, som har skabt bilerne og i løbet af den sidste menneskealder gjort dem til effektive, driftssikre og bekvemme transportmidler, dog ikke indebærer, at bilerne vil overflødiggøre og erstatte jernbanerne, men snarere, at de vil gøre det muligt for jernbanerne at koncentrere sig om særlige vigtige og for jernbanedriften naturlige virkefelter og her gennemgå en videre udvikling. I tiden omkring 1. verdenskrig fremkom først den elektriske traktion i dens forskellige former og derefter dieseltraktionen samtidig med, at masseproduktionen af biler begyndte at gøre sig gældende. Dermed var de tekniske forudsætninger skabt for en ny udvikling, som nu er i færd med at ændre jernbanernes hele struktur og virkemåde dels under anvendelse af de nye traktionsmidler og produktionsmetoder og dels under tilpasning til og samarbejde med biltrafikken.

Jernbanernes modernisering er en sag af stor national betydning, da den trafikmængde, der præsteres af jernbanerne, koster landet et langt mindre beløb i udenlandsk valuta, end hvad der ville kræves, hvis den skulle besørges af biler, og valutaforbruget vil yderligere formindskes stærkt ved indførelsen af de nye traktionsmidler. En sammenligning mellem jernbanernes og moderne rute- og lastbilers totale driftsøkonomi iberegnet udgifterne til veje, rutebil- og lastbilstationer m. m. er en meget kompliceret sag, som har ligget uden for udvalgets opgaver, men det synes dog givet, at når jernbanerne moderniseres under anvendelse af de tekniske hjælpemidler, der i dag står til rådighed, vil de på visse vigtige trafikområder kunne arbejde mere økonomisk end bilerne, først og fremmest i den intense nærtrafik omkring storbyerne, den hurtige fjerntrafik over hele landet samt den tunge godstrafik.

Det må tillige fremhæves som et meget vægtigt argument for jernbanernes opretholdelse og videreudvikling under nutidens trafikforhold, at jernbanerne byder på langt større sikkerhed end biltrafikken, idet det gennemsnitlige antal dræbte eller tilskadekomne jernbanepassagerer pr. 100 mill. person-km herhjemme udgør mindre end 1% af det tilsvarende antal dræbte og sårede i biltrafikken (Statistik, se litteraturhenvisningerne, s. 168, n. 11 og n. 15). Jernbanernes modernisering og deraf følgende trafikforøgelse er et vigtigt middel til begrænsning af den voldsomme stigning i landevejstrafikken og dens ulykkesantal.

En modernisering, der sætter jernbanerne i stand til at hævde deres naturlige trafikområder under fri konkurrence med bilerne og andre transportmidler, må i væsentlig grad omfatte en fornyelse af traktionsmidlerne, og her kommer først og fremmest den elektriske drift og dieseldriften i betragtning. I sammenligning med damplokomotivet har disse nye traktionsmidler følgende fordele:

- 1) Mindre brændselsforbrug,
- 2) mindre betjeningsarbejde, især mindre legemligt arbejde,
- 3) større renlighed, frihed for generende røg og damp,
- 4) større antal disponible driftstimer pr. år, samt
- 5) mere universel anvendelighed, så at man kan nøjes med færre forskellige lokomotivtyper.

Elektrodriften og dieseldriften er begge konstruktivt højt udviklede og anvendes i stort omfang i mange lande, ligesom vi også herhjemme har visse

erfaringer med dem omend for eldriftens vedkommende kun i den københavnske nærtrafik og for dieseldriftens vedkommende endnu hovedsagelig kun i form af lette motorvognstog og lyntog. Imidlertid er de svære, lokomotivtrukne tog i fjerntrafikken den egentlige jernbanedrifts vigtigste og mest karakteristiske togformering, og det er ikke mindst ved fremførelsen af disse tog samt ved det dertil hørende omfattende rangeringsarbejde, at de nye traktionsformer muliggør en modernisering.

Såvel diesel- som elektrodriften kræver betydelig større kapitalinvesteringer end en fornyelse af dampdriften, og ud fra almindelige driftsøkonomiske synspunkter må det være en forudsætning for de nye traktionsmidlers indførelse, at den derved opnåede driftsbesparelse dækker de forøgede udgifter til forrentning og afskrivning af anlæggene og materiellet, hvilket afgøres gennem opstilling af de nøjagtigst mulige, fuldstændige driftsregnskaber. Det drejer sig her (i hvert fald i tilfælde af en total driftsoplægning) om kapitalinvesteringer af en sådan størrelse, at man tillige må tage deres almene, samfundsmæssige virkninger i betragtning, herunder deres indflydelse på den hjemlige industris beskæftigelse og på landets samlede valutaforbrug. Sidstnævnte spørgsmål hænger sammen med spørgsmålet om de forskellige traktionsformers afhængighed af tilførsler udefra, hvilket også må tages i betragtning.

Valget af traktionsform er dog først og fremmest et teknisk anliggende, og der skal derfor først gives en oversigt over de nye traktionsmidlers tekniske hovedtræk samt deres udvikling og nuværende udbredelse i andre lande.

### **Elektrisk drift.**

Den elektriske banedrift hviler på det grundprincip, at man ved at tilføre togene drivkraft ad elektrisk vej kan spare transporten af individuelle kraftmaskiner og samle hele energiproduktionen i et fælles kraftværk, som kan drives med høj brændselsøkonomi, eller som udnytter vandkraft og eventuelt i fremtiden atomkraft. De første elektriske baner benyttede som regel egne kraftværker, og nogle gør det til dels endnu (særlig i Svejs og Tyskland under anvendelse af 16<sup>2</sup>/<sub>3</sub>-Hz-systemet), men det er i dag det almindeligste at benytte strøm fra landets højspændingsnet og lade eventuelle kraftværker i banernes besiddelse levere deres strøm til nettet.

Strømtilførslen til togene sker, bortset fra en del by- og forstadsbaner, normalt gennem en luftledning, der består af een eller to køretråde (alm ndeligvis af kobber), som med tætte mellemrum er ophængt til et bæretov af bronze eller stål. Køretråden er automatisk efterspændt, hvorved dens mekaniske spænding holdes konstant uanset temperaturen, og dette i forbindelse med en nøjagtig højderegulering samt sidestyr ud for bæremasterne sikrer en ubrudt strømoptagning selv ved store toghastigheder. Disse ledningskonstruktioner må af hensyn til vindpåvirkning og andet udføres solidt og kræver tillige (især ved anvendelse af vekselstrøm af højere spænding) en forøgelse af det frie profils højde under broer og lignende hvad der kan medføre væsentlige merudgifter ved elektrifice-

ringen. Det ved en del udenlandske forstadsbaner benyttede strømtilførsels-system i form af en 3. skinne vil på grund af sin relativt høje anlægspris normalt ikke komme i betragtning ved fjernbaner; det kan dog nævnes, at anvendelsen af 3. skinne for fjernbaner har været overvejet i forbindelse med etablering af særlige fjernbaner for exceptionelt høje hastigheder.

Køreledningerne tilføres strøm gennem omformer- eller transformatorstationer, der er anbragt med passende mellemrum langs banelinien og modtager højspændt strøm fra kraftværkerne. Desuden anvender man som regel ved dobbeltsporede baner koblingsstationer midtvejs mellem omformerstationerne, hvorved de to køreledninger forbindes på disse steder, og spændingsfaldet reduceres væsentligt, når de to spor har uensartet belastning.

Efter arten af den i køreledningerne anvendte strøm skelner man mellem jævnstrøms- og vekselstrøms-elektrificering. Jævnstrøms-elektrificering udføres mest med 1500 eller 3000 V spænding på køreledningen; ved den lavere spænding kan afstanden mellem omformerstationerne være 10—20 km og ved den højere spænding 20—40 km, idet afstanden i nogen grad afhænger af banens trafikintensitet og er mindst ved de stærkest trafikerede baner. Vekselstrøms-elektrificering udføres med enfaset vekselstrøm af betydelig højere spænding og enten af en speciel frekvens på  $16\frac{2}{3}$  eller 25 Hz eller af industrinettets normale frekvens 50 Hz; afstanden mellem omformerstationerne kan alt efter belastningen være 60—120 km, samtidig med at køreledningstværsnittet kan holdes langt mindre end ved jævnstrømsbaner. Endelig har trefaset vekselstrøm tidligere været anvendt til baneelektrificering, og en del baner (særlig i Italien) drives endnu dermed, men dette mere komplicerede system med 2 køreledninger anvendes ikke mere til nye elektrificeringer.

Jævnstrøms-elektrificering anvendes i mange lande verden over, medens veksel-

**Tabel I.**  
**Strækningenslængde af baneelektrificering eksisterende eller**  
**under bygning 1955 (approximativt).**

System	Europa undt. Rusland	Øvrige Verden
<i>Jævnstrøm</i>	km	km
1500 V og derunder . . . . .	ca. 9700	ca. 7000
3000 V . . . . .	- 5500	- 10000
ialt jævnstrøm . . .	ca. 15200	ca. 17000
<i>Enfaset vekselstrøm</i>		
16000 V, $16\frac{2}{3}$ Hz . . . . .	ca. 14300	0
11000 V, 25 Hz . . . . .	- 200	ca. 2600
20—25000 V, 50 Hz . . . . .	- 700	0
ialt enfaset vekselstrøm . . .	ca. 15200	ca. 2600
<i>Trefaset vekselstrøm</i> . . . . .	ca. 1400	0



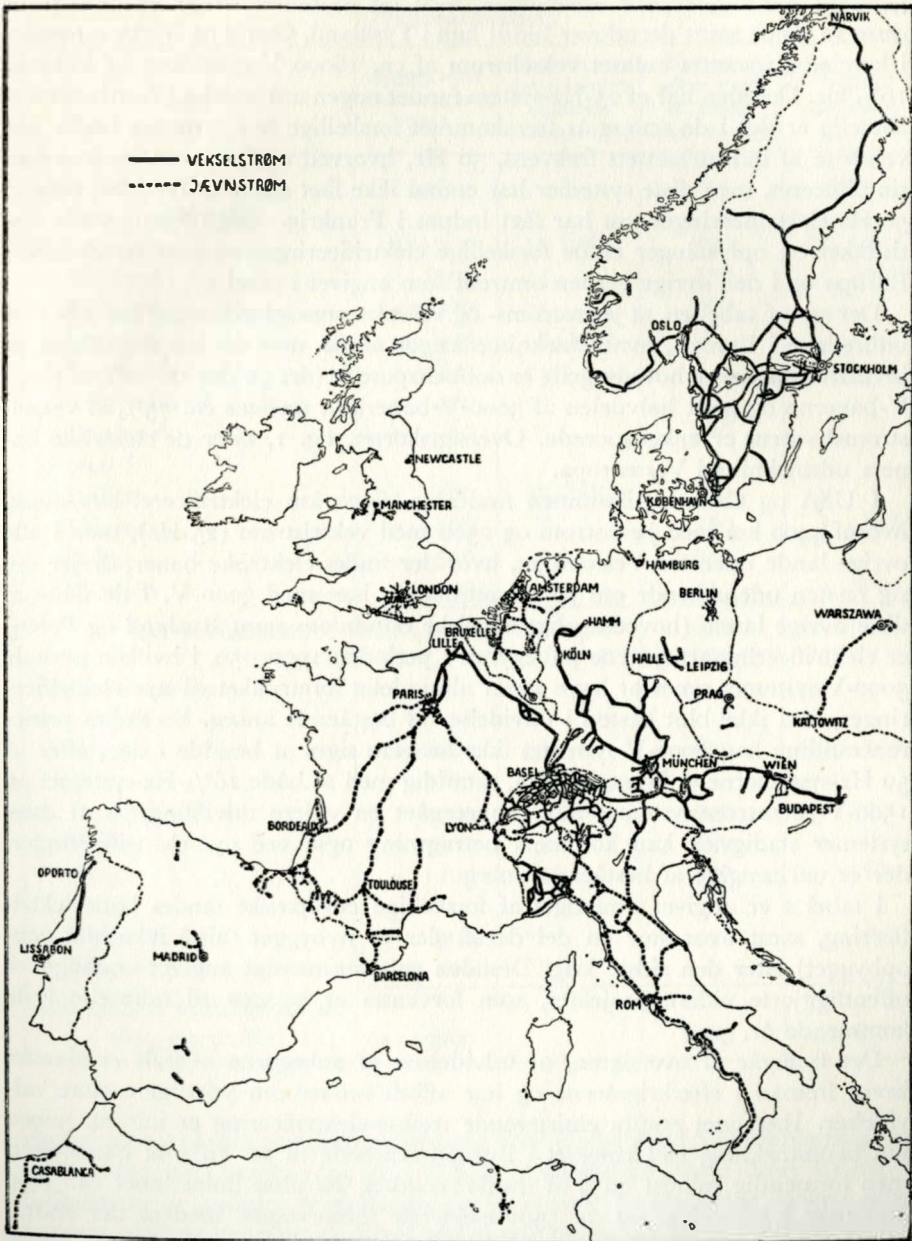


Fig. 1. Elektriske baner i drift eller under bygning i Vesteuropa 1955.

strømelektrificeringen mest er anvendt i nogle europæiske lande, hvor den til gengæld har fundet stor anvendelse, først og fremmest Svejs og Sverige. I disse to lande samt derudover hidtil kun i Tyskland, Østrig og Norge anvendes i køreledningsnettet enfaset vekselstrøm af ca. 16000 V spænding og frekvens  $16\frac{2}{3}$  Hz. Desuden har et 25-Hz-system fundet nogen anvendelse i Nordamerika. Endelig er der i de senere år fremkommet forskellige nye systemer under anvendelse af industrinettets frekvens, 50 Hz, hvorved omformerstationerne kan simplificeres, men disse systemer har endnu ikke fået større udbredelse, omend 50-Hz-elektrificeringen nu har fået indpas i Frankrig. Ifølge foreliggende statistikker og oplysninger er de forskellige elektrificeringssystemers udbredelse i Europa og i den øvrige verden omtrent som angivet i tabel 1.

Det ses af tabellen, at jævnstrøms- og vekselstrømelektrificering har lige stor udbredelse i Europa, hvad strækningsslængde angår, men det bør dog tilføjes, at jævnstrømsbanerne hovedsagelig er dobbeltsporede (det gælder ca. 80% af 1500-V-banerne og godt halvdelen af 3000-V-banerne), medens ca. 75% af vekselstrømsbanerne er enkeltsporede. Oversigtskortet, fig. 1, viser de elektriske baners udstrækning i Vesteuropa.

I USA og Canada tilsammen findes ca. 6900 km elektrificeret strækning, hvoraf 4400 km med jævnstrøm og 2500 med vekselstrøm (25 Hz), men i alle øvrige lande uden for Vesteuropa, hvor der findes elektriske baner, drejer det sig næsten udelukkende om jævnstrømsbaner, især med 3000 V. I de fleste af disse øvrige lande (hovedsageligt engelske dominions samt Rusland og Polen) er elektrificeringsarbejderne påbegyndt i perioden 1930—50, i hvilken periode 3000-V-systemet synes at have været almindelig foretrukket til nye elektrificeringer, som ikke blot bestod i udvidelser af bestående anlæg. En sådan præferencestilling kan 3000-V-systemet ikke længere siges at besidde i dag, efter at 50 Hz-systemerne er kommet frem, samtidig med at både  $16\frac{2}{3}$ -Hz-systemet og 1500-V-jævnstrømssystemet har gennemgået en videre udvikling, så at disse systemer stadigvæk kan komme i betragtning også ved nye elektrificeringer, der er uafhængige af bestående anlæg.

I tabel 2 er angivet omfanget af forskellige europæiske landes baneelektrificering, samt hvor stor en del deraf, der er nybygget (altså ikke blot genopbygget) efter den sidste krig. Desuden er skønmæssigt angivet omfanget af offentliggjorte videre projekter, som forventes at komme til udførelse i de kommende år.

Det fremgår af oversigten, at udvidelsen af anlæggene overalt er skredet jævnt fremad i efterkrigsårene og har affødt ønsker om yderligere store udvidelser. Iberegnet endnu eksisterende trefase-elektrificering er ialt ca. 32000 km banestrækning elektrificeret i Europa svarende til ca. 10% af banenettet, men formentlig mindst 20% af trafikmængden. På disse linier løber ca. 5600 elektriske lokomotiver og ca. 5500 elektriske motorvogne, medens der endnu findes ca. 75000 damplokomotiver i drift. I Nordamerika er derimod som nævnt kun ca. 6900 km elektrificeret svarende til 2% af banenettet.

Elektrolokomotiver fremstilles i dag med en maksimalydelse op til ca. 4000 hk tilført drivhjulene i et 4-akslet bogielokomotiv og tilsvarende mere for kombinationer med flere drivakslers. Maksimalhastigheder i daglig drift når i Frank-

**Tabel 2.**  
**Strækningsslængde af baneelektrificering i forskellige europæiske lande**  
**(approximativt).**

Land	Bygget eller under bygning 1955	Elektrificeret del af landets samlede banenæt 1955	Nybygget efter 1945 el. under bygning 1955	Videre projekter
<i>Jævnstrøm</i>	km	%	km	km
<i>1500 V og derunder</i>				
Frankrig.....	ca. 4300	12 (ialt)	530	ca. 1700
England.....	- 1500	5	170	- 2000
Holland.....	- 1400	44	500	
Spanien.....	- 800	7 (ialt)		
Svejs.....	- 600	—		
Vesttyskland.....	- 400	—		
Danmark.....	- 60	1	20	
<i>3000 V</i>				
Italien.....	- 4400	35 (ialt)		
Belgien.....	- 400	8	350	- 600
Polen.....	- 300	2	250	
Spanien.....	- 400	—		- 2000
ialt jævnstrøm...	ca. 14560		1820	ca. 6300
<i>Enfaset vekselstrøm</i>				
<i>16<sup>2</sup>/<sub>3</sub> Hz</i>				
Sverige.....	ca. 6200	37	830	ca. 700
Svejs.....	- 3600	80 (ialt)		
Vesttyskland.....	- 2000	7 (ialt)	540	- 4000
Østrig.....	- 1300	23	420	- 600
Norge.....	- 1200	27	720	- 800
<i>50 Hz</i>				
Frankrig.....	- 500	—	450	- 400
Ungarn.....	- 200	3		
ialt enfaset vekselstrøm af 16 <sup>2</sup> / <sub>3</sub> og 50 Hz. ...	ca. 15000		2960	ca. 6500

rig op på 140 km/h, og den nuværende hastighedsrekord for jernbanetog, 331 km/h, blev sat i marts 1955 af 2 franske elektrolokomotiver (hver for sig) et 6-akslet og et 4-akslet bogielokomotiv af normal konstruktion, omend særlig gearede til forsøgs kørslen, og hvert trækkende 3 person-bogievogne forsynet med aerodynamisk beklædning. De fleste elektrolokomotiver er dog konstrueret for hastigheder under 120 km/h, da spor- og signalanlæg i dag kun få steder i Europa tillader hastigheder derover.

Jævnstrøms-seriemotoren havde allerede inden århundredskiftet nået en høj



udvikling og fandtes særlig velegnet til banedrift, da den kan yde og tåle et stort drejningsmoment ved start, medens momentet falder stærkt ved stigende omdrejningstal, så at der indstiller sig en konstant toghastighed på jævn bane. Når motorerne er afpasset for en given togstørrelse og -hastighed, opnår man derved på simpel måde en ret økonomisk kørsel, hvorimod energiøkonomien ikke er så god, når der skal køres med væsentlig mindre togbelastning.

I tiden op til 1. verdenskrig udvikledes vekselstrøms-kommutatormotoren og muliggjorde baneelektrificering med direkte anvendelse af enfaset vekselstrøm, hvorved spændingen kan sættes op, køreledningerne gøres lettere og afstanden mellem omformerstationerne forøges. Vekselstrøms-kommutatormotoren har samme gode køreegenskaber som jævnstrøms-seriemotoren og desuden den fordel, at belastningen kan varieres ved spændingsregulering uden tab, men denne motor er mere følsom for overbelastning ved start og skal derfor være tilsvarende rigeligere dimensioneret. Af hensyn til kommuteringsvanskeligheder som følge af vekselfeltets inducerende virkning på ankerviklingen kunne man dengang kun konstruere sådanne motorer for lavfrekvent strøm, og banerne i de nævnte 5 lande, der gik ind for dette system, valgte frekvensen  $16\frac{2}{3}$  Hz og byggede egne kraftværker for direkte produktion af denne strøm samt særlige højspændingsledninger til dens transmission. Imidlertid gik Sverige og Norge meget tidligt over til at anvende omformerstationer, så at man kunne benytte det eksisterende højspændingsnet til selve kraftdistributionen, hvad der er af særlig betydning i disse lande på grund af de store afstande. I Svejs og Tyskland foretrækker man dog stadigvæk den direkte produktion af  $16\frac{2}{3}$ -Hz-strøm, omend til dels kombineret med det almindelige industrinet gennem omformere.

I mellemkrigsårene styrkedes jævnstrøms-elektrificeringens position, for det første ved at der fremkom kviksølv-damp-ensrettere, som er langt billigere i anlæg og drift end roterende omformere, og for det andet ved at det (dels som følge af kviksølvensretterens egnethed for højere spændinger, dels som følge af konstruktive fremskridt i afbrydertechnikken) blev fordelagtigt at hæve kørespændingen til 3000 V med deraf følgende reduktion af de faste anlæg uden nogen større komplikation af traktionsmateriellet. 3000-V-systemet har som nævnt fundet anvendelse i en række lande, der først begyndte at elektrificere efter 1930, ligesom Italien i 1932 gik over til dette system i stedet for trefaset vekselstrøm, og Spanien i 1946 valgte 3000-V-systemet til de videre elektrificeringer i stedet for som hidtidigt 1500 V.

I de seneste år er elektrificering med 50-Hz-vekselstrøm kommet stærkt frem og anses nu af mange for at være det mest lovende og udviklingsdygtige elektrificeringssystem både for de stærkest trafikerede baner og for mindre stærkt trafikerede; det vil også blive anvendt ved forstadsbaner (Istanbul). I 50-Hz-systemet reduceres de faste anlæg til et minimum, idet understationerne er simple transformatorstationer direkte fødet fra det eksisterende højspændingsnet, medens den høje kørelednings-spænding tillader lette ledningskonstruktioner. De forskellige transformatorstationer benytter skiftevis 1., 2. og 3. fase i højspændingsnettet, hvilket forudsætter indbygning af neutrale overgangsafsnit i køreledningsnettet, men man undgår derved en generende skævbekæmpelse af faserne. Traktionsmateriellet kan udføres med vekselstrømsbanemotorer, som



det nu er lykkedes at konstruere for 50 Hz, omend de er betydelig større og dyrere end  $16\frac{2}{3}$ -Hz-motorer (for ikke at tale om jævnstrømsmotorer), eller man kan have roterende omformere eller enkle kviksvølvretter (ignitrons) i traktionsmidlet og anvende jævnstrømsbanemotorer eller endog kommutatorløse induktionsmotorer. Desuden er i de allerseneste år fremkommet selen- og germanium-tørensretter, som vil kunne anvendes i stedet for ignitrons, og hvoraf særlig germaniumsretteren udmærker sig ved en meget høj virkningsgrad.

Der foreligger således ved 50-Hz-systemet forskellige og endnu ikke fuldt afklarede konstruktionsmuligheder, hvad der bevirker, at det i dag må betragtes som lidt af et eksperiment at tage dette system i anvendelse. Tillige er der nogen usikkerhed med hensyn til forstyrrelser i svagstrømsledninger, idet faren herfor utvivlsomt er større ved 50-Hz-systemet end både ved  $16\frac{2}{3}$ -Hz- og jævnstrøms-systemerne. Det lader sig dog ikke bestride, at 50-Hz-systemet i dag synes at have gode muligheder for at kombinere vekselstrømssystemernes betydelige fordele vedrørende køreledningsnettet med jævnstrømssystemernes fordele vedrørende banemotorer.

Under denne nyere udvikling har  $16\frac{2}{3}$ -Hz-systemet fuldt ud bevaret sin tilpasningsevne til de skiftende krav, f. eks. ved optagelse af motorvognsdrift, som oprindeligt kun blev lidt anvendt i dette system, og en overgang fra  $16\frac{2}{3}$ -Hz-systemet til et af de nyere systemer er ikke forekommet i noget land.

### **Dieseldrift.**

Ved dieseldriften producerer hver traktionsenhed sin egen drivkraft ligesom ved dampdriften, men der anvendes hertil dieselmotorer, som på grund af deres lave vægt og brændselsforbrug er velegnede for jernbanedrift og særlig i løbet af de sidste årtier er blevet udviklet i specielle typer svarende til jernbanedriftens særlige krav. Mellem dieselmotor og drivhjul må indskydes en variabel transmission, og hertil kan på grund af jernbanemateriellets store vægt og inertivirkning ikke anvendes simple mekaniske koblinger og gear som i biler, men der må anvendes mere flexible og komplicerede transmissioner, nemlig enten elektrisk kraftoverføring eller en kombination af hydrauliske koblinger og mekaniske gear i stadigt indgreb. Til gengæld for denne komplikation opnår man en god accelerationsevne, idet dieselmotorens fulde hestekraft kan udnyttes allerede ved lave toghastigheder, hvad der er af betydning for at kunne forøge den gennemsnitlige rejsehastighed ved den mindst mulige forøgelse af energiforbruget.

Dieseldriften har i årene efter 1946 vundet overordentlig stor udbredelse i USA, hvor så godt som alle jernbaneselskaber har foretaget eller er ved at foretage en fuldstændig omlægning fra damp- til dieseldrift under anvendelse af serieproducerede diesellokomotiver. Antallet af disse er i dag over 22000 og har allerede langt overskredet antallet af resterende damplokomotiver i drift, og dampdriften har endnu kun sikkert fodfæste i minedistrikterne, hvor kullene er særlige billige. I Europa forekommer dieseldriften derimod hovedsageligt i form af motorvognsdrift, og der findes her op mod 5000 dieselmotorvogne i

drift, men kun ca. 1500 diesellokomotiver, hvoraf langt de fleste er ranger- og sidebanelokomotiver på under 1000 hk.

Diesellokomotivet blev oprindeligt udviklet i Europa, og man var her allerede i 30'erne nået frem til at kunne bygge de allerstørste diesel-elektriske lokomotiver (f. eks. blev der i 1938 bygget 3 stk. 4400 hk dobbeltlokomotiver), men de fik dengang kun ringe praktisk anvendelse. Dels virkede brændselspriser og arbejds lønninger ikke så stærkt i dieseldriftens favør som i dag, og dels var i hvert fald de større typer af lokomotiv-dieselmotorer endnu ikke udviklet til den grad af driftssikkerhed, som må kræves i jernbanedriften. Man fandt derfor, at dieseldriftens naturlige felt foreløbig måtte være de mindre togarter.

Den store fremgang, som diesellokomotivdriften omfattende alle togarter har opnået i USA efter krigen, skyldes først og fremmest en energisk indsats for at fremme den tekniske udvikling på dette område. Man tog dieselmotortyper i brug, der gennem 10—15 år var blevet udviklet til andre formål (båd- og krigstankmotorer) og havde opnået en høj effektivitet omend ikke den bedst mulige driftssikkerhed, og gennem omfattende videre udviklingsarbejder nåede man frem til lokomotivmotorer, der i driftssikkerhed og standardisering står på højde med moderne bilmotorer. Ved udformningen af den elektriske kraftoverføring betrædte man nye veje for at få robuste elektriske maskiner, der kunne arbejde flere år uden noget hovedeftersyn, og opnåede også på dette område fremragende resultater, som i visse henseender (silicone-isolation, kommutator-konstruktion, rullelejer) endda har været forud for den tilsvarende udvikling af elektrolokomotiverne.

Man fik med sådanne diesel-elektriske lokomotiver et traktionsmiddel, der med hensyn til driftssikkerhed og disponibel driftstid mellem de regelmæssige eftersyn tilfredsstillende amerikanske baners krav. Der kan nævnes andre forhold, som i den aktuelle situation har medvirket til gunst for dieseldriften og til ugunst for såvel damp- som eldriften i USA, således den rigelige forsyning med brændselolie til lave priser, medens kulproduktionen til tider har været ramt af omfattende strejker, og elværkerne trods de størst mulige udvidelser har haft vanskeligt ved at følge det stigende forbrug, endvidere banernes enorme udstrækning («Class I Railroads» omfatter ca. 350000 km strækningslængde), brugen af forholdsvis få, men meget tunge tog, hvad der fordyrer en elektrificering, den høje arbejds løn, der har en væsentlig indflydelse på elektrificeringsudgifterne, og endelig bankernes udstrakte finansiering af køb af diesellokomotiver, hvori de ser en god og sikker pengeanbringelse. Jernbaneselskaberne kan således anskaffe diesellokomotiver uden at skulle præstere nogen udbetaling ved købet, og driftsbesparelsen opnås umiddelbart efter lokomotivets indsættelse i driften. Det skal dog i denne forbindelse nævnes, at der også i Europa arbejdes på at opnå lignende gunstige finansieringsmuligheder for anskaffelser af nyt jernbanemateriel, bl. a. gennem finansieringsselskabet »Eurofima«, hvorefter nærmere i afsn. VIII, s. 144.

De amerikanske diesellokomotiver til togtjenesten fremstilles mest i enheder på omkring 1500 ehk maksimal driftsmæssig ydelse ved drivhjulene, og op til 4 sådanne enheder anvendes i serie (med fælles styring) til at trække de tungeste tog. I Europa er det kun få tog, der kræver mere end 2000 à 2500 ehk til deres

fremførelse, og diesellokomotiver anvendes derfor næsten udelukkende i enkelt-drift og i varierende størrelser, men med en tendens mod stadig større hestekræfter som følge af de stigende hastighedskrav i togdriften. Med letbyggede dieselmotorer af nu kendte europæiske konstruktioner har man allerede udført 6-akslede bogieloko (typebetegnelse C<sub>o</sub>-C<sub>o</sub>) på 3300 hk (litt. c. 13), og det vil være muligt at installere motorydelser på 4000 hk eller mere i et sådant lokomotiv, dersom der skulle blive behov for så store ydelser.

De fleste større diesellokomotiver har elektrisk transmission fra dieselmotoren til drivhjulene, hvad der giver de bedst mulige starte- og accelerationsforhold, idet omsætningsforholdet varieres kontinuerligt uden afbrydelse af kraften, og man let kan tilføre drivkraft til det fornødne antal hjulaksler. Der arbejdes dog i mange lande med udviklingen af hydraulisk-mekaniske transmissioner, der skulle kunne gøres lige så effektive og dertil være en del lettere og muligvis noget billigere end den elektriske transmission. Hydraulisk-mekaniske transmissioner anvendes i dag i stor udstrækning i motorvogne og rangerloko, men der haves ikke tilstrækkelige praktiske erfaringer med dem i de større togloko til, at det kan afgøres, om de her i det lange løb vil stille sig økonomisk fordelagtigere end den kendte og meget driftssikre elektriske transmission med jævnstrømsbanemotorer.

Diesellokomotiver finder nu stigende anvendelse i Europa, og de fleste europæiske baneforvaltninger har planer om anskaffelse af diesellokomotiver af forskellig størrelse både til rangering og togkørsel. Hvor omfattende disse planer er, lader sig ikke nøjere opgøre, og de kan iøvrigt hurtigt ændres, da anskaffelsen af dieselloko ikke kræver store forberedelser, men det kan nævnes, at Union Internationale des Chemins de Fer (U.I.C.) i jan. 1955 indkaldte oplysninger herom fra vesteuropæiske baneforvaltninger, hvoraf fremgik, at der i disse lande foreløbig (i en periode varierende fra 3 til 10 år) påtænkes anskaffet mellem 4000 og 6500 dieselloko af størrelser over 400 hk, heraf mellem 1000 og 2000 stk. af størrelse mellem 1400 og 2000 hk.

### **Gasturbinelocomotiver.**

I de senere år har man både i Europa og i USA konstrueret og prøvekørt gasturbinelocomotiver af forskellige typer. Et enkelt amerikansk jernbaneselskab, Union Pacific RR, har endog 25 stk. på 4500 hk (effektiv turbineydelse) i drift og yderligere 15 stk. på 7000 ehk i ordre (litt. a. 14).

Gasturbineloko udføres sædvanligvis med en komplet gasturbine som samlet kraftmaskineaggregat (bestående af kompressor, forbrændingskammer og turbine samt eventuelt varmeudveksler) og med elektrisk kraftoverføring til drivhjulene. I driftsmæssig henseende adskiller sådanne locomotiver sig ikke væsentlig fra diesel-elektriske locomotiver, men deres brændselsforbrug er langt højere, da de hidtil anvendte gasturbiners termiske virkningsgrad ved fuld belastning kun er ca. det halve af dieselmotorens og ved delvis belastning endnu



lavere. Selv om gasturbinen kan drives med en noget billigere oliesort end den, der normalt anvendes i lokomotiv-dieselmotorer, forekommer det tvivlsomt, om denne type gasturbineloko under normale forhold vil kunne konkurrere med moderne dieselloko.

En anden sag er det, at hvis det var muligt at konstruere en kulstøvfyrret gasturbine til lokomotivbrug (hvad der arbejdes med både i England og USA), ville man dermed have et lokomotiv, der var billigere i brændselsforbrug end nogen anden lokomotivtype, inklusive elektrolokomotiver forsynet med strøm fra termiske kraftværker. Opgaven synes endnu at være langt fra en praktisk løsning, men det må forventes, at der vil blive sat stærkt ind på dette udviklingsarbejde i tilfælde af stigende oliepriser i forhold til kulpriserne.

Foruden disse egentlige gasturbinelokomotiver findes der såkaldte »drivgaslokomotiver«, der er forsynet med en højt trykladet dieselmotor, der kun trækker sin egen trykladekompressor og afgiver udstødsgas under tryk til fremdrivning af en gasturbine direkte koblet til drivhjulene. Man sparer herved den elektriske eller hydrauliske transmission og opnår en total virkningsgrad, der er lige så god som det almindelige diesellokomotivs, medens vægt og pris muligvis kan blive noget lavere. Forsøgslokomotiver af denne art er bygget i Sverige og Frankrig, men typen kræver endnu mange års gennemprøvning i praktisk drift, inden det kan afgøres, om den byder på fordele frem for et normalt dieselloko af gennemprøvet konstruktion.

### **Atomkraftlokomotiver.**

I USA er der fornylig blevet udarbejdet et projekt (litt. b. 14—15) til et atomkraftlokomotiv på 7000 hk (normal effektiv ydelse af dampturbinen). Det er tænkt udført med elektrisk kraftoverføring til 12 drivaksler, og dets totalvægt 380 t og total længde 50 m er gunstige i sammenligning med eksisterende damp- og dieselloko af samme normalydelse, hvortil kommer at det i kortere tid kan overbelastes til 10000 hk eller mere. Dets pris anslås til at være omtrent den dobbelte af diesellokomotivets, men ved en tilstrækkelig intensiv drift (2 à 300 timer fuld kraft pr. måned) skulle dets samlede driftsøkonomi blive bedre end diesellokomotivets, hvis olieprisen er over 30—35 \$/t, hvilket omtrent er den nuværende pris på dieselolie.

Der tænkes anvendt en såkaldt »hurtig reaktor«, hvori uran 235 (i en mængde af ca. 9 kg) findes i form af uranylsulfat opløst i almindeligt vand og indesluttet under tryk i en lukket beholder. Gennem denne er der ført et stort antal (ca. 10000) tynde rør, som gennemstrømmes af cirkulationsvand (ligeledes almindeligt vand), der optager den udviklede varme, bringes til fordampning og driver en damp turbine. Afgangsdampen fra denne (som er noget radioaktiv) kondenseres og bringes tilbage i kredsløbet. Kondensatorens kølevand bliver derimod ikke radioaktivt i væsentlig grad, men må selv køles af store luftkølere, som optager større plads end hele drivmaskineriet. Det er således kun selve reaktoren, der kræver et svært strålingspanser, men dette vejer til gengæld 180 t og ville ikke kunne bygges meget lettere ved mindre ydelser.

I et sådant lokomotiv ville forbruget af 1 g U<sub>235</sub> omtrent svare til forbruget af 1 t olie i et dieselloko, og hvis uranprisen er 15 \$/g og olieprisen 35 \$/t, skulle differencen 20 \$ omtrent dække de større kapitaludgifter ved atomkraftlokomotivet. Falder uranprisen, og stiger olieprisen væsentligt, skulle det store atomkraftloko kunne blive ret fordelagtigt i sammenligning med lige så store dieselloko, men samtidig dermed vil elektrodriften (omfattende samtlige togarter) komme til at stå fordelagtigere både i forhold til atom- og dieseldrift, særlig hvis den lavere uranpris også vil føre til lavere elektricitetspriser. Selv om atomkraftlokomotiver af den her beskrevne art i dag må anses for at være en teknisk mulighed, synes deres økonomi således at være tvivlsom selv i Amerika, og under europæiske forhold er deres anvendelse ikke mulig i betragtning af størrelsen af det projekterede lokomotiv.

Fra tysk side er dog senere fremkommet projekt til et væsentlig mindre atomkraftlokomotiv (litt. d. 28).

### **Traktionsformernes udvikling i forskellige europæiske lande.**

Til belysning af de tre omhandlede traktionsformers stilling i Vesteuropa er i tabel 3 angivet det omtrentlige antal af damp-, diesel- og elloko samt diesel- og el-motorvogne i brug ved de nationale jernbaneselskaber (altså bortset fra privatbaner) i en række europæiske lande, hvis udvikling på traktionsområdet derefter skal omtales lidt nærmere med henblik på de specielle forhold, der har gjort sig gældende i hvert land. Landene er opført i den rækkefølge, hvori de vil blive omtalt i det følgende, nemlig først England, Vesttyskland og Frankrig, dernæst de øvrige lande med jævnstrømselektrificering (Holland, Belgien, Italien og Spanien) og med vekselstrømselektrificering (Svejs, Østrig, Sverige og Norge) samt sluttelig Danmark.

#### **England.**

I England, dampdriftens gamle foregangsland, har der i tidens løb været nedsat flere kommissioner for at undersøge mulighederne for baneelektrificering, og i 1931 anbefalede »Weir-kommissionen« (litt. c. 1), at elektrificere samtlige engelske hovedbaner i et omfang af ca. 32000 strækings-km og ca. 60000 km hovedspor under anvendelse af 1500 V jævnstrøm. Man fandt, at middeltrafikintensiteten på alle disse baner var stor nok til at berettigede elektrificeringen, og at denne af driftsmæssige grunde sluttelig burde omfatte hele nettet. Bygningen af de faste anlæg antoges at ville vare 20 år og koste 181 mill. £, alene for køreledningerne og tilhørende banetekniske arbejder (svarende til ca. 60000 kr. pr. km sporlængde) eller ialt 261 mill. £ iberegnet kraftværker, højspændingsledninger og omformerstationer (svarende til ca. 160000 kr. pr. strækings-km). Anbefalingen blev ikke fulgt af de dengang private jernbaneselskaber, og endnu i dag har England kun ca. 1500 km elektriske baner, hvoraf de 1100 km udgøres af de udvidede forstadsbaner i distriktet syd for London (under anvendelse af 3. skinne med 660 V jævnstrøm). Iøvrigt var damp-

**Tabel 3.**

**Traktionsmateriel i drift ved vesteuropæiske statsbaner 1955 (approximativt).**

Land	Antal lokomotiver			Motorvogne		
	Damp	Diesel		Elektr.	Diesel	Elektr.
		Ranger- og sidebane loko ov. 400 hk	Togloko over 800 hk			
	ca.	ca.	ca.	ca.	ca.	ca.
England BR.....	19000	200	6	50	300	2200
Vesttyskl. DB ....	12000	150	50	500	400	200
Frankrig, SNCF..	9000	250	10	1000	1000	500
Holland, NS .....	500	100	50	100	100	400
Belgien, SNCB ...	2200	20	50	100	200	100
Italien, FS.....	3300	200	50	1500	1000	300
Spanien, RENFE .	3400	20	10	150	150	100
Svejts, SBB .....	200		4	800	—	100
Østrig, ÖBB .....	1600	20	10	300	100	50
Sverige, SJ.....	800	50		700	400	400
Norge, NSB .....	450		1	100	100	50
Danmark, DSB...	550	—	6	—	150	100
Ialt .....	53000	1010	247	5300	3900	4500

Privatbaner forefindes desuden i ret betydelig udstrækning særlig i Vesttyskland, Belgien, Danmark og Svejts. De drives hovedsagelig med motorvognsdrift, og der findes her ialt op mod 1000 dieselmotorvogne og 1000 elektriske motorvogne.

driften i det store og hele på den tid i stand til at imødekomme ethvert rimeligt krav om hurtighed og transportkapacitet. Med hensyn til hastighed kan nævnes det næsten klassiske engelske tilstræbte mål »a mile a minute« for blot nogenlunde lange strækningsafsnit, et mål som i stort omfang var nået før sidste verdenskrig (og som man atter er på vej imod), idet et stort antal tog opnår rejsehastigheder på 95—100 km/h og ikke sjældent 110—115 km/h, regnet fra start til stop mellem 2 større byer.

Efter banernes nationalisering i 1947 har der rejst sig stærke krav om at gennemføre en omfattende modernisering af banerne, ikke mindst under hensyn til den stadig meget prekære kulsituation. I 1951 kom »Cock-kommissionen«s betænkning »Electrification of Railways« (litt. c. 4), hvori en elektrificering findes økonomisk fordelagtig (i sammenligning med dampdrift) på alle hovedbaner med en trafikintensitet større end ca. 3,5 mill. bruttotonkm pr. år og pr. km hovedspor, hvilket angives at gælde for ca. 7500 stræknings-km med ca. 20000 km hovedspor. Betænkningen indeholder sammenlignende kalkulationer for de forskellige strømsystemer, og jævnstrømssystemerne findes under engelske forhold



væsentlig fordelagtigere end 16<sup>2</sup>/<sub>3</sub>-Hz-vekselstrømssystemet. Man anbefaler standardisering af 1500-V-systemet, omend 3000 V i virkeligheden findes en smule mere økonomisk, men 1500-V-systemet egner sig bedre for samkørsel med de talrige forstadsbaner af lavere spænding (standardiseret til 750 V), hvilket anses for et nødvendigt krav. Tillige anbefales dog forsøg med 50-Hz-vekselstrømssystemet, hvilket nu er i gang på en mindre bane i Nordengland.

Endelig har British Transport Commission i jan. 1955 offentliggjort en moderniseringsplan (litt. c. 10), som omfatter en samlet investering på 1240 mill. £ og tænkes gennemført på 15 år. En stor del af beløbet går til udbygning af bane- og signalanlæg for højere hastigheder samt fornyelse af vognmateriellet, og elektrificeringsplanerne er af et forholdsvis beskedent omfang, ialt ca. 2000 stræknings-km, da man ikke mener at kunne gennemføre mere i løbet af de første 15 år særlig af hensyn til de omfattende anlægsarbejder, som elektrificeringen medfører. Udgiften til de faste anlæg (formentlig inklusive omformerstationer) er beregnet til 125 mill. £, altså 1,25 mill. kr. pr. stræknings-km eller næsten 8 gange så meget som kalkuleret i Weir-rapporten fra 1931.

Imidlertid er det bemærkelsesværdigt, at planen tillige for første gang i England omfatter indførelsen af dieseldrift i betydeligt omfang på hovedbanerne, idet der hertil foreslås anskaffet 2500 diesellokomotiver af forskellige størrelser til en samlet pris af 125 mill. £. Det er tanken at anvende dem til fuldstændig dieselisering af afgrænsede distrikter for at vinde erfaringer med den totale dieseldrift. Endvidere omfatter planen anskaffelse af ikke mindre end 4300 dieselmotorvogne inklusive tilhørende bivogne, som skal anvendes over hele nettet, ikke alene til sekundære baner, men også til ekspresforbindelser mellem hovedbyerne.

Bevillingerne for det første år under 15-års-planen, 1955—56 (litt. c. 11), omfatter ingen egentlig baneelektrificering, men visse nødvendige forarbejder dertil, endvidere 170 »main line« dieselloko (altså netop 1/15 af hele planens 2500) samt 1000 af planens ialt 4300 dieselvogne. Det er altså på dette sidste område, at man anser hurtige fornyelser for mest påkrævet. De 170 diesellokomotiver fordeler sig med 40 på 600—800 hk, 100 på 1000—1250 hk og 30 på 2000 hk eller mere, hvilket formentlig er repræsentativt for sammensætningen af den samlede plans 2500 dieselloko, men planen tillader ændringer deri, hvis de indvundne erfaringer skulle gøre det ønskeligt. Af de første 170 lokomotiver skal de 11 være diesel-hydrauliske og resten diesel-elektriske.

Ifølge denne plan vil bygningen af nye damplokomotiver i England helt ophøre i løbet af få år, men de eksisterende damploko skal tjene deres tid ud.

I marts 1956 meddelte British Transport Commission, at man har besluttet at anvende 50-Hz-systemet til de planlagte elektrificeringer af fjernbaner.

## **Vesttyskland.**

I Tyskland, som kan kaldes både den elektriske traktions og dieseldriftens moderland, idet Werner Siemens i 1879 fremstillede det første elektrolokomotiv (på 3 hk), og Rudolf Diesel selv i 1908 konstruerede det første diesellokomotiv, har disse to traktionsformer dog ikke hidtil vundet særlig stor udbredelse. En



afløsning af dampdriften har indtil fornylig ikke været stærkt påkrævet, da kullene har været rigelige og billige, og dampdriften har kunnet imødekomme ethvert rimeligt krav både med hensyn til hurtighed og transportkapacitet, medens dieseldriften har været hemmet af den høje skat, der er lagt på importeret olie for at beskytte den nationale olieproduktion. Skatten er så høj, at 1 ton olie koster 5—6 gange så meget som 1 ton lokomotivkul, medens forholdet f. eks. i Danmark kun er ca. 2 gange.

Jævnstrømssystemet for elektrisk drift udvikledes først til anvendelse i sporvogne og derefter, under stadig forøgelse af køretrådsspændingen, til hovedsageligt dobbeltsporede bybaner og oplandsbaner med motorvognsdrift; i 1906 blev således en bane fra Köln til Bonn elektrificeret med 1000 V jævnstrøm. Man fandt dog tidligt, at vekselstrøm ville være bedre for den tunge trafik over længere distancer, og allerede omkring århundredskiftet udviklede de førende tyske elektrofirmaer trefase-systemet (med 3 køreledninger) og foretog praktiske driftsforsøg dermed på en 23 km lang strækning ved Berlin, hvor man opnåede hastigheder på op til 210 km/h. Resultaterne vakte stor interesse i udlandet, og trefase-systemet (dog med kun 2 køreledninger) blev anvendt til de første fjernbane-elektrificeringer i Italien og Svejts, men fandt ingen praktisk anvendelse i Tyskland. Forsøgsarbejderne fortsattes med udviklingen af enfasevekselstrømssystemer (ikke alene i Tyskland, men samtidig i USA, Svejts og Sverige). I 1904 elektrificeredes banen Murnau-Oberammergau med 5000 V,  $16\frac{2}{3}$  Hz, og i 1907 nogle forstadsbaner ved Hamborg med 6000 V, 25 Hz. (De sidstnævnte baner blev i 1940 forsynet med 3. skinne for 1200 V jævnstrøm, men under bibeholdelse af luftledningen for 6000 V vekselstrøm for at kunne benytte det eksisterende vekselstrømsmateriel sammen med det nye jævnstrømsmateriel). I 1911 elektrificerede de prøjsiske statsbaner linien Dessau-Bitterfeld med enfaset vekselstrøm af 15000 V og  $16\frac{2}{3}$  Hz produceret i eget kraftværk, der anvendte de i nærheden forekommende brunkul, og fra 1912 elektrificeredes flere baner i Schlesien og Bayern med samme strømsystem og forsynet fra vandkraftværker. Vekselstrømssystemet var nu tillige blevet udviklet til brug i kraftige lokomotiver (med kobbelstangsdriv).

Efter 1. verdenskrig sammensluttedes de tidligere enkeltlandes statsbaner til Deutsche Reichsbahn, der ligeledes gik ind for  $16\frac{2}{3}$ -Hz-systemet og i mellemkrigsårene fortsatte elektrificeringsarbejderne i jævnt tempo, så at der i 1939 var ca. 2600 km vekselstrømsbaner, heraf 1600 km i det område, der nu udgør Vesttyskland. Efter den 2. verdenskrig har de vesttyske statsbaner, Deutsche Bundesbahn, genopbygget de under krigen delvis ødelagte elektrificeringsanlæg og yderligere udvidet nettet, der nu omfatter ca. 2000 km, næsten udelukkende i den sydlige del af landet. I de seneste år har elektrificeringen fået stærkt forøget interesse i Vesttyskland, og man er begyndt at elektrificere et system af stærkt trafikerede baner i Ruhrområdet og agter derefter at forbinde dette område med nettet i Sydtykland, hvorved der dannes et sammenhængende system af vekselstrømsbaner på ialt ca. 6000 km hovedsagelig dobbeltsporet strækning svarende til 20% af DB's samlede strækningslængde (litt. d. 5).

Planernes realisering er her som andetsteds blevet hemmet af finansieringsvanskeligheder, og desuden har valget mellem  $16\frac{2}{3}$ -Hz og 50-Hz-systemet voldt

særlig vanskelighed i Tyskland, da elektroindustrien har sat et stort arbejde ind på udviklingen af sidstnævnte system og foreslået det anvendt til de planlagte elektrificeringer i Ruhrområdet. Først så sent som i sommeren 1954 har DB truffet endelig beslutning om at anvende 16 $\frac{2}{3}$ -Hz-systemet også i dette område af hensyn til den senere forbindelse med de eksisterende anlæg, og i øvrigt hævder banerne, at dette system stadigvæk er det bedst egnede for tyske forhold, idet man hovedsagelig anvender direkte i kraftværkerne produceret 16 $\frac{2}{3}$  Hz strøm, hvorved omformningen spares. DB's videnskabelige rådgivere har dog anbefalet, at man ved de nu påbegyndte elektrificeringsarbejder tager konstruktive hensyn til en eventuel senere overgang til 50-Hz-systemet (litt. d. 16, side 13). Første etape af de nye elektrificeringer i Ruhrområdet (Hamm—Duisburg—Køln—Remagen) omfatter ca. 300 km dobbeltsporet strækning, som forventes færdig i 1957, og hvortil alle de faste anlæg er beregnet at ville koste 126 mill. DM, altså ca. 0,7 mill. kr. pr. km (litt. d. 11).

Dieseltraktion anvendtes i Tyskland inden krigen i stor udstrækning til motorvognstog, og der anvendtes dengang både elektriske og hydrauliske transmissioner. Motor-eksprestogene som »Fliegende Hamburger« o. a. hørte til de hurtigste i Europa, idet de over visse strækningsafsnit opnåede rejsehastigheder i den daglige drift på 120—134 km/h. Efter krigen har dieseltraktionen vundet stigende interesse i Vesttyskland ikke alene til de hurtige motorvognstog, men også til de lokomotivtrukne tog. I 1954 udkom det af den tyske dieselmotorindustri nedsatte »Arbeitsgemeinschaft Dieselschienenverkehr«s beretning (litt. d. 20), som indeholder detaljerede beregninger af diesel- og eldriftens økonomi under tyske forhold, og hvori det anføres, at selv ved den (i 1950 i Tyskland gældende) høje oliepris af 355 DM/t inkl. skat vil total dieseldrift på dobbeltsporede hovedbaner være billigere end elektrisk drift ved trafikintensiteter, der kræver et strømforbrug på op til ca. 300000 kWh pr. km strækningslængde pr. år, og regnes med importprisen, ca. 130 DM/t, findes dieseldriften billigst selv ved de største trafikintensiteter på fjernbaner (d. 20, side 162). DB oplyser, at man inden for den kommende 10-årsperiode agter at anskaffe 300 dieselloko på 1000 hk og 200 på 2000 hk til persontogskørsel på hovedbaner samt et betydeligt antal mindre loko til rangering og sidebaner (litt. d. 26).

Der anvendes i dag næsten udelukkende hydrauliske transmissioner i Vesttyskland såvel til motorvogne som dieselloko af alle størrelser, og diesel-hydrauliske lokomotiver er allerede udført som 4-akslede bogieloko på 2000 hk og projekteret som 6-akslede på op til 3600 hk. Ønsket om at undgå den elektriske transmission er iøvrigt almindeligt i lande, hvor man i disse år anskaffer dieselmateriel i betydeligt omfang inklusive lokomotiver, samtidig med at baneelektrificeringen fortsættes i størst muligt omfang under anvendelse af materiel af hjemligt fabrikat.

## Frankrig.

I Frankrig, som altid har været et foregangsland på jernbanernes område, begyndte man tidligt at eksperimentere med elektrisk drift efter forskellige systemer. På grund af kulmanglen i de første år efter 1. verdenskrig blev bane-

elektrificering på denne tid meget aktuel, og en af regeringen nedsat kommission anbefalede i 1920 at foretage omfattende elektrificeringer under anvendelse af 1500-V-jævnstrømssystemet og ved samtidig udbygning af vandkraftværkerne. Opfordringen blev fulgt af nogle af de dengang private jernbaneselskaber (nemlig PO, Midi og PLM), og banerne deltog tillige i bygningen af vandkraftværker i Alperne, Auvergne og Pyrenæerne. I 1938 stiftedes det nuværende statsbaneselskab SNCF, som også overtog de nævnte elværker; disse producerer omtrent lige så megen strøm, som banerne bruger landet over, men strømmen distribueres til dels over industrinettet (litt. e. 11).

SNCF har stadig udbygget det med 1500 V elektrificerede banenet, som omfatter de store hovedbaner i Sydfrankrig udgående fra Paris. I 1952 fuldførtes elektrificeringen af den til dels 4-sporede strækning Paris-Lyon, som er en af Europas tættest trafikerede baner og i dag befares af de hurtigste elektriske tog i verden, idet der kan noteres en rejsehastighed på 124 km/h for de hurtigste gennemkørende tog over hele strækningen.

Efter i nogen tid at have eksperimenteret med 50-Hz-systemet på Annecy-banen i de franske Alper er SNCF nu ved at elektrificere et system af stærkt trafikerede baner i Nordfrankrig med dette strømsystem, hvortil udgiften til de faste anlæg angives at være omtrent halvt så stor som ved 1500-V-jævnstrømssystemet. Første etape af arbejdet (Valenciennes-Thionville) omfatter 363 km strækning, som nu er færdigbygget, og hvortil de faste anlæg inkl. alle byggearbejder, men ekskl. rullende materiel, var beregnet at koste 20 milliarder fr., altså ca. 1,1 mill. kr. pr. km (litt. e. 7). 50-Hz-systemet vil muliggøre en mere udstrakt elektrificering end 1500-V-systemet, da strækninger med ringere trafikintensitet kan medtages, men en betingelse er det naturligvis, at systemet også kan anvendes til de største trafikintensiteter, hvilket det nye anlæg skal demonstrere. Det kan da forventes, at hovedbanerne Nord og Øst for Paris efterhånden vil blive elektrificeret med vekselstrøm, men banerne syd for Paris med jævnstrøm. Denne opdeling behøver ikke at medføre nogen større gene, da Paris vel er et stort jernbaneknudepunkt, men dog mere et centrum end en gennemgangsstation, idet samtlige personbanegaarde i Paris er endestationer. Efter fuldførelsen af de i gang værende elektrificeringsarbejder vil ca. 50% af SNCF's trafik (målt i btkm) være elektrisk drevet (litt. e. 18, side 422).

Dieseltraktion i form af motorvognsdrift har fået stor anvendelse i Frankrig på trods af en endnu højere oliebeskatning end i Vesttyskland. SNCF har ca. 1000 dieselmotorvogne, hovedsageligt med mekanisk kraftoverføring, som anvendes ved motorydelser helt op til ca. 500 hk og giver det lavest mulige olieforbrug. Derimod er diesellokomotiver hidtil kun anvendt i sådanne tilfælde, hvor denne traktionsform må foretrækkes af driftsmæssige grunde, og brændselsudgiften er mindre væsentlig, således på »Ceinture«-banen om Paris, der besørger godstrafikken mellem de forskellige banegårde, der ikke alle er elektrificerede; her anvendes diesel-elektriske lokomotiver, og flere er i ordre. Den høje oliepris synes foreløbig at hindre indførelsen af diesellokomotiver i almindelig togdrift på de ikke-elektrificerede baner, men man eksperimenterer med et drivgaslokomotiv (med fristempel-dieselmotor som gasgenerator) på 1000 hk,



hvormed man håber at opnå en noget bedre økonomi end ved diesellokomotiver af sædvanlig konstruktion, og typen er tillige projekteret som hovedbaneloko på 2000 hk.

Medens der således i Frankrig foretages omfattende eksperimenter med de nye traktionsformer, må det dog tillige fremhæves, at konstruktionen af damplokomotiver netop i Frankrig er nået til et meget højt stadi, og man har her bygget damplokomotiver med den bedst mulige brændselsøkonomi og fremragende køreegenskaber, hvilket nu kommer dampdriften til gode i konkurrencen med de nye traktionsformer.

## Holland.

Udviklingen i Holland er af særlig interesse for os, da terrænforholdene er meget nær som i Danmark, og de to lande ligeledes er ens stillet med hensyn til energiproduktionens afhængighed af brændselstilførsler udefra, men trafikalt er der dog den forskel, at Holland er tættere bebygget og jernbanerne derfor stærkere trafikeret. De hollandske baner er ikke statsbaner i sædvanlig forstand, men alle landets baner blev i 1938 sammensluttet til »Nederlandsche Spoorwegen«, der drives som et koncessioneret selskab med selvstændig økonomi, men underkastet visse begrænsninger (f. eks. har NS ikke ret til at drive egne elværker).

I Holland beskæftigede man sig tidligt med mulighederne for baneelektrificering, og allerede i 1908 elektrificeredes linien Rotterdam—Scheveningen med enfase-vekselstrøm af 10000 V og 25 Hz. Banen fik strøm fra eget dampkraftværk, og materiellet bestod af motorvogne med maksimalhastighed 90 km/h. Ligesom i Frankrig fik elektrificeringen stærk interesse i årene efter 1. verdenskrig, og man besluttede nu også i Holland at gå ind for 1500-V-jævnstrømsystemet som særlig velegnet for hollandske forhold med den stærke persontrafik mellem store, tætliggende byer. Fra 1927 gik det jævnt fremad med elektrificeringen, der næsten udelukkende omfatter dobbeltsporede strækninger. Efter at have genopbygget de under krigen ødelagte elektrificeringsanlæg har NS yderligere udbygget det elektrificerede net, der nu er på ca. 1400 km (heri indbefattet banen Rotterdam—Scheveningen, der er blevet ombygget til jævnstrøm) og snart vil omfatte så godt som alle dobbeltsporede strækninger hos NS.

Det har indtil fornylig været et særtræk ved den elektriske banedrift i Holland, at den kun omfattede persontrafik, og at denne udelukkende besørages ved motorvognstog under udstrakt anvendelse af »stive« køreplaner, hvorved forstås, at togene kører hver time på samme minut. Godstogene blev fortsat trukket af damplokomotiver selv på de elektrificerede strækninger omend her hovedsageligt i natkørsel. NS har ligeledes tidligt taget dieselmotorvogne i anvendelse, specielt i form af hurtiggående 3- og 5-vognstog, og på de ikke elektrificerede strækninger besørages nu det meste af persontrafikken af diesel-elektriske motorvognstog. Både for disse og for de elektriske motorvognstog lægger man stor vægt på togenes udformning i strømlinieform, da der herved er påvist en betydelig reduktion i energiforbruget (litt. f. 6).

I de seneste år er NS begyndt at anskaffe både diesel- og elektrolokomotiver i betydeligt antal. De fleste af diesellokomotiverne er diesel-elektriske og af hollandsk fabrikat, medens elektrolokomotiverne overvejende er af udenlandsk fabrikat. De anskaffedes først til godstrafikken, men anvendes i stigende grad til eksprestog, og det er hensigten helt at afskaffe dampdriften i den normale togkørsel. Driften vil da være fordelt mellem diesel- og eldrift, dog med hovedvægt på eldriften, som allerede nu omfatter ca. 40% af strækningsslængderne og over 80% af trafikmængden.

## **Belgien.**

I Belgien har elektrificeringen udviklet sig langsommere end i Holland, antageligt fordi landet er selvforsynende med kul, og dampdriften altid har gjort god fyldest både i de store godstransporter for sværindustrien og de hurtige eksprestog. Den i 1926 oprettede statsbaneadministration SNCB påbegyndte dog straks indgående undersøgelser af elektrificeringsmulighederne, og man bestemte sig her for 3000-V-jævnstrømssystemet særlig på grund af dets (i sammenligning med 1500-V-systemet) større afstand mellem omformerstationerne. Inden krigen havde SNCB dog kun elektrificeret den 45 km lange strækning Antwerpen-Bryssel med dette system.

Efter krigen har man igen foretaget indgående undersøgelser, og en i 1945 af regeringen nedsat kommission afgav i 1947 rapporten »Électrification de 1500 km de lignes«, hvori valget af 3000-V-systemet er udførligt motiveret, og der er fremsat en 5-årsplan for elektrificering af samtlige tæt trafikerede hovedbaner, ialt 1500 km. Programmet er dog ikke blevet vedtaget i sin fulde udstrækning, og hidtil er kun ca. 400 km fuldført eller under bygning. 1947-planen foreslår i øvrigt tillige at bygge traktionsmateriel for kørsel både i 1500-V- og 3000-V-systemet, hvorved der kan køres gennemgående tog til de hollandske hovedbyer.

Ligesom i Holland har man i Belgien i stor udstrækning indført dieselmotorvogne i driften både til lokaltog og til ekspresforbindelser mellem de større byer, men i modsætning til Holland anvendes i Belgien hovedsageligt hydrauliske transmissioner i de kraftigere motorvogne. Der anvendes endvidere et betydeligt antal diesel-rangerlokomotiver (disse forefindes både med elektrisk og hydraulisk transmission), og det er hensigten efterhånden helt at afskaffe damplokomotiver i rangeringstjenesten. Først fornylig er man i Belgien begyndt at anskaffe dieselloko til togtjenesten, men i 1954 bestiltes ikke mindre end 95 stk. 1600 hk diesel-elektriske lokomotiver af to typer, som begge bliver fremstillet i Belgien under amerikansk licens.

## **Italien.**

Italien var det første land, der udførte baneelektrificering i større omfang, idet man tidligt var klar over denne driftsforms særlige fordele ved bjergbaner med lange stigninger og tunneller, og Italien har en ikke ubetydelig forsyning



af elektricitet fra vandkraftværker. Allerede omkring århundredskiftet prøvedes forskellige systemer, og man opnåede på det tidspunkt de bedste resultater ved anvendelsen af trefaset vekselstrøm af 3600 V og 16 $\frac{2}{3}$  Hz, hvilket system efterhånden vandt betydelig udbredelse. Oprindeligt produceredes strømmen i banernes egne værker, hovedsageligt vandkraftværker og tillige jordvarmekraftværker, men senere indførtes omformerstationer med roterende omformere og strømtilgang fra industrinettet.

I mellemkrigsårene fortsattes eksperimenterne, dels med trefaset vekselstrøm af industrifrekvens, dels med jævnstrøm, og i 1932 besluttede man at udføre al fremtidig elektrificering med 3000 V jævnstrøm. Arbejdet skred hurtigt fremad, og trods krigens ødelæggelser har man nu ca. 4400 km elektrificeret med dette system foruden ca. 1400 km med trefase-elektrificering. Lokomotivtrukne tog er fremherskende på de italienske elektriske baner, idet man har ca. 1500 elektrolokomotiver af mange forskellige typer. Tillige haves et par hundrede elektriske motorvogne, mange af dem meget moderne indrettet og med rejsehastigheder over gunstige strækningsafsnit på 95—100, i enkelte tilfælde op til 115 km/h.

Dieseldriften har også fundet stor udbredelse ved de italienske statsbaner (FS), men her drejer det sig næsten udelukkende om motorvogne, hvoraf haves op mod 1000, hovedsageligt med mekaniske transmissioner og ligesom de elektriske motorvogne hurtige og komfortable. FS oplyser dog, at man påtænker at anskaffe 100 stk. 1500 hk dieselloko samt et større antal diesel-rangerloko. Man sætter således i Italien stærkt ind på begge de nye traktionsformer til afløsning af dampdriften ikke mindst af hensyn til turisttrafikken.

## Spanien.

Bortset fra en tidlig anvendelse af trefaset vekselstrøm (på en minebane under udnyttelse af regenerering af bremseenergien, idet banen havde stærkt fald i transportretningen) påbegyndtes egentlig baneelektrificering i 1921 på en 62 km lang strækning i Nordspanien med mange tunneller og stigning på 20 $\frac{0}{100}$  næsten hele vejen. Banen var enkeltsporet, og ved elektrificering kunne dens transportkapacitet mangedobles. Man valgte at elektrificere med jævnstrøm, men på grund af den store og koncentrerede kraftydelse, der kræves på en lang stigning, var en højere spænding end de sædvanlige 1500 V ønskelig, og man valgte derfor 3000 V, som inden den tid havde været anvendt i USA (af Chicago, Milwaukee & St. Paul RR på banen over Rocky Mountains), så amerikansk elektroindustri kunne levere gennemprøvet materiel. Banen betjentes af kraftige lokomotiver, men ingen motorvogne, da man ikke dengang anså det for heldigt med så høj en spænding i motorvogne for jævnstrøm.

Alle videre elektrificeringer blev i lang tid udført med 1500 V jævnstrøm bl. a. af hensyn til motorvogndriften, og der blev efterhånden elektrificeret ca. 800 km med dette system. I 1946 vedtog regeringen en samlet plan for videre elektrificeringer omfattende 4500 km strækning (hovedsageligt enkeltsporet), og fornyede overvejelser førte til det endelige valg af 3000 V for alle fremtidige elektrificeringer, idet dette system nu havde gennemgået en betydelig

udvikling i andre lande, og bl. a. vanskelighederne ved at bygge motorvogne dertil forlængst var overvundet. Det har dog lange udsigter med 4500-km-planen, og der regnes foreløbig kun med omtrent det halve. Det er hensigten efterhånden at konvertere en del af 1500-V-strækningerne til 3000 V, dog kun i et sådant tempo, at endnu brugbart 1500-V-materiel altid kan finde anvendelse på de resterende linier med denne spænding. Ikke mindre end 163 svære elektroloko for 3000 V er fornylig blevet bestilt hos amerikanske og europæiske leverandører.

De spanske statsbaner (RENFE) har også en del diesel-motorvognssæt (mest med mekaniske transmissioner), og der eksperimenteres med »Talgo«-tog, som er diesel-elektriske (fremtidig dog også diesel-hydrauliske) togsæt af en speciel konstruktion med lavt beliggende tyngdepunkt og særlig fordelagtige ved kørsel i kurver; de kører ikke ekseptionelt hurtigt, men holder en god hastighed i kurverne, og derved er f. eks. på strækningen Madrid—Irun rejsetiden reduceret til tre fjerdedele (litt. i. 3).

### Svejts.

Svejts er det land, hvor baneelektrificeringen er blevet gennemført i størst grad, idet Schweizerische Bundesbahnen har elektrificeret så godt som alle deres strækninger og de svejtsiske privatbaner over halvdelen af deres. I Svejts forefindes da også alle naturlige betingelser til gunst for eldriften, nemlig lange stigninger, talrige tunneller samt rigelig vandkraft, medens kullene altid er særlig dyre i Svejts, da de må importeres under langvejs transport.

Hertil kommer, at Svejts har en højt udviklet elektroindustri, som gjorde en væsentlig indsats både ved elektrificeringens påbegyndelse og ved dens videre udvikling. Allerede i 1902 fik et af de kendte firmaer tilladelse til som forsøg at elektrificere en strækning hos SBB. Der anvendtes enfaset vekselstrøm (først med omformerlokomotiver og senere med vekselstrøms-banemotorer), men disse første forsøg overbeviste ikke SBB, og anlægget blev demonteret. I 1906 elektrificerede et andet firma (ligeledes på egen risiko) banen gennem den samme år åbnede Simplon-tunnel; her anvendtes trefaset vekselstrøm, og anlægget fungerede tilfredsstillende og blev overtaget af SBB (for først 24 år senere at blive konverteret til enfasestrøm).

Samtidig fortsattes arbejdet med vekselstrøms-kommutatormotoren, og en i 1904 nedsat »Studienkommission für den elektrischen Bahnbetrieb«, der skulle træffe afgørelse både om strømsystemet og kraftforsyningen, afventede resultatet af dette udviklingsarbejde og afgav først i 1912 sin afsluttende betænkning, hvori man anbefalede omgående elektrificering under anvendelse af vekselstrøm af 15000 V og 15 Hz, produceret i særlige kraftværker. Af hensyn til en delvis anvendelse af omformning fra 50-Hz-nettet valgtes dog sluttelig frekvensen 16 $\frac{2}{3}$  Hz.

Arbejdet påbegyndtes straks, og kulvanskelighederne under 1. verdenskrig blev en stærk impuls til efter krigen at sætte den størst mulige fart i det. I løbet af de 8 år 1920—28 elektrificeredes ca. 1700 km svarende til 55% af banenettet, men 80% af trafikmængden målt i bruttotonkm. Siden 1928 har SBB elektri-

ficeret i et langsommere tempo, til elektrificeringen i dag omfatter 97% af banenettet og 99% af trafikmængden. Under denne anden etape har elektrificeringen været begrundet i ønsket om helt at afskaffe den resterende dampdrift, som var blevet særlig uøkonomisk, efter at elektrificeringen havde henvist den til spredte sidelinier.

På grund af elektrificeringens tidlige og næsten totale gennemførelse ved SBB har der ikke været anledning til at indføre dieseldrift i tog tjenesten og tillige er der ret høj skat på brændselsolie, men man har dog nogle få diesel-rangerloko (den nyeste type er et diesel-elektrisk loko på ikke mindre end 1700 hk), og man påtænker at anskaffe et antal diesellokomotiver som reserver i stedet for de damplokomotiver, der nu må holdes i beredskab hertil. Militæret anser diesellokomotiver for en vigtig reserve i krigstilfælde, såfremt der også anlægges bombesikrede olielagre.

Gentagne undersøgelser i Svejts har stadig vist, at elektrodriften — specielt med det valgte strømsystem — er den mest økonomiske traktionsform under dette lands forhold. Over halvdelen af de elektrificerede strækninger er enkeltsporede, og dette i forbindelse med de lange stigninger, der kræver meget kraftige lokomotiver, taler til fordel for vekselstrømssystemet.

### **Østrig.**

I Østrig er betingelserne for baneelektrificering meget nær de samme som i Svejts, men finansieringsvanskeligheder har hemmet elektrificeringen, som i dag omfatter 23% af banestrækningerne, hvoraf over halvdelen enkeltsporede. Dampdriften er stadigvæk overvejende, og mange steder må damplokomotiver befære elektrificerede strækninger. Den første elektriske bane åbnedes i 1911 under anvendelse af enfaset vekselstrøm af 6500 V og 25 Hz (det drejede sig om en stærkt trafikeret enkeltsporet bane, som man ved elektrificering kunne undgå at gøre dobbeltsporet), og i 1913 indførtes 16 $\frac{2}{3}$ -Hz-systemet, som siden er bibeholdt. Elektriske motorvogne anvendes kun i ringe udstrækning.

Som følge af den mindre elektrificering har dieseltraktionen vundet større indpas i Østrig end i Svejts, hvortil også har bidraget, at østrigsk maskinindustri har gjort en indsats på dette område i samarbejde med banerne. Mindre diesellokomotiver og -motorvogne har længe været anvendt, næsten alle med hydraulisk transmission, og der påtænkes nu anskaffet bl. a. 35 stk. 1500 hk dieselloko.

### **Sverige.**

I Sverige er de naturlige betingelser for baneelektrificering ikke fuldt så gunstige som i Svejts, idet der vel forefindes rigelig vandkraft, men de større afstande og den lavere trafikintensitet på hovedmængden af linierne stiller sagen betydelig vanskeligere i Sverige. Imidlertid har svensk elektroindustri gjort en lignende aktiv indsats for baneelektrificeringen som den svejtsiske.

Allerede fra 1905 foretoges indledende forsøg, og i 1910 påbegyndte Statens Järnvägar (SJ) elektrificering af malmbanen Kiruna-Riksgränsen under anven-



delse af enfaset vekselstrøm af 16000 V og 15 Hz, produceret i eget vandkraftværk. En nedsat kommission anbefalede dog 16<sup>2</sup>/<sub>3</sub>-Hz-systemet med omformerdrift som mere fordelagtigt ved de videre elektrificeringer for at kunne spare særskilte højspændingsledninger for banestrømmen.

Til at begynde med hemmedes elektrificeringens fremgang i nogen grad af induktions- og influensforstyrrelser i svagstrømsledninger, bl. a. som følge af den i det svenske terræn forholdsvis høje jordmodstand. Disse vanskeligheder blev fuldstændig overvundet ved et specielt svensk system (returledninger med sugetransformatorer), og da man tillige havde udviklet transportable omformere, som forenkler omformerstationerne, tog elektrificeringsarbejderne stærk fart, især i årene 1932—39. Man var dermed nået til omtrent samme stadium, som Svejts var nået til i 1928, idet elektrificeringen omfattede 80% af trafikmængden omend kun 42% af de daværende strækningslængder (mod over halvdelen i Svejts). Siden har SJ stadig fortsat elektrificeringsarbejderne, men de foreliggende videre planer omfatter dog kun en del af de endnu resterende ikke-elektrificerede linier i det nu ialt 15000 km store banenet, og en 100% elektrificering som i Svejts kan ikke foreløbig komme på tale.

Der er derfor under de nuværende forhold et betydeligt anvendelsesområde for dieseltraktion i Sverige på de udstrakte og tyndt trafikerede linier. Allerede nu findes et stort antal diesel-motorvogne, og man har planer om at anskaffe et antal diesellokomotiver på 1000 à 1500 hk. Diesel-elektriske lokomotiver har hidtil ikke været anvendt, men man eksperimenterer bl. a. med et drivgasloko med lavt akseltryk egnet for de letbyggede sidebaner.

Man har i Sverige beregnet, at eldriften er økonomisk fordelagtigere end dampdriften ved trafikintensiteter helt ned til 0,5 à 1 mill. bruttotonkm pr. km sporlængde og år, men hvorledes det stiller sig ved en sammenligning med dieseldrift, er der ikke hidtil blevet offentliggjort indgående undersøgelser over. De fleste af de hidtil elektrificerede baner har en betydelig større trafikintensitet (gennemsnittet ligger på ca. 4,5 mill. bruttotonkm pr. km) og omfatter i langt overvejende grad enkeltsporede baner.

## Norge.

Traktionsforholdene i Norge har udviklet sig på lignende måde som i Sverige, omend under en noget langsommere elektrificering, da trafikintensiteterne gennemgående er lavere og finansieringsvanskelighederne derfor større. Nogle privatbaner foretog elektrificeringer allerede i 1908 og 1911, men Norges Statsbaner begyndte først derpå, efter at en kommission i 1916 havde anbefalet anvendelsen af enfaset vekselstrøm af 15000 V og 15 Hz med egne kraftværker. Man valgte dog 16<sup>2</sup>/<sub>3</sub>-Hz-systemet med omformere ligesom det svenske system (men hovedsageligt uden returledninger). Elektrificeringen er nu nået op på at omfatte 27% af banenettet, så godt som udelukkende enkeltsporede strækninger, og de foreliggende videre planer vil bringe den op på omtrent halvdelen af banenettet. Der forventes ikke derefter at blive anledning til at elektrificere mere, med mindre den fremtidige udvikling skulle medføre en betydelig stigning i jernbanetrafikken.



Dieseltraktionen har i de sidste par år fået stor interesse i Norge, og det er NSB's ønske hurtigst muligt at komme helt væk fra dampen under anvendelse af dieselmotorvogne samt et halvt hundrede større dieselloko. Motorvognene har man længe arbejdet med og standardiseret i nogle få typer (diesel-hydrauliske) både til person- og godstrafik, og af større dieselloko har man i nogle år haft et på 2000 hk med hydraulisk transmission og har nu tillige et 1600 hk diesel-elektrisk loko på prøve (omtrent samme type som det danske litra MY).

## Danmark.

Når Danmark i dag er et af de meget få lande i Europa, der endnu ikke har påbegyndt elektrificering af fjernbaner, skyldes dette sikkert den før 1939 eksisterende lette adgang til billige kul og endvidere de gode resultater, som Statsbanerne i de sidste 20 år har opnået ved en fordelagtig kombination af damp- og motorvognsdrift.

Allerede i 20'erne udførte dansk lokomotiv-, dieselmotor- og elektroindustri i samarbejde med banerne et pionerarbejde med udviklingen af diesel-elektriske motorvogne til brug både på hoved- og sidebaner, og man har altid siden bibeholdt den elektriske transmission. Motorvognene egner sig udmærket som supplement til dampdriften, hvis økonomi er langt bedre for de store, gennemgående tog end for de små og hyppigt standsende tog. Også diesel-elektriske lokomotiver på op til 1000 hk blev bygget herhjemme allerede omkring 1930, men de manglede endnu meget i at besidde det moderne diesellokomotivs driftssikkerhed, og de fandtes med de daværende brændselspriser og vedligeholdelsesudgifter ikke at være mere økonomiske i drift end damplokomotiver af tilsvarende størrelse. Arbejdet med dem har dog virket fremmende på udviklingen af motorvognene.

I 1935 fremkom den kendte 500 hk diesel-elektriske motorvogn, litra Mo, som Statsbanerne efterhånden har anskaffet i et antal af ca. 130; disse præsterer en større trafikmængde end det lignende antal mindre (især 2-koblede) damplokomotiver, der i samme periode er taget ud af driften. Endvidere indsattes i årene 1935—37 de 8 »lyntog«, som er fast sammenkoblede motorvognstog på 1000 hk, idet deres maskinanlæg er en fordobling af Mo-vognens. Lyntogene har bl. a. som følge af deres nemme og rangeringsfrie overførsel med Storebæltsfærgerne i høj grad efterkommet tidens krav om hurtige fjernforbindelser, idet de med en maksimalhastighed på 120 km/h kommer op på en rejsehastighed over deres hele rute på mindst 90 km/h og på de gunstigste strækningsafsnit 100 km/h. I deres specielle art og begrænsede antal kan de ikke siges at have trængt sig ind på de for dampdriften mest fordelagtige områder, og de kan derfor ligesom motorvognene betragtes som et gavnligt supplement til dampdriften.

Den københavnske nærtrafiks traktionsproblemer har to gange været behandlet i kommissionsbetænkninger, nemlig i 1915 og 1929. Første gang fandtes en elektrificering af Holte-banen og Klampenborg-banen at kræve en 60% forøgelse af trafikmængden for at være økonomisk berettiget, og man foreslog at udsætte disse elektrificeringer til senere; man anbefalede dog omgående

elektrificering af Boulevardbanen for at undgå røg og damp i tunnellen, men den herved nødvendige udskiftning af lokomotiver både ved Hovedbanegården og Østerport (eller fremførelse af damptogene gennem tunnellen ved hjælp af elektriske forspandslokomotiver) ville driftsmæssigt være ret omstændelig, og forslaget blev derfor ikke gennemført. Den anden betænkning (1929) anbefalede elektrisk motorvognsdrift som den bedst mulige driftsform for de tæt trafikerede, dobbeltsporede forstadsbaner, og i 1934 åbnedes de første københavnske S-baner, elektrificeret med 1500 V jævnstrøm. I 1955 var elektrificeret 60 km banestrækning.

Efter krigen har Statsbanerne fortsat udvidelsen af dieselmotorvognsdriften samt udbygningen af S-banerne. I 1951 anskaffedes 4 sæt diesel-elektriske dobbeltvogne, litra Mk/Fk (det første sæt af denne type var leveret allerede i 1943, men først taget i brug efter krigen). De har 2 superchargede dieselmotorer på tilsammen 1000 hk samt banemotorer på ikke mindre end 6 aksler, hvad der giver dem stor accelerationsevne. De er velegnede for den store kategori af almindelige persontog beliggende imellem de mindre lokaltog og de store eksprestog, og de må betragtes som et væsentligt skridt i motorvognsdriftens fremtrængen på områder, hvor dampdriften tidligere har været anset for at være fordelagtigere.

Da det har vist sig, at de efter krigen indtrådte stigninger i kulpriser og arbejds lønninger er af blivende art, har en elektrificering af hovedbaner fået forøget interesse herhjemme, men samtidig er diesellokomotivet for alvor kommet ind i billedet. I 1954 anskaffede Statsbanerne 4 diesel-elektriske lokomotiver, litra MY, som er af amerikansk konstruktion og nominelt betegnes som 1500 hk lokomotiver. De har dog dieselmotorer på ca. 1900 hk og kan yde 1500 ehk som varig belastning målt ved drivhjulene. Yderligere 40 sådanne lokomotiver er nu leveret eller i ordre med noget kraftigere motorer og ydende maksimalt 1750 ehk ved drivhjulene. Endvidere er 2 lignende lokomotiver i ordre helt igennem af dansk konstruktion. Med typerne Mo, Mk/Fk, MY samt lyntogene er Statsbanerne således allerede i besiddelse af dieseltraktionsmateriel af typer, der dækker hele togområdet.

Det kan tilføjes, at de danske privatbaner, som omfatter ca. 2000 km enkeltsporet strækning, men gennemgående har en langt ringere trafikintensitet end Statsbanerne, næsten udelukkende drives med dieseltraktion. Der anvendes ikke alene skinnebusser og større motorvogne, men tillige diesel-elektriske lokomotiver på op til 750 hk.

### III

## BANETEKNISKE OG TRAFIKMÆSSIGE DATA FOR STATSBANERNE SOM GRUNDLAG FOR UNDERSØGELSEN

### Definition af hovedbaner, stambaner og studieområde.

Fig. 2 viser samtlige Statsbanestrækninger, ialt 2651 km pr. 31-3-1954. De med tyk linie angivne baner skal i det følgende betegnes som *hovedbaner*, og det er udelukkende dem, undersøgelsen omfatter. Det er de stærkest trafikerede baner, og de udgør tilsammen et net med gode muligheder for ved tilrettelæggelsen af maskinløbsplaner for lokomotiver at opnå et (efter vore forhold) højt årligt kilometerløb pr. maskine. De udgør ialt 1392 km strækningslængde, hvoraf 658 km dobbeltsporet, og de kan alle tillade et akseltryk på 18 t, hvilket i realiteten betyder, at de kan befares af Statsbanernes sværeste lokomotiver.

Foruden disse hovedbaner omfatter Statsbanenettet 1207 km enkeltsporede sidebaner med tilladelige akseltryk på 11—16 t. Trafikken på disse besørges for størstedelen af diesel-elektriske motorvogne, og da en elektrificering af dem må anses for udelukket alene på grund af deres svage trafikintensitet, udelades de af undersøgelsen. Ligeledes udelades af beregningerne de 60 km S-bane (hvoraf 49 km dobbeltsporet), der allerede er elektrificeret med 1500 V jævnstrøm, omend tilstedeværelsen af dem griber ind i undersøgelsen på forskellig måde.

Hovedbanerne omfatter således alle de baner, der også fremtidig vil blive befaret med lokomotivtrukne tog selv efter yderligere udvidelser af motorvogndriften, men da deres trafikintensitet er stærkt varierende, og over halvdelen af dem er enkeltsporede, er det ikke på forhånd givet, at de alle bør medtages ved en eventuel elektrificering, selv om det ville give de bedste samlede maskinløbsplaner for lokomotiverne. Man har derfor under betegnelsen *stambaner* udskilt de stærkest trafikerede hovedbaner, nemlig strækningerne København—Esbjerg (for København—Korsørs vedkommende kaldet *Vestbanen*) samt Ålborg-Padborg og foretaget særskilte undersøgelser for disse baner. Stambanerne udgør ialt 614 km strækning, hvoraf 509 km dobbeltsporet, og 105 km enkeltsporet.

I tabel 4 er de betragtede strækninger udspecificeret med angivelse af de tilladte vognakseltryk (som også gælder for diesel- og elloko) samt de største tilladte toghastigheder.

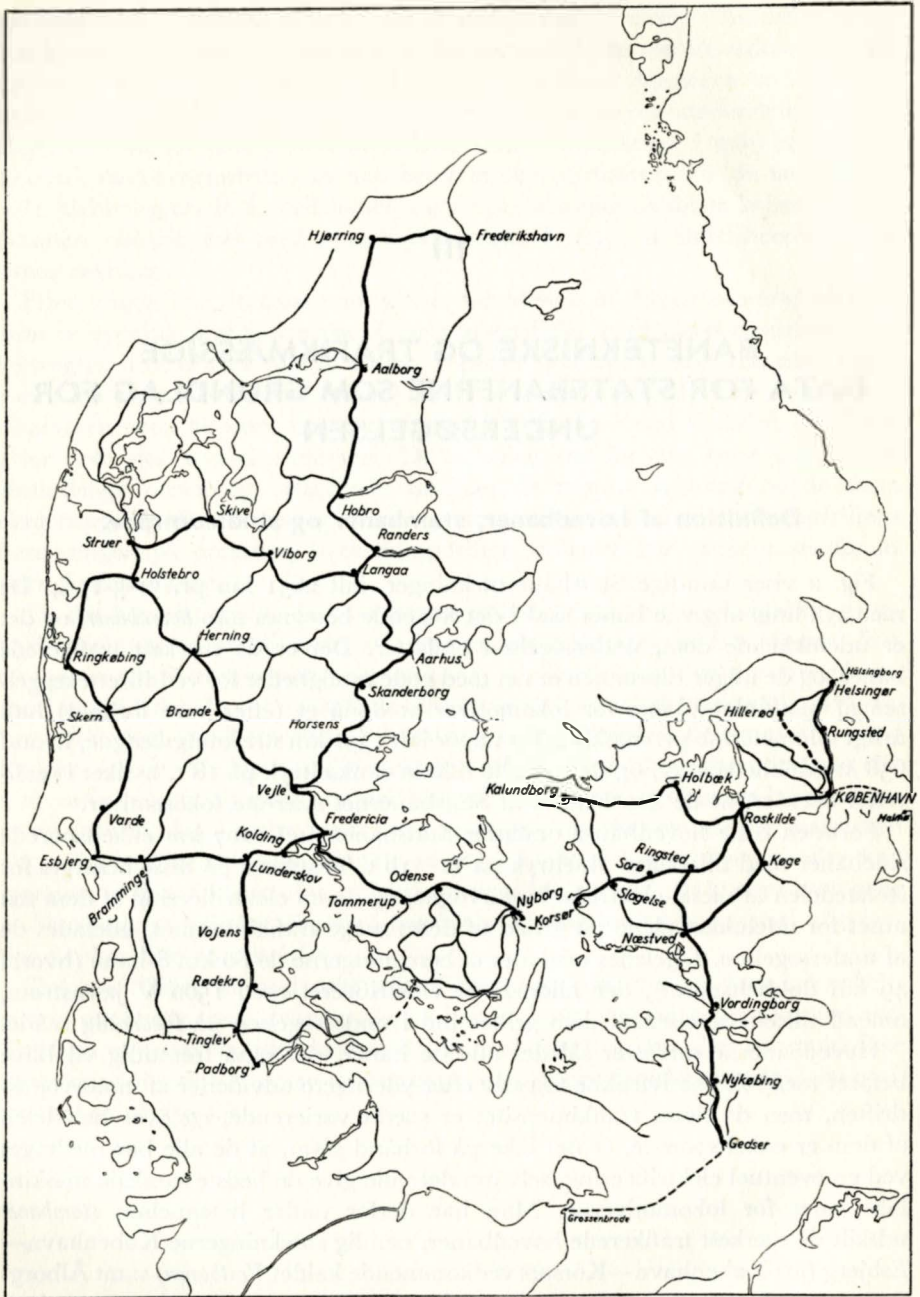


Fig. 2. Statsbanenettet 1954. De tykt optrukne linier er de i undersøgelsen betragtede strækninger.



**Tabel 4.**  
**Betragtede banestrækninger pr. 31/3 1954.**

Strækning	Dobbelt- spor	Enkelt- spor	Tilladt vognak- seltryk	Største tilladte togha- stighed
	km	km	t	km/h
<i>Stambaner.</i>				
København—Korsør .....	110		20	120
Nyborg—Fredericia .....	90		20	120
Fredericia—Esbjerg .....	68	20	20	120
Lunderskov—Padborg .....		78	20	100
Fredericia—Hobro .....	199		20	120
Hobro—Ålborg .....	42	7	20	100
Ialt stambaner .....	509	105		
<i>Øvrige hovedbaner.</i>				
København—Helsingør .....	46		18	100
København—Hillerød .....	37		18	90
Roskilde—Kalundborg .....	10	70	18	100
Ringsted—Gedser .....	54	52	20	100
Roskilde—Køge—Næstved .....		61	20	100
Esbjerg—Holstebro .....		131	18	100
Holstebro—Struer .....		15	18	90
Struer—Langå .....		103	20	100
Vejle—Holstebro .....		114	18	100
Ålborg—Frederikshavn .....	2	83	18	100
Ialt hovedbaner (iberegnet stambaner) .....	658	734		
heraf i 1. distrikt .....	257	183		
- - 2. - .....	401	551		

I sammenligning med andre lande er stigningsforholdene på dette banenet ret gunstige. F. eks. forefindes stigninger over 7,5 ‰ kun på ca. 9 ‰ af strækningsslængderne. (Se i øvrigt nærmere s. 60).

Da Statsbanenettet falder i to klart adskilte dele, nemlig 1. distrikt (Sjælland—Falster) og 2. distrikt (Jylland—Fyn), har det været naturligt at vælge det mindre 1. distrikt som »studieområde« for en detaljeret undersøgelse af de nye traktionsformer, idet resultaterne heraf ret sikkert lader sig overføre til 2. distrikt, hvor trafikintensiteterne pr. strækings-km ganske vist er noget lavere, men procentdelen af enkeltsporede baner til gengæld større, hvorved trafikintensiteten pr. hovedspor-km er meget nær den samme i begge distrikter. Der er dog en væsentlig forskel mellem de to distrikter i forholdet mellem person- og gods-

trafik, idet godstrafikken er overvejende i 2. distrikt og persontrafikken i 1. distrikt, og det er derfor nødvendigt i undersøgelsen at skelne klart mellem disse to togarter.

Ved undersøgelsen af mulighederne for en elektrificering af hovedbanerne i 1. distrikt viste det sig nødvendigt at tage hensyn til, at visse for fjerntrafikken nødvendige strækninger i og ved København allerede er elektrificeret med 1500 V jævnstrøm som S-baner, nemlig dobbeltsporet Hellerup—Holte samt den ligeledes dobbeltsporede godsforbindelseslinie Hellerup—Grøndal. Disse strækninger vil ikke tillige kunne forsynes med køreledning for højspændt vekselstrøm, og hvis de skal indgå i et system af vekselstrømsbaner, kræves dertil traktionsmateriel, der kan arbejde både med jævnstrøm og vekselstrøm, men konstruktionen af sådant materiel volder store vanskeligheder, særlig når det drejer sig om  $16\frac{2}{3}$ -Hz-vekselstrøm. Imidlertid bestemte udvalget ved arbejdets påbegyndelse at foretage detaljerede undersøgelser af en hovedbanean elektrificering netop med  $16\frac{2}{3}$ -Hz-systemet som nærmere motiveret s. 56. Anvendelsen af dette system medfører, at der enten må regnes med anlæg af et særligt dobbeltspor med  $16\frac{2}{3}$ -Hz-køreledning fra Grøndal over Hellerup til Holte, eller også må der regnes med dieseldrift for samtlige tog på Nordbanen og godstog på Kystbanen samt en lokomotivskiftestation i Harrestrup for godstogene til Nord- og Kystbanen. Da udgifterne hertil er specielle og ikke vedrører en almindelig sammenligning mellem diesel- og eldriften, har man fundet det mest hensigtsmæssigt helt at udelade Nordbanen af studieområdet og ligeledes godstrafikken på Kystbanen. Kystbanen medtages dog i elektrificeringsprojektet, da den har en ret betydelig persontrafik, og denne føres ind til Boulevardbanen, hvor kun det ene af de to dobbeltspor er elektrificeret med 1500 V jævnstrøm.

*Studieområdet* omfatter derefter trafikmæssigt de i tabel 4 angivne baner på Sjælland—Falster med undtagelse af banen Hellerup—Hillerød samt fraregnet godstrafikken på Kystbanen. Endelig er lyntogenes bidrag til trafikmængden på Vestbanen udeladt, da disse tog er gennemgående over begge distrikter og derfor ikke kan medtages i et elektrificeringsprojekt, der kun omfatter 1. distrikt. Studieområdet omfatter ialt 403 km strækningslængde, hvoraf 220 km er dobbeltsporet.

Ved undersøgelserne angående stambanerne er der med henblik på en eventuel elektrificering kun af disse baner på tilsvarende måde taget hensyn til, at der er en del tog, hvis løb kun delvis falder på stambanerne, hvorfor deres trafikandel på disse ikke kan medtages i den trafikmængde, der regnes med for en elektrificering af stambanerne alene. Det drejer sig her om ca. halvdelen af lyntogene samt en del tog, der afgrener fra stambanerne i Roskilde, Ringsted, Vejle og enkelte andre steder.

For at give et overblik over de relative sporelængder og trafikmængder for hovedbaner og stambaner både i 1. og 2. distrikt og i studieområdet er procentvise tal herfor angivet i tabel 5 målt i forhold til de totale sporelængder og trafikmængder for hele DSB i 1951/52, S-banerne undtaget. Det ikke elektrificerede net omfattede i dette år 2590 km, hvoraf 633 km dobbeltspor, ialt 3223 km hovedspor, og den totale trafikmængde var (ifl. månedsstatistikkerne) 7528 mill. bruttoton-km. Trafikmængderne på de enkelte strækninger er nærmere udspeci-

ficeret i det følgende, og det er tallene herfra, der er benyttet i tabel 5. Tillige giver tabellen middeltrafikintensiteterne målt i bruttoton-km både pr. strækings-km og pr. hovedspor-km pr. år.

**Tabel 5.**

**Sporlængder og trafikmængder for hoved- og stambaner samt studieområdet.**

Område	Længder af hovedspor (enkeltsporede + 2 gange dobbeltsporede strækninger)		Trafikmængde 1951/52		Trafikintensitet	
					pr. strækings-km	pr. hovedspor-km
<i>Hele DSB 1951/52, S-baner undtaget.</i>	km	%	btkm/år	%	btkm/km og år	
1. distrikt.....	814	25	2514 · 10 <sup>6</sup>	33	4,45 · 10 <sup>6</sup>	3,10 · 10 <sup>6</sup>
2. - .....	2409	75	5014	67	2,48	2,08
Ialt .....	3223	100	7528	100	2,91	2,33
<i>Hovedbaner.</i>						
1. distrikt.....	697	22	2311	31	5,25	3,32
2. - .....	1353	42	4505	60	4,73	3,33
Ialt .....	2050	64	6816	91	4,90	3,33
Studieområde .	623	19	2030	27	5,05	3,27
<i>Stambaner.</i>						
1. distrikt..... (= Vestbanen)	220	7	1226	16	11,16	5,58
2. distrikt.....	903	28	3454	46	6,86	3,83
Ialt .....	1123	35	4680	62*	7,65	4,17

\* Heri kun medregnet tog, hvis hele løb falder på stambanerne, jfr, s. 46.

NB.: Trafikmængder måles her og i det følgende i btkm (bruttoton-km) i den specielle betydning af lastet vognvægt ekskl. lokomotivvægt, men inkl. fuld motorvognsvægt gange den kørte strækingslængde. Trafikintensiteter angives sædvanligvis i litteraturen som bruttotonkm pr. km og pr. år, men det er ofte uklart, om der henføres til 1 km strækingslængde eller 1 km (enkelt) hovedspor. Begge dele kan være af interesse i forskellige forbindelser.

Det ses, at den gennemsnitlige trafikintensitet pr. km hovedspor er meget nær den samme for hovedbanerne i hvert af de to distrikter samt for studie-

området. Hvad stambanerne angår, er trafikintensiteten størst i 1. distrikt, hvor det kun drejer sig om Vestbanen. Samme høje trafikintensitet haves ivoerigt på strækningen Nyborg—Fredericia, men gennemsnittet for samtlige stambaner i 2. distrikt ligger en del lavere.

### Person- og godstrafik i 1. og 2. distrikt 1951.

For at få et nøjagtigt grundlag for bestemmelsen af lokomotivantal og energiforbrug m. m. ved overgangen til nye traktionsformer har udvalget foretaget detaljerede opgørelser af hele toggangen på de betragtede hovedbaner i sommerhalvåret 1951. For samtlige plan- og særtog er de virkelige togvægte noteret efter tograpporterne i 4 gange 6 hverdage (en uge i hver af månederne maj, juni, juli og august) og middelvægten beregnet; tog, som kun løber enkelte dage i ugen, er medregnet i forhold hertil.

De gennemsnitlige antal tog-km og bruttoton-km er derefter sammenregnet for de enkelte strækninger som vist i tabel 45 og 46 (bag i bogen). I tabellerne er damptog og motorvognstog angivet hver for sig, for damptogene eksklusive vægten af lokomotiverne og for motorvognstog (heri indgår også lyntogene) inklusive vægten af motorvognene, som for de flestes vedkommende er ca. 60 t. Endvidere er der ved betegnelserne G og P skelnet mellem gods- og persontrafikken. Langt de fleste af motorvognstogene er personførende tog, og de få motorvognstog, der i tabellerne indgår under godstrafik (nemlig nogle specielle ilgods- og posttog), vil i det følgende blive regnet sammen med de personførende motorvognstog, da de i traktionsmæssig henseende er af ganske samme art som disse. De årlige trafikmængder antages at kunne repræsenteres ved 365 gange den beregnede middelværdi for en hverdag i sommerhalvåret.

Tabellerne angiver tillige trafikintensiteterne på de enkelte strækninger målt i bruttoton-km pr. stræknings-km og år. Disse stræknings-trafikintensiteter er i fig. 3 anskueliggjort som stregtykkelsen i et simplificeret billede af banenettet. Forskellen mellem de største og de mindste trafikintensiteter er påfaldende selv i betragtning af, at de tykkeste linier repræsenterer dobbeltsporede strækninger og de tyndeste enkeltsporede. Dobbeltsporede baners trafikkapacitet er mere end dobbelt så stor som enkeltsporede baners, og i det foreliggende tilfælde er den største trafikintensitet på dobbeltsporet strækning 17,2 mill. btkm pr. stræknings-km og år (København—Roskilde) og på enkeltsporet strækning 6,3 (Lunderskov—Vojens). I sammenligning hermed er de øvrige enkeltsporede hovedbaner ret svagt trafikerede, og ved betragtning af figuren forekommer sidegrenene meget tynde i forhold til hovedstammen. De enkeltsporede hovedbaners trafikkapacitet er således forholdsvis ringe udnyttet, og en ophjælpning af deres trafikmængde ville være meget fordelagtig og tillige gavnlig for systemet som helhed.

Som det fremgår af tabel 45 og 46, havde motorvognsdriften i 1951 et langt større omfang i 2. distrikt end i 1. distrikt. Dette forhold har senere ændret sig noget ved indførelsen af flere motorvogne i 1. distrikt, og der skal derfor i det følgende regnes med »fuldt udbygget motorvognsdrift« i dette distrikt, idet alle



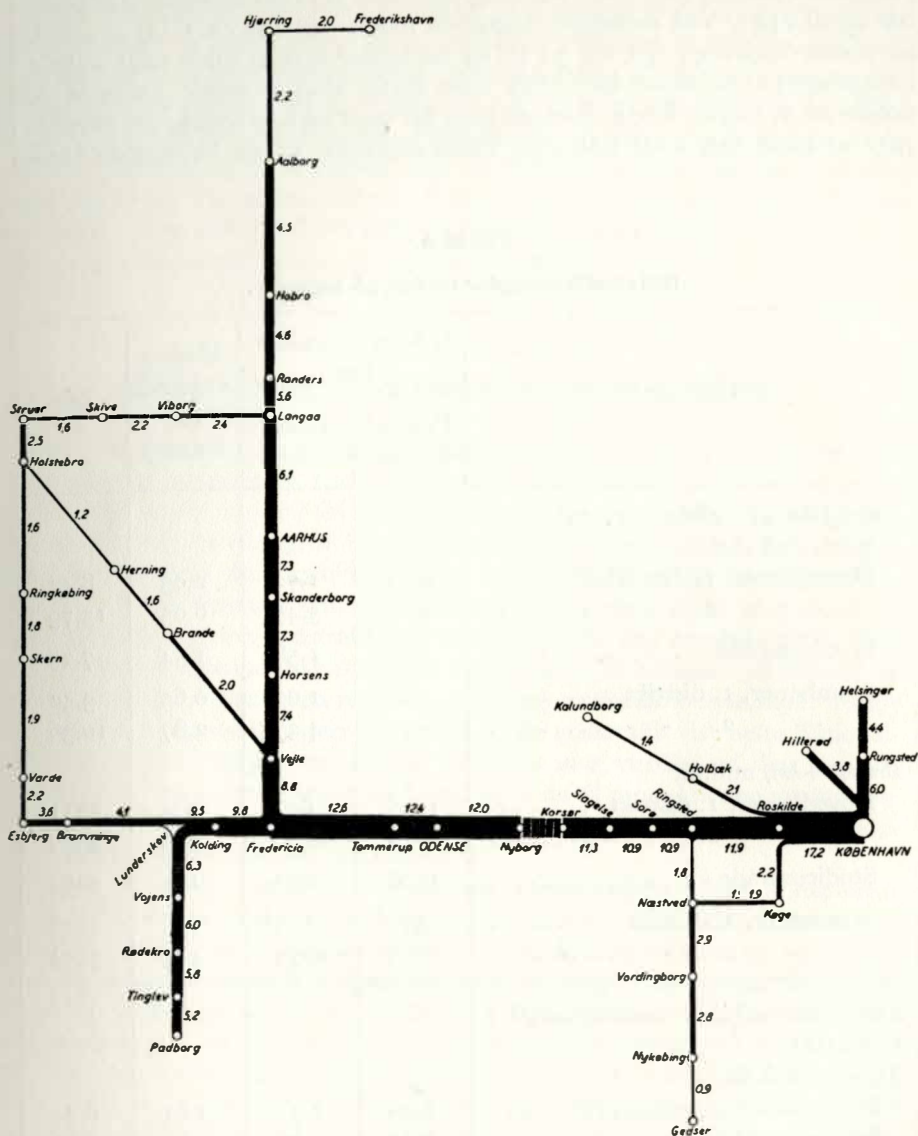


Fig. 3. Trafikintensitet i mill. btkm pr. strækings-km og år for de betragtede strækninger 1951.

lokomotivtrukne persontog, som i fortegnelsen fra 1951 indgår med vognvægte indtil 120 t, herefter regnes trukket af en motorvogn på 500 hk. Desuden regnes i begrænset omfang med motorvognstog bestående af to motorvogne og påhængs-last op til 240 t. Ved ændringen regnes en motorvogn (på ca. 60 t) at erstatte en person-bogievogn (på ca. 30 t), og da motorvognens fulde vægt indgår i beregningen af bruttoton-km, stiger tallet herfor altså en smule. Derimod skal tallene for 2. distrikt ikke ændres, da man her stort set kan regne med allerede i 1951 at have haft fuldt udbygget motorvognsdrift på de betragtede baner.

**Tabel 6.**  
1951-trafikmængder fordelt på togarter.

Område	Lokomotivtrukne tog		Motorvognstog (og lyntog)	Ialt
	Personførende	Godstog		
<i>Ifølge tabel 45—46 (s. 173—75):</i>				
<i>Tog-km, mill./år</i>				
Hovedbaner, 1. distrikt .....	4,67	1,72	2,05	8,44
— 2. - .....	4,29	5,45	6,05	15,79
Studieområde .....	4,17	1,58	1,54	7,29
Stambaner, 1. distrikt .....	1,82	1,03	0,65	3,50
— 2. - .....	3,22	4,27	2,87	10,36
<i>Bruttoton-km, mill./år</i>				
Hovedbaner, 1. distrikt .....	1115	892	304	2311
— 2. - .....	1130	2460	915	4505
Studieområde .....	1008	830	192	2030
Stambaner, 1. distrikt .....	521	595	110	1226
— 2. - .....	935	2075	444	3454
<i>Efter fuldt udbygget motorvognsdrift i 1. distrikt:</i>				
<i>Tog-km, mill./år</i>				
Hovedbaner .....	3,49	1,72	3,23	8,44
Studieområde .....	3,11	1,58	2,60	7,29
Stambaner (Vestbanen) .....	1,56	1,03	0,91	3,50
<i>Bruttoton-km, mill./år</i>				
Hovedbaner .....	938	892	517	2347
Studieområde .....	849	830	384	2063
Stambaner (Vestbanen) .....	487	595	152	1234

I tabel 6 øverst er trafikmængderne fra 1951 opdelt på de tre togarter, lokomotivtrukne personførende tog, lokomotivtrukne godstog samt motorvogns tog, idet såvel tog-km som bruttoton-km pr. år er angivet både for hovedbanerne, studieområdet og stambanerne alene. Forneden i tabellen er angivet de tilsvarende tal for 1. distrikts vedkommende efter indførelsen af fuldt udbygget motorvognsdrift også i dette distrikt. I disse tal har man det tilstrækkelige grundlag til at kunne overføre resultaterne af detailundersøgelser i studieområdet både til hele 1. distrikt og til 2. distrikt. Det vil dog være af interesse, inden detailundersøgelserne fremsættes, først at betragte den totale banetraffiks hidtidige udvikling i store træk samt den videre udvikling, som kan tænkes at ville ske og eventuelt stille forøgede krav til traktionsmateriellet.

### **Trafikmængdernes og toghastighedernes udvikling.**

For at få et overblik over den hidtidige udvikling er i fig. 4 vist kurver over Statsbanernes persontrafik (målt i person-km, eksklusive S-banerne) og godstrafik (målt i netto ton-km) fra omkring 1880 til og med regnskabsåret 1954/55; disse trafikmængder er opgivet i Statsbanernes officielle statistikker. Til sammenligning er i figuren vist tilsvarende kurver over biltrafikkens omtrentlige udvikling samt for persontrafikkens vedkommende den samlede trafik med baner og motorkøretøjer og for godstrafikkens vedkommende den samlede trafik med baner, biler og indenlandske ruteskibe; disse kurver er beregnet på basis af de foreliggende (for biltrafikken meget sparsomme) statistiske oplysninger. Tillige er i figuren langs med kurven for den samlede godstrafik vist netto nationalproduktet målt i 1929-prisniveau og defineret som værdien af den samlede produktion af varer og tjenester med fradrag af de til produktionen medgående råstoffer og med fradrag af reparation og afskrivning på kapitalapparatet (meddelt af Det økonomiske Sekretariat).

Udjævner man kurverne over de samlede trafikmængder i form af eksponentialkurver, vil man finde, at landets samlede interne trafik siden biltrafikkens tilkomst er vokset i et tempo, der svarer til en fordobling for hver ca. 15 år, medens netto nationalproduktet gennemgående er steget i et tempo, der svarer til en fordobling på ca. 20 år (bortset fra den mærkbare tilbagegang under den sidste krig). Det er klart, at der under normale forhold må findes en vis sammenhæng mellem det samlede trafikbehov og netto nationalproduktet, da dette både er et udtryk for produktionen og arbejdsindtægterne og derved bestemmende både for vareforsendelser og personlige rejser. Det må antages, at både trafikmængde og nationalprodukt endnu i lang tid vil vokse i omtrent samme tempo, da hele tidens tekniske og sociale udvikling netop beror på denne vækst og på, at den foregår i et langt hurtigere tempo end befolkningstilvæksten (som i det sidste århundrede har svaret til en fordobling på ca. 60 år).

Ser man på biltrafikken alene, vil man over hele perioden fra omkring 1925 iberegnet krigens stilstandsperiode finde en fordobling omtrent for hvert 10. år, og i tiden efter 1946 er der endda tale om en fordobling på 6 à 7 år.

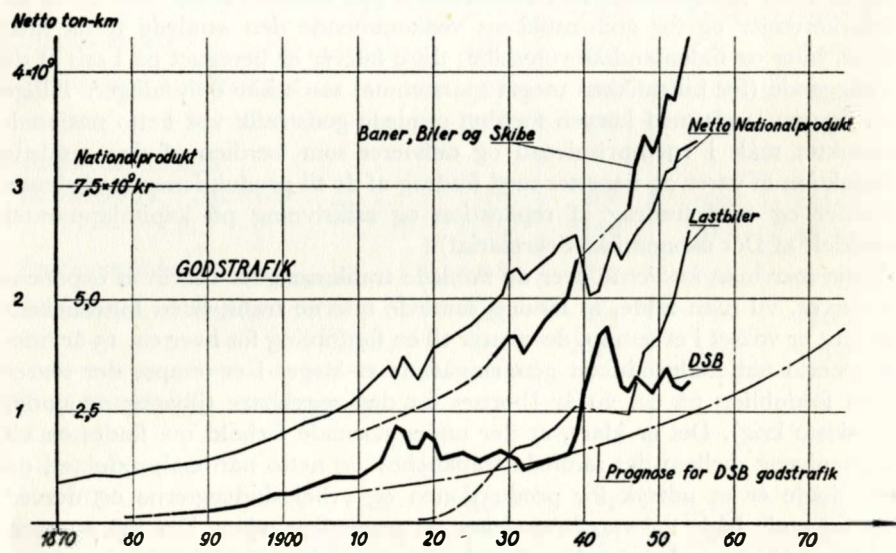
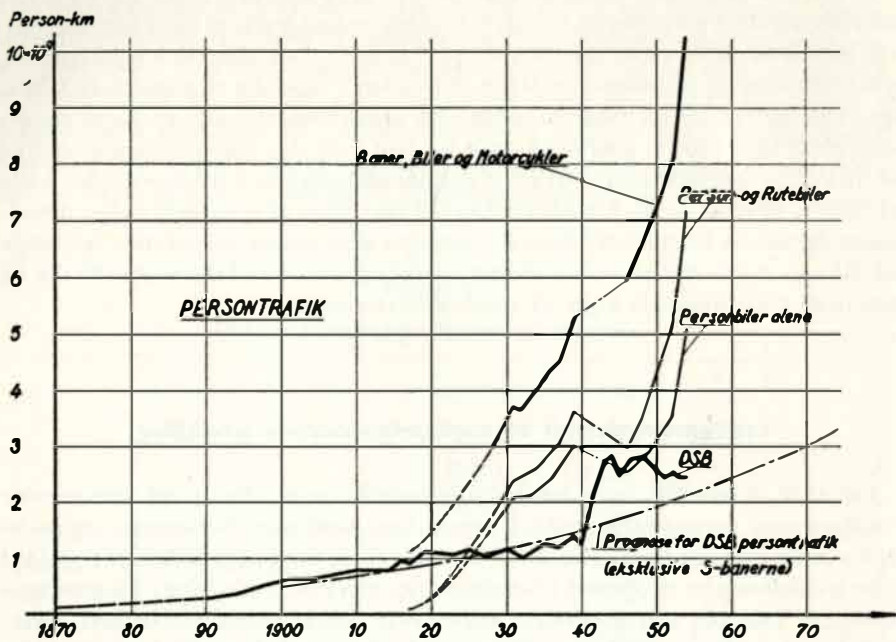


Fig. 4. Udviklingen af person- og godstrafik i Danmark 1870—1954.



Dette skyldes i høj grad den tekniske udvikling på dette område, som både er sat ind på de større køretøjer (dieseldrevne rute- og lastbiler) og de mindre (folkevogne og knallerter) og derved stadig har udvidet motortrafikkens domæne på bekostning af de andre trafikmidler, ikke mindst banerne. Disses trafikmængde har derfor i efterkrigsårene ikke kunnet udvise en progressiv stigning i takt med samfundets hele økonomiske aktivitet, men har i det store og hele været stagnerende og endda vist en faldende tendens i de allerseneste år. Dette viser nødvendigheden af modernisering og rationalisering af banedriften på de afstande og områder, hvor den alt taget i betragtning vil være den mest fordelagtige. Den stadige stigning i lønnings- og omkostningsniveauet nødvendiggør en tilsvarende stigning i produktiviteten, hvilket for banernes vedkommende vil sige trafikmængden i forhold til antallet af ansatte, men denne kan ikke forøges tilstrækkeligt, uden at man stadig holder sig fuldt på højde med tidens tekniske fremskridt og bliver sat i stand til at gøre lige så god anvendelse af dem som andre virksomheder både inden for produktion og transport.

Med hensyn til det fremtidige forhold mellem baner og biler foreligger der således på længere sigt to muligheder: Enten vil bilerne mere og mere opløse jernbanetrafikken, eller også vil bil- og jernbanetrafik finde frem til en balance, hvorefter de begge vil vokse omtrent i takt med nationalproduktet. Denne sidstnævnte mulighed må det være berettiget at regne med, når der sættes energisk ind på jernbanedriftens tekniske modernisering, og når det samtidig tages i betragtning, at nødvendigheden af enorme investeringer til veje og parkeringspladser samt ulemper ved forøget trafikthed på veje og gader må virke hemmende på biltrafikkens vækst.

I overensstemmelse med denne betragtning er der i fig. 4 indtegnet prognosekurver for Statsbanetrafikken (ekskl. S-banerne), konstrueret som exponentialkurver med en fordobling på 25 år, men beliggende i et noget lavere leje end den nuværende trafikmængde. Det bemærkes, at føres prognosekurverne tilbage i tiden, følger de ret nøje banernes virkelige trafikmængde i perioden 1932—39, da særlig personbiltrafikken allerede var under stærk udvikling, medens banerne fulgte godt med, bl. a. ved indførelsen af motorvognsdrift og lyntog. Sådanne prognosekurver er naturligvis meget usikre, da banernes fremtidige trafikudvikling i høj grad afhænger af, hvor meget man vil sætte ind på moderniseringen, og hvorledes publikum vil reagere derpå, og der er da heller ikke fuld enighed i udvalget om, at det vil kunne lykkes selv ved omfattende moderniseringer at stabilisere banernes trafikudvikling på længere sigt omkring så høje værdier som angivet i de viste prognosekurver. Der er dog enighed i udvalget om, at det må kunne lykkes ved snarlig påbegyndte moderniseringer i det mindste at forhindre en væsentlig tilbagegang i banetrafikken, og det findes derfor berettiget at benytte 1951-trafikmængderne som basis for kalkulationerne af de nye traktionsformer.

Ved en modernisering spiller en forøgelse af toghastighederne en ikke uvæsentlig rolle, og banerne bør i denne henseende stræbe efter at udnytte deres naturlige fordele. Jernbanen skulle ifølge sin hele til grund liggende teknik være et i praktisk drift langt hurtigere transportmiddel end bilen, dels fordi den har et langt mindre energiforbrug, især ved høje hastigheder, dels fordi den benytter

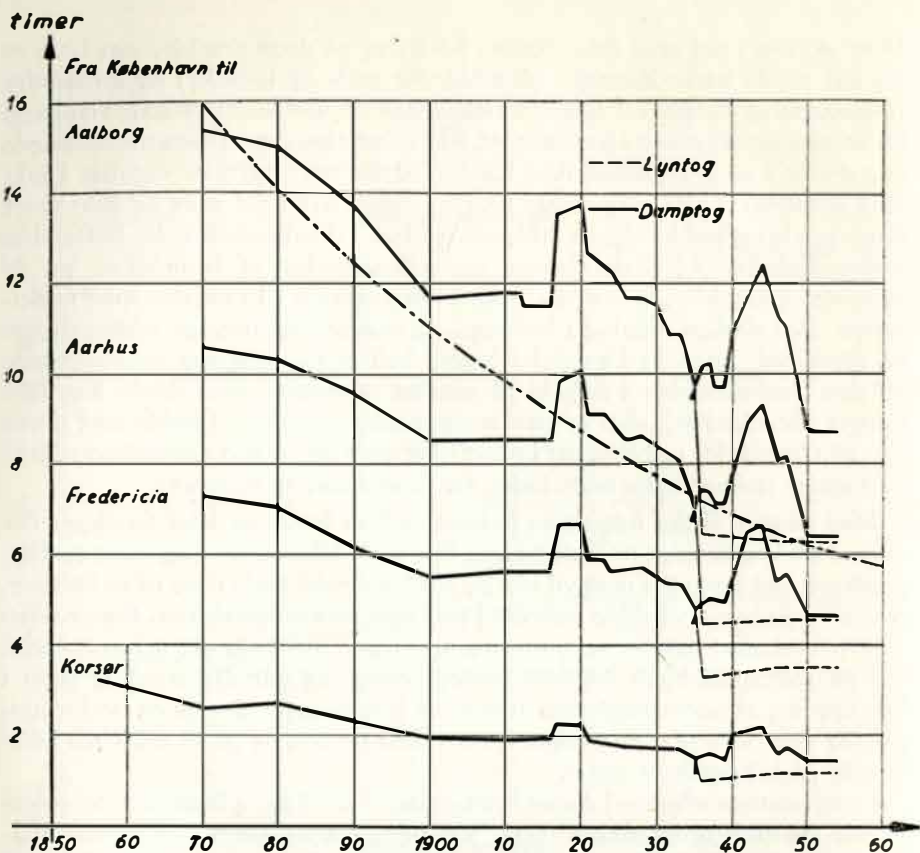


Fig. 5. Korteste rejsetider for nogle af DSB's hovedruter 1870—1954.

separate og indhegnede baner med en højt udviklet signal- og sikringstjeneste. Kører bilerne med en hastighed af 70 km/h på landevejene og 100 km/h på motorveje, ville det være et rimeligt forhold, om jernbanetogene kørte med 140 km/h på frie strækninger. Kørslen med en sådan hastighed vil naturligvis kræve meget kraftige lokomotiver (skønt ikke halvt så mange hestekræfter pr. ton vognvægt, som der i dag findes i en almindelig personbil), men netop i denne henseende vil de nye traktionsmidler have store fordele, og deres bedre brændselsøkonomi medfører iøvrigt, at de opnår deres optimale driftsøkonomi ved væsentlig højere hastigheder end damplokomotiver (se litt. n. 9).

For at give et overblik over toghastighedernes hidtidige udvikling er i fig. 5 vist de korteste rejsetider ifølge køreplanerne for en række vigtige forbindelser lige fra 1870. Det ses, at damplokomotivene indtil århundredskiftet kunne opvise en jævnt stigende hastighed, hvorefter der synes at have været en stagnation indtil 1. verdenskrig. Damplokomotivene blev sat betydeligt ned i hastighed under krigen (for at begrænse kulforbruget), og siden har de langsomt indvundet det tabte, men ikke kunnet fortsætte den tidligere udviklingslinje. Forlader man derimod damplokomotivene og går over til lyntogene fra 1935—37, ser man, at disse

danner en naturlig fortsættelse af damptogenes tidligere udviklingslinie, og alt i alt kan banerne derved gennemgående opvise en halvering af rejsetiderne på de større distancer i løbet af ca. 60 år, som antydtes ved den stiplede kurve.

I den praktiske drift vil hastighedsforøgelser i væsentlig grad være knyttet til indførelsen af nye traktionsmidler; lyntogene medførte således forøgelser af rejsehastighederne på omkring 50%, men siden har deres hastighed været uændret. Ved indførelsen af nye lokomotiver vil det i dag ligeledes være rimeligt at regne med, at de skal kunne forøge togenes rejsehastigheder væsentligt, dog i første omgang ved at udnytte banestrækningernes tilladte maksimalhastighed i højere grad end i den nuværende drift.

Som det fremgår af tabel 4, tillader de fleste af stambanerne en maksimalhastighed på 120 km/h, men det gælder kun for lyntog og motorvogne, idet damplokomotiverne, herunder eksprestogslokomotiverne litra E og P, kun må eller kan løbe 110 km/h og de øvrige 100 km/h eller mindre. Konstrueres de nye lokomotiver derfor til 120 km/h, er der mulighed for en mærkbar forøgelse af de lokomotivtrukne eksprestogs maksimalhastigheder på stambanerne. Hovedbanerne uden for stambanerne tillader i dag kun en hastighed på 100 km/h, men selv under bibeholdelse af denne maksimalhastighed vil togenes middelhastigheder kunne forøges væsentligt ved anvendelse af kraftigere lokomotiver.

## IV

# DE NYE TRAKTIONSMIDLERS TEKNISKE DATA VED ANVENDELSE PÅ STATSBANENETTET

### Valg af strømsystem for baneelektrificering.

Som beskrevet i afsnit II anvendes der i dag følgende strømsystemer ved elektrificering i europæiske lande:

- I. Jævnstrøm af 1500 V (særlig i Frankrig, England og Holland),
- II. Jævnstrøm af 3000 V (særlig i Italien, Belgien og Spanien),
- III. Vekselstrøm af 16000 V og  $16\frac{2}{3}$  Hz, herunder
  - a) med direkte produceret  $16\frac{2}{3}$ -Hz-strøm (Svejs, Tyskland og Østrig),
  - b) med omformerstationer og forsyning fra industrinettet (Sverige og Norge),
- IV. Vekselstrøm af 20—25000 V og 50 Hz (Frankrig og Ungarn samt forsøgsbaner i England og Tyskland), herunder
  - a) med banemotorer for vekselstrøm,
  - b) med ensrettere eller omformere samt jævnstrøms-banemotorer.

For at få et realitetsgrundlag for sammenligningerne mellem eldriften og de andre traktionsformer måtte der regnes med et vel gennemprøvet elektrificeringssystem, og udvalget besluttede straks ved undersøgelsernes påbegyndelse hertil at vælge  $16\frac{2}{3}$ -Hz-systemet med omformere (system IIIb). Dette system havde den umiddelbare fordel, at det var velprøvet gennem mange år i vort naboland Sverige — til dels under lignende forhold som her i landet, omend ved lavere strømpriser — og man kunne regne med at modtage alle nødvendige tekniske oplysninger derom gennem Statens Järnvägar samt gennem udvalgets konsulent, regeringsråd Thelander, hvorved det ville være muligt at foretage en nøjagtig projektering. På basis af dette projekt ville de andre systemer eventuelt kunne bedømmes mere skønsomt.

Ved arbejdets afslutning har udvalget behandlet valget af strømsystem under hensyn til den udvikling, som 50-Hz-systemet har gennemgået i de seneste år, og som har ført til, at 50-Hz-elektrificeringer nu er under udførelse ikke alene i Frankrig, men også i forskellige andre lande, således Portugal, Luxemburg, Tyrkiet og muligvis Rusland, ligesom man i England har vedtaget at anvende dette system til de planlagte elektrificeringer af fjernbaner. Ved en foreløbig



bedømmelse af det nye system har udvalget særlig lagt vægt på de udførlige oplysninger, der er givet i artikler fra den af SNCF arrangerede konference i Lille, maj 1955, angående de franske statsbaners erfaringer med de nye 50-Hz-elektrificeringer i Nordfrankrig (litt. e. 18), samt den fra tysk side fremkomne, indgående kritik heraf (litt. d. 29 og 30). Fra fransk side hævdes det, at 50-Hz-systemet kan opvise besparelser på 15—20<sup>0</sup>/<sub>0</sub> både i anlægs- og driftsudgifter i forhold til 16<sup>2</sup>/<sub>3</sub>-Hz-systemet med roterende omformere og krafttilførsel fra industrinettet, medens det fra tysk side hævdes, at 16<sup>2</sup>/<sub>3</sub>-Hz-systemet som anvendt i Tyskland med direkte i kraftværkerne produceret 16<sup>2</sup>/<sub>3</sub>-Hz-strøm er 10—15<sup>0</sup>/<sub>0</sub> billigere end 50-Hz-systemet.

Udvalget kan ikke tage stilling til denne aktuelle debat, men finder det nødvendigt at gøre opmærksom på, at problemet eksisterer, og at der må foretages nøjere undersøgelser heraf, inden man kan afgøre valget af strømsystem i tilfælde af, at man beslutter sig for en elektrificering herhjemme. De følgende detaljerede kalkulationer er som nævnt baseret på 16<sup>2</sup>/<sub>3</sub>-Hz-systemet med omformere, men man har tillige i slutningen af afsnit V og VI tilføjet overslagsmæssige beregninger af 50-Hz-systemet på basis af de hidtil fremkomne oplysninger derom. Disse overslag må tages med alt muligt forbehold, men det kan dog siges med ret stor sikkerhed, at dersom man efter nøjere undersøgelser vil give 50-Hz-systemet fortrinnet frem for 16<sup>2</sup>/<sub>3</sub>-Hz-systemet, vil fordelene derved næppe kunne blive så store, at det i væsentlig grad vil kunne påvirke det principielle og langt vigtigere valg mellem diesel- og eldriften. Anvendelse af direkte produceret 16<sup>2</sup>/<sub>3</sub>-Hz-strøm (system IIIa) menes ikke at kunne komme i betragtning under vore forhold.

### Lokomotivtyper og -størrelser.

Som sammenligningsgrundlag for de foreslåede nye lokomotivtyper er i tabel 7 angivet hoveddata for Statsbanernes nuværende typer af damplokomotiver til togekørslen samt deres antal (ifl. årsberetningerne) pr. 31/3 1952 og 1955.

Damplokomotiverne falder som vist i 4 hovedgrupper, nemlig store og mindre persontogsloko samt store og mindre godstogsloko. De store damploko kører næsten udelukkende på de her betragtede hovedbaner, og deres antal er i de sidste par år blevet forøget med de 10 store 5-koblede godstogslokomotiver, litra N (indkøbt brugte i Belgien), medens de øvrige litra har holdt uændret antal. Deres gennemsnitsalder er ca. 30 år, men ca. 50 af dem er kun mellem 10 og 20 år gamle og vil således kunne anvendes i mange år endnu. Dette tages der imidlertid ikke hensyn til ved anskaffelsen af nye diesel- og elloko, idet man netop ved at udskyde de store damploko af fast tur opnår de største besparelser i brændsel. Om deres eventuelle bibeholdelse som reserver for højtidstrafikken se dog nærmere side 68 og 100.

De mindre damploko er derimod næsten alle over 50 år gamle, og deres antal er stærkt faldende som følge af den voksende motorvognsdrift. Mange af de i tabellen angivne damploko af de mindre typer er i virkeligheden overkomplette, som det fremgår af det nederst i tabellen angivne samlede antal tjenst-

**Tabel 7.**  
**Statsbanernes damplokomotiver (ekskl. rangerloko).**

Gruppe	Type		Antal pr. 31/3		Eff. hk ved drivhjul	Vægt inkl. tender.	Byggeår		
	Litra	Hjularr.	1952	1955					
<i>Persontogs- lokomotiver,</i>  <i>store</i>	{	E	2C1	36	36	ca. 1300	t	1914—50	
		P	2B1	27	26	- 1100	120	1908—10	
		PR	2C1	5	6	- 1100	130	1907—10*)	
		R	2C	30	30	- 1000	120	1912—24	
		T	2C	3	3	- 1000	124	1913—19	
		S	1C2	20	20	- 800	98	1924—28	
	<i>mindre</i>	{	K	2B	85	49	- 500	71	1894—1902
			C	2B	19	16	- 500	70	1903—09
			O	1B1	19	13	- 400	53	1896—1901
			andre		26	8	-3—400		1882—1914
<i>Godstogs- lokomotiver,</i>  <i>store</i>	{	N	1E	0	10	- 1400	140	1943	
		H	1D	18	18	- 1000	134	1923—41	
	<i>mindre</i>	{	D	1C	99	88	- 600	75	1902—22
			G	C	26	13	- 400	54	1884—1901
					125	101			
					413	336			
	Ialt								
	Tjenstgørende (ifl. månedsst.)			346	264				

\*) Bygget som P. Ombygget til PR i 1943 og senere.

gørende lokomotiver, hvilket endda er højt regnet. Differencen mellem de angivne totale antal af eksisterende (anvendelige) lokomotiver og antallet af tjenstgørende falder udelukkende på de mindre typer.

Det bemærkes i øvrigt, at betegnelsen »persontogsloko« ikke betyder, at disse lokomotiver kun anvendes til persontog. F. eks. anvendes litra E, R og K om-trent lige så meget til godstog som til personførende tog. Omvendt anvendes godstogslokomotiverne litra D og H ikke sjældent til persontog, medens de store godstogslokomotiver litra N er begrænset til godstogstjenesten.

Hvis den nuværende traktionsform — kombineret damp- og motorvognsdrift — skulle bibeholdes, ville alle de mindre damploko formentlig snart gå ud af

driften, medens en del af de store lokomotiver, særlig litra E, R, S, N og H ville blive bibeholdt. Ved fornyelse af lokomotivparken ville man anskaffe damplokomotiver af »enhedstyper« egnede både for person- og godstogsførsel, men formentlig i to størrelser, en 2C1-type på ca. 2000 ehk (ved drivhjul) og maksimalhastighed 120 km/h (med 10% tilladelig overskridelse) og en 1C1-type på ca. 1500 ehk og maksimalhastighed 110 km/h. Det er ikke udelukket, at man ville indrette disse nye damplokomotiver for oliefyring, da dette ved de nuværende brændselspriser ville medføre en væsentlig besparelse, og skulle det senere blive nødvendigt, vil de kunne ombygges til kulfyring. Blandt de nuværende, kulfyrede damplokomotiver vil det for visse typers vedkommende uden videre være muligt at ombygge dem til oliefyring.

I tilfælde af overgang til en af de nye traktionsformer, såvel diesel- som eldrift, vil man ligeledes anvende enhedslokomotiver egnede både for person- og godstog, men formentlig kun af een størrelse. Disse lokomotiver vil ved de mindre tog komme til at løbe forholdsvis lavt belastet, men merudgiften derved vil opvejes af fordelene ved, at der kan lægges bedre maskinløbsplaner, når der kun er een lokomotivtype. Alt i alt bliver lokomotiverne således i virkeligheden bedre udnyttet ved at løbe et større antal kilometer om året omend ved en forholdsvis lav gennemsnitsbelastning, og desuden får man derved en stor kraftreserve til senere forøgelse af togstørrelser og -hastigheder.

For at bestemme type og pris for et elektrisk »universallokomotiv« har udvalget indhentet tilbud derpå hos en række udenlandske lokomotivfabrikker. De til dette formål fremsendte specifikationer omfattede i hovedsagen følgende krav i overensstemmelse med de foreliggende driftsbetingelser:

- 1) Lokomotivet skal på en 10<sup>0</sup>/<sub>100</sub> stigning kunne starte og fremføre et godstog af 1000 t vognvægt.
- 2) Det skal på vandret bane kunne fremføre et eksprestog af 500 t vognvægt (svarende til 12 à 14 person-bogievogne) med en hastighed af 120 km/h.
- 3) Det skal kunne medføre en oliefyret dampkedel samt vandbeholder på ialt 8 t til togopvarmning.
- 4) Dets akseltryk må ikke overskride 18 t i driftsklar tilstand.

Krav 1 antages at fordre en adhæsiionsvægt på 72 t, altså svarende til 4 fuldt belastede drivakslers. Krav 2 er bestemt ved, at de store eksprestogs maksimalvægt i almindelighed er 500 t, som kun undtagelsesvis overskrides, medens hastigheden på stambanerne ifølge nugældende bestemmelser er begrænset til 120 km/h; kravet beregnes at fordre en hestekraft på ca. 1850 ehk tilført drivhjulene (beregning se tillæg, side 157). Krav 3 er medtaget, da nærmere undersøgelser har vist, at elektrisk togopvarmning ikke kan betale sig i det foreliggende tilfælde, særlig fordi der hertil ville kræves meget bekostelige installationer i den eksisterende vognpark, som udelukkende er indrettet for dampopvarmning. Endelig er krav 4 en følge af, at lokomotivet skal kunne køre på alle de betragtede hovedbaner; hvis det kun skulle køre på stambanerne, ville der kunne tillades et akseltryk på 20 t (se tabel 4, side 45). Tilbudene blev indhentet både for 16<sup>2</sup>/<sub>3</sub>-Hz- og 50-Hz-lokomotiver, og fabrikkerne var i øvrigt frit stillet til at bestemme lokomotivets type og indretning.

Alle de fremkomne tilbud på  $16\frac{2}{3}$ -Hz-loko fra fabrikker i Tyskland, Frankrig og Svejts omhandlede et 4-akslet bogielokomotiv, type B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub>, af totalvægt og adhæsionsvægt 72 t. Fra Sverige modtog man tillige tilbud på et rammelokomotiv med kobbelstangsdrev, type 1C1, som var noget billigere end de dengang tilbudte bogielokomotiver, og som anvendes meget i Sverige, i daglig drift dog ikke ved hastigheder over 100 km/h. Denne type blev anbefalet af udvalgets konsulent, regeringsråd Thelander, men der er i udvalget enighed om at foretrække et bogielokomotiv som bedre egnet for hastigheder over 100 km/h og tillige mere praktisk med hensyn til vedligeholdelses- og reparationsarbejde, bl. a. fordi bogierne let kan udskiftes.

Endvidere viste det sig, at de tilbudte bogieloko for  $16\frac{2}{3}$  Hz (såvel som 50-Hz-loko med vekselstrømsbanemotorer) havde betydelig større maksimal hestekraft end svarende til kravene i de fremsendte specifikationer. Dette skyldes, at vekselstrømsbanemotorer må dimensioneres særlig rigeligt af startehensyn, da de ikke tåler at stå stille med startestrøm, og de således dimensionerede motorer kan ved højere hastigheder yde en meget stor hestekraft.

Ved udenlandske jernbaner vil der i mange tilfælde være god brug for denne store hestekraft, især til kørsel på lange stigninger på  $10\frac{0}{100}$  og derover. F. eks. vil det omhandlede elloko ved en varig ydelse på 3200 ehk kunne trække et 500 t eksprestog på  $10\frac{0}{100}$  stigning med en hastighed på 92 km/h, medens et dieselloko på 1750 ehk kun vil kunne give det en hastighed på 58 km/h. På de her betragtede hovedbaner findes dog kun på ca.  $2\frac{0}{100}$  af strækningsslængderne stigninger over  $10\frac{0}{100}$ , medens ca.  $9\frac{0}{100}$  af strækningerne har stigninger over  $7,5\frac{0}{100}$ . Disse stigningsstrækninger findes næsten udelukkende i 2. distrikt som nærmere angivet i tabel 8.

I hele 1. distrikt samt på de  $88\frac{0}{100}$  af strækningerne i 2. distrikt, hvor stigningerne ikke er over  $7,5\frac{0}{100}$ , er de enkelte stigningsstrækninger tillige forholdsvis korte. Sammenhængende stigningsstrækninger på gennemsnitligt  $5\frac{0}{100}$  er sjældent over 5 km lange, og stigninger på  $7,5\frac{0}{100}$  sjældent over 3 km. Sådanne stigningsforhold

**Tabel 8.**  
**Fordeling af stigninger på hovedbaner i 1. og 2. distrikt.**

	Stigning s ‰						Ialt
	s = 0	s > 0 s ≤ 2,5	s > 2,5 s ≤ 5	s > 5 s ≤ 7,5	s > 7,5 s ≤ 10	s > 10	
1. distrikt:							
km .....	98	111	153	60	8	2	432
‰ .....	22,5	26	35	14	2	0,5	100
2. distrikt:							
km .....	235	251	183	169	94	20	952
‰ .....	25	26	19	18	10	2	100



er praktisk talt uden indflydelse på de middelhastigheder, der kan opnås for et givet lokomotiv (bortset fra de tilfælde, hvor toget starter på en stigning), idet de enkelte stignings- og faldstrækninger på fri bane kun medfører ringe fluktuationer under og over de hastigheder, der ville opnås på et helt vandret banenet med samme stationsafstande og kurveforhold.

I 2. distrikt findes nogle mere anselige stigningsstrækninger, for stambanernes vedkommende især på strækningen Nyborg—Århus som nærmere angivet i tabel 9.

På en stigning som strækningen Århus—Hasselager vil det tilbudte, kraftige elektrolokomotiv ved fremførelse af et 500 t eksprestog kunne indvinde 2 à 3 min. i forhold til den køretid, der ville opnås, hvis elektrolokomotivet kun havde den hestekraft, der svarer til det i specifikationerne opstillede krav om fremførelse af et 500 t eksprestog med en hastighed af 120 km/h på vandret bane, nemlig ca. 1850 ehk. Så længe den på strækningerne tilladte maksimalhastighed 120 km/h bibeholdes, vil elektrolokomotivets fulde hestekraft dog kun komme til anvendelse på de forholdsvis få stigningsstrækninger af den i tabel 9 angivne art samt under accelerationsperioderne, og den samlede køretidsreduktion, som derved kan opnås, vil for stigningernes vedkommende kun udgøre et par procent af de samlede køretider på stambanerne. Stigningsforholdene giver således ikke i sig selv nogen stærk motivering for den større hestekraft.

En anden sag er det, at elektrolokomotivets store hestekraft naturligvis muliggør betydelig større toghastigheder og især langt kraftigere acceleration end såvel de nuværende damploko som de påregnede dieselloko. Det kan nævnes, at elektrolokomotivet på vandret bane kan fremføre et 500 t eksprestog med en varig hastighed på 135 km/h, og selv under bibeholdelse af hastighedsgrænsen 120 km/h vil den store hestekraft og dermed følgende accelerationsevne også komme til god nytte ved den hurtigst mulige økonomiske fremførelse af eksprestog med forholdsvis korte stationsafstande (togkategori P 30, defineret i det følgende, s. 70). Efter B-gruppens mening kan dette elloko derfor ikke betegnes som overdimensioneret i hestekraft, og gruppen fremhæver særligt, at dette lokomotivs gode accelerationsevne i væsentlig grad vil nedbringe tidstabene ved de uundgåelige hastighedsnedsættelser — ofte til 30 km/h — som spor- og broar-

**Tabel 9.**

**Større stignings- eller faldstrækninger på strækningen Nyborg—Århus.**

Strækningsafsnit	Længde af stigningen	Højdeforskel	Gennemsn. stigning
	km	m	‰
Odense—Holmstrup . . . . .	5,29	42,39	+ 8,3
Vejle—Daugård . . . . .	8,71	66,35	+ 7,6
Horsens—Tvingstrup . . . . .	6,88	58,70	+ 8,5
Hasselager—Århus . . . . .	6,74	— 63,26	— 9,4

bejder nødvendiggør, og som bevisligt i afgørende grad vanskeliggør opretholdelsen af togenes præcision.

For det tilsvarende universallokomotiv i dieseldriften skal der regnes med Statsbanernes nye dieselloko, litra MY, som er et 6-akslet bogielokomotiv med banemotorer på 4 aksler, type A1A—A1A. Totalvægten er 100 t inkl. varmekedel samt vand- og olieforsyning, og da drivakserne belastes med 72 t, er adhæsionsvægten og startetrækraften den samme som for det påregnede elloko. Maksimalhastigheden er ligeledes den samme, 120 km/h (plus en tilladelig overskridelse på 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub>). Lokomotivet opfylder foranstående krav 1, 3 og 4, men ikke krav 2, da hestekraften ikke er stor nok dertil. For de 4 først leverede MY-loko (i det følgende betegnet MY<sub>I</sub>) er den effektive hestekraft 1500 ehk målt ved drivhjulene, og prøvekørslerne har vist, at lokomotivet ved denne ydelse holder en hastighed af 105 km/h ved fremførelse af et 500 t eksprestog på vandret bane, medens det under samme forhold kan trække 360 t vognvægt ved hastigheden 120 km/h. I de øvrige MY-loko (betegnet MY<sub>II</sub>), der er leveret eller i ordre, er dieselmotorerne dog af en nyere model og større hestekraft (omend uændrede cylinderdimensioner og -antal), ligesom også banemotorerne er forstærkede, og disse lokomotiver yder 1750 ehk ved drivhjul. Hertil svarer en maksimal opnåelig hastighed af 116 km/h med 500 t vognvægt på vandret bane. Dette lokomotiv vejer 102 t i tjenstklar stand.

I fig. 6 er vist en sammenligning mellem trækraft- og hestekraftkurver for det omhandlede elloko og diesellokomotivet MY<sub>I</sub>. De to lokomotiver har samme trækraft ved start, her ansat til 20<sup>0</sup>/<sub>0</sub> af adhæsionsvægten, og diesellokomotivet kan holde denne trækraft op til en hastighed af 28 km/h, hvorved den ydede hestekraft er 1500 ehk ved drivhjulene. Ved højere hastigheder falder trækraften efter en hyperbel, idet hestekraften er konstant. Elektrolokomotivet er derimod i stand til at holde denne maksimale trækraft helt op til en hastighed af 75 km/h, hvorved der ydes 4000 ehk ved drivhjulene, ganske vist som en overbelastning, der kun kan tillades i kort tid. Ved højere hastigheder falder hestekraften dog en del; ved 90 km/h haves 3200 ehk, hvilket er en varigt tilladelig belastning, og ved 120 km/h ydes 2400 ehk, ligeledes varigt.

**Tabel 10.**

**Maksimalt opnåelige toghastigheder på vandret bane.**

Lokomotivtype	Eksprestog		Godstog	
	Vognvægt 350 t	500 t	600 t	1000 t
	km/h	km/h	km/h	km/h
Damploko, litra E	107	97	79	64
Dieselloko MY <sub>I</sub> . .	122	108	86	68
— MY <sub>II</sub> .	131	116	93	74
Elloko, B <sub>0</sub> —B <sub>0</sub> . .	150	135	123	97

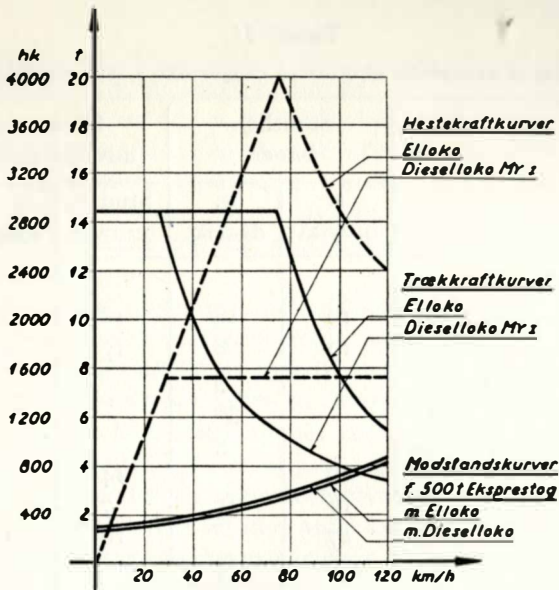


Fig. 6. Trækraft- og hestekraftkurver for de betragtede diesel- og elloko samt modstandskurver for et 500 t eksprestog på vandret bane.

I figuren er tillige vist modstandskurverne for et eksprestog på 500 t vognvægt plus diesel- eller elloko på vandret bane, og det fremgår tydeligt, at elektrolokomotivet ved hastigheder over 28 km/h har et langt større trækraftoverskud og dermed større accelerationsevne end diesellokomotivet. Til nærmere belysning af de forskellige lokomotivers præstationsevne er i tabel 10 angivet de beregnede maksimalt opnåelige hastigheder på vandret bane ved forskellige togstørrelser, hvortil dog må bemærkes, at det naturligvis nok så meget er de opnåelige rejsehastigheder (d. v. s. middelhastighederne fra start til stop), der er af interesse, men beregningen heraf kræver nærmere omtale og er henlagt til afsnit VI.

De i tabellen angivne hastigheder er beregnet uden hensyn til, hvad materiel og banelinier tillader, hvilket også behandles nærmere i afsnit VI.

### **Totale lokomotiv- og motorvognsantal.**

I tabel 11 er angivet de tjenstgørende damplokomotivers fordeling og årlige kilometerløb dels i hele 1. og 2. distrikt 1951, dels på hovedbanerne alene, henholdsvis studieområdet. Der er også her regnet med 1951-trafikken, dog med fuldt udbygget motorvognsdrift. Hensigten med denne opgørelse er at give en orientering om, hvorvidt lokomotiverne (såvel de nuværende som de nye) kan påregnes at blive bedre udnyttet i det ene distrikt end i det andet, samt om der i denne henseende er væsentlig forskel på person- og godstogskørslen. Litra R

**Tabel II.**  
**Antal af damploko eksklusive rangerloko i 1951-trafikken.**

Litra	Samtlige baner		Hovedbaner alene (udvidet motorvognsdrift)		
	1. distrikt	2. distrikt	Studie-område	1. distrikt	2. distrikt
<i>Persontogsloko :</i>					
E .....	18	18	18	18	18
P .....	19	8	19	19	8
PR .....		5			5
R .....		30			30
T .....		3			3
S .....	20		14	20	
K .....	16	45	7	8	23
C .....	17		10	10	
O .....	6	4			
A, AF, Df, I .....		13			
<i>Godstogsloko :</i>					
H .....		18			18
D .....	17	70	14	15	50
G .....	6	13			
Ialt .....	119	227	82	90	155
Heraf i persontogskørsel..	79	89	56	62	61
- - godstogskørsel ...	40	138	26	28	94
<i>Tog-km, mill./år</i>					
personførende tog .....	4,74	5,12	3,11	3,49	4,29
godstog .....	2,37	6,18	1,58	1,72	5,45
Sum .....	7,11	11,30	4,69	5,21	9,74
<i>Årligt kilometerløb pr. loko</i>					
personførende tog .....	60000	58000	56000	56000	70000
godstog .....	59000	45000	61000	62000	58000
gennemsnitlig alle tog .	60000	50000	57000	58000	63000

og K samt de i 1. distrikt anvendte litra E er regnet at køre halvt i persontogs- og halvt i godstogskørsel.

Det fremgår af tabellen, at der for hovedbanernes vedkommende ikke synes at være nogen særlig stor forskel mellem lokomotivudnyttelsen i person- og godstogskørsel, samt at der i 2. distrikt — trods den mere overvejende godstogskørsel — kan regnes med et lidt større gennemsnitligt kilometerløb pr. loko end i 1. distrikt. Denne forskel vil næppe blive mindre ved de nye traktions-



former, da anvendelsen af enhedslokomotiver skulle byde på nok så gode udnyttelsesmuligheder i 2. distrikt som i 1. distrikt.

For diesel- og eldriften regnes med betydelig større årlige kilometerløb pr. loko end i dampdriften, da damplokomotiverne kræver større tid både til klarering i den daglige drift (fyrrensning, smøring, påfyldning af kul og vand) og til de periodiske eftersyn (kedeludvaskning), hvortil kommer de mere begrænsede kombinationsmuligheder som følge af den nuværende lokomotivparks opdeling i forskellige typer.

For at bestemme det nøjagtige antal af lokomotiver og motorvogne i diesel- og eldriften har man udarbejdet detaljerede maskinløbsplaner for studieområdet under udelukkende anvendelse af enhedslokomotiver som de foran beskrevne samt motorvogne af Mo-typen (eller en tilsvarende elektrisk motorvogn). Der er her et særligt forhold i Statsbanernes drift, som der må tages hensyn til, nemlig den store højtids trafik omkring jule- og påskehelligdagene. Dampdriften har en betydelig kapacitet for sådanne kortvarige spidsbelastninger, da der i den daglige drift normalt er et ret stort antal lokomotiver til eftersyn, kedelrensning o. a., men man kan dog for et par dage sætte dem alle ind i driften, når det kræves. For de nye traktionsformer med deres langt bedre lokomotivudnyttelse i den daglige drift bliver højtids trafikken derimod bestemmende for det totale lokomotivantal, og de nævnte maskinløbsplaner for studieområdet er derfor udarbejdet for en højtidsperiode, hvortil er valgt påsketrafikken 1952 under anvendelse af dennes planmæssige køretider, men under fuld udnyttelse af de kombinationsmuligheder, der frembyder sig ved anvendelsen af universallokomotiver. Der indeholdes i denne fremgangsmåde en betydelig sikkerhedsmargin, da de nye lokomotiver vil kunne fremføre større tog og overholde større præcision end de nuværende damplokomotiver.

Lokomotivantallet er således her foreløbig bestemt uden hensyntagen til den generelle hastighedsforøgelse, som de nye lokomotiver muliggør, og som er behandlet særskilt i afsnit VI. Udvalget har opstillet de følgende kalkulationer først for det tilfælde, at toghastigheder og køreplaner holdes uændrede (afsn. V), og dernæst for det tilfælde, at toghastighederne forøges så meget, som de nye traktionsmidler muliggør det (afsn. VI).

Ved uændrede toghastigheder og køreplaner vil der ikke kunne blive nogen forskel mellem antallet af diesel- og elloko, da man for begge traktionsformer får det samme antal lokomotiver til kørsel og til nedbrudsreserve under påsketrafikken. I den daglige trafik året rundt kræves et betydelig mindre antal lokomotiver i fast tur (ca.  $\frac{2}{3}$  af påsketrafikkens krav), og der er derfor meget rigelig tid til alt vedligeholdelsesarbejde. I øvrigt kan det bemærkes, at ifølge det fastlagte program for MY-lokomotivernes regelmæssige eftersyn vil ingen af disse kræve, at lokomotivet tages ud af driften i længere tid, end hvad der kræves for elektrolokomotivernes tilsvarende eftersyn.

#### *Bemærkning.*

»Medlemsgruppe B ønsker her at tage forbehold, idet gruppen mener, at dieselloko nødvendigvis må kræve noget længere tid til eftersyn og vedligeholdelse end tilsvarende elloko, hvilket burde komme til udtryk i kalkula-

tioner. Man henviser her til ORE\*)-bulletin nr. 2, dec. 1954 (litt. a. 22), hvori anføres, at for et banenet, der forudsættes drevet på den mest effektive måde, vil et dieselloko i linietjenesten almindeligvis kunne erstatte 1,5 damploko, medens et elloko kan erstatte 1,7 damploko, og normalt skulle der altså kræves ca. 13<sup>0</sup>/<sub>0</sub> flere dieselloko end elloko.

Gruppen er dog indforstået med, at der i tilfældet uændret køreplan regnes med samme antal diesel- og elloko forudsat, at det fastlagte program for MY-lokomotivernes vedligeholdelse viser sig at holde i praksis. I øvrigt vil de nye traktionsformers anvendelse ved uændrede toghastigheder ikke kunne betegnes som den mest »effektive drift«, og kalkulationerne for højere toghastigheder, afsn. VI, viser tydeligt nødvendigheden af at forøge diesel-lokomotiverne enten i antal eller hestekraft for at gøre dem jævnbyrdige med elektrolokomotiverne«.

**Tabel 12.**

**Antal af lokomotiver og motorvogne i studieområdet som påkrævet i påsketrafikken 1952**

Betegnelse	Studieområdet				Vestbanen alene, diesel- og eldrift	
	Lokomotiver			Motorvogne	Loko	Motorvogne
	Damploko		Diesel- og elloko			
	Nuværende	Nye				
Togtjeneste . . . .	76	30 2C1 30 1C1	45	23	20	8
Nedbrudsreserve	6	3 2C1 3 1C1	5	4	3	2
Samlet antal . . .	82	66	50	27	23	10
<i>Årligt kilometerløb pr. enhed . . . . .</i>	57000	71000	94000	96000	113000	91000
<i>Uden for Vestbanen</i>						
Antal . . . . .			27	17		
Kilometerløb.			78000	100000		

Tabel 12 viser de lokomotivantal, som fremgår af de forannævnte maskinløbsplaner såvel for samtlige hovedbaner i studieområdet som for Vestbanen alene, som repræsenterer »stambaner« i 1. distrikt.

Som det ses, kan lokomotiverne udnyttes betydelig bedre i den tætte trafik

\*) The Office of Research and Experiments of the International Union of Railways.

**Tabel 13.**

**Antal af lokomotiver og motorvogne på hoved- og stambaner i hele 1. og 2. distrikt som påkrævet i påsketrafikken 1952.**

Område	Hovedbaner		Diesel og el.	Stambaner alene (Diesel og eldrift)	Dieseldrift på øvrige hovedbaner ved elektrificering af stambanerne
	Damploko				
	Nuv.	Nye			
<i>Lokomotiver :</i>					(eventuelt mindre typer)
<i>Antal</i>					
1. distrikt ..	90	74	56 <sup>1)</sup>	23	35
2. — ..	155	130	100	70	33
Ialt .....	245	204	156 <sup>1)</sup>	93	68
<i>Kilometerløb :</i>					
1. distrikt ..	58000	70000	93000	113000	75000
2. — ..	63000	75000	98000	107000	68000
I gennemsnit .	61000	73000	96000	108000	72000
<i>Motorvogne :</i>					
<i>Antal</i>					
1. distrikt ..			33 <sup>2)</sup>	10	23
2. — ..			62	30	32
Ialt .....			95 <sup>2)</sup>	40	55
<i>Kilometerløb :</i>					
1. distrikt ..			98000	91000	101000
2. — ..			98000	96000	100000
I gennemsnit .			98000	94000	100000

<sup>1)</sup> Heraf 6 dieselloko ved iøvrigt fuldstændig elektrificering.

<sup>2)</sup> Heraf 6 dieselmotorvogne ved iøvrigt fuldstændig elektrificering.

på den dobbeltsporede Vestbane end i trafikken på de øvrige (hovedsageligt enkeltsporede) hovedbaner, hvorimod motorvognene stiller sig ret ens i begge tilfælde.

På basis af disse tal er i tabel 13 beregnet det samlede antal lokomotiver og motorvogne i hele 1. distrikt og 2. distrikt, dels på samtlige hovedbaner, dels på stambanerne alene.

Ved beregning af lokomotivantallene på hovedbaner i 2. distrikt er man gået ud fra de årlige kilometerløb, idet disse (ligesom foran fundet for damplokomotiverne) er ansat til 5000 km mere end for 1. distrikt. For stambanerne i 2. distrikt er tallet dog valgt noget lavere end for Vestbanen, da denne er i en klasse for sig selv. For motorvognene regnes i alt med samme kilometerløb som i 1. distrikt.

Det bemærkes, at den her angivne kombination af svære lokomotiver og midlsvære motorvogne (for dieseldriftens vedkommende hovedsageligt af Mo-typen) naturligvis ikke er den eneste tænkelige mulighed. F. eks. kunne man i dieseldriften anvende et noget større antal af de kraftige motorvognssæt Mk/Fk, og man kunne også indføre et begrænset antal mindre diesellokomotiver (type B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub>) for derved at spare nogle af de store og til dels kun let belastede MY-loko. Antallet af sådanne mindre enheder måtte dog på grund af deres mere begrænsede anvendelighed være større end det antal MY-loko, de ville erstatte, og de samlede anskaffelsesudgifter såvel som driftsudgifter må formodes at blive meget nær de samme.

Endvidere bemærkes, at med hensyn til 1. distrikt er det som foran omtalt i virkeligheden kun studieområdet, der i første linie indgår i undersøgelsen af en elektrificering, hvortil der (som angivet i tabel 12) kræves 50 elloko og 27 elmotorvogne. For samtlige hovedbaner inkl. Nord- og Kystbanen kræves der yderligere 6 loko og 6 motorvogne, der må regnes som dieselmateriel i tilfælde af en i øvrigt fuldstændig elektrificering af distriktet.

En anden sag af større principiel betydning for undersøgelsen er det, at i tilfælde af en elektrificering af stambanerne alene, ville der på de øvrige hovedbaner, hvor den nuværende maksimalhastighed kun er 100 km/h, ikke være noget stort behov for så kraftige lokomotiver som litra MY. Det i tabellen herfor angivne antal af 68 lokomotiver skal derfor rettere forstås som 68 traktionsenheder, eventuelt af forskellige typer. Mange af dem vil kunne være mindre lokomotiver end MY eller endog kraftige (eller dobbelte) motorvogne.

### **Lokomotivantal for hverdagstrafikken alene.**

De foran beregnede totale lokomotivantal er benyttet i de følgende kalkulationer gældende for diesel- og eldriften ved fuldstændig afløsning af dampdriften. Det har imidlertid vist sig af interesse tillige at bestemme antallet af diesel- og elloko nødvendige for hverdagstrafikken alene, idet man med fordel vil kunne bibeholde damplokomotiver som reserver for højtids trafikken.

For diesel- og elloko i hverdagstrafikken på hovedbanerne i 1. distrikt er udarbejdet fuldstændige maskinløbsplaner, hvoraf er fundet, at der iberegnet nedbrudsreserver kræves 38 lokomotiver, altså kun ca.  $\frac{2}{3}$  af det totale antal 56, nødvendigt for højtids trafikken. Motorvognsantallet er derimod det samme for hverdags- og højtids trafikken, da man i hidtidig praksis ikke har anskaffet ekstra motorvogne til højtids trafikken alene, men kun søgt at udnytte de forhåndenværende motorvogne så stærkt som muligt i højtidsperioderne, og ekstratogene i øvrigt hovedsageligt er store, lokomotivtrukne tog. For hovedbaner i 2. distrikt samt for stambanerne kan lokomotivantallet i hverdagstrafikken anslås til 70% af det totale antal.

Højtids- og ferietrafikken omfatter ialt ca. 40 dage om året, og de ekstra lokomotiver, der kræves for at dække den, præsterer ialt kun ca. 80% af det totale antal tog-km pr. år for lokomotivtrukne tog, medens de lokomotiver, der til



**Tabel 14.**

**Antal diesel- og elloko for hverdags- og højtidstrafik 1951/52.**

	Hovedbaner i		Stambaner alene
	1. distrikt	2. distrikt	
<i>Antal loko :</i>			
Hverdagstrafik .....	38	70	65
Ekstra f. højtidstrafik .....	18	30	28
Ialt .....	56	100	93
<i>Årligt kilometerløb pr. loko :</i>			
I hverdagstrafik .....	126000	128000	143000
I højtidstrafik .....	23000	26000	29000
Gennemsnitligt .....	93000	98000	108000

stadighed er beskæftiget i hverdagstrafikken (samt i deres andel af højtidstrafikken) præsterer 92<sup>0</sup>/<sub>0</sub> af antallet af tog-km pr. år. Tabel 14 giver en oversigt over lokomotivernes antal og udnyttelse i de to trafik kategorier.

### **Energiforbruget.**

Energiforbrugene ved de nye traktionsformer er i nærværende afsnit — ligesom lokomotivantallene — beregnet på basis af uændrede toghastigheder, men på en sådan måde, at det er let at korrigere for en generel forøgelse af toghastighederne såvel som en ændring af togstørrelser og andet. Det ville til dette formål være upraktisk (og uoverkommeligt) at beregne energiforbrugene for hvert enkelt tog, og det ville på den anden side ikke være tilstrækkeligt blot at regne med gennemsnitsværdier for alle togene. Det er nødvendigt i det mindste at skelne mellem de tre hovedtogarter, lokomotivtrukne personførende tog, lokomotivtrukne godstog samt motorvognstog, og da der inden for hver af disse togarter forekommer betydelige variationer i togstørrelse, rejsehastighed og køredistance mellem stationer, hvor der standses, er det hensigtsmæssigt yderligere at foretage en opdeling i »togkategorier« bestemt ved gennemsnitlig stationsafstand og rejsehastighed. For hver af disse togakategorier vil energiforbruget variere meget nær retlinet med togvægten, og det er derfor tilstrækkeligt at foretage en beregning for kategoriens gennemsnitlige togvægt, hvorved man finder et specifikt energiforbrug pr. btkm, som kan anvendes for samtlige tog i vedkommende kategori.

De lokomotivtrukne personførende tog er opdelt i 4 kategorier omtrent svarende til togbetegnelserne ekspresttog, iltog, persontog og lokaltog, medens godstogene og motorvognstogene hver er opdelt i 2 kategorier, som ligeledes er let kendelige i banedriften. Opdelingen er kun foretaget for studieområdet

**Tabel 15.**  
**Studieområdets trafikmængde opdelt i togkategorier.**

Kategori- betegnelse	Gennemsnitlig stationsafstand		Middel- hast. ifl. køreplan	Studieområdet		Vestbanen	
	Grænser	Middel		togkm	btkm	togkm	btkm
<i>Loko- trukne persontog</i>	km	km	km/h	mill./år			
P 60	45—	60	ca. 80	0,79	274	0,67	242
P 30	15—45	30	- 72	0,71	218	0,41	141
P 10	5—15	10	- 58	1,00	222	0,46	99
P 3,5	— 5	3,5	- 45	0,61	135	0,02	5
Ialt				3,11	849	1,56	487
<i>Loko- trukne godstog</i>							
G 25	15—	25	ca. 45	1,01	603	0,86	254
G 8	—15	8	- 40	0,57	227	0,17	71
Ialt				1,58	830	1,03	595
<i>Motor- vognstog</i>							
M 10	7,5—	10	ca. 60	0,51	83	0,29	50
M 5	—7,5	5	- 50	2,09	301	0,62	102
Ialt				2,60	384	0,91	152

vedkommende (samt Vestbanen), og resultatet deraf er vist i tabel 15. Den heri anførte »middelhastighed ifølge køreplan« er gennemsnitshastigheden for den enkelte distance regnet fra start til stop med de i køreplanen for sommeren 1951 angivne tider, altså eksklusive selve stationsopholdene.

For hver af disse 8 togkategorier er der tegnet teoretiske køredigrammer (hastigheds-tidsdiagrammer) gældende for vedkommende togkategoris middelhastighed og middelstationsafstand samt for vandret bane. Der er således ikke taget hensyn til stigningernes indflydelse på energiforbruget, men den er også af ganske underordnet betydning, da virkningerne af stigninger og fald i denne henseende meget nær ophæver hinanden over hele banenettet, når det blot aldrig er nødvendigt at bremse på frie strækninger ned ad bakke, og dette skulle normalt ikke være nødvendigt noget steds i 1. distrikt og kun nogle få steder i 2. distrikt af den i tabel 9 angivne art.

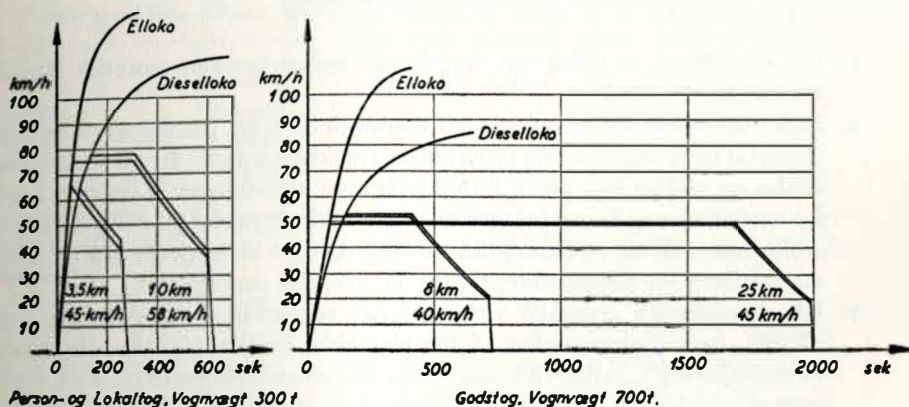
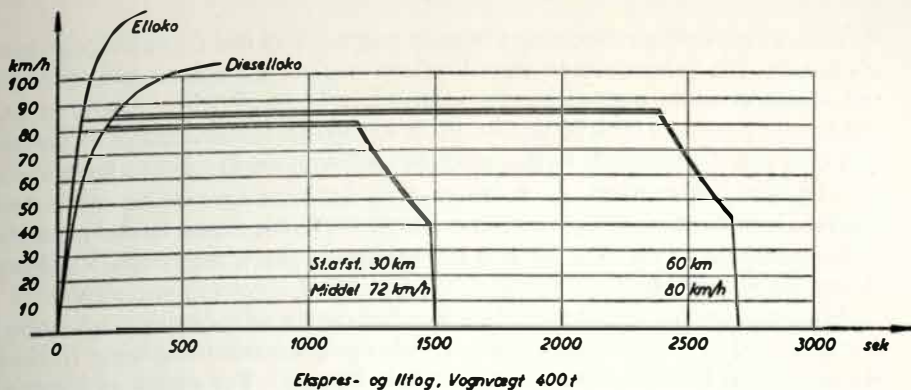


Fig. 7. Teoretiske køredigrammer for den mest økonomiske køremåde på vandret bane under anvendelse af lokomotiver med trækraftkurver som fig. 6.

Køredigrammerne er for de lokomotivtrukne togs vedkommende vist i fig. 7. De er konstrueret efter den i litt. n. 9 fremsatte metode og angiver den mest økonomiske måde, hvorpå distancerne kan gennemkøres på de givne tider. Metoden består i, at der accelereres med fuld hestekraft op til en vis hastighed, som holdes konstant, indtil man i en vis afstand fra den næste holdeplads (omkring 4—6 km) slår drivkraften fra og kører friløb, til hastigheden er faldet til en bestemt værdi afhængig af den inden friløbet benyttede konstante hastighed, hvorefter der sluttelig bremses (se også tillægget s. 158). Som nærmere omtalt i afsn. VI har den benyttede køremåde stor indflydelse på energiforbruget, dog særlig ved højere toghastigheder. Selv om det kan være vanskeligt i praksis at overholde den her angivne teoretisk korrekte køremåde, vil man dog stræbe derefter, og det er derfor rimeligt, at lægge denne art køredigrammer til grund for beregningen, dog med et passende sikkerhedstillæg.

De benyttede modstandsformler er angivet i tillægget s. 157. Accelerationskurverne er beregnet for lokomotivernes fulde trækraft som givet i fig. 6 og for

de i fig. 7 angivne vognvægte, der er valgt noget større end de virkelige gennemsnitsvægte. De forlængede accelerationskurver giver derved en god forestilling om lokomotivernes præstationsevne, og det er både af driftsmæssige og køreøkonomiske grunde fordelagtigt at have et rigeligt kraftoverskud til rådighed ved de i den daglige drift forekommende togstørrelser. Forskellen mellem elektro- og diesellokomotivets accelerationsevne bevirker i øvrigt en netop synlig forskel i højden af køredigrammernes vandrette parti; denne forskel giver elektrolokomotivet et ca. 3% mindre effektforbrug pr. t vognvægt. Vigtigere i denne forbindelse er dog forskellen mellem lokomotivernes egenvægte.

Af diagrammerne er de teoretiske energiforbrug for de forskellige togkategorier beregnet ved at proportionere med de virkelige gennemsnitstogvægte (inklusive en ækvivalent lokomotivvægt som omtalt i tillægget). For derfra at komme til de virkelige strømforbrug ved eldriften, henholdsvis olieforbrug ved diesel-driften, er der regnet med følgende forudsætninger:

- 1) Det er adderet et tillæg på 10% for afvigelser fra den teoretisk korrekte køremåde.
- 2) Elektrolokomotivets virkningsgrad regnes til 80% fra pantograf til drivhjul. Dette tal er beregnet ud fra oplysninger fra fabrikanterne for de omhandlede elloko og ved de her givne forholdsvis lave belastninger. Ligeledes regnes for omformere og køreledninger en samlet virkningsgrad på 80% fra tilgang omformerstationer til pantograf. Strømforbruget henregnes altså til omformerstationernes tilgangsside, da det er her, det skal betales.
- 3) Dieselmotorernes termiske virkningsgrad regnet til koblingsflange sættes til 38% og virkningsgraden af den elektriske transmission fra dieselmotor til drivhjul 83%, altså lidt større end for elektrolokomotivet, hvis vekselstrømsbanemotorer som foran omtalt af startehensyn må gøres betydelig større end diesellokomotivets jævnstrømsmotorer og derfor er forholdsvis lavere belastet under normal kørsel.
- 4) Desuden regnes både for elektro- og diesellokomotiverne med et konstant forbrug på 50 kW til hjælpemaskineri og tomgang, så længe lokomotivet kører. Virkningen heraf er den samme som at regne med noget lavere virkningsgrader ved lavere belastninger. Diesellokomotivets gennemsnitlige totale virkningsgrad bliver derved ikke (svarende til forannævnte tal)  $0,38 \cdot 0,83 = 31,5\%$ , men er fundet til  $28\% = 0,38 \cdot 0,74$ . Tilsvarende nedsættes elektrolokomotivets gennemsnitlige virkningsgrad fra 80 til 71%.
- 5) Sluttelig tilføjes et generelt tillæg på 10% for tograngering og lokomotivernes tomkørsel samt et tillæg for ekstrastop og hastighedsnedsættelser på grund af sporarbejder, som er anslået til 8% for persontog og 6% for godstog.

De således beregnede strøm- og olieforbrug udtrykt pr. 1000 btkm (eksklusive togopvarmning) er for de enkelte togkategorier angivet i tabel 16 sammen med de deraf resulterende samlede forbrug, dels i studieområdet og dels på Vestbanen.

De heraf fundne gennemsnitlige specifikke forbrug — 35 og 32 kWh samt 8.1 og 7,5 ltr. pr. 1000 btkm — er af samme størrelsesorden som, hvad der er målt i andre lande, og afvigelserne kan forklares ved disse landes særlige terrænforhold



eller forskelle i togtjenesten. I bjerglande som Svejts og tildels Sverige, hvor man tillige har billig elektricitet, opgives noget højere strømforbrug, åbenbart fordi der ofte bremses ved kørsel ned ad bakke. Udvalgets konsulent, regeringsråd Thelander, opgiver det svenske gennemsnitsforbrug til 37 kWh/1000 btkm ekskl. togopvarmning og rangering, se betænkningens 2. del, side 44, eller 38 kWh inkl. rangering med toglokomotiver, og ved at korrigere for den gennemsnitlige togstørrelse samt fradrag 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> for de gunstigere stigningsforhold finder han middelforbruget i studieområdet til 35 kWh/1000 btkm ekskl. rangering eller 36 kWh inkl. tograngering. Det kan her tilføjes, at udvalget ligeledes gennem regeringsråd Thelander har modtaget resultaterne af direkte målinger af strøm-

**Tabel 16.**

**Studieområdets strøm- og olieforbrug pr. år (eksklusive togopvarmning).**

Kategori	btkm	Gennemsn. vognvægt	Elektrisk drift		Dieseldrift			
			pr. 1000 btkm	ialt	pr. 1000 btkm	ialt		
<i>Studieområdet</i>	mill.	t.	kWh	mill. kWh	ltr.	mill. ltr.		
P 60	274	347	43 {	10,7	10,0 {	2,47		
P 30	218	307		40		8,7	9,0	2,03
P 10	222	222		45		10,0	9,3	2,34
P 3,5	135	222		52		7,0	10,5	1,64
G 25	603	597	26 {	14,5	5,8 {	3,32		
G 8	227	398		24		6,6	5,5	1,50
M 10	83	163*)	40 {	2,6	9,1 {	0,63		
M 5	301	144		33		11,6	7,6	2,87
Ialt	2063	283		35		8,1	16,80	
<i>Vestbanen</i>								
P 60	242	362	40 {	9,2	9,3 {	2,13		
P 30	141	344		38		5,4	8,8	1,27
P 10	99	215		46		4,5	9,0	1,06
P 3,5	5	240		50		0,3	10,7	0,06
G 25	524	609	25 {	12,6	5,6 {	2,88		
G 8	71	418		24		2,1	5,5	0,46
M 10	50	172*)	38 {	1,5	8,7 {	0,37		
M 5	102	165		32		3,9	5,6	0,95
Ialt	1234	353		32		7,5	9,18	

\*) For motorvognstogene gælder de angivne togvægte samt btkm for dieselmotorvogne, medens elektriske motorvogne vil være ca. 10 t lettere.

**Tabel 17.**

**Beregnete strømforbrug i studieområdet sammenlignet med målte strømforbrug ved udenlandske baner.**

Land	kWh/1000 btkm, ekskl. togopvarmning						
	Lokomotivtrukne tog					Motortov. tog	Totalt gnsn.
	Fjern-tog	Lokal-tog	persf. tog ialt	Gods-tog	lokotr. tog ialt		
Studieområdet . . . . .	39	48	43	26	34	40	35
Sverige . . . . .	38	68	56	28	38	44	38
Tyskland, oplyst til udvalget . . . . .	37	47		19		45	
do. Dieselschienenverkehr . . . . .	28	50		22		35—44	
Svejts . . . . .					50	35	
Belgien . . . . .			32	16	21	26	
Holland . . . . .			44	18	24	38	32
Frankrig . . . . .							25

forbrugene foretaget i Sverige ved anvendelse af dynamometervogn og opgjort som funktion af vognvægten for de forskellige togkategorier (omtrent svarende til de i tabel 15 og 16 anvendte togkategorier). Anvendes disse forbrugsformler på togfordelingen i Sverige, kommer man netop til det foran angivne gennemsnitsforbrug på 38 kWh/1000 btkm, men anvendes de samme formler på togfordelingen i studieområdet, får man her et gennemsnitsforbrug på 41 kWh/1000 btkm. Det forekommer dog rimeligt, at dette tal kan reduceres ca. 15<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, dels som følge af de gunstigere terrænforhold i studieområdet end i Sverige som helhed, dels som følge af større interesse i at anvende den mest økonomiske køremåde. Selv på banerne syd for Stockholm findes der hyppigt niveauforskelle på op til 350 m og stigning på 10<sup>0</sup>/<sub>00</sub>, medens strækningerne nord for Stockholm opviser niveauforskelle på op til 600 m og stigninger på 17<sup>0</sup>/<sub>00</sub>. Desuden ligger de opgivne forbrug for lokaltogene (kategori P 10, P 3,5 og G 8) særlig højt i forhold til foranstående beregninger, muligvis fordi man ikke i Sverige lægger stor vægt på kørsel med økonomisk friløb; de opgivne middelhastigheder for disse togkategorier er også lidt højere end angivet i tabel 15.

I tabel 17 er de for studieområdet beregnede strømforbrug sammenstillet med de oplysninger om målte strømforbrug, som udvalget har modtaget direkte fra Sverige, Tyskland, Svejts, Belgien, Holland og Frankrig. Opgivelserne fra disse lande var ledsaget af oplysninger om togstørrelser, hastigheder og stationsafstande; strømforbrugene omfatter foruden togekørslen også tograngering og lokomotivernes tomkørsel, men ikke togopvarmning. Ligeledes betyder btkm

**Tabel 18.**  
**Totale kul-, strøm- og olieforbrug pr. år.**

Område	Kombineret damp- og motorvognsdrift			Eldrift		Diesel- drift
	Kul		Olie til motor- vogne	Strøm	Olie	Olie
	Nuvæ- rende loko	Nye loko				
	mill. kg.	mill. kg.	mill. ltr.	mill.kWh	mill. ltr.	mill. ltr.
<i>Studieområdet.</i>						
Kørsel .....	} 91	77	{ 3,5 0,5	72	1,6	16,8
Togopvarmning						1,6
Ialt .....	91	77	4,0	72	1,6	18,4
<i>Hovedbaner.</i>						
<i>1. distrikt</i>						
Kørsel .....	} 100	85	{ 4,7 0,6	72	2,5*) 1,8	19,3
Togopvarmning						1,8
<i>2. distrikt</i>						
Kørsel .....	} 180	155	{ 8,4 1,2	145	2,7	34,0
Togopvarmning						2,7
Ialt .....	280	240	14,9	217	7,0	57,8
<i>Stambaner.</i>						
<i>Kørsel og togopv.</i>						
1. distrikt (Vest- banen) .....	54	46	1,5	40	0,8	10,0
2. distrikt .....	141	120	4,5	104	1,7	25,8
Ialt .....	195	166	6,0	144	2,5	35,8

\*) Til dieseldrift på Nordbanen samt Kystbanens godstog.

i samtlige tilfælde bruttoton-km ekskl. lokomotiverne, men inkl. motorvognene. Togenes middelhastigheder og gennemsnitlige stationsafstande ligger i alle tilfældene ret ens. Oplysningerne fra Tyskland er suppleret med oplysninger i »Arb.gem. Dieselschienenverkehr« (litt. d. 20), og oplysningerne fra Holland bygger til dels på oplysninger i ORE-bulletin, nr. 2, dec. 1954 (litt. a. 22). I det store og hele er der god overensstemmelse for de personførende fjerntogs vedkommende, medens godstogene i Tyskland, Belgien og Holland har lidt lavere forbrugstal end beregnet for studieområdet, hvilket er i god overensstemmelse med, at godstogene i de pågældende lande i gennemsnit er tungere og kører med større stationsafstande end forudsat i studieområdet.

Overensstemmelsen mellem beregningen og de foreliggende målinger fra udlandet synes således at være tilfredsstillende i betragtning af de mange forhold, der stiller sig forskelligt fra land til land. Hensigten med udvalgets egne beregninger har dog især været at finde den korrektest mulige relation mellem olieforbruget ved dieseldriften og strømforbruget ved eldriften, idet beregningerne bygger på de samme togmodstande og samme køremåde i begge tilfælde.

For dieseldriftens vedkommende har man ret gode holdepunkter i allerede foreliggende erfaringer under vore forhold. For de nye MY-loko er målt specifikke forbrug på mellem 6 og 7 ltr/1000 btkm i blandet hurtigtogs- og godstogskørsel, men ved væsentlig større togvægte end her regnet med som gennemsnitsværdier, og de gennem mange år målte forbrug i Mo-vognene passer godt med de her beregnede.

For de nuværende damplokomotiver af de foran nævnte typer, der løber på studieområdets linier, er målt gennemsnitlige specifikke kulforbrug på 54 kg/1000 btkm. Dette forbrugstal antages at kunne formindskes til 46 for de eventuelle nye damplokomotiver.

Togopvarmningen sker under dampdriften ved lokomotivdamp; forbruget hertil er inkluderet i det målte kulforbrug. Olieforbruget til varmekedlerne ved diesel- og eldriften er beregnet ud fra erfaringsværdier og er for studieområdets vedkommende fundet til 1,1 mill. ltr. pr. år for de lokomotivtrukne tog og 0,5 mill. ltr. for motorvognstogene. Der anvendes samme brændselolie som til dieselmotorerne.

For 2. distrikts vedkommende er der ikke foretaget en opdeling i togkategorier. Man har her kun anvendt opdelingen i de 3 togarter, lokomotivtrukne personførende tog, godstog og motorvognstog og for hver af disse regnet med de specifikke forbrug som fundet for studieområdet (repræsentativt for hovedbaner) og Vestbanen (repræsentativt for stambaner). På lignende måde er damplokomotivernes forbrug i 2. distrikt beregnet under hensyntagen til den fra 1. distrikt meget forskellige fordeling mellem person- og godstog. I alt findes således de i tab. 18 angivne årsforbrug i de forskellige tilfælde, der er af interesse for undersøgelsen.

#### *Bemærkninger.*

»Medlemsgruppe B kan acceptere de foranstående beregninger af energiforbrugene baseret på køredigrammer for økonomisk kørsel og ligeledes de heraf følgende olieforbrug i dieseldriften. Derimod hævder gruppen, at der er regnet med for lave virkningsgrader af det elektriske traktionsmateriel, og at den gennemsnitlige virkningsgrad regnet fra pantograf til drivhjul (foran ansat til 71%) vil kunne sættes til 77% ved anvendelse af fuldt moderne traktionsmateriel, hvorved fås et gennemsnitsforbrug på 32 kWh/1000 btkm. De foreliggende oplysninger fra Tyskland, Holland og Frankrig peger også i denne retning, og når forbrugene i Svejs og Sverige ligger væsentlig højere, finder gruppen det fuldt ud forklarligt ved stigningsforholdene. Man gør opmærksom på, at de lange stigninger i bjergegne sædvanligvis tillige har skarpe kurver, hvad der forøger togmodstanden



ved kørsel op ad bakke, medens det formindsker den tilladelige hastighed ved kørsel ned ad bakke og derved gør det nødvendigt at bortbremse hele faldenergien. Med et gennemsnitsforbrug på 32 kWh/1000 btkm fås for studieområdet et årsforbrug på 66 mill. kWh, hvilket gruppen mener, at der bør regnes med i kalkulationerne.

Medlemsgruppe C anser det ikke for praktisk muligt at gennemføre den foran angivne økonomiske køremåde ved de hyppigt standsende tog, særlig togekategorierne P 10, P 3,5 og G 8, da disse tog næsten altid er under stærkt pres for at indhente forsinkelser som følge af forlængede stationsophold, hvorfor der sjældent vil kunne køres med de lange friløb som vist i kørediagrammerne fig. 7. Gruppen mener derfor, at man for de nævnte togekategorier, der tilsammen repræsenterer ca.  $\frac{1}{3}$  af antallet af btkm, bør regne med 30% højere energiforbrug, altså en forøgelse af det totale, effektive energiforbrug på 10% både ved diesel- og eldriften. Endvidere anser gruppen den foran anvendte gennemsnitlige virkningsgrad af det elektriske traktionsmateriel for at være for høj i betragtning af elektrolokomotivernes forholdsvis lave gennemsnitsbelastning ved nuværende toghastigheder, og gruppen mener, at denne virkningsgrad bør ansættes til 62% i stedet for 71%. Gruppen kommer således til et olieforbrug i dieseldriften på 8,9 ltr./1000 btkm eller ialt 20,0 mill. ltr./år for studieområdet (inkl. togopvarmning) samt et elektricitetsforbrug i eldriften på 44 kWh/1000 btkm eller ialt 90 mill. kWh/år. Om de i tabel 17 fra udlandet refererede tal mener gruppen, at de ikke kan tillægges afgørende betydning for bedømmelsen af forbruget i vort tilfælde, fordi der, selvom togenes art, stationsafstande og belastninger til en vis grad er oplyst, alligevel kan forekomme så væsentlige forskelle mellem udenlandske og danske baneforhold, at forbrugstallene kan være kendeligt påvirkede deraf. Derimod tillægger gruppen de foran omtalte svenske forbrugsmålinger (se også litt. 1. 1) stor vægt, da de er foretaget enkeltvis for de forskellige togekategorier og derfor direkte kan omregnes til danske forhold. Under anvendelse af noget større tillæg for tograngering og ekstrastop end i Sverige finder gruppen, at disse målinger giver en god bekræftelse på det af gruppen angivne gennemsnitsforbrug 44 kWh/1000 btkm«.

## V

# RENTABILITETSBEREGNINGER PÅ GRUNDLAG AF NUVÆRENDE TRAFIKMÆNGDER OG TOGHASTIGHEDER

### Kalkulationernes omfang.

Som det fremgår af det foregående, vil sammenlignende kalkulationer for de forskellige traktionsformer især være af interesse i følgende 3 tilfælde:

1. For *studieområdet* den nøjagtigst mulige sammenligning mellem nuværende dampdrift, moderniseret dampdrift, dieseldrift og eldrift for derved at bestemme deres relative driftsøkonomi på et typisk banenet under nuværende prisforhold.
2. For *samlige hovedbaner* i begge distrikter en tilsvarende sammenligning mellem de forskellige driftsformer i hovedsagen foretaget ved proportionering af de under punkt 1 fundne resultater for derved at finde den totale driftsbesparelse, som på længere sigt skulle kunne opnås ved de nye traktionsformer.
3. For *stambanerne* en sammenligning mellem diesel- og eldrift for derved at afgøre, om den blandede drift (eldrift på stambanerne og dieseldrift på de øvrige hovedbaner) byder på økonomiske fordele frem for den totale diesel- eller eldrift.

De 3 kalkulationer er her foretaget på basis af 1951-trafikmængden samt under antagelse af uændrede toghastigheder. Indflydelsen af ændringer i trafikmængde og toghastigheder er undersøgt i afsnit VI. Alle 3 kalkulationer gælder for de forskellige traktionsformer efter deres fuldstændige indførelse i det betragtede område.

### Elektrificeringens faste anlæg.

#### a) Omformerstationer m. m.

I overensstemmelse med regeringsråd Thelanders projektering af  $16\frac{2}{3}$ -Hz-elektrificering i studieområdet regnes der med 4 omformerstationer, 2 større placeret ved Hellerup og Ringsted og 2 mindre ved Holbæk og Nykøbing Falster (se også fig. 1, 2. del, side 12). Det vil for dem alle være let at skaffe



**Tabel 19.**  
**Omformerkapacitet i studieområdet.**

Station	Årsforbrug	Udnyttelsestid	Maksimal belastning	Omformere			reserver
				Antal	varig belastning	maksimal belastning	
	mill. kWh	timer pr. år	kW		kW	kW	
Hellerup ...	27	4100	6600	2	9600	12800	1
Ringsted ...	34	4300	7900	2	9600	12800	1
Holbæk ....	5	2000	2500	1	4800	6400	0
Nykøbing F.	6	2000	3000	1	4800	6400	0
Ialt .....	72	3600	20000	6	28800	38400	2

forbindelse til 60 kV-nettet. Ifølge svenske erfaringer skulle der for de større stationer kunne regnes med en udnyttelsestid på op til ca. 4300 timer og for de mindre ca. 2000 timer. Herved bestemmes den nødvendige omformerkapacitet som vist i tabel 19, idet det totale årsforbrug, 72 mill. kWh, er fordelt på de 4 stationer i forhold til trafikmængden på vedkommende strækninger.

Omformerne er nominelt på 4000 kVA svarende til 3200 kW (på 3-fase siden) ved  $\cos \varphi = 0,8$ , men deres tilladte vedvarende belastning er 4800 kW og i et kvarter 6400 kW. De påregnede 6 omformere skulle således være meget rigeligt dimensioneret, og desuden regnes med 2 i reserve anbragt i de store stationer, Hellerup og Ringsted, der altså får 3 omformere hver, medens de andre stationer kun får 1 hver. Ved disse mindre stationer skulle reserve ikke være nødvendig, da de pågældende svagt trafikerede banelinier i nødsfald vil kunne forsynes fra de store stationer uden alt for stort spændingstab.

I tabel 19 har man direkte adderet maksimalbelastningerne for de enkelte delområder, hvorved udnyttelsestiden for det samlede anlæg bliver et middeltal af udnyttelsestiderne for de enkelte stationer. Dette er ikke i overensstemmelse med svensk praksis, hvor man tværtimod ville regne med en højere udnyttelsestid for hele området end for hver af de enkelte stationer. Man har derfor som kontrol opstillet en tilnærmelsesberegning af maksimalbelastningen i studieområdet som helhed. Den trafikale spidsbelastning forekommer på 2. påskedag om aftenen med maksimum ved kl. 21, og man har opgjort antal og størrelse af samtlige tog, der er under kørsel på dette tidspunkt. Regnes for hvert af disse med deres gennemsnitlige strømforbrug under kørslen (bestemt af togkategori og togstørrelse på lignende måde som i tabel 16), findes heraf en samlet belastning på 24000 kW, altså noget mere end det i tabel 19 beregnede tal 20000 kW, men dog som en ret kortvarig belastningsspids. Beregnes belastningen på samme måde ved en række tidspunkter før og efter kl. 21, finder man, at der i hele perioden

fra kl. 18 til kl. 23 må regnes med en belastning på mindst 20000 kW, og det vil kunne forsvares til brug for dimensioneringen af omformere og elværkers kapacitet at ansætte den maksimale varighedsbelastning til 20000 kW, idet der kan tillades en betydelig overbelastning af væsentlig kortere varighed. Hertil svarer en udnyttelsestid for anlægget som helhed på  $72 \cdot 10^6 / 20000 = 3600$  timer, hvilket er forholdsvis lavt i sammenligning med udnyttelsestiderne for andre af elværkernes storkunder, men årsagen hertil er banedriftens store højtidsbelastning, hvorunder så at sige alt disponibelt materiel er i funktion samtidigt. Denne spidsbelastning falder, omend ikke for påsketrafikken så dog for den omtrent lige så store juletrafik, sammen med elværkernes øvrige spidsbelastning og er således bestemmende for disses nødvendige kapacitetsforøgelse ved en baneelektrificering.

Det kan bemærkes, at for det svenske elektrificerede banenet som helhed med et årsforbrug på ca. 1200 mill. kWh opgives en udnyttelsestid på ca. 5000 timer, og for et delområde med årsforbrug som i studieområdet, 72 mill. kWh, ville man i Sverige regne med en udnyttelsestid på 4300 timer. Forskellen mellem dette tal og det foran beregnede, 3600 timer, skyldes formentlig, at en stor del af den svenske højtids trafik endnu besørges af damplokomotiver, der sættes ind som reserver ved disse lejligheder på elektrificerede strækninger, fortrinsvis til drift af lettere tog.

Ifølge tabel 19 skulle de her dimensionerede omformere kunne tillade en stigning af højtids trafikken på 44<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Ved en gunstig trafikudvikling vil udnyttelsestiden dog sikkert vokse, idet årsforbruget vil stige forholdsvis mere end højtids trafikken, og det kan derfor regnes, at disse omformerstationer tillader en stigning af det samlede årsforbrug på ca. 60<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

I regeringsråd Thelanders projekt skal der foruden de 4 omformerstationer regnes med 3 koblingsstationer og 3 zonegrænsebrydere. Prisen for de 8 omformere samt alt nødvendigt elektrisk udstyr for omformer-, koblings- og afbryderstationer er ifølge indhentede tilbud og henført til 1954-prisniveau kalkuleret til 16,2 mill. kr., og prisen på de tilhørende bygningsarbejder er kalkuleret til 2,8 mill. kr., ialt 19,0 mill. kr. eller 2,38 mill. kr. pr. omformer. I disse tal er inkluderet et tillæg på 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> for uforudsete udgifter. Ved overførelsen af disse resultater fra studieområdet til 2. distrikt samt til stambanerne har man proportioneret antallet af omformere med maksimalbelastningen i hvert enkelt tilfælde og regnet med samme totale pris pr. omformer. For stambanerne regnes med en noget højere udnyttelsestid end for hovedbanerne som helhed på grund af førstnævntes mere intensive drift (se den følgende tabel 20).

#### *Bemærkninger.*

»Medlemsgruppe B kan ikke tillægge den foran omtalte tilnærmelsesberegning af maksimalbelastningen så stor nøjagtighed, at den kan lægges til grund for bestemmelsen af udnyttelsestiden og dermed både for bedømmelsen af omformernes nødvendige kapacitet og for elværkernes tilsvarende udvidelser. Gruppen forbeholder sig derfor at regne med den udnyttelsestid, der under tilsvarende forhold er blevet opnået i praktisk eldrift både i Sverige og Tyskland for et delområde på størrelse med studieområdet, nemlig



4300 timer/år. Regnes tillige med gruppens bedømmelse af totalforbruget i studieområdet, 66 mill. kWh/år, fås en maksimalbelastning på 15000 kW.

Medlemsgruppe C mener, at den omhandlede tilnærmelsesberegning af maksimalbelastningen giver for lavt resultat, da der er regnet med de forskellige togkategoriers normale strømforbrug, medens forbrugene i virkeligheden vil være en del større for højtidstrafikken med dens talrige ekstrastop, forlængede stationsophold og påfølgende forceret kørsel for indhenting af forsinkelser. Gruppen mener derfor, at den foran beregnede udnyttelsestid på 3600 timer/år bør nedættes til 3300. Med det af gruppen påregnede årsforbrug i studieområdet, 90 mill. kWh, fås derved en maksimalbelastning på 27000 kW«.

#### b) Køreledningsanlæg.

Køreledningsanlæggene tænkes udført som i Sverige, dog med den ændring, at der anvendes betonmaster, hvormed der allerede haves erfaring fra flere andre lande samt fra vore S-baner, og som under vore prisforhold skulle medføre en væsentlig besparelse. Køretråden er af elektrolytkobber med 80 mm<sup>2</sup> tværsnit og bærekablet af bronze med 65 mm<sup>2</sup> kobberareal. Bæreamene er drejeligt befæstede til masterne, hvorved vriddningspåvirkning på disse undgås i tilfælde af ledningsbrud. På dobbeltsporede strækninger ophænges de to køretråde uafhængigt af hinanden på hver sin masterække, altså ganske samme konstruktion som på de enkeltsporede strækninger. Masteafstanden er 70 m på lige strækning, medens den i kurver afpasses til, at sideafvigelsen ikke overskrider 60 cm. Masterne funderes efter særlige, arbejdsbesparende metoder, som er blevet udviklet i forbindelse med anvendelsen af betonmaster. Det vil antagelig ikke blive nødvendigt at forsyne anlæggene med de i øvrigt kun i Sverige og til dels i Norge anvendte sugetransformatorer til at sikre strømmens tilbageledning gennem skinnerne eller gennem en særlig returledning, da jordmodstanden her i landet er lavere end i Sverige, og jordstrømmene derfor hurtigere spreder sig og er mindre tilbøjelige til at give forstyrrelser i svagstrømsledninger. Ved projekteringen bør der dog tages hensyn til en eventuel senere anbringelse af sugetransformatorer og returledninger.

For studieområdet er der foretaget en opgørelse af banegårdsspor og sidespor, som må elektrificeres sammen med hovedsporene. Man vil her nøjes med, hvad der er strengt nødvendigt for lokomotivernes egenkørsel samt den del af rangeringsarbejdet, der foretages ved hjælp af toglokomotiver, idet al anden rangering påregnes efterhånden at overgå til dieseldrift. Alligevel udgør disse ekstra spor, der må elektrificeres, et betydeligt tillæg, og i studieområdet med dets 623 km hovedspor findes det nødvendigt ialt at elektrificere 857 km sporlængde.

Kalkulationen af køreledningsanlæggene i studieområdet er foretaget af DSB's køreledningstilsyn i samarbejde med regeringsråd Thelander, og slutresultatet er (henført til 1954-prisniveau) fundet til 37,5 mill. kr. eller ca. 44000 kr. pr. km elektrificeret spor, hvilket tal også antages at gælde for 2. distrikt samt for stambanerne. Disse kalkulationer omfatter alle konstruktive detaljer samt planmæssige monteringsarbejder og inkluderer tillige et tillæg på 20% for uforudsete udgifter samt forrentning under selve byggeperioden. Arbejdet

regnes udført af Statsbanerne selv, og funderings- og monteringsarbejdet i studieområdet påregnes at beskæftige ca. 110 specialarbejdere i 4 år. Desuden vil indenlandske leverandørers arbejde (herunder fabrikationen af betonmaster) beskæftige ca. 50 mand i samme tidsrum. For Vestbanen alene vil elektrificeringsarbejderne kunne gennemføres på ca. 2 år.

Ifølge regeringsråd Thelanders egne kalkulationer (se betænkningens 2. del, side 83) er prisen på køreledningsanlæggene fundet til 37,66 mill. kr. for 977 km elektrificeret spor eller 38500 kr./spor-km (1953-prisniveau). Forskellen mellem dette tal og det foran nævnte ligger hovedsageligt i, at udvalgets kalkulation inkluderer et større sikkerhedstillæg. Thelander har tillige kalkuleret prisen på en eventuel »kompensationsudrustning« (d. v. s. de foran omtalte sugetransformatorer og returledninger) for samtlige elektrificerede spor i studieområdet og fundet den til ialt 6,090 mill. kr., hvilket med de af udvalget benyttede sikkerhedstillæg bliver ca. 7000 kr./spor-km.

Medlemsgruppe B og C's bemærkninger til dette og de følgende punkter er anført på side 84.

*c) Sporsænkninger m. v.*

For studieområdet er foretaget en opgørelse og kalkulation af sporsænkninger under broer og lignende arbejder, som må udføres for at skaffe tilstrækkeligt frit profil over sporene til anbringelse af køreledningerne. Det drejer sig om ca. 250 enkeltarbejder, hovedsageligt sporsænkninger på mellem 20 og 60 cm samt udførelse af tilsluttende ramper med stigningsafvigelse på 5<sup>0</sup>/<sub>100</sub> i forhold til den stigning, der i forvejen eventuelt findes på vedkommende steder. Den samlede udgift er kalkuleret til 8,5 mill. kr., hvoraf 3,1 mill. kr. falder på Vestbanen alene. I disse tal indgår et tillæg på 10<sup>0</sup>/<sub>100</sub> for uforudsete udgifter. For 2. distrikt er de tilsvarende udgifter anslået som 75<sup>0</sup>/<sub>100</sub> af, hvad man ville få ved at proportionere fra 1. distrikt efter sporelængderne, idet der er forholdsvis færre vejoverføringer og lignende i 2. end i 1. distrikt.

*d) Svagstrømsledninger.*

Elektrificeringen forudsætter, at alle svagstrømsledninger langs banelinien for signalanlæg, telefoner og andet nedlægges i kabler for at undgå forstyrrelser fra køreledningsstrømmen, men dette arbejde er allerede i gang og vil efterhånden blive fuldført også uden en elektrificering, hvorfor det ikke regnes at belaste elektrificeringskontoen. Selv om elektrificeringen kræver nogle flere svagstrømsledninger, end der ellers ville blive brug for, vil dette ikke medføre væsentlige merudgifter, når der tages hensyn dertil ved den kabelnedlægning, der alligevel skal foretages.

Med studieområdet (henh. Vestbanen) som sammenligningsgrundlag er i tabel 20 resultaterne under punkt a, b og c overført til hovedbaner og stambaner i 2. distrikt ved proportionering som foran omtalt under hvert enkelt punkt.

De her beregnede totale udgifter til faste elektrificeringsanlæg ligger forholdsvis lavt i sammenligning med de tal, der opgives for udførte elektrificeringer i de fleste andre lande. Det er dog meget vanskeligt at drage direkte sammenligninger mellem totalsummerne, da det kan dreje sig om vidt forskellige konstruk-

**Tabel 20.**  
**Faste elektrificeringsanlæg i 1. og 2. distrikt. (Priser**  
**og strømforbrug ifølge gruppe A).**

Anlæg	Hovedbaner		Stambaner	
	1. distrikt (studieområdet)	2. distr.	1. distr. (Vest- banen)	2. distr.
a) <i>Omformerstationer.</i>				
Antal .....	4	10	2	6
Strækningsslængde .....	403 km	952	110	504
do. pr. omformerstation ..	101 km	95	55	84
Årsforbrug .....	72 mill. kWh.	145	40	104
Udnyttelsestid .....	3600 timer/år	3600	4000	4000
Maksimal belastning ....	20000 kW	40000	10000	26000
Antal omformere .....	8	16	4	10
Pris på omformere med tilbehør .....	16,2 mill. kr.	32,4	8,1	20,3
Pris på bygninger .....	2,8 mill. kr.	5,6	1,4	3,5
b) <i>Køreledninger.</i>				
Sporlængde at elektrificere	857 km	ca. 1850	325	ca. 1300
Pris .....	37,5 mill. kr.	81,0	14,4	57,0
c) <i>Sporarbejder.</i>				
Pris .....	8,5 mill. kr.	14,0	3,1	9,2
Faste elektrificeringsanlæg ialt .....	65,0 mill. kr.	133,0	27,0	90,0

tioner og arbejdsmetoder, og de udførte elektrificeringsarbejder ofte har været kombineret med almindelige bane- og signalanlægsarbejder, særlig med henblik på højere toghastigheder. Sådanne arbejder har ikke kunnet udskilles fra elektrificeringens konto, men bør dog ikke medregnes til den, når det drejer sig om en sammenligning med andre traktionsformer. Endvidere udføres elektrificeringsarbejderne i de fleste lande (Sverige og Norge dog undtaget) normalt af private firmaer, hvad der måske bliver dyrere, end når arbejdet udføres af banernes egen ingeniør- og arbejderstab, der kan indpasse elektrificeringsarbejdet under banernes øvrige anlægsarbejder og driftsbetingelser.

Sammenlignes de foran kalkulerede enkelte, konkrete udgiftsposter for omformerstationer, køreledninger og sporarbejder med tilsvarende oplysninger fra Sverige og Norge, findes dog god overensstemmelse. I "Monthly Bulletin of the International Railway Congress Association", okt. 1953 (litt. o. 12), er således meddelt officielle oplysninger fra Sverige og Norge angående de opgjorte udgifter til udførte 16<sup>2</sup>/<sub>3</sub>-Hz-elektrificeringsanlæg udregnet i 1953-prisniveau.



Fra Sverige opgives for køreledningsanlæggene (artiklens side 692/36) 67500 sv. kr. pr. mile enkelt hovedspor (ikke inkluderet side- og stationsspor) eller 56000 d. kr./spor-km). Heraf opgives 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> eller ca. 6000 kr./spor-km at være brugt til sporarbejder m. m. for at skaffe det nødvendige frie profil, og det resterende beløb, 50000 kr./spor-km, gælder for køreledninger med kompensationsudrustning. SJ har i øvrigt meddelt udvalget direkte, at udgiften til nyere køreledningsanlæg i Sverige eksklusive kompensationsudrustning er opgjort til 45000 d. kr./spor-km, hvilket tal under vore forhold skulle kunne reduceres til 40000 kr./spor-km ved anvendelse af betonmaster i stedet for stålmaster. Fra Norge opgives i samme artikel en udgift på 40500 kr./spor-km, hvoraf 35000 kr./km for selve køreledningsanlæggene (uden kompensationsudrustning) og 5500 kr./km for sporarbejder m. m. Lignende priser er opgivet i norsk stortingsproportion nr. 132 (1952), som indeholder kalkulationer for elektrificering af 1153 km banestrækning.

#### *Bemærkninger.*

»Medlemsgruppe B finder, at foranstående kalkulationer, punkt a, b og c, indeholder unødvendig store sikkerhedstillæg i betragtning af, at de bygger på indhentede tilbud samt udførlige beregninger omfattende alle detaljarbejder. Gruppen anser det for fuldt forsvarligt at udelade de i kalkulationerne indeholdte ekstra sikkerhedstillæg på 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> og altså regne med ialt 59,0 mill. kr. for studieområdet i stedet for 65,0.

Medlemsgruppe C mener ikke, at der foreligger tilstrækkelige erfaringer med betonmaster til, at den herved påregnede besparelse kan anses for sikker, og man mener heller ikke, at muligheden for, at det kan blive nødvendigt at udstyre i hvert fald en del af strækningerne med kompensationsudrustning, kan udelukkes. Af disse grunde ønsker gruppen beløbet for køreledningsanlæg forhøjet fra 44000 til 50000 kr./spor-km, medførende en forøgelse for hele studieområdet på 5,0 mill. kr. Endvidere anser gruppen den kalkulerede udgift på ialt 8,5 mill. kr. for sporarbejder m. m. i studieområdet for alt for lavt ansat, da den bygger på foreløbige overslag, og en mere indgående detailprojektering erfaringsmæssigt ofte viser nødvendigheden af mere omfattende arbejder end først antaget. Gruppen ønsker derfor dette beløb forhøjet med 10 mill. kr. Endelig finder gruppen det ikke berettiget helt at se bort fra udgifter til svagstrømsledninger nødvendige for den elektriske banedrift samt til ændringer af eksisterende svagstrømsledninger, og man henviser til, at i forannævnte norske stortingsproportion indgår disse udgifter gennemgående med ca. 30000 kr./spor-km. Selv om udgiften hos os vil blive væsentlig mindre, da en stor del af kabelnedlæggingerne vil blive udført uafhængigt af en elektrificering, vil denne dog fremskynde og forøge dette arbejde, og gruppen finder det nødvendigt hertil at beregne mindst ca. 6000 kr./spor-km eller 5 mill. kr. for studieområdet. Gruppen ønsker altså, at det beregnede totalbeløb forøges fra 65 til 85 mill. kr., og man nærer endda stærk tvivl om, at dette vil være tilstrækkeligt til at dække de virkelige udgifter til faste elektrificeringsanlæg i studieområdet.



## Udvidelse af elværkerne.

Som foran beregnet er maksimalbelastningen for studieområdet som helhed ca. 20000 kW, hvilket er målt på omformerstationernes tilgangsside. Denne belastning må som nævnt regnes at falde sammen med værkeres øvrige spidsbelastning og kræver altså en forøget maskinkapacitet. Regnes med en maskinreserve i værkerne på 17%, bliver den fornødne kapacitetsforøgelse  $20000/0,83 = 24000$  kW. For de mest moderne værker kan regnes med en anlægspris på 650 kr. pr. kW leveret på omformerstationernes højspændingsside (se litt. n. 13), og den omhandlede udvidelse vil altså kræve en investering på  $24000 \cdot 650 =$  ca. 16 mill. kr. Ifølge B- og C-gruppens data bliver investeringen henh. 12 og 21 mill. kr.

Det kan diskuteres, om denne kapital bør medtages ved en sammenligning mellem de forskellige traktionsformers investeringskrav, for ganske vist er det en samfundsmæssig investering, men det er dog ikke banerne, der skal fremskaffe denne kapital, og elværkerne må alligevel i disse år foretage så store udvidelser (til op mod 200 mill. kr. om året) for at dække det stigende forbrug, at baneelektrificeringens krav vil være ret beskedne i sammenligning dermed. Beløbet skal derfor opføres separat i de følgende samlede opgørelser. Forrentning og afskrivning af dette beløb er inkluderet i strømprisen.

Det kan i denne forbindelse bemærkes, at det foran beregnede årsforbrug for samtlige hovedbaner, 217 mill. kWh, udgør 7% af elværkeres samlede årsproduktion i 1954, idet denne var ca. 3000 mill. kWh. For stambanerne alene er foran beregnet 144 mill. kWh eller knap 5% af værkeres årsproduktion. Disse procenter må antages fremtidig at falde noget, da banetrafikken selv i gunstigste tilfælde ikke kan forventes at stige i samme tempo som elværkeres produktion. Dog må på den anden side bemærkes, at de eventuelle elektriske baners strømforbrug sikkert vil vokse som følge af stigende toghastigheder.

## Andre faste anlæg.

De nye traktionsmidlers indførelse i større omfang vil medføre en del ændringer i banernes værksteds- og remiseanlæg m. m. Udvalget har ikke foretaget en indgående undersøgelse heraf, da disse forhold næppe kan få større indflydelse på valget af traktionsform. Der foretages til stadighed ændringer og moderniseringer af værkstederne, nye værktøjsmaskiner anskaffes o. s. v., og anlæggene vil gradvis blive afpasset til de nye krav. Alt i alt skulle der ved dampdriftens ophør indvindes en del værkstedsplads samt frigøres betydelige arealer brugt til kul- og vandforsyningsanlæg, og dette skulle medføre visse indtægter. Der må dog på den anden side lægges stor vægt på indførelsen af fuldt moderne værkstedsanlæg for vedligeholdelsen af de nye traktionsmidler, og der er derfor enighed i udvalget om i regnskaberne at opføre rundelige beløb hertil, i studieområdet anslået til 3 mill. kr. for eldriften og 4 mill. kr. for dieseldriften. Differencen

mellem disse beløb skulle svare til værkstedsarbejdet med selve dieselmotorerne, idet alt det øvrige arbejde bliver ret ens for begge traktionsformer.

Det er endvidere under udvalgets forhandlinger blevet hævdet, at ved indførelsen af total dieseldrift enten i det ene eller begge distrikter bør banerne bygge tankanlæg til oplagring af 1 års forbrug af brændselsolie for at være sikret under pludselig opståede forsyningsvanskeligheder. Det drejer sig ifølge tabel 18, side 75, om 21,1 mill. ltr. eller ca. 18000 t for 1. distrikt og 36,7 mill. ltr. eller 32000 t for 2. distrikt, ialt 50000 t for de her betragtede hovedbaner, hvortil kommer ca. 10000 t for sidebaner og rangering. Prisen for sådanne tankanlæg (beliggende på banernes egne arealer) vil formentlig være omkring 6 mill. kr., heraf 2 mill. kr. i 1. distrikt og 4 mill. i 2. distrikt. Udvalget ønsker ikke at udtale sig om, hvorvidt Statsbanerne i givet fald bør oprette så store tankanlæg for egen regning, men man har dog fundet det rigtigst at medtage beløbene hertil i kapitalregnskabet og ligeledes deres forrentning og afskrivning i driftsregnskabet. Det bemærkes, at selve oliemængden, der kan rummes i disse tanke, repræsenterer en langt større kapital, men der er enighed om ikke at regne med nogen renteudgift herfor, da olieprisen i driftsregnskaberne er importørernes salgspris, og banerne formentlig ville kunne opnå lavere indkøbspriser ved selv at importere olie i store partier.

### Priser på traktionsmateriel.

For MY-loko er der regnet med prisen på de i 1954 ordrede 20 lokomotiver og for Mo-vogne med prisen på de i 1954 leverede vogne. For elloko er der regnet med det laveste af de tilbud, som udvalget på basis af de foran omtalte specifikationer har indhentet hos en række udenlandske lokomotivfabrikker, og som var gældende for en leverance på 50 stk. ved ordreafgivelse inden udgangen af 1954. Ialt skal der regnes med de i tabel 21 opførte priser.

Med hensyn til lokomotivernes størrelse og øvrige data henvises til s. 59—63. Da prisforskellen mellem diesel- og elloko er af særlig betydning for under-

**Tabel 21.**

**Priser på traktionsmateriel (1954).**

Type	ekskl. varmekedel	inkl. varmekedel
Damploko type 2C1 .....	0,80 mill. kr.	
do. - 1C1 .....	0,60 - -	
Elloko - B <sub>0</sub> -B <sub>0</sub> (16 <sup>2</sup> / <sub>3</sub> Hz).	1,20 - -	1,28 mill. kr.
Dieselloko type A1A-A1A .....	1,42 - -	1,50 - -
800 hk elmotorvogn .....	0,76 - -	0,80 - -
500 hk dieselmotorvogn.....	0,86 - -	0,90 - -

søgelsen, har man søgt at kontrollere den ved at få tilbudene udspecificeret i lokomotivets og maskinanlæggets hovedbestanddele. Det viser sig, at dieselmotor plus generator koster omkring 50000 kr., men at elektrolokomotivets større og kraftigere vekselstrøms-banemotorer koster op mod 20000 kr. mere end diesellokomotivets jævnstrømsmotorer, hvortil kommer ellokoets højspændings-, transformator- og afbryderanlæg til ca. 150000 kr., altså 150000 kr. merpris på diesellokomotivets side. Hertil kommer så de lidt større bogier med 2 ekstra hjulaksler, hvorved den samlede prisforskel på 220000 kr. synes at være rimelig.

For de nuværende damplokomotiver, hvormed der skal sammenlignes, kendes de oprindelige anskaffelsespriser i det tidligere og langt lavere prisniveau. I sammenligningen regnes der med denne oprindelige anskaffelsespris.

### **Vedligeholdelses- og remiseudgifter.**

For de nuværende damploko i studieområdet har man foretaget en nøjagtig opgørelse over alt vedligeholdelsesarbejdet, som er blevet foretaget dels i centralværkstederne og dels på de forskellige depoter i en 5-årig periode, 1948—53, dog med fradrag af større hovedreparationer foretaget på lokomotiver, der var over den normale aldersgrænse. Omregnet til 1954-prisniveau og med et tillæg på 25% for generalomkostninger findes en gennemsnitlig udgift på 50 øre pr. tog-km. For de eventuelle nye damploko af moderne konstruktion antages dette tal at kunne reduceres til 40 øre/tog-km. En nøjagtig opgørelse af vedligeholdelsesudgifterne for 4 damploko litra E (foretaget for at sammenligne med MY-loko) har vist, at dette tal (40 øre) må anses for at være meget rigeligt anslået.

En lignende opgørelse er foretaget for Mo-vognene og viser for disse en gennemsnitlig vedligeholdelsesudgift på 32 øre/tog-km inklusive generalomkostninger.

For de omhandlede elloko af B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub>-type skal der her regnes med en vedligeholdelsesudgift på 30 øre/tog-km, hvilket svarer til den fra Sverige opgivne gennemsnitlige udgift for en række forskellige lokomotivtyper. For det i Sverige mest anvendte loko, kobbelstanglokomotivet type D og Da, opgives ligeledes ca. 30 d. øre/tog-km, inkl. generalomkostninger, men ekskl. remiseudgifter, og der er næppe tvivl om, at et moderne B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub>-loko kan komme ned på i hvert fald samme udgift.

For MY-lokomotivet har Mr. McGee (se betænkningens 2. del, s. 116) på grundlag af amerikanske erfaringer anslået vedligeholdelsesudgiften under vore driftsforhold til 27 øre/loko-km i 1952-prisniveau svarende til 32 øre/tog-km i 1954-prisniveau, og inklusive et tillæg på 25% for generalomkostninger fås 40 øre/tog-km, hvilket A-gruppen mener, at der bør regnes med. Tallet står i en passende relation til forannævnte tal for elloko såvel som for Mo-vognene. For de 4 allerede leverede MY-loko har man under det første års intensive drift haft vedligeholdelsesudgifter på under 12 øre/tog-km, idet der overhovedet

ikke har været maskinskader af nogen art, men heller ingen hovedeftersyn, da disse kun skal foretages med 3—4 års mellemrum for banemotorer og 8—10 års mellemrum for dieselmotor og hoveddynamo m. m. Når der regnes med 40 øre, haves der således en betydelig sikkerhed over for en stigning i vedligeholdelsesarbejdet, efterhånden som lokomotiverne bliver ældre.

For elektriske motorvogne har man anslået vedligeholdelsesudgiften til 25 øre/tog-km i rimeligt forhold til udgiften 32 øre/tog-km for dieselmotorvogne. Tallet 25 øre/tog-km er i øvrigt noget lavere end de opgjorte udgifter for S-banens motorvogne, som dog er i en speciel og særlig forceret drift.

Ved remiseudgifter forstås vandforsyning, fyrrensning og kedeludvaskning ved damplokomotiverne samt sandforsyning, smøring og rengøring af alle traktionsmidlerne. Disse udgifter har man for dampdriften kunnet opgøre ret nøjagtigt, og de lader sig også bedømme for de nye traktionsmidler. Her er tale om en stor procentvis besparelse, og hertil kommer en besparelse som følge af den lettere renholdelse af såvel personvognsmateriel som banegårdshaller m. m., efterhånden som dampdriften ophører. Udgiften hertil skal derfor medtages i driftsregnskaberne, dog som en særlig post og ikke medregnet i traktionsmidlernes remiseudgifter.

Alt i alt skal der regnes med de i tabel 22 angivne tal for traktionsmateriellets vedligeholdelses- og remiseudgifter gældende både for 1. og 2. distrikt.

**Tabel 22.**

**Vedligeholdelses- og remiseudgifter pr. tog-km (A-gruppens data).**

Type	Vedligeholdelse	Remiseudg.	Ialt
	øre/tog-km		
Nuværende damploko . . . . .	50	20	70
Nye damploko . . . . .	40	12	52
Dieselloko . . . . .	40	8	48
Elloko . . . . .	30	4	34
Dieselmotorvogne . . . . .	32	4	36
Elmotorvogne . . . . .	25	2	27

De her angivne vedligeholdelsesudgifter for de nye traktionsmidler kan kun være omtrentlige, da tilstrækkelige erfaringer med dem under vore forhold endnu ikke foreligger. Tallene skal betragtes som gennemsnitsværdier over de forskellige typers påregnede levetider, som er angivet i det følgende. Normalt vil udgiften være noget lavere til at begynde med og stigende med alderen. Det gælder tillige for næsten alle traktionsmidler, at de meget vel kan holdes i drift betydelig længere end den oprindelig påregnede levetid, men kun på bekostning af en væsentlig stigning i den årlige vedligeholdelsesudgift.



Udgifter til rengøring og vedligeholdelse af ankomsthaller og remiser i studieområdet er for den nuværende driftsform opgjort til ca. 0,30 mill. kr./år og for udvendig rengøring af personvognsmateriel ca. 0,5 mill. kr., ialt 0,8 mill. kr./år. Denne udgift antages ved overgangen til total eldrift at reduceres til det halve, altså 0,4 mill. kr./år, medens der regnes med 0,5 mill. kr./år for total dieseldrift. For 2. distrikt findes de tilsvarende tal til 1,2 mill. kr. for dampdriften, 0,6 for eldrift og 0,7 mill. kr. for dieseldrift.

For betjening og vedligeholdelse af omformer- og koblingsstationer regnes ifølge regeringsråd Thelander med en årlig udgift på ialt 380000 kr. for studieområdet (se 2. del, s. 55 og 85). En vigtigere post er vedligeholdelsen af køreledningsanlæggene, som af Thelander (2. del, s. 85) på basis af svenske erfaringer beregnes til ca. 500 d. kr. pr. km elektrificeret spor, medens der fra Tyskland og Svejts opgives henholdsvis 2600 og 1600 kr. pr. km elektrificeret spor. I betragtning af de højere udgifter i andre lande har A-gruppen ikke fundet det forsvarligt at regne med det langt lavere tal opgivet fra Sverige, men har ansat udgiften til 1000 kr./spor-km, gældende både for den nuværende trafik og for de senere betragtede fremtidige trafikforhold.

#### *Bemærkninger.*

»Der er enighed i udvalget om at regne med det angivne tal 30 øre/tog-km for vedligeholdelsesudgiften til elloko. Derimod er der divergerende meninger om vedligeholdelsesudgiften til dieselloko.

B-gruppen mener, at det foran anslåede tal 40 øre/tog-km for dieselloko bør forhøjes til 55 øre/tog-km, idet foreliggende oplysninger fra 30 amerikanske jernbaneselskaber giver dette tal, når det omregnes til danske forhold efter samme metode som anvendt af Mr. McGee i hans rapport (2. del, s. 116), og der adderes et passende tillæg for generalomkostninger. Det drejer sig her om lokomotiver, der gennemsnitligt var ca. 5 år gamle, og gruppen gør opmærksom på, at en undersøgelse i Amerika (Railway Age 8-2-1954, litt. b. 13) har vist, at vedligeholdelsesudgifterne for dieselloko vokser stærkt med alderen og i det mindste er dobbelt så store for 10 år gamle lokomotiver som for helt nye. Gruppen bemærker endvidere, at ifølge U.I.C.-report af juni 1954 (udarbejdet som vejledning for den europæiske ministerkonference for transportanliggender) kan lokomotivdieselmotorers gennemsnitlige levetid højst anslås til 15 år, og skal dieselmotorerne således fornys en gang i løbet af diesellokomotivernes påregnede levetid på 25 år, vil alene udgiften hertil fordelt over lokomotivets hele levetid beløbe sig til mindst 10 øre/tog-km. Endelig hævder gruppen, at man i Danmark ikke vil kunne opnå et så stort antal tog-km mellem hovedeftersynene som i Amerika, idet betingelsen herfor er, at en væsentlig del af de mindre reparationer kan udføres ved simpel udskiftning med originale reservedele, men dette vil ikke kunne gøres i samme omfang som i Amerika på grund af reservedelens højere pris herhjemme. Af disse grunde mener gruppen, at det nævnte tal, 55 øre/tog-km, for vedligeholdelsen af dieselloko ikke på nogen måde kan anses for at være for højt. Dette tal såvel som det benyttede tal 30 øre/tog-km for vedligeholdelsen af elloko passer i øvrigt

nøjagtigt med opgivelser i »Arb.gemeinschaft Dieselschienenverkehr« (litt. d. 20, s. 100).

C-gruppen mener, at vedligeholdelsesudgiften til dieselloko bør reduceres til 32 øre/tog-km, og at den derved endda vil være meget rigeligt beregnet i betragtning af de langt lavere udgifter, MY-lokomotiverne har vist sig at medføre i det første år. Gruppen bemærker, at ved en bedømmelse af forholdet mellem diesel- og ellokos vedligeholdelsesudgifter må det erindres, at ganske vist er diesellokomotivet forsynet med et kraftaggregat i modsætning til det rent elektriske lokomotiv, men til gengæld er elektrolokomotivet forsynet med transformator og en kompliceret reguleringsanordning for denne, medens vekselstrøms-banemotorerne er mere komplicerede og dyrere at vedligeholde end jævnstrømsmotorerne i diesellokomotivet. Gruppen hævder tillige, at diesellokomotivets 3-akslede bogier giver bedre køreegenskaber og lavere vedligeholdelsesudgifter end elektrolokomotivets 2-akslede bogier. Gruppen henviser til, at de amerikanske lokomotiv-dieselmotorer i de seneste år har gennemgået en skelsættende udvikling netop med hensyn til vedligeholdelsesarbejdet, hvilket f. eks. fremgår af litt. n. 8 (Kettering & Keller). Oplysninger om vedligeholdelsesudgifter for ældre dieselloko kan derfor ikke lægges til grund for kalkulationerne, og det er i øvrigt givet, at diesellokomotiverne i U.S.A. bliver kørt langt hårdere, end de vil blive det under vore forhold. Gruppen anser det for ganske udelukket, at det vil blive nødvendigt at udskifte MY-lokomotivernes dieselmotorer inden for lokomotivernes påregnede levetid, 25 år. Angående den nævnte artikel i R.w. Age (litt. b. 13) bemærker gruppen, at de i denne artikel angivne målinger af vedligeholdelsesudgifter ligger alt for spredt til, at der heraf kan drages bestemte konklusioner om udgiftens stigning med lokomotivets alder.

Angående de årlige vedligeholdelsesudgifter for køreledninger mener B-gruppen, at der bør regnes med det af regeringsråd Thelander angivne tal 500 kr./km, svarende til svenske erfaringer. Gruppen forventer i øvrigt, at vedligeholdelsesudgiften for betonmaster bliver lavere end for stålmaster, og der haves derfor en ekstra sikkerhed, når der regnes med udgiften i Sverige.

C-gruppen mener, at der under hensyn til de langt højere tal som opgivet fra samtlige andre elektrificeringslande bør regnes med 1500 kr./km for vedligeholdelse af køreledningsanlæggene.

### **Udgifter til kørselsmandskab.**

Til kørsel med damptog på de betragtede hovedbaner (som angivet i fig. 2 og tabel 4) i 1. distrikt var der i aug. 1951 ialt beskæftiget 189 lokomotivførere og lige så mange fyrbødere i faste ture foruden 14 af hver i faste vagter for nedbrudsreserve. Ialt kørtes 530000 tog-km med damptogene, og hver (tjenstgørende) lokomotivfører samt fyrbøder kan altså regnes at køre 2620 tog-km

pr. måned, hvilket tal også kan benyttes for det noget reducerede antal tog-km i studieområdet samt for 2. distrikt. Lokomotivførernes gennemsnitlige månedsløn plus alle tjenstlige tillæg var i 1954 ca. 1300 kr. og fyrbødernes ca. 1080 kr. Hertil må regnes et tillæg for ferie og sygdom på 15% for lokoførere og 10% for fyrbødere (d. v. s. personalet må være så meget større), og ialt kan således regnes med en månedlig udgift pr. tjenstgørende lokofører på 1490 kr. og pr. fyrbøder 1190 kr., hvoraf fås pr. tog-km 57 øre for fører og 45 øre for fyrbøder, ialt 102 øre pr. tog-km.

For de nye traktionsformer regnes udelukkende med eenmandsbetjening. Antallet af førere er her bestemt ved, at man af maskinløbsplanen for studieområdet på en hverdag har fundet det samlede antal arbejdstimer som 24 gange antallet af lokomotiver i fast tur minus de forholdsvis få længere ophold, hvor lokomotivet står ubemandet. Heraf findes antallet af lokoførere i fast tur, idet der gennemsnitligt kan regnes med 180 arbejdstimer pr. mand pr. måned, hvortil kommer et antal (ialt 14 mand) i reservevagt. Tabel 23 viser de heraf resulterende antal førere samt udgifter pr. tog-km i de forskellige tilfælde. Tabellen giver tillige antallet af førere (og fyrbødere) pr. lokomotiv i fast tur, hvilket tal er ret oplysende for lokomotivernes udnyttelse. De angivne udgifter pr. tog-km er i det følgende benyttet både for hoved- og stambaner i begge distrikter.

Det ses, at lokoførerne i dampdriften kun kører gennemsnitligt ca. 100 km pr. arbejdsdag og i diesel- og eldriften ca. 120 km pr. arbejdsdag svarende til omkring

**Tabel 23.**

**Tjenstgørende kørselsmandskab i studieområdet. (Hverdagstrafik).**

Traktionsmiddel	Antal tjenstgørende	Tog-km pr. måned pr. mand	Udgift pr. tog-km (1954)	Antal loko i fast tur	Antal førere pr. loko
			øre/km		
<i>Nuværende damploko.</i>					
Førere . . . . .	150	2620	57	56	2,7
Fyrbødere . . . . .	150	2620	45		
Ialt . . . . .	300		102		
<i>Nye damploko.</i>					
Fører og fyrbøder . . . . .	2 · 136	2900	92	45	3,0
<i>Diesel- og elloko.</i>					
Førere . . . . .	127	3100	48	34	3,7
<i>Motorvogne.</i>					
Førere . . . . .	61	3550	42	21	2,9



3 timers planmæssig togkørsel. Disse tal forekommer umiddelbart at være lave, men angives ikke at kunne blive væsentlig højere på grund af jernbanedriftens særlige forhold.

### Brændsels- og elektricitetspriser.

I nærværende afsnit skal der regnes med de gennemsnitlige brændselspriser for året 1954, lige som alle andre priser er angivet i 1954-prisniveau. Brændselspriserne mulige fremtidige udvikling, som kan få stor indflydelse på de her opstillede sammenlignende kalkulationer, er nærmere diskuteret i afsnit VII.

Som gennemsnit for 1954 betalte Statsbanerne følgende priser for lokomotivkul og brændselolie til dieseldriften (såkaldt »gasolie«):

Lokomotivkul . . . . .	115 kr./t	(af ca. 7000 kcal/kg)
Gasolie . . . . .	21 øre/ltr.	(af ca. 8400 kcal/ltr.)

Det er blevet oplyst over for udvalget, at Statsbanerne forsøgsvis har anvendt den noget billigere »diesellole« til 19 øre/ltr. (1954-pris), men udvalget finder dog, at det endnu er for tidligt at regne med denne billigere oliesort, da det endnu ikke vides med sikkerhed, om den ikke i det lange løb vil give anledning til større vedligeholdelsesudgifter.

Den strømpris, der skal regnes med i kalkulationerne, har man søgt at bestemme som den faktiske produktionspris for de mest moderne værker her i landet i 1954 uden tillæg for ekstraordinære afskrivninger og lignende. Prisen beregnes som summen af brændsels-, kapital- og administrationsudgifter, hvorved brændsels- og administrationsudgiften baseres på 1954-priser, medens der for kapitaludgiften dog regnes med de offentliggjorte tal for de store elværkers seneste udvidelser, da det findes rimeligt, at strømprisen for den elektriske banedrift skal svare til de elværksudvidelser, som elektrificeringen vil kræve, og som ellers ikke havde været nødvendige. Ved denne beregningsmåde skulle kapitaludgiften altså ligge fast for en længere årrække (lige som tilfældet er med traktionsmidlerne), medens de andre faktorer, der har indflydelse på strømprisen, kan varieres.

For Kyndby elværk, der i dag er landets mest økonomiske, var gennemsnitsprisen for brændsel i 1954 ifølge elektricitetsværkernes statistikker 8,91 kr. pr. 10<sup>6</sup> kcal, og kalorieforbruget var 3203 kcal/kWh af værk. Regnes med 5% tab i højspændingsnettet, bliver kalorieforbruget 3370 kcal pr. kWh leveret til omformerstation. Anlægsprisen for moderne elværker iberegnet højspændingsledninger kan som foran omtalt (s. 85) anslås til 650 kr. pr. kW leveret fra højspændingsnettet. Udnyttelsestiden regnes ligeledes som foran til 3600 timer/år og maskinreserven til 17%. Endvidere regnes forrentningen til 6% p. a. og afskrivningstiden til 20 år, hvilket svarer til en annuitetsprocent på 8,7. Endelig kan udgiften til administration, betjening og vedligeholdelse anslås til 0,6 øre/kWh.

I alt fås således følgende prisberegning pr. kWh leveret til omformerstation:



Brændsel	$3370 \text{ kcal} \dot{\text{a}} \frac{891}{10^6} \text{ øre}$	= 3,00 øre/kWh
Kapitaludgift	$\frac{650 \cdot 8,7}{3600 \cdot 0,83}$	= 1,90 —
Administration m. m.		0,60 —
		Ialt 5,50 øre/kWh

Denne beregningsformel tillader på simpel måde at bedømme strømprisens mulige ændringer med varierende kalorieforbrug, brændselspris samt udnyttelsestid, hvorom nærmere i afsnit VII. Det bemærkes, at strømleverancerne fra Sverige i almindelighed ikke vil muliggøre nogen reduktion af den således beregnede strømpris, da selve prisen på den svenske strøm ligger ret nær ved brændselsudgiftens andel i den danske strømpris, medens kapital- og administrationsudgifter bliver omtrent de samme i begge tilfælde.

Ved en eventuel elektrificering i 2. distrikt må der regnes med en noget højere strømpris på grund af elværkernes mindre fremskredne modernisering i Jylland og Fyn. Forskellen anslås til 1 øre/kWh, og der skal altså regnes med en strømpris på 6,5 øre/kWh for 2. distrikt.

Udvalget anser det for nødvendigt, at der inden påbegyndelsen af elektrificeringsarbejder tilsikres Statsbanerne en garanti fra elværkerne i alle dele af landet for, at prisen for strømleverancer til den elektriske banedrift vil blive beregnet som værkernes rene produktionspris.

#### *Bemærkninger.*

»C-gruppen ønsker at fremhæve, at anvendelsen af »dieselolie« allerede kan siges at være tilstrækkelig gennemprøvet i Mo-vogne til, at der fremtidig kan regnes med den, også i MY-lokomotiverne. Da kalkulationerne i dette afsnit kun omfatter 1954-forhold, er gruppen dog indforstået med, at der her regnes med »gasolie« til 21 øre/ltr.

Angående elektricitetsprisen afviger B- og C-gruppens bedømmelser noget fra foranstående beregning som følge af de forskellige udnyttelsestider, grupperne regner med (se s. 81), samt mindre afvigelser i bedømmelsen af kalorieforbruget og administrationsudgifterne. B-gruppen mener, at produktionsprisen for de pågældende elværker i 1954 kan ansættes til 5,0 øre/kWh i 1. distrikt og 6,0 øre/kWh i 2. distrikt, og at der bør regnes med disse tal i kalkulationerne.

C-gruppen ansætter produktionspriserne til 6,0 øre/kWh i 1. distrikt og 7,0 øre/kWh i 2. distrikt. Gruppen fremhæver nødvendigheden af, at der fra elværkernes side kan gives en varig prisgaranti som foran omtalt, og henviser til, at f. eks. de hollandske baner i 1954 måtte betale en strømpris på 0,07 fl. = ca. 13 øre/kWh til de elværker, som leverer strømmen, og som banerne er afhængige af«.

## Forrentning og afskrivning.

Der regnes i de følgende kalkulationer med en forrentning på  $4\frac{1}{2}\%$  p. a. af anlægskapitalen for såvel faste anlæg som traktionsmidler, da det er denne rente, der regnes med i Statsbanernes officielle regnskab. Det er dog blevet hævdet af nogle af udvalgsmedlemmerne, at man ved teknisk-økonomiske sammenligninger mellem forskellige driftsformer i dag bør regne med en noget højere rente, som bedre svarer til det virkelige renteniveau i det frie kapitalmarked, og det kan nævnes, at f. eks. de større elværker, der arbejder med privat kapital, for tiden regner med  $6\%$  p. a. (jfr. s. 92). Man har derfor i de følgende opgørelser for studieområdet, tabel 26—27, fornedet tilføjet de slutresultater, man kommer til ved at regne med en rente på  $6\%$  i stedet for  $4\frac{1}{2}\%$ . Det vil ses, at dette i virkeligheden kun har ringe indflydelse på forholdet mellem de forskellige traktionsformers totale årsudgifter.

Forrentning og afskrivning sammenfattes efter annuitetsformlen til en konstant årlig kapitaludgift over anlæggenes og materiellets påregnede levetider. Dette anser udvalget for at være den rigtigste metode at anvende ved sammenligninger mellem forskellige driftsformer, hvor anlæg og maskiner har en konstant brugsværdi, så længe de holdes i funktion og præsterer en konstant årlig driftsydelse. Man har således ikke anvendt de for Statsbanerne gældende bogholderimæssige afskrivningsregler med en konstant årlig afskrivning og faldende renteudgift svarende til den jævnt aftagende restkapital, hvilke regler ville begunstige de ældre traktionsmidler i sammenligningen med de nye. Selv for damplokomotiver, der bogholderimæssigt var fuldt afskrevet, men endnu holdt i drift på det betragtede tidspunkt (1951), skal der her regnes med den fulde kapitaludgift ifølge annuitetsformlen, dog svarende til den oprindelige anskaffelsespris i et langt lavere prisniveau end det nuværende. Ved en uændret fortsættelse af den nuværende dampdrift burde der i sammenligningen snarest regnes med damplokomotivernes genanskaffelsespris i nuværende prisniveau, da de fleste af dem snart måtte fornyes, men dette tilfælde ligger ikke for, da dampdriftens eventuelle fortsættelse behandles under tilfældet »moderniseret damp- og motorvognsdrift«, og her drejer det sig udelukkende om nye lokomotiver til dagspris.

Da således både vedligeholdelsesudgifter og kapitaludgifter indgår i kalkulationerne som gennemsnitsværdier inden for de forskellige traktionsmidlers påregnede levetider, giver de opstillede kalkulationer udtryk for de gennemsnitlige driftsudgifter over en længere årrække (forudsat konstant prisniveau) og ikke netop for den øjeblikkelige regnskabsmæssige forbedring ved overgangen til ny traktionsform.

Afskrivningstiderne, som sættes lig med de påregnede levetider for de forskellige anlæg og traktionstyper, må betragtes i sammenhæng med de årlige vedligeholdelsesudgifter som foran omtalt, men de er tillige fastlagt under hensyn til de fornyelseskrav, som den videre udvikling kan medføre. Gennemgående kan der for de faste anlæg som bygninger, værksteder, sporarbejder og køreledninger regnes med længere levetider end for traktionsmateriellet, da der ikke er så stor chance for, at de senere skal ændres. I mange tilfælde svarer vedligeholdelsesudgifterne til en kontinuerlig fornyelse af hele anlægget, hvorved levetiden teore-

tisk er ubegrænset, og i andre tilfælde (f. eks. sporsænkninger og værkstedsændringer) drejer det sig om engangsudgifter, hvorved »levetiden« må forstås som tiden, indtil disse anlæg igen skal ændres svarende til helt nye formål eller eventuelt nedlægges. Da man altid i nogen grad bør regne med disse muligheder, skal der her højst regnes med en levetid på 60 år.

For køreledningsanlæg regnes der ifølge »Economic Commission for Europe Inland Transport Committee« (E.C.E.) i de forskellige europæiske elektrificeringslande med levetider varierende mellem 30 og 67 år, hvorved den højere grænse formentlig må forudsætte noget højere vedligeholdelsesudgifter. Nogen større risiko for, at køreledningsanlæggene senere må bygges helt om, synes der ikke at være, men da vedligeholdelsesudgifterne som foran nævnt er ansat lavt i forhold til de fleste andre lande, bør levetiden også sættes forholdsvis lavt, og der skal her regnes med 40 år.

For damplokomotiverne regner Statsbanerne normalt med en levetid på 40 år, hvilket lokomotiverne har vist sig i praksis at kunne opnå uden forøgelse af de foran angivne gennemsnitlige vedligeholdelsesudgifter. For de nye traktionsmidler synes det dog nødvendigt at regne med væsentlig kortere levetid under hensyn til de stigende krav til hastighed og hestekraft samt de foreliggende muligheder for fremkomsten af nye og mere effektive typer. Der er således enighed i udvalget om for dieselmateriel at regne med 25 års levetid. For elektriske lokomotiver regnes der i europæiske lande (ligeledes ifølge E.C.E.) med levetider fra 30 til 50 år. A-gruppen har her ønsket at regne med den lavere grænse, 30 år, under hensyn til den fortsatte tekniske udvikling på dette område. Differencen mellem de således ansatte levetider for diesel- og elloko er motiveret

**Tabel 24.**

**Afskrivningstider og annuitetsprocenter.**

Anlægsdel	Påregnet levetid	Annuitetsprocent ved	
		rente 4½%	rente 6%
	år	%	%
Sporsænkninger og lignende arbejder ved elektrificering .....	60	4,81	6,18
Bygninger .....	50	5,06	6,36
Køreledningsanlæg, svagstrømsledninger, værkstedsudstyr .....	40	5,44	6,65
Elektrisk maskineri og apparatur f. omformerstationer .....	30	6,14	7,28
Tankanlæg .....	25	6,75	7,83
Nuværende damploko .....	40	5,44	6,65
Nye — .....	35	5,74	6,90
Elloko og -motorvogne .....	30	6,14	7,28
Dieselloko og -motorvogne .....	25	6,75	7,83

**Tabel 25.**  
**Bedømmelsen af diverse data (studieområdet).**

Betegnelse	Thelander (1953)	McGee (1952)	Udvalget (1954-priser)		
			A-gr.	B-gr.	C-gr.
<i>Omformer- og koblingsstat.</i>					
1) samlet pris i studieområdet .....	16,50 m. kr.		19,0	17,3	19,0
2) levetid f. omform. ....	30 år	ca. 20 år	30	40	30
<i>Køreledningsanlæg.</i>					
3) pris pr. km elektrificeret spor .....	38500 kr.	—	44000	40000	50000
4) årlig vedligeholdelse pr. km .....	520 kr.	1800 kr.	1000	500	1500
5) levetid .....	40 år	ca. 20 år	40	40	40
<i>Sporarbejder.</i>					
6) pris pr. km elektrificeret spor .....	8000 kr.	—	10000	9000	22000
<i>Faste elektr. anlæg ialt.</i>					
7) pris pr. km hovedspor	90000 kr.	135000 kr.	110000	100000	140000
<i>Elloko.</i>					
8) pris pr. stk. ....	1,01 m. kr.	1,61 m. kr.	1,28	1,28	1,28
9) vedl.- og remiseudg. pr. tog-km .....	19 øre	34 øre	34	34	34
10) levetid .....	30 år	ca. 20 år	30	40	25
<i>El. motorvogne.</i>					
11) pris pr. stk. ....	0,73 m. kr.	0,75 m. kr.	0,80	0,80	0,80
12) vedl.- og remiseudg. pr. tog-km .....	28 øre	29 øre	27	27	27
13) levetid .....	30 år	ca. 20 år	30	30	25
<i>Dieselloko.</i>					
14) pris pr. stk. ....	1,80 m. kr.	1,80 m. kr.	1,50	1,50	1,50
15) vedl.- og remiseudg. pr. tog-km .....	50 øre	41 øre	48	63	40
16) levetid .....	25 år	ca. 20 år	25	25	25
17) kørselsbetjening .....	2-mand	1-mand	1-mand	1-mand	1-mand
<i>Dieselmotorvogne.</i>					
18) pris pr. stk. ....	0,85 m. kr.	0,85 m. kr.	0,90	0,90	0,90
19) vedl.- og remiseudg. pr. tog-km .....	42 øre	43 øre	36	36	36
20) levetid .....	25 år	ca. 20 år	25	25	25
<i>Elektricitetsforbrug.</i>					
21) pr. 1000 btkm ekskl. togopvarmning .....	36 kWh	40 kWh	35	32	44
22) pris pr. kWh .....	4,06 øre	8,57 øre	5,5	5,0	6,0
<i>Brændselolieforbrug.</i>					
23) pr. 1000 btkm ekskl. togopvarmning .....	9,8 ltr.	7,1 ltr.	8,1	8,1	8,9
24) pris pr. ltr. ....	21 øre	20 øre	21	21	21



Noter til tabel 25.

Punkt	Thelander		McGee	
	2. del side	bemærkning	2. del side	bemærkning
1	53	16,495 mill. d. kr.		
2	54	levetid 30 år, rente 4%	113	rente 4½% og kapitaludgift 8% svarende til afskrivningstid ca. 20 år.
3	83	37,66 mill. d. kr. for 977 km uden kompensationsudrustning.		
4	85	507000 kr. for 977 km.	118	2,16 mill. kr. for 1000 km inkl. vedligeholdelse af omformerstationer.
5	84	40 år	113	ca. 20 år, se punkt 2.
6	84	7,7 mill. kr. for 977 km.		
7		61,86 mill. kr. for 695 km.	121	100 mill. kr. for 738 km.
8	31	1C1-loko 750000 sv. kr. · 1,35 = 1,01 mill. d. kr.	120	B <sub>0</sub> -B <sub>0</sub> -loko, tidligere pris.
9	39	18 øre/loko-km + ca. 1 øre for smøring	112	vedligeholdelse, service, smøring og vandforsyning.
10	36	30 år	113	ca. 20 år
11	31	540000 sv. kr.	120	750000 d. kr.
12	40	28 øre/km	112	vedligeholdelse, service, smøring.
13	37	som for elloko	113	ca. 20 år
14	34	MY-loko, tidligere pris.	120	MY, tidligere pris.
15	40	Vedl. 44 øre som for damploko, smøring 6 øre.	112	vedligeholdelse, service, smøring, vand.
16	36	25 år	113	ca. 20 år
17	68	2-mand som ved damploko, se også følgende s. 103	118	1-mand
18	34	850000 d. kr.	120	850000 kr.
19	40	vedl. 40 øre/km, smøring ca. 2 øre	112	vedligeholdelse, service, smøring, vand.
20	37	som for dieselloko	113	ca. 20 år
21	44	togkørsel 81 mill. kWh, tograngering 3, ialt 84 mill. kWh for 2311 mill. btkm.	117	40 kWh for lokotrukne tog; for motorvognstog fås samme tal, når btkm regnes inkl. motorvogne.
22	60, 87	ved kulpris 100 kr./t, se også følgende s. 103	117	tallet stammer fra S-banen 1950, se også side 105
23	46	1 kWh regnes at svare til 0,23 kg olie = 0,27 ltr.	117	7,5 ltr. for lokotrukne tog inklusive opvarmning. Mid-del for alle tog 7,7 ltr/1000 btkm inklusive og 7,1 ltr. eksklusive opvarmning.
24	61	ved kulpris 100 kr./t regnes med oliepris 245 kr./t = 21 øre/ltr.	117	20 øre/ltr.

ved sidstnævntes større hestekraft og deraf følgende større tilpasningsmuligheder til fremtidens øgede krav. I alt regnes med de i tabel 24 angivne afskrivningstider og annuitetsprocenter.

#### *Bemærkninger.*

»B-gruppen ansætter levetiden for det påregnede  $16\frac{2}{3}$ -Hz-elloko til 40 år i betragtning af dette lokomotivs rigelige hestekraft og gennemprøvede konstruktion. Ligeledes ansætter gruppen levetiden for de roterende omformere til 40 år, da man i Sverige allerede har over 30 års erfaring med dem og regner med, at de kan køre længe endnu uden væsentlige fornyelser. Gruppen går dog med til at regne med 30 år for elektriske motorvogne.

C-gruppen bemærker, at levetiden 25 år for dieselloko og -motorvogne er lavt ansat i forhold til materiellets virkelige holdbarhed, idet f. eks. lyntogene allerede har kørt i 20 år (fraregnet besættelsestiden) og sikkert vil kunne køre 20 år endnu, om så ønskes. Den regnskabsmæssige afskrivningstid for Statsbanernes dieselmateriel er i øvrigt 40 år. Gruppen er dog enig i, at der i de foreliggende kalkulationer bør regnes med 25 års levetid under hensyn til muligheden for fremkomsten af forbedrede typer, men gruppen mener, at dette hensyn gør sig lige så stærkt gældende for det elektriske traktionsmateriel som for dieselmateriellet, og at man derfor også for elloko og -motorvogne bør regne med 25 års levetid«.

### **Oversigt over data, der bedømmes forskelligt af udvalgsmedlemmerne samt af udvalgets konsulenter.**

I tabel 25 er givet en oversigt over de data, hvorom der er meningsforskelle hos de forskellige medlemsgrupper samt hos udvalgets konsulenter, regeringsråd Thelander og Mr. McGee. McGee's prisangivelser er i 1952-prisniveau, Thelanders i 1953- og udvalgets egne i 1954-prisniveau. Ved sammenligning med konsulentrapporterne (betænkningens 2. del) må tillige bemærkes, at disse bygger på foreløbige opgørelser af trafikmængder og lokomotivantal m. m., som senere er blevet korrigeret og endelig fastlagt som angivet i afsn. III—IV.

### **Samlede opgørelser for studieområdet.**

I tabel 26 er opført samtlige anlægs- og driftsudgifter i studieområdet baseret på A-gruppens data og gældende for 1951-trafikmængder og -toghastigheder (hvilke er ret nær de samme som de nuværende) og for 1954-prisniveau, ligesom der i teknisk henseende kun er regnet med, hvad der var kendt og gennemprøvet praksis i 1954. Tabellen omfatter de 4 tilfælde, nuværende samt moderniseret dampdrift (kombineret med uændret motorvognsdrift), total eldrift og total dieseldrift. Der er i de specificerede driftsudgifter, punkt 6 og 7, regnet med en forrentning på  $4\frac{1}{2}\%$ , men forneden i tabellen er tilføjet de samlede driftsudgifter, man kommer til ved at regne med en forrentning på  $6\%$ .

**Tabel 26.**

**Opgørelse for studieområdet ifølge A-gruppens data. (1951-trafikmængde og -toghastigheder, 1954-prisniveau).**

Udgiftspost	Komb. damp- og motorvognsdrift		Eldrifft	Diesel-drift
	nuvær. loko	nye loko		
<i>Anlægs kapital</i> , mill. kr.				
a) Omformer- og koblingsstationer .			19,0	
b) Køreledningsanlæg . . . . .			37,5	
c) Sporarbejder . . . . .			8,5	
d) Svagstrømsledninger . . . . .			0	
Elektriske anlæg ialt . . . . .			65,0	
Værksteder . . . . .			3,0	4,0
Tankanlæg . . . . .				2,0
Lokomotiver . . . . .	13,0 <sup>1)</sup>	46,2 <sup>2)</sup>	64,0	75,0
Motorvogne . . . . .	24,3	24,3	21,6	24,3
Ialt . . . . .	37,3	70,5	153,6	105,3
Elværkers udvidelse . . . . .			16,0	
<i>Driftsudgifter</i> , mill. kr./år				
1. Betjening og vedligeholdelse af elektriske anlæg . . . . .			1,24	
2. Vedligeholdelses- og remiseudgifter for traktionsmateriel . . . . .	4,22	3,38	2,29	3,19
3. Renholdelse af haller, vogne . . . . .	0,80	0,80	0,40	0,50
4. Kørselsmandskab . . . . .	5,87	5,41	3,34	3,34
5. { Kul . . . . .	10,47	8,86		
{ Elektricitet . . . . .			3,96	
{ Brændselolie . . . . .	0,84	0,84	0,34	3,86
Løbende driftsudgifter ialt . . . . .	22,20	19,29	11,57	10,89
6. Forrentning, afskrivning af faste anlæg (4½% rente) . . . . .			3,74	0,36
7. Do., traktionsmateriel . . . . .	2,35	4,29	5,26	6,70
Ialt . . . . .	24,55	23,58	20,57	17,95
Forholdstal . . . . .	119	115	100	87
<i>6% rente.</i>				
Driftsudgifter ialt . . . . .	24,96	24,37	22,38	19,10
Forholdstal . . . . .	112	109	100	85

<sup>1)</sup> Oprindelig anskaffelsespris for 82 loko. Heraf vil de 26 til en samlet pris af 7 mill. kr. endnu kunne anvendes i en årrække, da de er forholdsvis nye.

<sup>2)</sup> Ved fuldstændig fornyelse, 66 nye loko à gennemsnitligt 0,7 mill. kr.; 20 af disse til 14 mill. kr. kan indtil videre spares ved bibeholdelse af forannævnte 26 nuværende loko.

Det bemærkes, at hvis man indrettede de nye damplokomotiver for oliefyring under anvendelse af svær brændselsolie, som koster ca. 117 kr./t (1954), og som i vægt kun ville kræve  $\frac{2}{3}$  af lokomotivkullene, ville der spares 2,85 mill. kr. på den årlige brændselsudgift. Man har dog ikke taget denne mulighed i betragtning som en ny, almen traktionsform, men det kan fremhæves, at det under nuværende prisforhold vil være fordelagtigt at indføre oliefyring på en del af de damploko, som det vil blive nødvendigt endnu at bibeholde i en kortere eller længere årrække. Fyrbøderen vil ikke kunne spares ved damploko med oliefyring, med mindre der indføres omfattende automatik, hvilket endnu ikke er gennemarbejdet i praktisk drift.

Ved bedømmelsen af diesel- og eldriftens kapitalbehov bemærkes det, at dieselmotorvognene allerede forefindes og kun er medtaget i regnskaberne for fuldstændighedens skyld. Ved elektrificering af studieområdet alene vil dieselmotorvognene her frigøres, men sikkert kunne finde anvendelse på de øvrige banelinier, og det må derfor være berettiget også i dette tilfælde at fradrage den kapital, dieselmotorvognene repræsenterer, 24,3 mill. kr. Ligeledes må det være berettiget at fradrage den kapital, som nødvendigvis måtte anvendes meget snart, hvis dampdriften skulle bibeholdes, nemlig til anskaffelse af 46 nye damploko til ialt 32,2 mill. kr. (se fodnote 2, tabel 26). Fradrages således ialt 56,5 mill. kr., findes den egentlige »moderniseringskapital« for studieområdet til ca. 100 mill. kr. for eldriften og ca. 50 mill. kr. for dieseldriften (A-gruppens tal). Det må dog tilføjes, at denne sammenligning kun gælder det øjeblikkelige kapitalbehov, og at den nærmere må uddybes under hensyn til fremtidigt ændrede trafikmængder og toghastigheder, se afsnit VI.

Det ses af tallene i tabel 26, at dieseldriften i løbende driftsudgifter sparer 11,31 mill. kr. pr. år i forhold til dampdriften, medens kapitaludgiften for diesellokomotiverne er 4,35 mill. kr. større end for damplokomotiverne. Disse tal gælder for dieselloko, der løber 94000 km/år (se tabel 12). Da de løbende driftsudgifter meget nær er proportionale med antallet af tog-km ses det, at diesel- og dampdriftens totale udgifter bliver ens, når diesellokomotiverne løber  $94000 \cdot 4,35 / 11,31 = 36000$  km/år. Dette er væsentlig mere, end hvad der ifølge tabel 14 vil kunne opnås med diesellokomotiver, der anskaffes alene til dækning af højtidstrafikkens spidsbelastninger.

Tilsvarende beregning for eldriften viser, at her kræves kun ca. 25000 km/år, for at anskaffelsen af elloko til højtidstrafikken kan betale sig. I eldriften findes der altså for så vidt en noget stærkere tilskyndelse end i dieseldriften til helt at fortrænge damplokomotiverne, også som reserver.

I tabel 27 er regnskabsopgørelserne baseret på B- og C-gruppens data givet, dog kun for el- og dieseldriften, da grupperne ikke har udtalt divergerende meninger om kalkulationerne af dampdriften og dieselmotorvognsdriften. I tabel 28 er givet de tilsvarende opgørelser udledt af konsulenternes rapporter. Fig. 8 viser en grafisk fremstilling af driftsudgifterne i de forskellige tilfælde.



Tabel 27.

Opførelse for studieområdet ifølge B- og C-gruppens data.

Udgiftspost	B-gruppen		C-gruppen	
	Eldrifft	Diesel- drifft	Eldrifft	Diesel- drifft
<i>Anlægs kapital</i>				
mill. kr.				
a) Omformer- og koblingsstationer	17,3		19,0	
b) Køreledningsanlæg .....	34,0		42,5	
c) Sporarbejder .....	7,7		18,5	
d) Svagstrømsledninger .....	0		5,0	
Elektriske anlæg ialt .....	59,0		85,0	
Værksteder .....	3,0	4,0	3,0	4,0
Tankanlæg .....		2,0		2,0
Lokomotiver .....	64,0	75,0	64,0	75,0
Motorvogne .....	21,6	24,3	21,6	24,3
Ialt .....	147,6	105,3	173,6	105,3
Elværkers udvidelse .....	12,0		21,0	
<i>Driftsudgifter</i>				
mill. kr./år				
1. Betjening og vedligeholdelse af elektriske anlæg .....	0,81		1,67	
2. Vedligeholdelses- og remiseudgifter for traktionsmateriel .....	2,29	3,89	2,29	2,82
3. Renholdelse af haller, vogne ..	0,40	0,50	0,40	0,50
4. Kørselsmandskab .....	3,34	3,34	3,34	3,34
5. { Elektricitet .....	3,30		5,40	
{ Olie .....	0,34	3,86	0,34	4,20
Løbende driftsudgifter ialt .....	10,48	11,59	13,44	10,86
6. Forrentning, afskrivning af faste anlæg (4 1/2% rente) .....	3,31	0,36	4,76	0,36
7. Forrentning, afskrivning af traktionsmateriel .....	4,81	6,70	5,78	6,70
Ialt .....	18,60	18,65	23,98	17,92
Forhold Diesel/Eldrifft .....		100%		75%
6% <sub>0</sub> rente.				
Driftsudgifter .....	20,40	19,80	25,99	19,07
Forhold Diesel/Eldrifft .....		97%		73%

**Tabel 28.**

**Opgørelse for studieområdet ifølge konsulenternes rapporter.**

Grundliggende data	Thelanders rapport (1953)		McGee's rapport (1952)	
Tog-km .....	8,075 · 10 <sup>6</sup>		8,07 · 10 <sup>6</sup>	
btkm .....	2311 · 10 <sup>6</sup>		2285 · 10 <sup>6</sup>	
Længde af hovedspor .....	695 km		738 km	
Sporlængde at elektrificere .....	977 km		1000 km	
Antal loko (henh. el- og dieseldrift) ..	51 — 56		50	
Antal motorvogne .....	25 — 27		27	
Antal rangermaskiner .....	13 — 13			
Udgiftspost	Eldrifft	Diesel-drift	Eldrifft	Diesel-drift
<i>Anlægs kapital</i> , mill. kr.				
a) Omformer- og koblingsstationer .	16,3			
b) Køreledningsanlæg .....	37,7			
c) Sporarbejder .....	7,7			
Elektriske anlæg ialt .....	61,9		100,0	
Værksteder og reservedele .....			4,7	4,2
Toglokomotiver .....	51,5	100,8	80,6	90,0
Motorvogne .....	18,3	23,0	20,3	23,0
Rangermaskiner .....	8,5	9,6		
Elektrisk varmeinstallation .....	13,0			
Ialt .....	153,2	133,4	205,6	117,2
Elværker og højspændingsanlæg (se 2. del, s. 57, 60).....	17			
<i>Driftsudgifter</i> , mill. kr./år				
1. Betjening og vedligeholdelse af elektriske anlæg .....	0,89		2,16	
2. Vedligeholdelses- og remiseudgifter for traktionsmateriel . . .	1,83	3,99	2,63	3,36
3. Renholdelse (ikke medregnet) ..				
4. Kørselsmandskab .....	1,80	4,20	1,61	1,61
5. { Elektricitet .....	3,82		8,07	
{ Brændselsolie .....		5,29	0,22	3,52
Løbende driftsudgifter ialt .....	8,34	13,48	14,69	8,49
6. Forrentning afskrivning af faste anlæg .....	3,15		8,38	0,34
7. Do., traktionsmateriel .....	5,28	8,54	8,07	9,04
Ialt .....	16,77	22,02	31,14	17,87
Forhold Diesel/Eldrifft .....		131%		57%

### Noter til tabel 28.

Der er i begge konsulenternes rapporter regnet med, at Nord- og Kystbanen kan medtages fuldt i elektrificeringen, hvorfor trafikmængder og sporelængder er noget større end i udvalgets kalkulationer. Iøvrigt må følgende punkter bemærkes:

#### *Thelanders rapport.*

1) Rangeringsarbejde er medregnet for 13 rangermaskiner på ca. 700 hk. De præsterer tilsammen ca. 400000 ranger-km pr. år (2. del, s. 30). Til gengæld regnes der med et forholdsvis lavt antal ranger-km for toglokomotiverne, nemlig ialt ca. 250000 km/år eller 5% af antallet af tog-km for lokomotiverne, medens der i udvalgets kalkulationer er regnet med 14%.

2) I den elektriske drift regnes der med elektrisk togopvarmning, hvilket belaster anlægskapital og kapitaludgifter væsentligt. Thelander har imidlertid anset det for rigtigt samtidig med indførelsen af elektrisk banedrift at indføre elektrisk togopvarmning som det mest praktiske på længere sigt. For diesel-driften foreslår Thelander (2. del, s. 69) elektrisk opvarmning for motorvognstogene, men dampopvarmning for de lokomotivtrukne tog.

3) For bedømmelsen af elektricitetsprisen har Thelander givet udførlige kalkulationer (2. del, s. 57—61) af lignende art som udvalgets foranstående kalkulationer (s. 92—93), men baseret på et meget lavt kalorieforbrug i elværkerne. Thelanders kalkulationer former sig som følger, når man regner med prisen 100 kr./t for store dampkul:

Brændselsudgift, korrigeret for tab i højspændingsledninger samt strømleverancer fra Sverige .....	2,11	øre/kWh
Kapital- og administrationsudgifter for kraftværker .....	1,53	—
Kapital- og administrationsudgifter for højspændingsanlæg og transformering .....	0,23	—
Elværkers fortjeneste (2. del, s. 87) .....	0,19	—
	<hr/>	
Ialt .....	4,06	øre/kWh

Hermed er der regnet i tabel 28.

4) For dieselloko regner Thelander med den tidligere pris på MY-loko, 1,80 mill. kr. I opgørelsen tabel 28 er denne pris bibeholdt og ligeledes lokomotiv-antallet, 56 dieselloko mod 51 elloko. Sidstnævnte er kobbelstangloko, type 1C1 til en pris af 1,01 mill. kr.

5) Der er regnet med 2-mands betjening på dieselloko for togtjenesten.

6) Det således i tabel 28 givne uddrag af Thelanders rapport gælder kun for tilfældet uændrede toghastigheder, togantal og trafikmængder (i rapporten kaldet alternativ A), og eldriftens virkelige præstationsmuligheder og økonomiske fordele er herved, ifølge Thelander, stærkt undervurderet, se særlig stykket »Resultatgranskning«, 2. del, s. 92—96. Også diesel-driftens fordele er på visse punkter undervurderet (2. del, s. 93—94), men dog langt fra i samme grad som eldriftens. De i 2. del, s. 96 givne tal for direkte sammenligning mellem diesel-

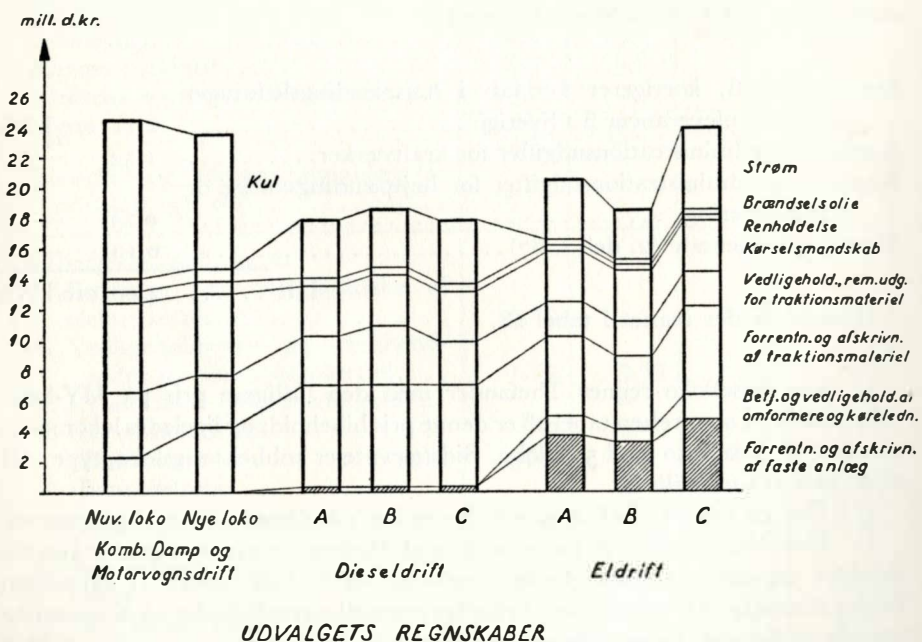
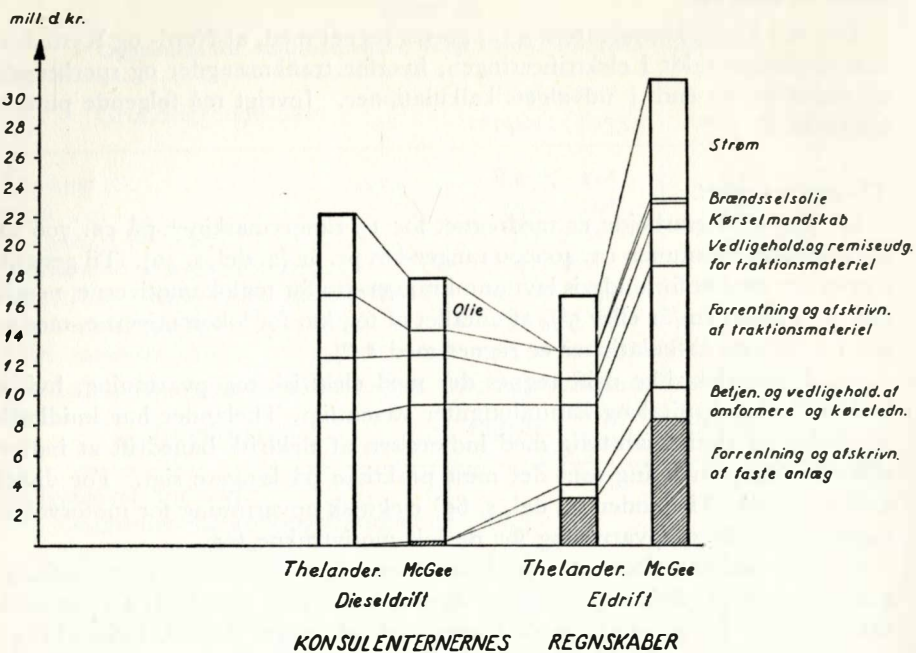


Fig. 8. Driftsudgifter for studieområdet ifølge tabel 26, 27 og 28 (rente  $4\frac{1}{2}\%$ ).



og eldriftens økonomi refererer til alternativ Aa (med kompensationsudrustning) og afviger derfor en smule fra slutsummerne i tabel 28, der gælder for tilfældet Ab (uden kompensationsudrustning).

*McGee's rapport.*

1) Lyntogene, som er medtaget i McGee's kalkulationer, er udeladt af opgørelsen tabel 28.

2) McGee regner summarisk med 8% kapitaludgift, svarende til ca. 20 års afskrivningstid for både faste anlæg og rullende materiel af alle arter. Denne beregningsmåde virker stærkt til ugunst for eldriften, for hvis faste anlæg der bør kunne regnes med væsentlig længere levetider.

3) Elektricitetsprisen er af McGee ansat som prisen for strøm til S-banerne i 1950. I opgørelsen tabel 28 er der regnet hermed.

4) Prisen for MY-loko er den tidligere pris, 1,80 mill. kr. For elloko af type B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub> regner McGee ligeledes med en tidligere pris på 1,61 mill. kr., inkl. varmekedel. McGee regner ved eldriften med dampopvarmning i lokomotivtrukne tog, men elektrisk opvarmning i motorvognstog (i øvrigt samme arrangement, som Thelander foreslår ved dieseldriften).

Thelanders og McGee's kalkulationer har været af stor betydning for udvalget som grundlag for en nøjere gennemgang af de enkelte udgiftsposter. Som det ses, har udvalgets undersøgelser ikke ført til væsentlige ændringer af totalsummerne som opgivet af de to konsulenter på deres respektive specialområder. McGee's totaludgift for dieseldriften ligger således meget nær ved de tre udvalgsgruppers, og Thelanders totaludgift for eldriften passer godt med A- og B-gruppens tal, når man korrigerer udgifterne til kørselsmandskab, som hos Thelander (såvel som hos McGee) er væsentlig for lave, da begge konsulenter her har bygget på foreløbige og utilstrækkelige oplysninger fra udvalget (se 2. del, s. 68 og 118).

### **Opgørelse for hovedbaner i begge distrikter.**

I tabel 29 er givet den tilsvarende opgørelse for samtlige betragtede hovedbaner i begge distrikter baseret på A-gruppens data; gruppe B og C's slutresultater er tilføjet forneden i tabellen.

Som det ses ved sammenligning af tabel 26 og 29 stiller forholdet mellem diesel- og eldriftens totale udgifter sig en smule lavere for samtlige hovedbaner end for studieområdet alene. Forskellen beror hovedsageligt på, at der er regnet med en noget højere strømpris i 2. distrikt, (se s. 93).

Ved bedømmelsen af moderniseringskapitalen i forhold til den kombinerede damp- og motorvognsdrift kan man som for studieområdet fradrage kapitalen or dieselmotorvognene, i dette tilfælde 86 mill. kr., samt for dampdriftens snarlige krav, 137 nye loko til 96 mill. kr. (se fodnote 3 til tabel 29), ialt 182 mill. kr. Den nødvendige ekstrakapital til fuldstændig motorisering af hovedbanerne bliver således ca. 150 mill. kr. og til elektrificering af samme baner ca. 300 mill.

**Tabel 29.**

**Opgørelse for hovedbaner i begge distrikter (1951-trafikmængde og -toghastigheder, 1954-prisniveau).**

Udgiftspost	Komb. damp- og motorvognsdrift		Eldrift <sup>1)</sup>	Diesel-drift
	nuvær. loko	nye loko		
<b>A-gruppens data:</b>				
<i>Anlægs kapital</i> , mill. kr.				
Faste elektr. anlæg (tabel 20) . . . . .			198	
Værksteder . . . . .			9	12
Tankanlæg . . . . .				6
Lokomotiver . . . . .	38 <sup>2)</sup>	143 <sup>3)</sup>	201	234
Motorvogne . . . . .	86	86	77	86
Ialt . . . . .	124	229	485	338
Elværkers udvidelse . . . . .			ca. 50	
<b>Driftsudgifter</b> , mill. kr./år				
1. Betjening og vedligeholdelse af elektriske anlæg . . . . .			3,8	
2. Vedligeholdelses- og remiseudgifter for traktionsmateriel . . . . .	13,8	11,1	7,7	10,5
3. Renholdelse af haller og vogne . . . . .	2,0	2,0	1,0	1,2
4. Kørselsmandskab . . . . .	19,2	17,7	11,1	11,1
5. { Kul . . . . .	32,2	27,6		
{ Elektricitet . . . . .			13,4	
{ Brændselolie . . . . .	3,1	3,1	1,5	12,1
Løbende driftsudgifter ialt . . . . .	70,3	61,5	38,5	34,9
6. Forrentning, afskrivning af faste anlæg (4½% rente) . . . . .			11,4	1,1
Do., traktionsmateriel . . . . .	7,8	14,0	17,1	21,6
Ialt . . . . .	78,1	75,5	67,0	57,6
Forholdstal . . . . .	117	113	100	86
<b>B-gruppens data:</b>				
Driftsudgifter ialt . . . . .	78,1	75,5	61,0	59,8
Forholdstal . . . . .	128	124	100	98
<b>C-gruppens data:</b>				
Driftsudgifter ialt . . . . .	78,1	75,5	77,9	57,5
Forholdstal . . . . .	100	97	100	74

<sup>1)</sup> Dieseldrift på Nordbanen og ved Kystbanens godstrafik.

<sup>2)</sup> Oprindelig anskaffelsespris for 245 loko. Heraf vil de 83 til samlet pris 22 mill. kr. endnu kunne anvendes i en årrække.

<sup>3)</sup> Ved fuldstændig fornyelse, 204 nye loko à gennemsnitligt 0,7 mill. kr. 67 af disse til 47 mill. kr. kan indtil videre spares ved bibeholdelse af forannævnte 83 nuværende loko.

kr. (forudsat at man kunne se bort fra det allerede forhåndenværende dieselmateriel), altså 3 gange så meget som for studieområdet.

Det bemærkes, at hvis man som kontrol på foranstående kalkulation af de løbende traktionsudgifter for hovedbanerne ved nuværende driftsform, 70 mill. kr./år, sammenligner med Statsbanernes årsberetning s. 51, vil man her finde traktionsudgifter for driftsåret 1953/54 angivet under posterne »lokomotivtjeneste« 113 mill. og »værkstedstjeneste« (minus vognmateriel) 42 mill., ialt 155 mill. kr., hvori ikke er medregnet forrentning og afskrivning. Dette højere tal omfatter dog foruden hovedbanerne både sidebaner, rangering, rutebiler og S-baner, hvilket i hovedsagen forklarer differencen. Alene brændselsudgiften indgår i årsberetningen med 60 mill. kr., medens den i tabel 29 er opført med ca. 35 mill. kr. Det er muligt, at forskellige mindre poster, som hører med til det fuldstændige traktionsregnskab, ikke er kommet med i tabel 29, men formentlig dog kun udgifter, som er uafhængige af traktionsformen.

### Opgørelse for stambanerne.

Tabel 30 viser opgørelsen for »stambanerne«, København—Esbjerg og Ålborg—Padborg, beregnet på basis af A-gruppens data og med trafikmængde, lokomotivantal, brændselsforbrug m. m. som angivet i det foregående (tabel 6, 13, 18, 20—24). Opgørelsen er, som allerede nævnt s. 78, foretaget for at undersøge, om det under nuværende prisforhold ville være fordelagtigere at nøjes med at elektrificere stambanerne og køre med dieseldrift på de øvrige hovedbaner frem for at elektrificere dem alle. Det har imidlertid vist sig af interesse tillige at medtage tallene for kombineret damp- og motorvognsdrift på stambanerne, dels for bedømmelse af moderniseringskapitalens størrelse og dels for at få oplysning om trafikintensitetens indflydelse på diesel- og eldriftens økonomi i forhold til dampdriften.

For moderniseret dampdrift på stambanerne kan lokomotivantallet bestemmes ud fra tabel 13 ved at proportionere med antallet af dieselloko, hvilket giver  $204 \cdot 93/156 = 122$  nye loko. Heraf antages 66 at være af den store type til 0,8 mill. kr. og 56 af den mindre type til 0,6 mill. kr., ialt 86 mill. kr. For nuværende dampdrift kan regnes med 140 loko på stambanerne, deriblandt næsten alle de store typer, til en oprindelig anskaffelsespris af 30 mill. kr. 65 af disse er forholdsvis nye og vil endnu kunne anvendes længe.

Det bemærkes, at ved den blandede diesel- og eldrift på hovedbanerne inden for samme distrikt vil udnyttelsen af lokomotiverne blive noget dårligere end ved en fælles traktionsform på alle hovedbaner i distriktet, hvilket også er angivet i tabel 13 ved, at det samlede lokomotivantal bliver noget større. Dette medfører dog næppe nogen større forskel i kalkulationen, da forøgelsen af lokomotivantallet hovedsageligt kommer til at falde på diesellokomotiverne, og disse til gengæld kan være af en noget mindre type, når de kun skal bruges uden for stambanerne. En anden sag er det, at en fælles traktionsform for hovedbanerne inden for de to distrikter hver for sig giver bedre muligheder for rationalisering

**Tabel 30.**

**Opgørelse for stambaner i begge distrikter (A-gruppens data, 1951-trafikmængde og -toghastigheder, 1954-prisniveau).**

Udgiftspost	Kombineret damp- og motorvognsdrift		Eldrift	Diesel-drift
	nuværende loko	nye loko		
<i>Anlægs kapital</i>				
mill. kr.				
Faste elektriske anlæg (tabel 20) . .			117	
Værksteder . . . . .			6	8
Tankanlæg . . . . .				4
Lokomotiver . . . . .	30 <sup>1)</sup>	86 <sup>2)</sup>	119	140
Motorvogne . . . . .	36	36	32	36
Ialt . . . . .	66	122	274	188
Elværkers udvidelse . . . . .			ca. 33	
<i>Driftsudgifter</i>				
mill. kr./år				
1. Betjening og vedligeholdelse af elektriske anlæg . . . . .			2,3	
2. Vedligeholdelses- og remiseudgifter for traktionsmateriel . . . .	8,4	6,6	4,5	6,2
3. Renholdelse af haller, vogne . .	1,4	1,4	0,7	0,3
4. Kørselsmandskab . . . . .	11,9	10,8	6,4	6,4
5. { Kul . . . . .	22,4	19,1		
{ Elektricitet . . . . .			9,0	
{ Brændselolie . . . . .	1,3	1,3	0,5	7,6
Løbende driftsudgifter ialt . . . .	45,4	39,2	23,4	21,0
6. Forrentning, afskrivning af faste anlæg . . . . .			6,8	0,7
7. Forrentning, afskrivning af traktionsmateriel . . . . .	4,1	7,4	9,2	11,8
Ialt . . . . .	49,5	46,6	39,4	33,5
Forholdstal . . . . .	126	118	100	85

<sup>1)</sup> Oprindelig anskaffelsespris for 140 loko. Heraf vil de 65 til en samlet pris 20 mill. kr. endnu kunne anvendes i en årrække.

<sup>2)</sup> Ved fuldstændig fornyelse, 122 loko. 54 af disse til 38 mill. kr. kan indtil videre spares ved bibeholdelse af forannævnte 65 nuværende loko.



Tabel 31.

Elektrisk traktionsmateriel og energiforbrug i forhold til elektrificeret sporlængde.

Område	Elektrificeret sporlængde	Antal		pr. 100 km elektrificeret spor		Energiforbrug pr. km elektrificeret spor
		elloko	el.-motorv.	loko	motorv.	
Studieområde	857 km	50	27	5,8	3,2	kWh/år
Hovedbaner .	2707 -	150	89	5,5	3,3	84000
Stambaner ..	1625 -	93	40	5,7	2,5	89000

af værkstedsarbejde og andet, men det er vanskeligt at udtrykke værdien heraf direkte i kalkulationerne.

Ved bedømmelse af moderniseringskapitalen kan her fradrages 36 mill. kr. for dieselmotorvognene og 48 mill. kr. for dampdriftens snarlige krav, ialt 84 mill. kr. Man får derved en moderniseringskapital på ca. 100 mill. kr. for dieseldriften og 190 mill. kr. for eldriften, altså omtrent dobbelt så meget som for studieområdet.

Sammenlignes tabel 29 og 30, ses det, at forholdet mellem diesel- og eldriftens totale driftsudgifter ifølge A-gruppens data er meget nær det samme for stambanerne som for samtlige hovedbaner. Samme resultat kommer man til ved benyttelse af B- og C-gruppens data. Dette resultat er overraskende, da man ville vente, at den større trafikintensitet pr. spor-km på stambanerne end på hovedbanerne som gennemsnit (4,17 mill. btkm/km og år mod 3,33 eller 25<sup>0</sup>/<sub>0</sub> mere, se tabel 5) måtte virke til gunst for eldriften som følge af dens større udgifter til faste anlæg.

Det er især for nærmere belysning af dette forhold, at dampdriften er medtaget i regnskabet for stambanerne, og det ses da også, at dampdriften ligger væsentlig ugunstigere i forhold til eldriften på stambanerne end på samtlige hovedbaner, netop som man kunne vente det på grund af den større trafikintensitet. (Forholdet nuværende dampdrift/el drift er 1,17 for hovedbanerne og 1,26 for stambanerne). Imidlertid ses det, at dieseldriften i det foreliggende tilfælde nyder ganske den samme fordel af en højere trafikintensitet som eldriften, og årsagen hertil er, at den stærkere trafik tillige medfører en bedre udnyttelse af lokomotiver og motorvogne, hvilket forhold i sig selv virker mere til gunst for dieseldriften end for eldriften på grund af dieselmateriellets højere pris.

Medens trafikintensiteten, målt i btkm pr. spor-km pr. år, i almindelighed er bestemmende for, om det er økonomisk fordelagtigt at skifte over fra damp- til el drift, er det ved en sammenligning mellem diesel- og eldriften nok så meget mængden af traktionsmateriel pr. 100 km elektrificeret spor, det kommer an på. De faste elektrificeringsudgifter er omtrent proportionale med antallet af elektrificerede spor-km, og når de løbende driftsudgifter (som det er tilfældet

her) er af samme størrelsesorden for diesel- og eldriften, bliver det prisforskellen mellem diesel- og elmateriel, der skal betale de faste elektrificeringsanlæg.

Antallene af lokomotiver og motorvogne pr. 100 km elektrificeret spor er opført i tabel 31 og ses at ligge meget ens både for studieområdet, hovedbanerne og stambanerne, idet den større trafikmængde på stambanerne er opnået ved en bedre lokomotivudnyttelse samt større togvægte. Tabellen giver tillige energiforbruget pr. km elektrificeret spor, som ligeledes er meget ens i de tre tilfælde.

Elektrificeringens økonomi stiller sig en smule gunstigere i 1. end i 2. distrikt, men det gælder i begge distrikter, at den traktionsform, der giver den bedste økonomi på stambanerne, også vil gøre det på de øvrige hovedbaner.

Ved en eventuel elektrificering i det ene eller begge distrikter vil det være naturligt at begynde med stambanerne, da det er her, der kan opnås den største besparelse i forhold til dampdriften, ligesom man ved indførelse af dieseldrift til at begynde med vil lade de store dieselloke løbe hovedsageligt på stambanerne, hvad de jo også er dimensioneret til.

### Sidebaner og rangering. Total driftsbesparelse.

Hvad angår Statsbanernes øvrige traktionsområder, togkørslen på sidebaner samt rangeringsarbejdet, er der enighed om, at den endnu resterende dampdrift på disse områder snarest muligt bør afløses af dieseldrift, og da de økonomiske fordele herved er almindelig anerkendt, har udvalget ikke foretaget en nøjere undersøgelse deraf. Den opnåelige besparelse kan dog bedømmes overslagsmæssigt ved at sættes i relation til det nuværende kulforbrug.

For samtlige hovedbaner er der foran fundet en årlig besparelse ved overgang fra damp- til dieseldrift på ca. 21 mill. kr., hvorved dampdriften indgår med et kulforbrug på 280000 t (tabel 18). Der spares altså 75 kr. pr. ton kul forbrugt i den afløste dampdrift. Der er her regnet med en kulpris på 115 kr./t, og hvis kulprisen kun var 40 kr./t, ville de totale driftsudgifter for damp- og dieseldriften altså være lige store. Tallet 75 kr. besparelse pr. t kul passer ret godt for de forskellige togarter og formentlig også både for sidebanekørsel og rangering. Statsbanernes samlede kulforbrug til damplokomotiverne i 1953/54 var 387000 t, hvoraf 317000 t til togekørslen og 70000 t til rangerloko. Der kan altså regnes med et kulforbrug på  $317000 - 280000 = 37000$  t til resterende dampdrift på sidebaner, og besparelsen ved overgang til dieseldrift kan anslås til:

$$\begin{array}{l} \text{For sidebaner } 37000 \cdot 75 \sim 3 \text{ mill. kr./år.} \\ \text{- rangering } 70000 \cdot 75 \sim 5 \quad \text{—} \end{array}$$

eller tilsammen 8 mill. kr. I alt kommer man således op på en årlig driftsbesparelse af ca. 30 mill. kr. ved indførelsen af den totale dieseldrift og ca. 20 mill. kr. ved eldrift på hovedbanerne og dieseldrift på sidebanerne.

Indførelse af diesel- eller eldrift på hovedbaner antages i almindelighed at medføre en mærkbar trafikstigning allerede i det første driftsår som følge af

forbedringer i toggang og rejsekomfort. Angivelser herom fra udlandet er meget varierende, og man kan finde oplysninger om trafikforøgelser fra 5 til 80% i de forskellige tilfælde. En trafikstigning på blot 12% ville på Statsbanernes samlede driftsregnskab, der er på omkring 500 mill. kr., hvoraf omtrent halvdelen kan anslås at være faste udgifter og halvdelen proportionale med trafikmængden, kunne medføre en regnskabsforbedring på 6% eller andre 30 mill. kr., hvorved man for dieseldriften ialt kommer op på en årlig besparelse og indtægtsforøgelse på omkring 60 mill. kr. Under samme forudsætning fås for eldriften (kombineret med dieseldrift for sidebaner og rangering) en årlig fortjeneste på ca. 50 mill. kr. eller for gruppe B og C's data henholdsvis ca. 60 og 40 mill. kr. På længere sigt skulle der være grund til at forvente betydelig større trafikstigninger og dermed følgende indtægtsstigninger som nærmere omtalt i afsnit VIII, s. 141—42.

### **Overslagsberegning for 50-Hz-systemet samt fremtidige forbedringer i de andre systemer.**

Den følgende overslagsberegning for 50-Hz-systemet bygger på de foreliggende oplysninger i den tekniske litteratur samt for lokomotivernes vedkommende på oplysninger modtaget fra forskellige lokomotivfabrikker.

Transformatorstationerne angives at koste mellem 20 og 33% af omformerstationerne i 16<sup>2</sup>/<sub>3</sub>-Hz-systemet. Der skal her regnes med, at denne udgiftspost går ned fra 19 til 5 mill. kr. Køreledningsanlæg og sporarbejder skulle være ret uforandrede; dog er der noget større fare for at få ekstraudgifter som følge af forstyrrelser i svagstrømsledninger, og prisen på køreledningerne er derfor forøget med 3000 kr./km, ialt 2,5 mill. kr. Desuden skal udgiften til sporarbejder for at skaffe tilstrækkeligt frit profil forhøjes fra 8,5 til 10 mill. kr. på grund af den højere spænding. Ialt spares således 10 mill. kr. på de faste anlæg.

Hvad lokomotiverne angår, synes udviklingen i 50-Hz-systemet at føre hen imod en sondring mellem godstogs- og hurtigtogslokomotiver udført henholdsvis som ensretterloko og lokomotiver med direkte vekselstrøms-banemotorer. Ensretterlokomotiverne udmærker sig ved gode adhæsionsegenskaber, hvad der især er af betydning ved godstogene, medens lokomotiverne med vekselstrøms-banemotorer er overlegne i hestekraft ved høje hastigheder og derfor bedre egnede for hurtigtogene. Det er dog muligt, i hvert fald for hastigheder op til 120 km/h, at konstruere et 50-Hz-ensretterloko egnet både for godstog og hurtigtog af de her forekommende størrelser, og udvalget har modtaget prisoverslag og specifikationer for et sådant lokomotiv af type B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub>. Prisen er ca. 1,0 mill. kr. omregnet til 1954-prisniveau og ekskl. varmekedel eller 1,08 mill. kr. inkl. varmekedel. I forhold til de foranstående kalkulationer er der altså sparet 10 mill. kr. for de 50 loko i studieområdet. Ensretterlokomotivets hestekraft er ganske vist lavere end 16<sup>2</sup>/<sub>3</sub>-Hz-lokomotivets, men dog en del større end MY-lokomotivets.

Strømforsbruget antages at kunne reduceres 10%, da de roterende omformere med en virkningsgrad på omkring 85% erstattes af transformatorstationer med

Tabel 32.

Overlagsberegning for 50-Hz-systemet samt fremtidige forbedringer i de andre systemer (Studieområdet, A-gruppens data, 1954-priniveau).

Udgiftspost	Eldrift		Dieseldrift
	16 <sup>2</sup> / <sub>3</sub> Hz	50 Hz	
<i>Anlægs kapital</i> mill. kr.			
a) Understationer . . . . .	19	5	
b) Køreledningsanlæg . . . . .	37,5	40	
c) Sporarbejder . . . . .	8,5	10	
Elektriske anlæg ialt . . . . .	65	55	
Værksteder . . . . .	3	3	4
Tankanlæg . . . . .			2
Lokomotiver . . . . .	54	54	70
Motorvogne . . . . .	22	22	24
Ialt . . . . .	144	134	100
Elværkers udvidelse . . . . .	16	15	
<i>Driftsudgifter</i> mill. kr./år			
1. Betjening og vedligeholdelse af elektriske anlæg . . . . .	1,3	1,0	
2. Vedligeholdelses- og remiseudgifter for traktionsmateriel . . . . .	2,3	2,3	3,2
3. Renholdelse af haller, vogne . . . . .	0,4	0,4	0,5
4. Kørselsmandskab . . . . .	3,3	3,3	3,3
5. { Elektricitet . . . . .	4,0	3,6	
{ Brændselolie . . . . .	0,3	0,3	3,5
Løbende driftsudgifter ialt . . . . .	11,6	10,9	10,5
6. Forrentning, afskrivning af faste anlæg . . . . .	3,7	3,1	0,4
7. Forrentning, afskrivning af traktionsmateriel . . . . .	4,7	4,7	6,3
Ialt . . . . .	20,0	18,7	17,2
Forholdstal . . . . .	107	100	92

Angående udvalgets stilling til 50-Hz-systemet henvises i øvrigt til s. 56—57.



en virkningsgrad på op mod 97%, medens der til gengæld bliver noget større tab i køreledningerne. Alle andre poster i regnskabet antages uforandrede.

Imidlertid er der i de sidste par år også sket fremskridt i produktionen af 16<sup>2</sup>/<sub>3</sub>-Hz-lokomotiver, og udvalget modtog umiddelbart før arbejdets afslutning prisoverslag for et 16<sup>2</sup>/<sub>3</sub> Hz, B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub> loko svarende til de foran omtalte specifikationer, men nu til ganske den samme pris som det lige omtalte ensretterloko, 1,08 mill. kr. (1954-prisniveau og inkl. varmekedel). Lokomotivet har dog samme hestekraft som de oprindelig tilbudte 16<sup>2</sup>/<sub>3</sub>-Hz-lokomotiver, altså en del mere end 50-Hz-lokomotivet. Udvalget har ikke anset dette nye 16<sup>2</sup>/<sub>3</sub>-Hz-loko for at være af en så gennemprøvet konstruktion, at der kunne regnes med det i de foregående kalkulationer gældende for en øjeblikkelig iværksat elektrificering, men man har anvendt den nye pris i sammenligningen med 50-Hz-systemet, hvor det ligeledes drejer sig om nye, ikke fuldt gennemprøvede lokomotivtyper.

Tilsvarende skal der sammenlignes med en dieseldrift, der ligeledes indbefatter de nyeste forbedringer på dette område. Disse går især ud på opnåelse af lavere fremstillingspris for dieselloko samt anvendelse af billigere brændselolie. Det skal her antages, at prisen på det omhandlede dieselloko kan reduceres fra 1,5 til 1,4 mill. kr., og at det kan køre på »dieselolie« til 19 øre/ltr., hvorved der ligesom for eldriften opnås 10% reduktion af energiudgiften. Ialt kommer man derved til den i tabel 32 opstillede omtrentlige opgørelse.

Det ses, at 50-Hz-systemet indebærer muligheder for en mærkbar forbedring af eldriftens økonomi og en reduktion af anlægskapitalen. Desuden må det tages i betragtning, at anvendelsen af 50-Hz-systemet antageligt vil gøre det muligt at medtage Nord- og Kystbanen fuldt i elektrificeringen, da 50-Hz-materiellet i et vist omfang formentlig vil kunne indrettes til kørsel på de jævnstrømselektrificerede S-banestrækninger, der her kommer i betragtning, nemlig godsforbindelsesbanen og dobbeltsporet Hellerup—Holte (se også s. 46). En sådan samkørsel ville næppe kunne etableres mellem jævnstrømssystemet og 16<sup>2</sup>/<sub>3</sub>-Hz-vekselstrømssystemet, og selv om det i 50-Hz-systemet vil medføre nogen fordyrelse af de lokomotiver, der indrettes til kørsel i begge systemer, vil det dog blive langt billigere end at anlægge helt nye, vekselstrømselektrificerede spor ved siden af de omhandlede S-banestrækninger. Man undgår derved tillige den lokomotivskiftestation, der (som nævnt s. 46) må regnes med i tilfælde af, at dieseldriften bibeholdes på Nord- og Kystbanen ved en i øvrigt fuldstændig elektrificering af distriktet.

## VI

# RENTABILITET VED FORØGEDE TOGHASTIGHEDER OG TRAFIKMÆNGDER

### Tekniske forudsætninger for en forøgelse af toghastighederne.

#### a) *Baneanlæg.*

Den nuværende tilladte maksimalhastighed på stambanerne er som allerede nævnt 120 km/h. Denne maksimalhastighed gælder for betydelige afsnit af strækningerne uden afbrydelse, idet der kun findes ret få permanente hastighedsnedsættelser på grund af broer, vanskelige kurveforhold eller andet, omend midlertidige hastighedsnedsættelser som følge af sporarbejder næsten altid vil forekomme forskellige steder. Store dele af stambanerne er, hvad kurveforhold angår, i virkeligheden anlagt for en maksimalhastighed af 160 km/h, ligesom den anvendte overbygning med skinnevægt 45 eller 60 kg/m i sig selv er kraftig nok til at tillade denne hastighed ved kørsel med moderne traktionsmidler uden uafbalancerede masser.

En forøgelse af den nugældende maksimalhastighed på disse strækningsafsnit vil derfor kun kræve forøgelse af overgangskurve-længder og overhøjder samt udflytning af de fremskudte signaler (som følge af den større bremselængde). Udgiften hertil er for stambanerne samt banen Ringsted-Gedser beregnet til ca. 4 mill. kr. ved en forøgelse af maksimalhastigheden til 140 km/h og 5 à 5,5 mill. kr. ved forøgelse til 160 km/h, men ved disse arbejder alene vil man ikke kunne opnå en ubrudt maksimalhastighed på 140 henh. 160 km/h over banernes hele længde. Foruden de allerede forekommende permanente hastighedsnedsættelser til 100 km/h eller lavere vil der være et langt større antal steder, hvor hastigheden må begrænses til 120 eller 140 km/h, og derved mister den højere maksimalhastighed på de mellemliggende strækninger meget af sin værdi, da der sjældent bliver tid til at nå op på den, førend toget nærmer sig den næste hastighedsnedsættelse. En undgåelse af alle disse hastighedsnedsættelser vil kræve omlægning af banelegemet på vedkommende steder og medføre udgifter af en hel anden størrelsesorden end de foran nævnte beløb.

Som følge af dette forhold forekommer det usandsynligt, at der foreløbig vil kunne blive tale om at anvende maksimalhastigheden 160 km/h på stamba-

nerne. Dette må være forbeholdt en fjernere fremtid. Derimod vil en maksimalhastighed på 140 km/h trods foreløbig nødvendige hastighedsnedsættelser kunne udnyttes effektivt på stambanerne, når man har det dertil fornødne kraftige traktionsmateriel samt tilsvarende vognmateriel i tilstrækkeligt omfang, hvorom nærmere i det følgende. En forøgelse af maksimalhastigheden til 140 km/h er derfor en mulighed, som bør tages i betragtning ved indførelsen af de nye traktionsmidler; det foran kalkulerede køreledningsnet skulle i øvrigt kunne anvendes uforandret til denne maksimalhastighed.

De betragtede hovedbaner uden for stambanerne har overbygninger med 45- eller 37-kg-skiner, og strækningerne med 37-kg-skiner står umiddelbart foran forstærkning til 45-kg-skiner. Når dette arbejde er gennemført, vil maksimalhastigheden her kunne forøges til 120 km/h på betydelige strækningsafsnit, hvorved der kun vil kræves yderligere udgifter til kurvereguleringer og udflytning af signaler.

#### b) Traktionsmateriel.

I afsnit IV er givet de maksimalt opnåelige toghastigheder på vandret bane ved anvendelse af diesel- og elloko af de foran beskrevne typer, men tillige bemærket, at det mere er de opnåelige middelhastigheder, der er af interesse. Ved beregningen heraf er det ligeledes tilstrækkeligt at undersøge forholdene på vandret bane, da de forekommende stigninger i hvert fald i studieområdet kun har ringe indflydelse på gennemsnitshastighederne og i øvrigt vil betyde endnu mindre ved de nye og kraftigere lokomotiver end ved de nuværende.

I fig. 9 er vist hastigheds-længde diagrammer for det omhandlede elloko af type B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub> og dieselloko MY<sub>II</sub> ved fremførelse af et 500 t eksprestog og et 1000 t godstog på vandret bane med stationsafstand 25 km. Disse vægte er de største normalt forekommende vognvægte på stambanerne og er sædvanligvis maksimal-

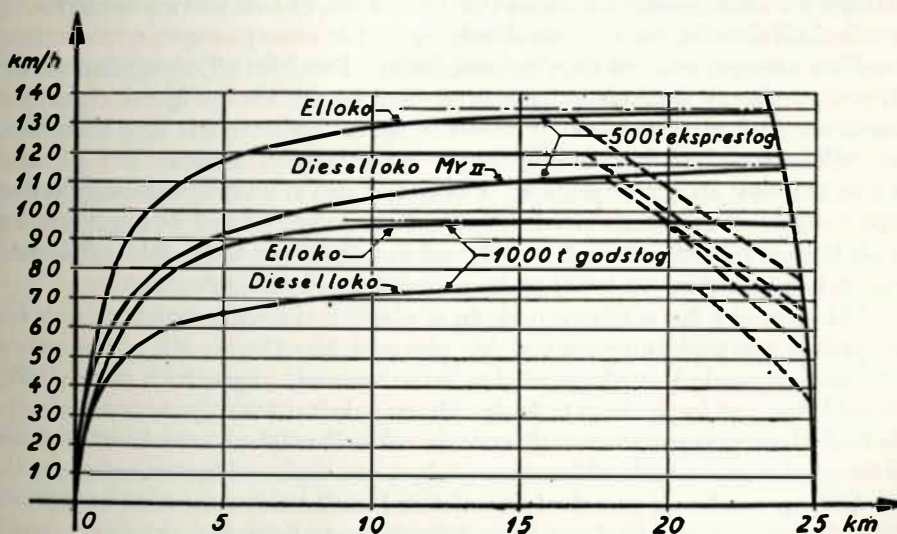


Fig. 9. Hastigheds-længdediagrammer for 25 km stationsafstand.

vægtene for de foran definerede togkategorier P 60, P 30 og G 25 (se tabel 15 og 16). For disse togkategorier må de køretider, der skal indgå i køreplanen, beregnes på basis af de nævnte vognvægte, selv om de gennemsnitlige togstørrelser i praksis er en del mindre. De fuldt optrukne kurver viser lokomotivernes maksimale præstation, når der hele tiden køres med den maksimale trækraft ved vedkommende hastighed, indtil der sluttelig bremses efter en »bremseparabel« svarende til en retardation på 0,4—0,6 m/sek<sup>2</sup>. De punkterede kurver viser kørsel med »økonomisk friløb«, d. v. s. den køremåde, der giver det lavest mulige energiforbrug ved den derved bestemte lidt længere køretid (allerede omtalt i afsnit IV, s. 71). De ved beregningen benyttede modstandsformler (forskellige for ekspres- og godstog) er angivet i tillægget, s. 156.

Det gælder både for diesel- og elektrolokomotiverne, at der ikke vil være større vanskeligheder ved at forøge deres tilladte maksimalhastighed til 140 km/h, omend visse mekaniske og svingningsmæssige problemer i lokomotiv- og bogiekonstruktion måske vil kræve nærmere hensyntagen og eventuelt særlige undersøgelser i den praktiske drift. Den højere hastighed kræver i hovedsagen en omgearing af banemotorerne, hvorved ganske vist trækraften ved start og lave hastigheder formindskes tilsvarende, men for elektrolokomotivets vedkommende forøges den til gengæld ved de høje hastigheder som følge af motorernes faldende karakteristik. (Ved en given toghastighed løber motorerne langsommere efter omgearingen og yder derved større hestekraft end før). Ønskes samme startekraft for det højere som for det lavere gearede lokomotiv, vil dette kræve, at motorerne gøres kraftigere.

Der er forskellige meninger om, hvorvidt banemotorer bør være »næseophængte« (d. v. s. direkte hængslet til hjulakslen) eller fuldt affjedrede, se f. eks. litt. o. 3. Det hævdes på den ene side, at den næseophængte motor som følge af den større uaffjedrede masse påvirker sporet på uheldig måde, særlig ved højere hastigheder, medens det fra anden side fremhæves, at hvis blot sporets styrke og vedligeholdelsestilstand er tilstrækkelig god, vil næseophængte motorer ikke medføre ulemper selv ved høje toghastigheder. Den fuldt affjedrede banemotor kræver en elastisk forbindelse mellem motoren og den drevne hjulaksel, hvilket medfører en fordyrelse både i anskaffelse og vedligeholdelse. Det bemærkes, at MY-lokomotivet har næseophængte banemotorer, medens det tilbudte elloko har fuldt affjedrede motorer. Det er også den almindelige mening, at den fulde affjedring er vigtigere ved vekselstrømsmotorer end ved de noget mindre og enklere jævnstrømsmotorer, men det må så tillige siges, at den fuldt affjedrede motor har et fortrin ved kørsel på spor i mindre god vedligeholdelse.

Af kurverne i fig. 9 aflæses man de opnåede maksimalhastigheder, som for eksprestogenes vedkommende ved den anvendte køredistance på 25 km endnu mangler en smule i at nå op på den »afbalancerede« hastighed, der sluttelig indstiller sig ved fortsat kørsel. Af den i hvert enkelt tilfælde opnåede maksimalhastighed beregner man den tilsvarende middelhastighed over køredistancen fra start til stop ved hjælp af kurverne i fig. 10, der angiver tidstabet ved en acceleration og standsning som funktion af den i mellemtiden opnåede maksimalhastighed  $V$ . Ved tidstabet forstås differencen mellem den virkelige køretid og den køretid, man ville have, hvis hele strækningen blev gennemkørt med



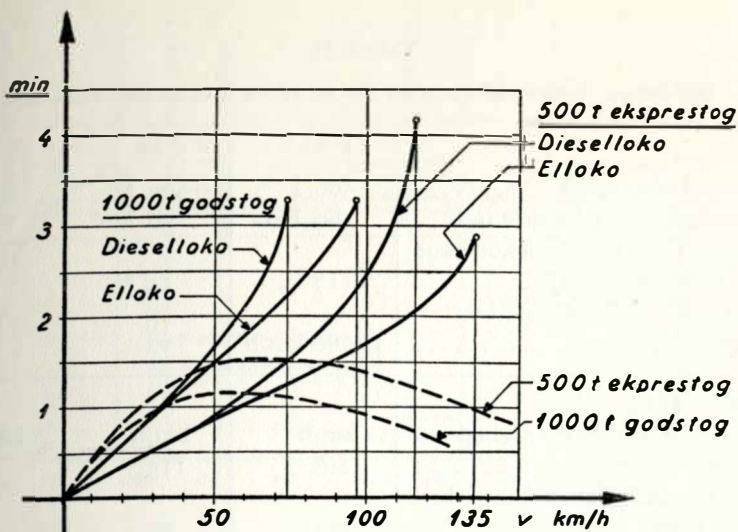


Fig. 10. Tidstab ved en acceleration og standsning.

hastigheden  $V$ . Dette tidstab  $T_0$  er i sig selv uafhængigt af strækningslængden  $L$  og kan derfor anvendes til beregning af middelhastighederne ved forskellige strækningslængder (forudsat vandret bane), idet køretiden i alle tilfælde bliver

$$T = \frac{L}{V} + T_0.$$

I fig. 10 er tidstabene angivet ved fuldt optrukne kurver for kørsel med fuld kraft hele vejen, medens de punkterede kurver angiver det yderligere tidstab som følge af kørsel med økonomisk friløb (beregning se tillægget side 159). Sidstnævnte tidstab er i alle de her betragtede tilfælde mindre end eller lig med det køretidstillæg på 5 à 6%, som sædvanligvis gives ved tilrettelæggelsen af køreplanerne, og friløbet skal således normalt kunne anvendes, når der ikke er tale om indhentning af forsinkelser. Der opnås herved betydelige besparelser både i energiforbrug og vedligeholdelsesudgifter; f. eks. bliver energiforbruget for eksprestog med gennemsnitlig stationsafstand 30 km (togkategori P 30) ca. 30% større, når der køres med fuld kraft hele vejen, end når der køres med det korrekte friløb, og desuden bliver bremsesliddet langt større. Friløbet lader sig bedre praktisere ved de nye traktionsmidler end ved damplokomotiverne, og da dets økonomiske betydning vokser med toghastighederne, samtidig med at tidstabet derved formindskes, bør de planmæssige køretider for de nye traktionsmidler ved forøgede hastigheder ikke lægges strammere end, at friløbet normalt kan anvendes.

Resultaterne af denne undersøgelse er sammenstillet i tabel 33. Det fremgår heraf, at diesellokomotiverne uden at kræve forøget maksimalhastighed vil muliggøre en forøgelse af de største eksprestogs rejsehastigheder på 20% og en forøgelse af de største godstogs middelhastigheder på 33%. Disse togkategorier forekommer hovedsageligt på stambanerne. På de øvrige hovedbaner er togene

Tabel 33.

Opnåelige hastighedsforøgelse for de svære lokomotivtrukne tog.

Togkategori :	P 60	P 30	G 25
Maksimal vognvægt .....	500 t	500 t	1000 t
Gennemsnitlig stationsafstand...	60 km	30 km	25 km
Procent af tog-km for lokotrukne tog i studieområdet .....	17 %	15 %	22 %
Nuværende middelhastighed i-følge køreplaner .....	ca. 80 km/h	72	45
<i>Dieselloko MY<sub>II</sub></i>			
Opnåelig maksimalhastighed på vandret bane .....	km/h 116	km/h 115	km/h 74
Største opnåelige middelhastighed uden friløb .....	102	92	64
med økonomisk friløb .....	99	86	61
med normalt tidstillæg .....	96	86	60
Forøgelse .....	20 %	20 %	33 %
<i>Elloko B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub> ved hastighedsgrænse 120 km/h</i>			
Opnåelig maksimal hastighed på vandret bane .....	120	120	97
Middelhastighed uden friløb...	112	105	80
— med — ....	108	99	76
— m. norm. tillæg	106	99	75
Forøgelse .....	32 %	38 %	67% <sup>1)</sup>
<i>Elloko B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub> ved hastighedsgrænse 140 km/h</i>	(banemotorer gearet om)		
Opnåelig maksimalhastighed på vandret bane .....	135	134	som ovenfor normal gearing
Middelhastighed uden friløb...	122	111	
— med - ....	118	105	
— m. norm. tillæg	115	105	
Forøgelse .....	44 %	46 %	

<sup>1)</sup> Se dog bemærkning s. 120.

maksimalvægte gennemgående mindre, og selv under bibeholdelse af den nugældende maksimalhastighed på disse baner, 100 km/h, vil diesellokomotiverne formentlig også her muliggøre gennemsnitlige hastighedsforøgelse på 20%.

Elektrolokomotivets køretider er undersøgt både ved hastighedsgrænse 120

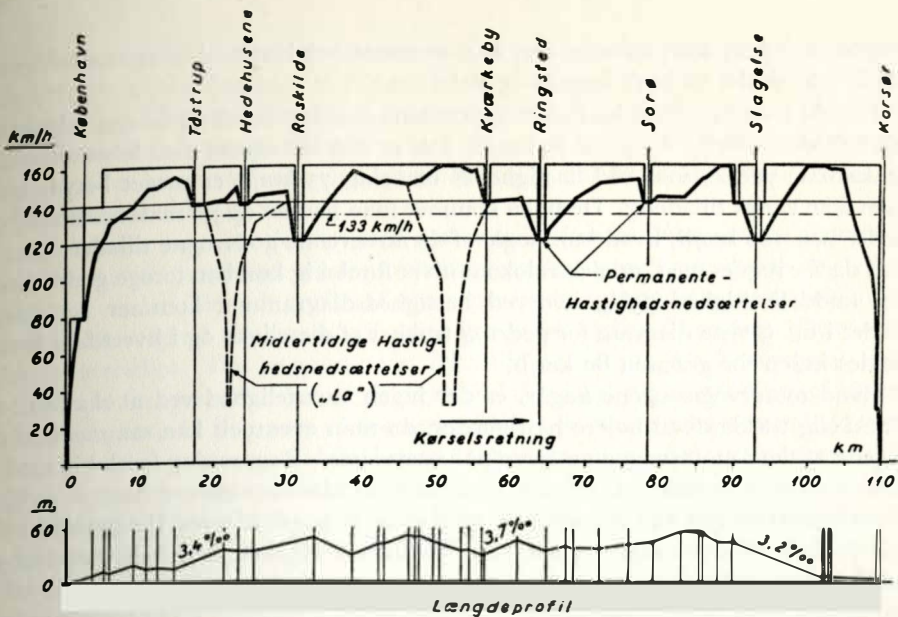


Fig. 11. Køredagram for et gennemkørende eksprestog København-Korsør på 300 t vognevægt, fremført af et 4000 hk B0-B0 elloko med permanente og midlertidige hastighedsnedsættelser: Maksimalhastighed 160 km/h, køretid 49,5 min.,  $v_m = 133$  km/h  
 » 160 km/h, køretid med de viste »La« 55,1 min.,  $v_m = 120$  km/h  
 Maksimalhastigheden begrænset til 140 km/h, køretid uden »La« 51,8 min.,  $v_m = 128$  km/h  
 » » 140 km/h, køretid med »La« 56,8 min.,  $v_m = 116$  km/h

og 140 km/h. I førstnævnte tilfælde viser det sig, at elektrolokomotivet som følge af dets større accelerationsevne opnår væsentlig større forøgelse af eksprestogens middelhastigheder end diesellokomotivet, nemlig gennemsnitligt 35% i forhold til dampdriften mod diesellokomotivets 20%. Samme hastighedsforøgelse vil antageligt kunne opnås på hovedbanerne uden for stambanerne efter gennemførelsen af nært forestående sporforstærkninger. I det andet tilfælde, hastighedsgrænse 140 km/h på stambanerne, kan elektrolokomotivet præstere gennemsnitlige hastighedsforøgelser på 45% for eksprestogene på stambanerne, og antageligt vil de kunne præstere lige så meget på de øvrige hovedbaner, når hastighedsgrænsen på disse er forøget til 120 km/h.

Tænker man sig maksimalhastigheden yderligere forøget til 160 km/h, vil der hertil kræves en maskinkraft på omkring 10 ehk pr. ton total togvægt, og det omhandlede elloko vil ved denne hastighed kun kunne fremføre et eksprestog på 300 t vognevægt. Her kommer imidlertid det forhold i betragtning (som allerede omtalt s. 114), at der i hvert fald foreløbig må regnes med så mange hastighedsnedsættelser til 120 eller 140 km/h, at maksimalhastigheden 160 km/h kun kan udnyttes i meget ringe grad. Fig. 11 viser som eksempel det (under hensyntagen til længdeprofillets indflydelse) beregnede køredagram for et 300 t hurtigtog trukket af elloko over strækningen København—Korsør med fuld kraft hele vejen, så længe det kan tillades for hastighedsnedsættelserne. Det fremgår tydeligt af dette diagram, at maksimalhastigheden 160 km/h ikke har

nogen interesse, med mindre den kan gennemføres konstant over strækningsafsnit på mindst 50 km's længde og helst mere.

For de svære godstog kan elektrolokomotivet ifølge tabel 33 forøge middelhastighederne 67<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, fra 45 til 75 km/h. Der er dog her regnet med lokomotivets maksimale ydelse, som ved hastigheder omkring 75 km/h er meget betydelig, men ikke varigt tilladelig. Desuden kommer man herved op på maksimalhastigheder nær 100 km/h, hvad kun nogle af de nuværende godsvogne tillader. Der skal derfor regnes med, at elektrolokomotivet foreløbig kun kan forøge godstogenes middelhastighed 35<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, hvorved hastighedsdiagrammet kommer ret nær til det i fig. 9 viste diagram for godstog trukket af dieselloko og i hvert fald kan holdes inden for grænsen 80 km/h.

Hvad motorvognstogene angår, er der ingen vanskelighed ved at skaffe tilstrækkelig trækraft til højere hastigheder, da man eventuelt kan sammensætte togene af flere motorvogne og færre påhængsvogne. Regnes dog foreløbig med uændret motorvognsantal, må det bemærkes, at elmotorvognene har ca. 50<sup>0</sup>/<sub>0</sub> mere hestekraft end Mo-vognene, foruden at de er noget lettere. Ifølge tabel 15 har de fleste af motorvognstogene, nemlig kategori M5, ca. 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> højere middelhastigheder end de nærmest tilsvarende dampstog, kategori P 3,5, og det vil antageligt være muligt yderligere at forøge deres hastighed 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, hvorved de ialt (ligesom diesellokomotiverne) giver 20<sup>0</sup>/<sub>0</sub> hastighedsforøgelse i forhold til de dampstog, som de afløser. Tilsvarende kan elmotorvognene regnes at give 35<sup>0</sup>/<sub>0</sub> hastighedsforøgelse i forhold til de oprindelige dampstog eller 25<sup>0</sup>/<sub>0</sub> over de nuværende motorvognstog.

Lyntogene udnytter allerede fuldt ud hastighedsgrænsen 120 km/h, og deres middelhastighed vil ikke kunne forøges, førend den tilladte maksimalhastighed på strækningerne sættes op.

Alt i alt skulle der således kunne regnes med, at det påregnede dieselmateriel muliggør en generel forøgelse af middelhastighederne for samtlige togarter (med undtagelse af lyntogene) på 20<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, medens elmateriellet muliggør en generel forøgelse af middelhastighederne på 35<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, begge dele uden ændring af den nugældende maksimalhastighed på stambanerne. Yderligere forøgelse af middelhastighederne vil kræve en forøgelse af maksimalhastigheden som foran omtalt.

### c) *Vognmateriel.*

Af Statsbanernes ialt ca. 1000 person-bogievogne (ekskl. lyntog og elektriske nærtrafikstog) er lidt over 200 udført i stålkonstruktion samt forsynet med kraftige bremsere, hvorved de opfylder sikkerhedsreglementets krav for kørsel i lokomotivtrukne tog med maksimalhastighed 120 km/h. Selv om de er afprøvede ved 130—135 km/h, vil dog kun de allernyeste kunne anvendes i tog med denne maksimalhastighed i daglig drift, og disse vogne anvendes for tiden særlig i international trafik og er derfor ikke disponible til den indenlandske kørsel. De resterende 800 vogne er af ældre type (fra 1910—1932) med vognkasser af træ med mere eller mindre kraftig jernarmering. Disse vogne tillader kun en maksimalhastighed på 100 km/h, for enkelte typers vedkommende dog 110.

Skal maksimalhastigheden forøges ud over 120 km/h, må der indføres en ny stålvognskonstruktion, hvori såvel vognkasse som bogier og bremsere er stærkere



end de nuværende. Specielt vedrørende bogierne foregår der for tiden meget omfattende forsøg iværksat af U.I.C. for at udfinde den mest hensigtsmæssige konstruktion både med hensyn til styrke og løb (rolig og støjfri gang). Hvornår disse forsøg kan forventes afsluttede, så at der på grundlag af forsøgsresultaterne kan opstilles konstruktionsregler for en international bogietype, kan ikke siges på nuværende tidspunkt.

Det fremgår heraf, at dersom man ønsker at indføre de foran nævnte generelle forøgelse af de personførende togs rejsehastigheder, som de nye diesel- og elloko muliggør under fuld udnyttelse af den nuværende for strækningerne gældende maksimalhastighed 120 km/h, vil dette kræve betydelige forøgelse af personvognsmateriellet. Det er ganske vist ikke alle de nævnte 800 bogievogne, der behøver at fornyes, men dog en del flere end det antal vogne, der direkte kræves i hurtigtogene, da hensynet til vognenes fulde udnyttelse medfører, at de nye vogne ikke kan reserveres udelukkende for hurtigtogene. Antageligt bliver det op mod 300 nye vogne, der må anskaffes alene for at kunne gennemføre alle hurtigtogene (svarende til togkategori P 30 og P 60) med en maksimalhastighed på 120 km/h, og udgiften hertil vil formentlig være 80—90 mill. kr. En så omfattende fornyelse af vognparken må nødvendigvis strække sig over en årrække, men skulle helst foretages samtidig med fornyelsen af lokomotivparken, da det kun er kombinationen af begge dele, der giver en virkelig forbedring af jernbanedriften. De allerede eksisterende 200 vogne til 120 km/h er dog en god begyndelse og vil svare til udnyttelsen af de første 20—30 nye lokomotiver i hurtigtogstrafikken.

Skal maksimalhastigheden for lokomotivtrukne tog forøges til 140 km/h, må der som nævnt regnes med nyt vognmateriel af typer, som endnu ikke er fastlagt, og der vil derfor endnu gå nogle år, førend denne mulighed kan realiseres. Disse nye vogne vil blive noget dyrere end vogne til 120 km/h, men det er alligevel rimeligt, at man i de kommende år foretager alle fornyelser — såvel af personvognsmateriel som af baneanlæggene — med henblik på en mulig fremtidig generel maksimalhastighed på 140 km/h gældende overalt på stambanerne.

Statsbanernes godsvognsmateriel omfatter ca. 14000 to-akslede åbne og lukkede vogne. Ca. 4000 af disse er af ældre og spinklere konstruktion og egner sig ikke for indlemmelse i svære gennemkørende godstog med maksimalhastighed over 60 km/h. Da der i godstogene endvidere løber en mængde udenlandske vogne af højst forskellig konstruktion, og som heller ikke egner sig til større hastigheder end 60 km/h, er maksimalhastigheden for de almindelige godstog for tiden 60 km/h, og det er uvist, hvornår en forhøjelse af denne hastighed kan ske. Ilgodstogene (specielt stykgodstog der beslaglægger ca. 1500 vogne) har i almindelighed en maksimalhastighed på 80 km/h, og til disse tog haves der sædvanligvis et tilstrækkeligt antal vogne.

Endvidere findes der ca. 2100 godsvogne, der kan løbe 100—120 km/h, herunder ca. 250 kølevogne, der fortrinsvis er bestemt for kørsel til udlandet.

Der må således ved de følgende kalkulationer tages et vist forbehold med hensyn til at forøge alle godstogenes hastighed til 80 km/h, og der må hertil i hvert fald regnes med betydelige udgifter til fornyelse af godsvognsmateriellet,

formentlig af samme størrelsesorden som udgiften til fornyelse af personvognsmateriellet. Yderligere forøgelse af maksimalhastigheden til 100 km/h må for de almindelige godstog anses for en ret fjerntliggende mulighed, medens ilgodstogene nok vil kunne komme op på denne hastighed, efterhånden som materiellet fornyes. Tilsvarende forhold er gældende også i vore nabolande.

Endelig skal bemærkes, at det ikke alene er godstogenes maksimalhastighed, der er bestemmende for befordringens hurtighed, men nok så meget rangerarbejdet før og efter selve kørslen, andre trafikale forhold under togets kørsel, samt ikke mindst ekspeditionsarbejdet på stationerne. På alle disse punkter må der sættes ind samtidig med forøgelsen af kørehastighederne, hvilket atter vil kræve betydelige investeringer.

Også med godsvogne foretages der for tiden omfattende internationale forsøg til undersøgelse af deres køreegenskaber ved forøgede hastigheder.

#### *d) Automatisk togkontrol.*

Automatisk togkontrol er påbudt i flere lande ved maksimalhastigheder over 120 km/h og vil antageligt også blive nødvendig her i landet ved en forøgelse af maksimalhastigheden. Automatisk togkontrol kan enten være kontinuerlig eller punktvis. Ved den kontinuerlige togkontrol (anvendt en del i USA) kan lokomotivføreren på et lyssignal i førerrummet direkte se, om de nærmest følgende blokintervaller er fri. Ved den punktvisse togkontrol modtager lokomotivet ved passage forbi et stopsignal en elektromagnetisk impuls, der enten (anvendt i Frankrig) sætter et alarmapparat i funktion eller (som anvendt i Tyskland) direkte sætter bremserne i funktion. Der synes for tiden at være en tendens i flere lande til at indføre automatisk togkontrol også ved lavere hastigheder end 120 km/h som følge af indtrufne ulykker, der har været alvorlige nok trods en forholdsvis lav hastighed.

De forskellige systemer for automatisk togkontrol er endnu under konstruktiv udvikling, og det er vanskeligt at angive blot en omtrentlig pris for indførelsen deraf på stambanerne.

Sammenfattes foranstående punkter a—d, ses det, at den fulde udnyttelse af de hastighedsforøgelser, som de nye traktionsmidler muliggør, vil kræve yderligere investeringer af en lignende størrelse som udgiften til selve traktionsmidlerne eller endnu større, men uafhængigt af traktionsformen. Dette forhold bør tages i betragtning ved bedømmelsen af de følgende sammenlignende kalkulationer af diesel- og eldriften ved forøgede toghastigheder, idet disse kalkulationer kun omfatter de rene traktionsudgifter.

### **Sammenlignende kalkulationer for diesel- og eldrift i studieområdet ved forøgede toghastigheder.**

Som det fremgår af det foranstående, må en undersøgelse af diesel- og eldriftens relative økonomi ved forøgede toghastigheder opdeles i følgende trin:

- a) En generel forøgelse af togenes middelhastigheder på 20% (for motorvogns-

togene dog kun 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub>) svarende til det påregnede dieselmateriels ydeevne. Maksimalhastigheden 120 km/h bibeholdes, men en del af vognmateriellet må fornyes.

- b) En generel forøgelse af middelhastighederne på 35<sup>0</sup>/<sub>0</sub> (for motorvognstogene 25<sup>0</sup>/<sub>0</sub>) svarende til det påregnede elmateriels ydeevne ligeledes ved uændret maksimalhastighed og ved lignende fornyelse af vognmateriellet som under punkt a. I den tilsvarende dieseldrift må traktionsmateriellet forstærkes en del.
- c) Yderligere hastighedsforøgelser under anvendelse af lige kraftigt diesel- og elmateriel ved maksimalhastigheder op til 140 km/h og omfattende fornyelser af vognmateriellet.

Kalkulationerne er her kun foretaget for studieområdet og baseret på A-gruppens data, idet forholdene bliver ganske tilsvarende både for samtlige hovedbaner og stambanerne, og regnes med B- eller C-gruppens data, findes omtrent samme forskydninger i forhold til kalkulationerne ved nuværende toghastigheder, afsnit V, som for A-gruppens data.

Det bemærkes, at lytogene ikke indgår i studieområdets trafikmængde, men derimod i samtlige hovedbaners og til dels stambanernes; deres traktionsudgifter adskiller sig dog ikke væsentligt fra de almindelige motorvognstogs, og det er for så vidt rigtigst at udelade dem af den følgende undersøgelse, da deres hastighedsforhold er specielle.

En sammenligning med dampdriften er uden større interesse i denne forbindelse, da det på forhånd er givet, at dampdriften vil stille sig forholdsvis ugunstigere ved forøgede toghastigheder på grund af det forøgede brændselsforbrug.

*a) Generel hastighedsforøgelse på 20<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. (Maksimalhastighed 120 km/h).*

Trafikmængden regnes uforandret. En undersøgelse af energiforbrugene ved hjælp af teoretiske køreprogrammer som i afsn. IV viser, at 20<sup>0</sup>/<sub>0</sub> forøgelse af middelhastighederne (for de lokomotivtrukne tog) giver 25<sup>0</sup>/<sub>0</sub> forøgelse af energiforbruget og dermed såvel olie- som elektricitetsforbruget. Motorvognene skal kun forøges 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> i hastighed i forhold til nuværende motorvognshastigheder, hvilket giver 12<sup>0</sup>/<sub>0</sub> på energiforbruget.

Hastighedsforøgelsen på 20<sup>0</sup>/<sub>0</sub> svarer til en køretidsreduktion på 17<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, som vil muliggøre en reduktion af lokomotivantallet, dog langt fra i samme forhold, da materiellet kun er i gang omtrent  $\frac{1}{3}$  af tiden, og de uundgåelige ophold mellem turene må antages uændrede. Hvis der regnes med 6<sup>0</sup>/<sub>0</sub> reduktion af lokomotivantallet kan der altså spares 3 af studieområdets 50 lokomotiver. Samme reduktion påregnes i udgiften til kørselsmandskab og togopvarmning. Tilsvarende kan motorvognsantallet reduceres fra 27 til 26. Vedligeholdelses- og remsudgifter regnes uændrede, da antallet af tog-km er det samme, og der ikke på nogen måde er tale om unormale påvirkninger på materiellet. Omformerstationerne regnes ligeledes uændrede, da deres kraftreserve rigeligt dækker det forøgede forbrug.

I alt fås et regnskab som vist i tabel 34, hvoraf man ved sammenligning med tabel 26 ser, at der ikke er fremkommet nogen mærkbar forskydning i forholdet mellem diesel- og eldriftens totale udgifter.

**Tabel 34.**

**Opgørelse for studieområdet ved generel hastighedsforøgelse på 20%,  
(A-gruppens data, 1954-prisniveau).**

Udgiftspost	Eldrift	Dieseldrift
<i>Anlægs kapital</i> mill. kr.		
Faste elektriske anlæg (tabel 26) .....	65,0	
Værksteder .....	3,0	4,0
Tankanlæg .....		2,0
47 lokomotiver .....	60,2	70,5
26 motorvogne .....	20,8	23,4
I alt .....	149,0	99,9
Elværkers udvidelse .....	20	
<i>Driftsudgifter</i> mill. kr./år		
1. Betjening og vedligeholdelse af elektriske anlæg .....	1,24	
2. Vedligeholdelses- og remiseudgifter for traktionsmateriel .....	2,29	3,19
3. Renholdelse af haller og vogne .....	0,40	0,50
4. Kørselsmandskab .....	3,14	3,14
5. { Elektricitet .....	4,88	
{ Brændselsolie .....	0,32	4,66
Løbende driftsudgifter ialt .....	12,27	11,49
6. Forrentning og afskrivning af faste anlæg .....	3,74	0,36
7. Forrentning og afskrivning af traktionsmateriel .....	4,97	6,34
I alt .....	20,98	18,19
Forholdstal .....	100	87

b) *Generel hastighedsforøgelse på 35%.* (Maksimalhastighed 120 km/h).

Af de teoretiske køregrammer findes for de lokomotivtrukne tog en forøgelse af energiforbruget på 45%, hvilket omformerstationerne endnu rigeligt dækker. Motorvognstogenes 25% hastighedsforøgelse regnes at give 35% forøgelse af deres energiforbrug.

Køretidsreduktionen 26% svarende til en forøgelse af middelhastighederne på 35% antages at give 8% reduktion af lokomotivantallet, der altså reduceres fra 50 til 46, og samme besparelse regnes for kørselsmandskab og togopvarmning. Tilsvarende reduceres motorvognsantallet fra 27 til 25.



**Tabel 35.**

**Opgørelse for studieområdet ved generel hastighedsforøgelse på 35%  
(A-gruppens data, 1954-prisniveau).**

Udgiftspost	Eldrift	Dieseldrift
<i>Anlægs kapital</i> mill. kr.		
Faste elektriske anlæg .....	65,0	
Værksteder .....	3,0	4,0
Tankanlæg .....		2,0
46 lokomotiver .....	58,9	80,5
25 motorvogne .....	20,0	26,2
I alt .....	146,9	112,7
Elværkers udvidelse .....	23	
<i>Driftsudgifter</i> mill. kr./år		
1. Betjening og vedligeholdelse af elektriske anlæg .....	1,24	
2. Vedligeholdelses- og remiseudgifter for trak- tionsmateriel .....	2,29	3,19
3. Renholdelse af haller og vogne .....	0,40	0,50
4. Kørselsmandskab .....	3,07	3,07
5. { Elektricitet .....	5,69	
{ Brændselolie .....	0,31	5,37
Løbende driftsudgifter ialt .....	13,00	12,13
6. Forrentning og afskrivning af faste anlæg . . .	3,74	0,36
7. Forrentning og afskrivning af traktionsmate- riel .....	4,84	7,20
I alt .....	21,58	19,69
Forholdstal .....	100	91

Af de 46 lokomotiver kan 16 regnes at køre med godstog, hovedsageligt på Vestbanen, og 30 med personførende tog, hvoraf ca. halvdelen på Vestbanen og Sydbanen. Strengt taget er det således kun ca. 15 lokomotiver, der i tilfælde af dieseldrift behøver at forstærkes for at overholde det stillede hastighedskrav. For en sikkerheds skyld skal der dog regnes med i dette tilfælde at forstærke ialt halvdelen af diesellokomotiverne, altså 23 stk.

Et diesellokomotiv, der skal være fuldstændig jævnbyrdigt med elektrolokomotivet ved de højere hastigheder, må have 50% større hestekraft end MY11, altså 2600 ehk svarende til, at elektrolokomotivet yder 2400 ehk ved maksimal-

**Tabel 36.**

**Opgørelse for studieområdet ved generel hastighedsforøgelse på 50% og forøgede maksimalhastigheder (A-gruppens data, 1954-prisniveau).**

Udgiftspost	Eldrift	Dieseldrift
<i>Anlægs kapital</i>		
mill. kr.		
Faste elektriske anlæg .....	65,0	
Værksteder .....	3,0	4,0
Tankanlæg .....		2,0
45 lokomotiver .....	57,6	90,0
24 motorvogne .....	19,2	25,2
I alt .....	144,8	121,2
Elværkers udvidelse .....	25	
<i>Driftsudgifter</i>		
mill. kr./år		
1. Betjening og vedligeholdelse af elektriske anlæg .....	1,24	
2. Vedligeholdelses- og remiseudgifter for traktionsmateriel .....	2,29	3,19
3. Renholdelse af haller og vogne .....	0,40	0,50
4. Kørselsmandskab .....	3,00	3,00
5. { Elektricitet .....	6,30	
{ Brændselolie .....	0,30	5,90
Løbende driftsudgifter ialt .....	13,53	12,59
6. Forrentning og afskrivning af faste anlæg .....	3,74	0,36
7. Forrentning og afskrivning af traktionsmateriel .....	4,71	7,77
I alt .....	21,98	20,72
Forholdstal .....	100	94

hastighed og en del mere ved noget lavere hastigheder. Et sådant diesellokomotiv vil i dag kunne bygges som et C<sub>0</sub>-C<sub>0</sub>-loko under anvendelse af motorer af kendte og gennemprøvede typer og inden for den her givne maksimalvægt 108 t svarende til et akseltryk på 18 t (se i øvrigt side 27). Prisen kan anslås til 2,0 mill. kr. (henført til 1954-prisniveau), idet prisforøgelsen på 0,5 mill. kr. i forhold til MY-lokomotivet rigeligt svarer til 50% forøgelse af hele maskinanlægget og den elektriske transmission.

Der foreligger også andre muligheder, idet man i stedet for de forstærkede dieselloko kunne anvende et noget større antal normale MY-loko, forøge tog-

antallet og formindske togstørrelsen tilsvarende, eller man kunne anvende et antal mindre enheder på 1300 ehk (type B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub>) og lade dem køre i trosspand ved de store tog. Det vil dog næppe give større forskel i udgifterne, og den førstnævnte mulighed forekommer at være mest overskuelig.

Hvad angår dieselmotorvognene, vil det være rigtigt allerede i dette tilfælde at regne med fuldstændig jævnbyrdighed med elmotorvognene, hvilket vil sige, at alle 25 Mo-vogne må forstærkes 50% i hestekraft. Dette lader sig gøre ved trykladning af dieselmotorerne og forøgelse af generatorer og banemotorer, og det kan antages, at prisen pr. vogn derved vil stige fra 0,90 til 1,05 mill. kr.

Man kommer hermed til den samlede opgørelse i tabel 35.

c) *Yderligere hastighedsforøgelse. (Maksimalhastighed 140 km/h).*

Som vist i tabel 33 kan elektrolokomotivet ved maksimalhastighed 135 km/h hæve eksprestogenes middelhastigheder gennemsnitligt 45%, hvorved der er regnet med samme modstandsformler som for det nuværende vognmateriel. De nye vogne vil dog formentlig blive bedre aerodynamisk udformede, og der vil derfor kunne regnes med maksimalhastighed 140 km/h og en generel forøgelse af middelhastigheden på 50%. Herved findes af køregrammerne (under anvendelse af lidt lavere modstandskoefficienter end før) en forøgelse af energiforbruget på 60%, hvilket endnu lige kan ydes af de kalkulerede omformere (se s. 80). Der kan regnes med 10% reduktion af lokomotiv- og motorvognsantal, som bliver henh. 45 og 24, samt af udgiften til kørselsmandskab og togopvarmning.

I dette tilfælde må der kræves fuldstændig jævnbyrdighed mellem diesel- og elloko, og alle 45 dieselloko må altså være af den kraftigere type til 2,0 mill. kr., medens alle motorvognene (som allerede i forrige tilfælde) er af den forstærkede type til 1,05 mill. kr. Man får med disse data en samlet opgørelse som vist i tabel 36.

### **Kalkulation for studieområdet ved forøget trafikmængde.**

Da diesel- og eldriftens løbende udgifter er omtrent lige store (ved 1954-brændselspriser), kan der ikke ventes store forskydninger i deres relative økonomi ved stigende trafikmængder. For dog at få en omtrentlig bedømmelse heraf (samt af hensyn til de følgende undersøgelser) skal der her foretages en kalkulation for studieområdet ved en generel forøgelse af trafikmængderne på 50%, hvilket i øvrigt under gunstige omstændigheder ifølge prognosekurverne i fig. 4 skulle kunne forventes inden for de nyanskaffede traktionsmidlers levetid.

En sådan trafikstigning vil ikke være uden sammenhæng med de hastighedsforøgelser, der vil kunne gennemføres, idet disse kan anses både for en nødvendig forudsætning for trafikstigninger og en hensigtsmæssig følge deraf. For ikke at komplicere sagen unødigt vil det være tilstrækkeligt her at kombinere denne trafikstigning med et enkelt af de foran behandlede hastighedstrin, hvortil vælges det mellemste, en generel hastighedsforøgelse på 35%, tabel 35.

**Tabel 37.**

**Opgørelse for studieområdet ved generel hastighedsforøgelse på 35% og trafikstigning på 50% (A-gruppens data, 1954-prisniveau).**

Udgiftspost	Eldrift	Dieseldrift
<i>Anlægs kapital</i>		
mill. kr.		
Faste elektriske anlæg .....	70,0	
Værksteder .....	3,6	4,8
Tankanlæg .....		3,0
55 lokomotiver .....	70,4	96,5
30 motorvogne .....	24,0	31,5
I alt .....	168,0	135,8
Elværkers udvidelse .....	30	
<i>Driftsudgifter</i>		
mill. kr./år		
1. Betjening og vedligeholdelse af elektriske anlæg .....	1,34	
2. Vedligeholdelses- og remiseudgifter for traktionsmateriel .....	2,86	3,99
3. Renholdelse af haller og vogne .....	0,50	0,60
4. Kørselsmandskab .....	3,84	3,84
5. { Elektricitet .....	8,19	
{ Brændselolie .....	0,47	7,75
Løbende driftsudgifter ialt .....	17,20	16,18
6. Forrentning og afskrivning af faste anlæg . . .	4,09	0,46
7. Forrentning og afskrivning af traktionsmateriel .....	5,79	8,64
I alt .....	27,08	25,28
Forholdstal .....	100	93

Trafikstigningen kan forventes at blive optaget dels ved forøgelse af togvægtene, dels ved forøgelse af togantallene. Da de nuværende gennemsnitlige togvægte er væsentlig lavere end maksimalvægtene for de forskellige togkategorier (se tabel 16), skulle det være muligt at forøge dem 20% uden at ændre maksimalvægtene og dermed de beregnede køretider, som køreplanen tilrettelægges efter. Forøges så tillige togantallene 25%, dækker det tilsammen en trafikstigning på 50%.

En forøgelse af togvægtene (eksklusive loko) på 20% vil kun give ca. 15%



**Tabel 38.**

**Opgørelse for 50-Hz-systemet samt fremtidig forbedret dieseldrift i studieområdet ved 35% hastighedsforøgelse og 50% trafikstigning (A-gruppens data, 1954-prisniveau).**

Udgiftspost	Eldrifft	Dieseldrift
<i>Anlægs kapital</i>		
mill. kr.		
Faste elektriske anlæg (se tabel 32) .....	55	
Værksteder .....	4	5
Tankanlæg .....		3
55 lokomotiver .....	60	91
30 motorvogne .....	24	30
I alt .....	143	129
Elværkers udvidelse .....	27	
<i>Driftsudgifter</i>		
mill. kr./år		
1. Betjening og vedligeholdelse af elektriske anlæg .....	1,0	
2. Vedligeholdelses- og remiseudgifter for traktionsmateriel .....	2,9	4,0
3. Renholdelse af haller og vogne .....	0,5	0,6
4. Kørselsmandskab .....	3,8	3,8
5. { Elektricitet .....	7,4	
{ Brændselsolie .....	0,4	7,0
Løbende driftsudgifter ialt .....	16,0	15,4
6. Forrentning og afskrivning af faste anlæg . . .	3,2	0,5
7. Forrentning og afskrivning af traktionsmateriel .....	5,2	8,2
I alt .....	24,4	24,1
Forholdstal .....	100	99

forøgelse af energiforbruget, da lokomotivvægten er uforandret. Togantallenes forøgelse på 25% vil derimod give samme forøgelse af energiforbruget, og dette forøges altså ialt i forholdet  $1,15 \cdot 1,25 = 1,44$ . Nu var energiforbruget i forvejen forøget 45% som følge af hastighedsstigningen på 35%, og ialt fås altså en forøgelse i forhold til energiforbruget ved uændrede trafikmængder og toghastigheder på  $1,44 \cdot 1,45 = 2,09$ . Omformerstationerne, der kun er projekteret for 60% forbrugsstigning, må altså udvides, og antallet af omformere må forøges fra 8

til 10 (inkl. de 2 i reserve). Prisen forøges proportionalt hermed fra 19 til 24 mill. kr.

Vedligeholdelses- og remiseudgifter for traktionsmateriellet forøges 25% som antallet af tog-km og ligeledes udgiften til kørselsmandskab. Derimod behøver antallene af lokomotiver og motorvogne ikke at forøges fulde 25%, da der bliver mulighed for at lægge tættere maskinløbssplaner, og der skal her regnes med 20%, hvorved fås 55 loko og 30 motorvogne. Af diesellokomotiverne regnes 28 at være af den forstærkede type. Forskellige mindre poster er ligeledes forøget. Ialt fås opgørelsen tabel 37 at sammenligne med tabel 35.

### Sammenligning med 50-Hz-systemet ved forøgede toghastigheder og trafikmængder.

For det sidst behandlede tilfælde, 35% hastighedsforøgelse og 50% trafikstigning, skal opstilles en lignende overslagsberegning for 50-Hz-systemet og en yderligere forbedret dieseldrift som givet i slutningen af forrige afsnit, tabel 32. Sammenligningen ved netop dette hastighedstrin har den fordel, at da ensretterlokomotiverne i hestekraft ligger imellem 16<sup>2</sup>/<sub>3</sub>-Hz- og MY-lokomotiverne, bliver de meget jævnyrdige med en diesellokomotivpark, hvori halvdelen er af den forstærkede type.

Transformatorstationerne antages uden videre at kunne klare den forøgede belastning, og de samlede udgifter til faste elektriske anlæg bliver uforandret

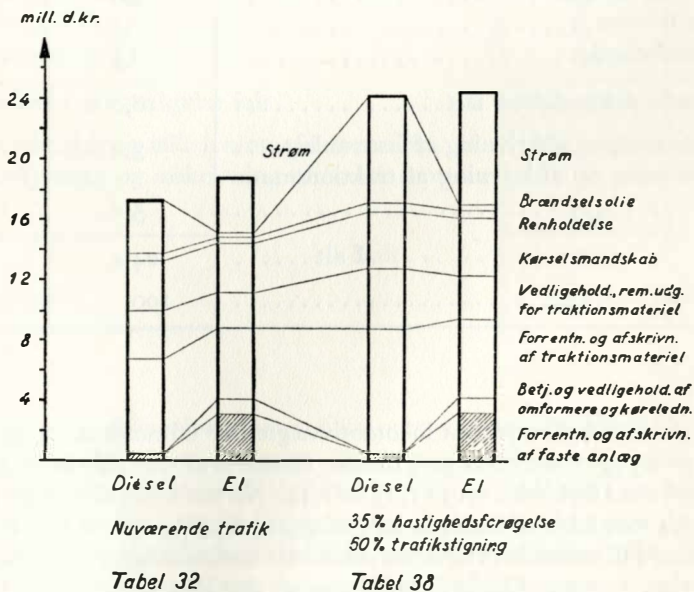


Fig. 12. Årlige driftsudgifter for studieområdet ved nuværende og fremtidige trafikforhold.

som tabel 32. De øvrige tal proportioneres fra tabel 32 eller tages direkte fra tabel 37, idet der dog som før regnes med 10% reduktion i udgifterne både til elektricitet og brændselolie. Prisen på de normale dieselloko regnes som i tabel 32 til 1,4 mill. kr., medens de store dieselloko sættes til 1,9 mill. og dieselmotorvognene til 1,0 mill. kr. Den samlede opgørelse er vist i tabel 38.

Fig. 12 viser en grafisk fremstilling af driftsudgifterne ved 50-Hz-elektrificering samt fremtidig forbedret dieseldrift både ved nuværende trafik (tabel 32) samt ved 35% hastighedsforøgelse og 50% trafikstigning (tabel 38).

De i dette afsnit fremsatte kalkulationer er for en stor del hypotetiske og søger ikke at fastlægge, hvorledes driften nødvendigvis bør indrettes ved forøgede toghastigheder og trafikmængder, men behandler blot nogle foreliggende muligheder.

## VII

# BRÆNDSSELSPRISERNES INDFLYDELSE SAMT ENERGIFORSYNINGSMULIGHEDER UNDER EKSTRAORDINÆRE FORHOLD

### Brændselsprisernes udvikling.

I fig. 13 foroven er vist kurver over prisen her i landet på gasolie, lokomotivkul og elværkskul i perioden 1935—1955. Priserne viser en stadig stigende tendens følgende udviklingen i det almindelige prisniveau. Ved de foreliggende undersøgelser er det imidlertid ikke de absolutte brændselspriser, der har den største interesse, men derimod deres relative størrelse målt i forhold til summen af alle de øvrige poster i regnskabet. Da disse dels består af lønudgifter og dels af udgifter til materialer, der indkøbes i store partier, har man valgt at måle brændselspriserne i forhold til et indextal dannet som middelværdien af de af Statistisk Departement beregnede forholdstal for timelønnen i industrien og engrospristallet, begge taget i forhold til 1935-tallene. En kurve over dette indextal er tillige vist foroven i fig. 13, og forneden er vist de derved omregnede relative brændselspriser udtrykt i 1954-prisniveau.

De således beregnede relative brændselspriser frembyder et helt andet billede, og når man ser bort fra tilfældige svingninger, ses det, at de relative kulpriser har været stigende og de relative oliepriser svagt faldende i det betragtede tidsrum. Dette forklares ved, at lønningerne i mineindustrien er vokset stærkere end andre steder, medens olieindustrien er langt mere mekaniseret og stadig har kunnet indføre nye tekniske forbedringer i stor stil. Kurverne er dog så usikre på grund af de overlejlrede, tilfældige variationer, at det er umuligt at se, om de nævnte tendenser stadig er virksomme.

Angående brændsels- og elektricitetsprisernes fremtidige udvikling fremsættes der ret forskellige meninger. Det kan således nævnes, at Batelle-rapporten (litt. b. 10) forudser en stigning af oliepriserne på 25—50% i 1970 og samtidig en sænkning af elektricitetsprisen på 10% som følge af forbedring af elværkernes brændselsøkonomi. På den anden side har Union Internationale des Chemins de Fer (UIC) i informationsblad nr. 17 af nov. 1954 meddelt oplysninger fra 7 europæiske landes jernbaner angående deres syn på prisudviklingen indtil



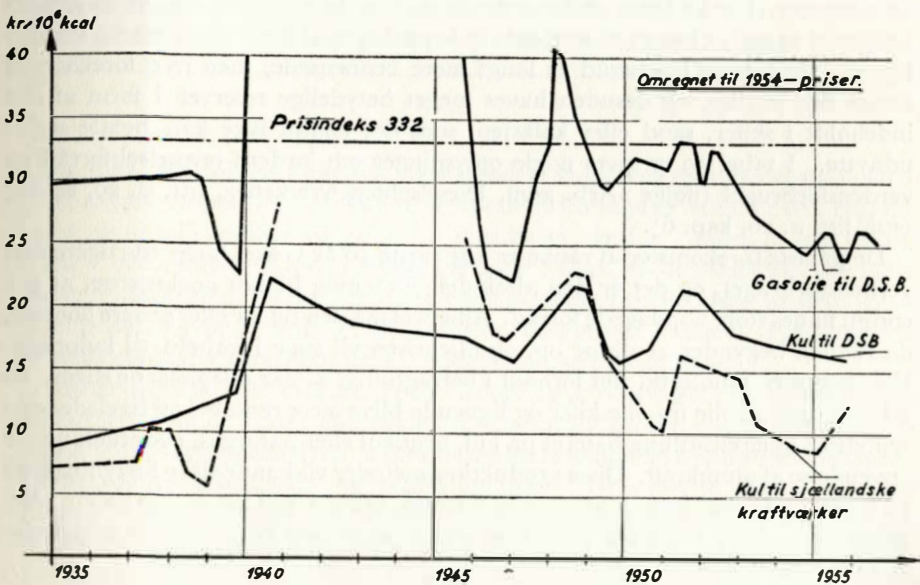
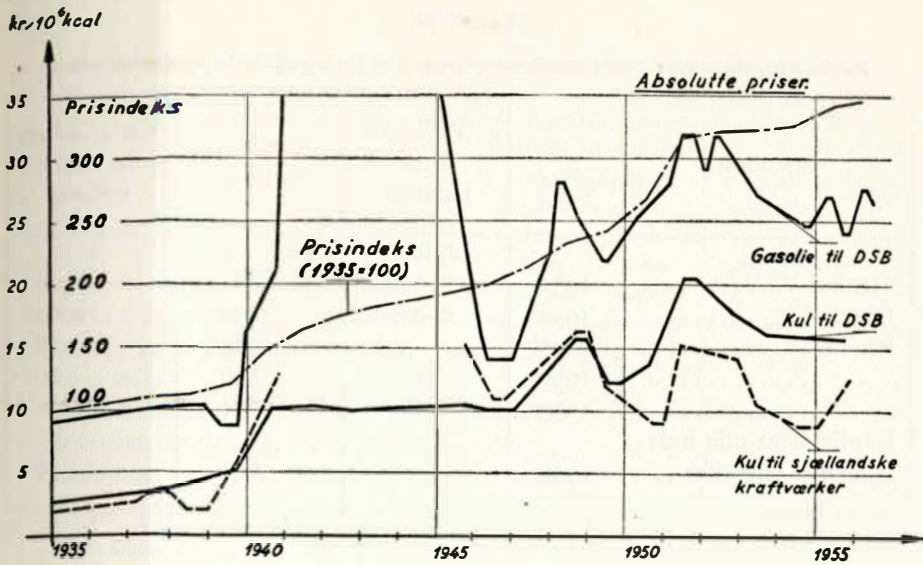


Fig. 13. Absolutte og relative brændselspriser 1935—55.

1961, hvoraf det fremgår, at de fleste af disse lande venter en stigning af elektricitetsprisen fra 1951 til 1961, medens der i de samme lande regnes med en sænkning af oliepriserne i samme tidsrum.

På længere sigt må man sikkert regne med fortsatte stigninger både af kul-

**Tabel 39.****Påviste forekomster samt verdensforbruget af de vigtigste brændselsstoffer.**

Brændsel	år	Påviste forekomster	Verdensforbrug	Varighed ved uændret forbrug
		mill. t	mill. t/år	år
Stenkul .....	1952	ca. 3600000	ca. 1500	ca. 2400
Brunkul .....	1950	- 2900000	- 290	- 10000
Råolie .....	1945	- 3000	- 354	- 8
- .....	1950	- 11000	- 550	- 20
- .....	1953	- 19000	- 654	- 30
Råolie samt olie indeholdt i olieskifer ...	1953	- 45000	- 654	- 70

og oliepriser. For kullenes vedkommende skyldes dette ikke så meget, at jordens kulforråd er ved at blive udtømt, som at brydningen af dem bliver stadig vanskeligere. De kendte olieforråd er langt mere begrænsede, men nye forekomster findes dog stadigt, og desuden haves meget betydelige reserver i form af olie indeholdt i skifer, sand eller kalksten, som det endnu ikke kan betale sig at udnytte. I tabel 39 er givet nogle oplysninger om jordens brændselsforråd og verdensforbruget (ifølge »Arb. gem. Dieselschienenverkehr«, litt. d. 20, se dog også litt. a. 20, kap. 6).

De påviste forekomster af råolie er i de sidste 10 år vokset langt hurtigere end verdensforbruget, og det er den almindelige mening blandt geologerne, at der endnu findes store uopdagede forråd. Alligevel må den tid før eller senere komme, da råolien begynder at slippe op, og olieprisen vil stige i forhold til kulprisen. Her kommer imidlertid det forhold i betragtning, at når oliepriserne stiger, vil udvindingen af olie fra olieskifer og lignende blive mere rentabel og ligeledes den syntetiske oliefremstilling baseret på kul, brunkul eller naturgas, eventuelt under anvendelse af atomkraft. Disse produktionsmetoder vil kunne sikre forsyningerne til transportformål i en uoverskuelig fremtid, omend ved væsentlig højere oliepriser og under stadigt skærpede krav om at opnå den bedst mulige udnyttelse af brændslet.

### **Virkningen af en fordobling af olieprisen.**

For at få en orientering om olieprisens indflydelse på de forskellige traktionsformers relative økonomi kan man undersøge, hvilke forskydninger der fremkommer, når man i de foran opstillede driftsregnskaber rent hypotetisk regner

**Tabel 40.**

**Relative traktionsudgifter i forhold til eldriften ved nuværende og fordoblet oliepris (1951-trafikforhold, A-gruppens data).**

Tilfælde	Tabel	Damp- og motorvognsdrift (kul 115 kr./t)		Eldrift (5,5 øre pr. kWh)	Dieseldrift
		Nuv. loko	nye loko		
<i>Oliepris 21 øre/ltr. = 250 kr./t</i>		%	%	%	%
Studieområdet .....	26	119	115	100	87
Hovedbaner .....	29	117	113	100	86
Stambaner .....	30	126	118	100	85
<i>Oliepris 42 øre/ltr. = 500 kr./t.</i>					
Studieområdet .....	26	121	117	100	104
Hovedbaner .....	29	119	115	100	102
Stambaner .....	30	128	120	100	101

f. eks. med den dobbelte oliepris, men uændret kulpris og elektricitetspris. Dette gøres meget simpelt ved, at man til de totale driftsudgifter adderer de i regnskaberne givne olieudgifter en gang til. Resultatet heraf er i tabel 40 vist for de i afsnit V behandlede tilfælde omfattende både damp-, el- og dieseldrift ved nuværende trafikforhold, medens tabel 41 viser forskydningerne alene mellem diesel- og eldriften for de i afsnit VI behandlede tilfælde ved forøgede toghastigheder og trafikmængder såvel som for anvendelsen af 50-Hz-systemet.

Det fremgår af disse tabeller, at en fordobling af olieprisen ville gøre eldriftens økonomi en smule bedre end dieseldriftens under nuværende trafikforhold og regnet med A-gruppens data. Tages tillige de behandlede fremtidige muligheder for betydelige hastigheds- og trafikstigninger i betragtning, bliver eldriftens økonomi klart overlegen over dieseldriftens. Det forekommer dog usandsynligt, at disse pris- og trafikforhold skulle kunne indtræffe så tidligt, at man over en periode lig med det i dag anskaffede dieselmateriels påregnede levetid alt i alt (ifølge A-gruppen) vil få en væsentlig dårligere økonomi ved dieseldriften end ved eldriften. Desuden må det bemærkes, at selv ved en fordobling af olieprisen vil dieseldriftens økonomi stadig være langt bedre end dampdriftens, ikke mindst ved de forøgede toghastigheder, der ville medføre langt større kulforbrug i dampdriften. I øvrigt kan det siges, at en stigning i olieprisen i hvert fald ikke vil stille banerne dårligere i deres konkurrence med landevejstrafikken, der vil rammes langt hårdere heraf på grund af dens meget større brændselsforbrug pr. netto ton-km.

**Tabel 41.**

**Diesel- og eldriftens relative traktionsudgifter i studieområdet ved nuværende og fordoblet oliepris (fremtidige trafikforhold, A-gruppens data).**

Tilfælde	Tabel	Dieseldrift/Eldrift ved oliepris	
		250 kr/t	500 kr/t
<i>16<sup>2</sup>/3-Hz-system</i>		%	%
Nuværende trafik .....	26	87	104
20 <sup>0</sup> /o hastighedsforøgelse .....	34	87	107
35 <sup>0</sup> /o — .....	35	91	114
50 <sup>0</sup> /o — .....	36	94	119
35 <sup>0</sup> /o hastighedsforøgelse			
+50 <sup>0</sup> /o trafikstigning .....	37	93	120
<i>50-Hz-system</i>			
Nuværende trafik .....	32	92	109
35 <sup>0</sup> /o hastighedsforøgelse			
+50 <sup>0</sup> /o trafikstigning .....	38	99	125

**Energiforsyningsmulighederne under ekstraordinære forhold.**

Der er enighed i udvalget om, at der må lægges afgørende vægt på, at driften på hovedbanerne, rygraden i landets interne trafikmidler, kan opretholdes i størst mulig udstrækning under ekstraordinære forhold, herunder en krigssituation medførende midlertidig afbrydelse af brændseltilførslerne udefra eller endog direkte krigshandlinger her i landet.

Det må dog her nævnes, at jernbanernes energiforbrug kun udgør en ringe del af landets samlede forbrug. Som allerede nævnt (s. 85) ville elektricitetsforbruget ved elektrificering af samtlige hovedbaner udgøre 7<sup>0</sup>/o af elværkernes samlede årsproduktion i 1954; forholdet stiller sig i øvrigt ret forskelligt i de to distrikter, idet det i 1. distrikt kun drejer sig om 5<sup>0</sup>/o, men i 2. distrikt om 12<sup>0</sup>/o af de derværende elværkers årsproduktion. Olieforbruget ved dieseldrift på de samme baner, ca. 50000 t, udgør ca. 2<sup>0</sup>/o af landets samlede import af flydende brændsel i 1954 (eller 12<sup>0</sup>/o af importen af gasolie alene). I øvrigt lå dampdriftens kulforbrug inden motorvognsdriftens indførelse på over 10<sup>0</sup>/o af landets samlede import af kul og koks.

Efter indførelsen af de nye traktionsmidler vil banernes brændselsforbrug altså kun udgøre nogle få procent af landets normale import af vedkommende brændselsarter. Alligevel finder udvalget det dog rigtigst (som også gjort i foranstående kalkulationer) at regne med, at der i tilfælde af indførelsen af dieseldrift i betydeligt omfang tillige anlægges særlige olielagre til banernes



brug, hvorved banerne i en nødsituation vil kunne klare sig selv og ikke behøve at regne med statstildelinger, som altid vil kunne siges at blive unddraget biltrafikkens måske lige så samfundsvigtige behov.

Hvad angår egentlige krigshandlinger, kan det bemærkes, at jernbaner er vigtige krigsmål, selv efter at militærets egne transportere er blevet stærkt motoriserede. Jernbanedriften vil altid kunne standses midlertidigt ved at ramme de vigtigste knudepunkter, lokomotivremiser og lign., og de nye traktionsformer er for så vidt mere udsatte end dampdriften, da de tillige kan sættes ud af funktion ved ødelæggelse af omformerstationer og tankanlæg. At bygge bombesikre omformerstationer (såvel som elværker) kan næppe komme på tale. Derimod er det muligt, omend med stor bekostning, at oprette bombesikre olielagre. Herved ville opnås den bedst tænkelige sikkerhed for det samlede transportvæsens opretholdelse i krigssituationer, men bygningen af sådanne bombesikre olielagre må anses for at være en statsopgave, og det ville være urimeligt at sætte udgiften dertil på Statsbanernes regnskab.

### *Bemærkninger.*

*B-gruppen ønsker herom at udtale følgende :*

»Fra flere sider — ikke mindst ved forskellige internationale konferencer — er der givet udtryk for ængstelse for, at verden med hastige skridt nærmer sig en energikrise.

Med hensyn til kullene ligger sagen sådan, at kul- og stålpuhljelandene i 1955 trods store anstrengelser kun var i stand til at forøge deres samlede kulproduktion med knapt 2%, og de må derfor nu selv importere brændsel, enten kul fra Amerika eller olie.

For oliens vedkommende er forholdet det, at en stor og stigende del af olieproduktionen anvendes til opvarmningsformål samt som råstof til fremstilling af kunststoffer. Endvidere vil olien efter alt at dømme blive det mest efterspurgte brændsel til dækning af det overalt meget stærkt stigende energiforbrug, og det vil derfor være urealistisk — uanset olieselskabernes optimisme — at forvente en rolig udvikling af forsyningsmulighederne og priserne for dette brændsel, lige meget om man bedømmer kendte olieforekomster til at kunne dække det nuværende årsforbrug i 30 eller 70 år (se side 134). Hertil kommer det usikkerhedsmoment, der ligger i, at  $\frac{3}{4}$  af Vesteuropas olie kommer fra det politisk meget urolige nære Østen.

Den indsats, der verden over sættes ind på forskningsarbejder vedrørende atomkerneenergiens anvendelse i den almindelige produktion, må opfattes som et bevis for, at de ansvarlige autoriteter herved søger at afværge en nær forestående energiforsyningskrise. Det engelske atomforskningsorgans budget for året 1956 er således på 50 mill. £ eller ca. 1 milliard kroner, og man har i England påbegyndt opførelsen af 12 store kraftværker med atomenergi som drivkraft. At de amerikanske dispositioner ikke er mindre omfattende, og at de mindre lande, herunder Danmark, anstrenger sig efter evne for at følge med nu, da fornødent råmateriale er blevet til-

gængeligt, må formentligt også opfattes som et bevis på, at man ikke tør regne med, at olie fremtidig kan fås i ubegrænsede mængder.

Hvad angår prisen på elektricitet fremstillet i atomkraftværker, er det i øjeblikket meget vanskeligt at sige noget bestemt. I England regner man med, at prisen vil blive ca. 6 øre pr. kWh. På atomkonferencen i Genève blev fra amerikansk side nævnt, at man i fremtiden skulle kunne nå ned på en pris på 3 øre pr. kWh.

Med hensyn til spørgsmålet om jernbanetraffikkens opretholdelse i en krisesituation sås det under krigen, da praktisk taget al biltrafik på landevejene måtte ophøre, hvilken betydning det havde, at banerne takket være dampdriften, omend i begrænset omfang, kunne opretholde befordringen af passagerer og gods. Havde banerne under krigen haft dieseldrift, ville dette ikke have været muligt, idet olie kun kunne skaffes til nødtørftig opretholdelse af færgedriften, medens motorvognene stod stille. Havde banerne derimod været elektrificerede, kunne der med det samme kulforbrug være præsteret mindst den tredobbelte trafikmængde.

For eldriftens vedkommende har krigen iøvrigt vist, at lokale ødelæggelser af køreledningsanlæg og omformerstationer kunne repareres hurtigere, end sporet kunne gøres køreklart. Omformerstationer kan være transportable, således som det også i forbindelse med almindelig reservetjeneste praktiseres i Sverige. Værre er det naturligvis, når elværkerne skades, men dels kan elværker med betydelige bygningsødelæggelser erfaringsmæssigt fortsætte i hvert fald delvis efter kortere afbrydelse, dels haves, når en landsomfattende samleskinne er etableret, erfaring for, at den elektriske jernbanedrift kan opretholdes selv efter bombning af enkelte elværker. I øvrigt er det sandsynligt, at en fjende ikke ødelægger alle elektricitetsværker, da han formentlig selv vil være interesseret i senere at kunne udnytte dem. Det kan i denne forbindelse nævnes, at ødelæggelsen af de hollandske elværker først fandt sted, da besættelsesmagten trak sig ud af landet.

Elektricitetsværkerne er i stand til at benytte olie og alle arter af fast brændsel, herunder også indenlandsk, samt atomenergi, når praktisk anvendelig form af denne foreligger, og endelig vandkraft importeret fra vore nabolande.

Det er iøvrigt kravet om øget sikkerhed for energiforsyningsens opretholdelse, der ligger til grund for ønsket om at få vandkraftimporten fra vore nabolande udvidet, uanset at den hertil nødvendige kapitalinvestering vil blive væsentlig større end den, der kan spares ved udbygning af hjemlige kraftanlæg, når blot der kan opnås tilfredsstillende rentabilitetsvilkår.

Angående spørgsmålet om olieforsyning i en kommende krisesituation vil banerne formentlig sikre sig ved forud at etablere et stort reserveforråd af olie, oplagret mere spredt end tendensen i øjeblikket er her i landet. Såfremt olie til 2—3 års forbrug skal oplagres bombesikkert, vil udgiften til reservetankanlæg imidlertid blive meget stor.

Det er endvidere et spørgsmål, om det vil være muligt at bevare et sådant forråd over længere tid for banerne selv, eftersom militær og skibsfart og landbrug under sådanne forhold er i stor trang for olie.

Det forekommer herefter B-gruppen at være yderst kortsynet, hvis man vil gøre alle transportmidler, baner og biler, sø- og luftfart afhængige af olietilførsel.

Det kan nævnes, at på Nordiska Järnvägsmannasälskapets møde i Helsingfors 1954 udtalte den finske rapportør vedrørende »Sideliniernes rullende materiel« (litt. m. 4.):

»Man torde väl knappast någonsin kunna komma därhän att helt och hållet motorisera all järnvägsmateriel, då anskaffningen av flytande bränsle i synnerhet under våra kristider skulle ställa sig mycket osäker. Det vore helt säkert ödesdigert för oss här i Norden att helt sätta vår tillit till det flytande bränslet«.

B-gruppen mener, at man ikke bør basere dansk jernbanedrift på kun eet udenlandsk råmateriale, nemlig olien«.

#### *C-gruppen udtaler følgende :*

»I tilslutning til foranstående statistiske oplysninger, tabel 39, kan anføres, at efter oplysning fra Statsbanernes olieleverandør, Standard Oil Company (N. J.), vil efter det nyeste foreliggende materiale de allerede fundne olieforekomster i hele verden uden for Rusland og de af Rusland afhængige lande være tilstrækkelige til 33 års forsyning, baseret på forbruget i 1954.

Gennem Standard Oil Company er ligeledes oplyst, at allerede fundne råprodukter i jorden, når disse omdannes til olie, kan anslås at dække 1300 års forsyning, baseret på forbruget i 1954. Som citeret i tidsskriftet »Økonomi og Politik«, 23. årgang, nr. 1, har præsidenten for Standard Oil Company udtalt sig om problemet således:

»Enhver som forestiller sig, at vore olieforråd vil blive udtømt i det næste tiår eller endog i de nærmeste hundrede årtier, tager fuldstændig fejl. Jeg vil ikke kritisere dem, som tror dette, thi de har i adskillige år hørt prædike i presse og radio, at det vil have slut med olien om 12—14 år. Det er rent nonsens. Folk, som kommer med sådanne påstande, ved ikke, hvad de taler om. Nu begynder en ny opdagelsernes æra. Vi kan imødesee fremtiden med ro. Der vil findes rigeligt med olie.«

At talen om en forestående olieknaphed ikke har nogen reel baggrund fremgår iøvrigt af den kendsgerning, at investeringerne i vej anlæg overalt i verden vokser i et tempo, som ansvarlige myndigheder utvivlsomt ville bremse, hvis der var udsigt til, at biltrafikken kun kunne opretholdes en overskuelig årrække. Der ses heller ingen tendenser til at bremse indretningen af oliedrift til ethvert formål.

Angående en eventuel krigssituation bemærkes, at dieseldriften militært teknisk set må betragtes som mindre sårbar end den elektriske drift. Ved elektrisk drift er kraftforsyningen samlet i nogle få kraftcentraler, og når disse, såvel som knudepunkterne i form af understationer, rammes under en krigssituation, vil store områders jernbanetrafik være totalt lammet.



I lande, der allerede har elektrificeret, har man indset dette, og man træffer i lande som Svejts og Sverige foranstaltninger for at sikre de sårbare centre ved at sprænge dem ind i klippen, hvilket der jo slet ikke foreligger muligheder for her i landet.

Endvidere holder man i de nævnte lande en betydelig reserve af anden trækraft som sikkerhed ved afbrydelser i elektricitetsforsyningen. I Svejts, hvor man tidligere havde damplokomotiver som reserve, er man i øjeblikket ved at erstatte disse med diesellokomotiver, og fra forhandlingerne inden for U.I.C. i år vides, at iberegnet allerede leveret og bestilt dieseltrækraft ønsker de svejtsiske forbundsbaner i den kommende tid at anskaffe i alt 60 stk. diesellokomotiver.

Som det oplystes af overingeniør A. E. Müller fra Brown Boveri, Svejts, under dennes besøg i Traktionsudvalget i 1953, havde man i Svejts tidligere næret betænkeligheder med hensyn til sikring af dieseldriftens brændselolieforbrug under en eventuel krigssituation, men den enorme motorisering af hæren havde fuldstændig ændret synet på dette spørgsmål, fordi militæret i dag er afhængig af brændselolie i en sådan grad, at jernbanernes forbrug ved 100% dieseldrift er udregnet til kun at andrage ca. 2% af hærens forbrug.

Samme forhold med hensyn til banernes forsyningsmulighed i en eventuel krigssituation vil gøre sig gældende i Danmark, og også her vil de mange spredte enheder i en omfattende dieseldrift på banerne være langt mindre sårbare end faste kraftcentraler, ligesom olielagrene naturligt vil komme til at ligge spredt over landet.

De mange lande, der i øjeblikket udvider dieseldriften synes da heller ikke at nære betænkeligheder ved at gøre sig afhængig heraf, og som eksempel skal blot nævnes, at Finske Baner, altså banerne i et land, hvis geografiske beliggenhed og muligheder for energiforsyning svarer til Danmarks, som svar på den i det foregående (s. 27) omtalte henvendelse fra U.I.C. om ønskerne for udvidelse af dieseldrift har udtalt ønsket om i løbet af en kort årrække at gå over til 100% dieseldrift.

Samsundet er i dag på så utallige punkter afhængig af elektricitetsforsyningen fra de forholdsvis få kraftcentraler, at det må betegnes som en stor fordel, at en så vigtig faktor som jernbanetransporten kan holdes uden for denne afhængighed og under en eventuel krigssituation fortsat fungere, selv om et tal af andre faktorer lammes ved eventuelt ophør af elektricitetsforsyningen«.



## VIII

### SAMFUNDSMÆSSIGE OG NATIONALØKONOMISKE HENSYN VED VALGET AF TRAKTIONSFORM

#### Kapitaludbytte af den investerede kapital.

Både diesel- og eldriften kræver betydelig større kapitalinvestering end den hidtidige dampdrift, og det vil derfor være af interesse at beregne det procentvise kapitaludbytte, der kan forventes af den investerede kapital. I tilsvarende undersøgelser fra andre lande er dette gjort ved, at man betragter dampdriften som det givne sammenligningsgrundlag og sætter den besparelse, der i sammenligning hermed vil opnås ved de nye traktionsmidler, i relation til den kapital, der investeres i dem.

Lignende beregninger kan her foretages på basis af de foran givne detaljerede regnskaber, men kræver nærmere kommentarer, da regnskaberne kun gælder under visse, antagne forudsætninger angående den videre trafikudvikling, og disse forudsætninger i nogen grad må bero på et skøn.

Betragtes f. eks. studieområdet under forudsætning af uændret trafikmængde, fås ved benyttelse af A-gruppens data, tabel 26, de i tabel 42 nævnte kapitaludbytter henholdsvis for eldriften og dieseldriften. Tabellen giver både et »brutto kapitaludbytte«, hvoraf forrentning og afskrivning skal afholdes, samt et »netto kapitaloverskud« efter fradrag af den påregnede forrentning og afskrivning.

Tallene i tabel 42 yder imidlertid hverken diesel- eller eldriften deres fulde ret, da disse driftsformer jo ikke alene medfører besparelser i den nuværende drift, men tillige muligheder for driftsforbedringer, som vil kunne medføre betydelige trafikstigninger og dermed indtægtsstigninger. Bedømmelsen heraf må i høj grad blive en skønssag, men som orientering vil det dog være af værdi at vise, hvilke resultater man kommer til ud fra bestemte forudsætninger, som i hvert fald kan siges at være foreliggende muligheder. Som eksempel kan her betragtes det i tabel 37 behandlede tilfælde for studieområdet ved en generel hastighedsforøgelse på 35% og en trafikstigning på 50%.

Tabel 37 giver de totale anlægskapitaler for selve traktionen i dette tilfælde. Hertil må lægges den nødvendige kapital til udbygning af bane- og stationsanlæg samt fornyelse af vognmateriellet. Førstnævnte udgift skal, da der ikke er tale

**Tabel 42.**

**Kapitaludbytte for studieområdet ved uændret trafikmængde (A-gruppens data).**

Post	Eldrift	Dieseldrift
a. Investeret kapital, mill. kr. ....	153,6	105,3
b. Løbende driftsudgifter, mill. kr./år (punkt 1—5 i tabel 26) .....	11,57	10,89
c. Besparelse i sammenligning med dampdriftens totale udgifter, 24,55 mill. kr. ....	12,98	13,66
Brutto kapitaludbytte (hvoraf forrentning og afskrivning skal udredes) .....	c/a =	8,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
d. Påregnede kapitaludgifter (punkt 6—7 i tabel 26), mill. kr. ....	9,00	7,06
e. Ren fortjeneste .....	c—d =	3,98
Netto kapitaloverskud (efter fradrag af forrentning og afskrivning) .....	e/a =	2,6 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

om en forøgelse af maksimalhastighederne, kun dække udvidelser som følge af den større trafikmængde, hvilket rent skønsmæssigt anslås at kræve arbejder til 10 mill. kr. Hvad angår vognmateriellet, kan regnes med ca. 100 nye personvogne og ca. 400 godsvogne til i alt ca. 50 mill. kr. Den investerede kapital skal altså overslagsmæssigt for begge traktionsformer forøges med 60 mill. kr.

Hastighedsforøgelsen på 35% er, hvad brændselsforbrug angår, fuldt medregnet i traktionsregnskabet; den antages ikke i sig selv at medføre indtægtsstigninger, men betragtes kun som en mere eller mindre nødvendig forudsætning for trafikstigningen på 50%, som antages at give en indtægtsstigning på 50%. Studieområdet omfatter 25% af Statsbanernes totale trafikmængde (inkl. S-banerne), og da de samlede indtægter i 1954/55 var 476 mill. kr., kan der for studieområdet regnes med  $0,25 \cdot 476 = \text{ca. } 120$  mill. kr. 50% heraf giver en indtægtsstigning på 60 mill. kr. Herfra må dog trækkes de noget forøgede udgifter til stations- og togtjenesten, hvilket anslås til 10 mill. kr., og man får i alt en ekstraintægt på ca. 50 mill. kr./år.

Under disse forudsætninger findes kapitaludbyttet på længere sigt ved en investering i eldrift eller dieseldrift som vist i tabel 43.

Det ses, at der under disse forudsætninger er tale om meget betydelige kapitaludbytter, som helt og holdent kommer samfundet tilgode, rent bortset fra de fordele, erhvervslivet får ved forbedrede transportforhold. Endvidere ses det, at forskellen mellem diesel- og eldriftens økonomi (ved uændrede prisforhold og ifølge A-gruppens data) i denne sammenhæng bliver forholdsvis lille og vil kunne udlignes helt, hvis eldriften formår at skabe en noget større trafikstigning end dieseldriften.

**Tabel 43.**

**Kapitaludbytte for studieområdet ved 35 % hastighedsstigning og 50 % trafikstigning (A-gruppens data).**

Post	Eldrift	Dieseldrift
	mill. kr.	mill. kr.
Anlægskapital for traktionsmidler samt faste elektrificeringsanlæg ifølge tabel 37 . . . . .	168	136
Fornyelse af vognmateriel, udvidelse af stationsanlæg m. m., anslået til . . . . .	60	60
a. Investeret kapital i alt . . . . .	228	196
Løbende driftsudgifter pr. år (punkt 1—5 i tabel 37) . . . . .	17,20	16,18
Besparelse i forhold til nuværende dampdrifts totale udgifter, 24,55 mill. kr. . . . .	ca. 7	8
Indtægtsstigning, anslået til . . . . .	50	50
b. Samlet udbytte pr. år . . . . .	57	58
Brutto kapitaludbytte (hvoraf forrentning og afskrivning skal udredes) . . . . . b/a =	25 %	30 %

### Finansieringsmuligheder.

Det fremgår af det foregående, at en investering såvel i eldrift som i dieseldrift både vil forbedre banernes økonomi og den service, de yder samfundet, og der bør derfor selv i vanskelige økonomiske tider som de nuværende kunne afses betydelige bevillinger hertil. Det fremgår tillige, at jernbanernes fuldstændige modernisering ikke alene må omfatte traktionsmidlerne, men tillige vognmateriellet, bane-, stations- og signalanlæggene. Alle disse moderniseringsforanstaltninger må behandles i sammenhæng, og man må tillige undersøge deres almene virkninger på landets samlede valutaforbrug, beskæftigelsen af indenlandske industrivirksomheder samt eventuelle andre virkninger af samfundsmæssig art, hvorom nærmere i det følgende.

Set fra et samfundsmæssigt synspunkt er det imidlertid ikke blot nødvendigt, at jernbanedriften efterhånden moderniseres og rationaliseres under udnyttelse af de tekniske fremskridt på dette område, men det er tillige overordentlig vigtigt, at dette gøres så hurtigt som muligt, da jernbanerne i dag befinder sig i en hård eksistenskamp trods banedriftens mange samfundsmæssige fordele. Det kan blive afgørende for jernbanernes hele fremtid, at de netop i disse år gør et kraftigt fremstød for ikke alene at bevare, men tillige forøge deres trafikmængde.

For finansieringen kan det muligvis blive af betydning, at der på den internationale jernbaneunion UIC's initiativ fornylig er blevet oprettet et europæisk

selskab for finansiering af jernbanemateriel, »Eurofima«, med hovedsæde i Svejts. Selskabet er et aktieselskab med en aktiekapital på 50 mill. sv. frcs., hvoraf Danmark indskyder 100.000 frcs. Selskabets formål er både at finansiere og samordne medlemslandenes indkøb af jernbanemateriel af standardiserede typer, idet man sammenstiller ordrerne på ensartet materiel og udbyder dem i international licitation for derved at opnå lavere priser samt en jævnt flydende strøm af ordrer til fabrikkerne, som derved kan gennemføre en videre arbejdsdeling og specialisering.

Eurofima skal som nævnt kun beskæftige sig med standardiserede materieltyper og ifølge statutterne indtil april 1958 kun med godsvognsmateriel, som ved selskabets stiftelse var den eneste art rullende materiel, hvor standardiserede typer forelå. Arbejdet med standardisering af diesellokomotiver har været i gang siden 1952 og er nu omtrent afsluttet, så at der kan regnes med, at indkøb af diesellokomotiver, der er lige så velegnede som håndpant som godsvogne, kan ske gennem selskabet fra april 1958. For elektrolokomotiver er spørgsmålet om standardisering og om, hvorvidt de kan betragtes som håndpant, endnu ikke afklaret.

### Valutaforbruget.

Valutaforbruget i de forskellige traktionsformers løbende driftsudgifter består næsten udelukkende af brændselsudgifterne, herunder kuludgiften ved termisk elektricitetsproduktion. Hertil kommer så andelen af udenlandsk valuta i anlægs- og anskaffelseskapital, men denne post er vanskeligere at bedømme, da den ganske afhænger af, hvor stor en del af arbejdet der vil blive udført her i landet.

Hvad brændselsudgiften angår, stiller eldriften sig lidt gunstigere end dieseldriften, men forskellen er lille i sammenligning med den besparelse, begge traktionsformer kan opvise i forhold til kuludgiften i dampdriften. De samlede valutaudgifter til brændsel er for studieområdet beregnet i tabel 44. Valutaudgiften pr. brændselenhed er her regnet lidt lavere end de foran benyttede priser, der også omfatter transport og andre indenlandske omkostninger.

Efter denne beregning er dieseldriftens valutaudgift til brændsel ca. 30<sup>0</sup>/<sub>0</sub> og eldriftens ca. 20<sup>0</sup>/<sub>0</sub> af brændselsudgiften for nuværende damp- og motorvognsdrift (i 1954-priser). Denne forskel mellem diesel- og eldriften må dog antages omtrent at ophæves af eldriftens større valutaforbrug til de faste anlæg, både til indkøb af stål og kobber m. m. samt til elektrisk specialudstyr, medens valutaforbruget til traktionsmateriellet skulle stille sig ret ens. Antages de faste elektrificeringsanlæg at kræve en valutaudgift på ca. 20 mill. kr. for studieområdet, vil forrentning og afskrivning af dette beløb omtrent svare til forskellen mellem diesel- og eldriftens årlige valutaforbrug til brændsel. For traktionsmateriellet kan der skønmæssigt anslås en samlet valutaudgift på omkring 30 mill. kr. for begge traktionsformer, svarende til en årlig kapitaludgift på ca. 2 mill. kr. Alt i alt skulle de totale årlige valutaudgifter ved diesel- og eldriften således blive ret ens, omkring 5 mill. kr. for studieområdet, altså i størrelsesorden halvdelen af valutaforbruget ved den nuværende damp- og motorvognsdrift.



Tabel 44.

Valutaforbrug til brændsel for de forskellige traktionsformer  
(Studieområdet, 1954-prisniveau, A-gruppens data).

Togart	btkm	Forbrug		Enheds- pris i udenl. valuta	Valutaforbrug i alt		
		pr. 1000 btkm	ialt		Damp- og mv. drift	Diesel	Eldrifft
Damploko . . . .	mill. 1679	54 kg kul	91 mill. kg	11 øre/kg	mill. kr.		
Dieselloko . . . . .	1679	7,9 ltr olie	13,3 mill. ltr.	18 øre/ltr.	10,01	2,40	
Elloko . . . . .	1679	34 kWh	57,5 mill.kWh	2,8 øre/kWh			1,61
Dieselmotorv. . .	384	9,1 ltr. olie	3,5 mill. ltr.	18 øre ltr.	0,63	0,63	
Elmotorvogne . .	358	40 kWh	14,2 mill.kWh	2,8 øre/kWh			0,40
Togopvarmning ialt . . . . .			1,6 m.ltr.olie	18 øre/ltr.		0,29	0,29
til motorvogne alene . . . . .			0,5 m.ltr.olie	18 øre/ltr.	0,09		
I alt . . . . .	2063				10,73	3,32	2,30
Pr. 1000 btkm .					kr.		
					5,20	1,60	1,12

Skønt udvalget som tidligere nævnt ikke har foretaget en indgående sammenligning mellem jernbane- og biltrafikkens samlede økonomi, kan det dog være af interesse i denne forbindelse at se på biltrafikkens omtrentlige valutaudgifter i den daglige drift. For moderne dieseldrevne rute- og lastbiler består den valutamæssige del af driftsudgifterne hovedsagelig af udgiften til brændselolie, smørelolie og gummi, og denne udgift kan pr. 1000 bruttoton-km i persontrafikken samt pr. 1000 nettoton-km i godstrafikken anslås til 4 gange så meget som olieudgiften ved den dieseliserede jernbanetraffic eller 6 gange så meget som ved elektrisk banedrift (se i øvrigt tillægget, s. 161). For godstrafikken stiller den moderniserede jernbanetraffiks valutaforbrug sig således meget fordelagtigt i sammenligning med selv de mest moderne lastbiler; endog de dampdrevne godstog har et noget lavere valutaforbrug end disse, beregnet i forhold til den effektive transportydelse målt i nettoton-km. For persontrafikkens ved-

kommende stiller det sig væsentlig anderledes, idet jernbanemateriellets egenvægt er 2,5 à 3 gange tungere pr. siddeplads end moderne rutebiler. Rutebilernes valutaforbrug til driftsudgifter ekskl. forrentning og afskrivning pr. 1000 person-km er derfor lavere end de dampdrevne persontogs, men dog ikke så lave som for dieseltog og elektriske tog. Hertil kommer, at den valutamæssige del af bilernes kapitaludgifter er langt større end for jernbanemateriellet, særlig på grund af den meget kortere levetid (normalt 10 år for bilmateriel mod 25—40 år for banemateriel).

Der er således ingen tvivl om, at jernbanetrafikken er meget valutabesparende i sammenligning med biltrafikken, særlig ved anvendelse af de nye traktionsmidler.

### **Hensynet til dansk industris beskæftigelse og eksportmuligheder.**

Statsbanernes diesel-elektriske motorvogne og lyntog er alle helt igennem af dansk fabrikat, og danske industrivirksomheder har herved erhvervet sig et godt erfaringsgrundlag til også at kunne bygge de store dieselloko af MY-typen. Da behovet for dieselmotorvogne nu nærmer sig til at være dækket, er det af stor betydning for dansk industri at få overdraget en væsentlig del af arbejdet med fremstillingen af eventuelle nye dieselloko. Valutaforbruget vil derved reduceres, og de indhøstede erfaringer kan muligvis føre til en eksport af danskbyggede diesellokomotiver eller lokomotivmotorer. Konkurrencen er ganske vist stor på dette område, men efterspørgslen kan også forventes at blive stor både i europæiske og oversøiske lande, og kommer man tidligt frem med gode specialkonstruktioner, vil der sikkert være visse eksportmuligheder.

Det kan i denne forbindelse nævnes, at dansk motorindustri i de senere år har været førende med udviklingen af turbocharging af 2-takt dieselmotorer. Systemet er hidtil kun anvendt ved de store, langsomtgående skibsmotorer og stationære motorer, men forventes også at kunne føre til fremskridt i konstruktionen af lokomotivmotorer. Dette system kan anvendes i den lokomotivtype, som Statsbanerne foreløbig har bestilt hos danske virksomheder, og hvis den nye motortype svarer til forventningerne, vil den formentlig også kunne sælges i udlandet eller i det mindste indbringe licensafgifter.

Hensynet til banedriftens hurtigst mulige modernisering må dog samfundsmæssigt siges at gå forud for hensynet til at skaffe dansk industri den størst mulige og den længst mulige beskæftigelse med produktionen af det nødvendige antal lokomotiver, når blot vedkommende virksomheder får så stor en del af arbejdet, at de kan opretholde en normal beskæftigelse og desuden få lejlighed til at udvikle og gennemprøve nye lokomotivtyper i samarbejde med Statsbanerne. Hvis dansk industri alene skulle levere alle lokomotiverne på så kort tid, som det kunne være ønskeligt, ville det antagelig nødvendiggøre udvidelser af de pågældende specialværksteder, og sådanne udvidelser ville ikke være berettigede, med mindre der senere kunne regnes med en stor eksport.

Dansk lokomotivindustri har ikke tidligere haft lejlighed til at bygge dieselloko

af den i dag på vore hovedbaner nødvendige størrelse, og Statsbanerne har foreløbig været henvist til at anskaffe store diesellokomotiver af udenlandsk konstruktion. Bestræbelserne har derfor først og fremmest måttet gå ud på at skaffe danske lokomotivfabrikker så stor en del af arbejdet på disse lokomotiver som muligt gennem aftaler med de udenlandske hovedleverandører, samtidig med at man selv søger at udvikle egne lokomotivtyper og lokomotivmotorer, ligesom dansk elektroindustri i stigende grad optager fabrikationen af de tilhørende banemotorer og anden elektrisk udrustning.

Ser man nu på den elektriske drift, vil forholdet i virkeligheden blive ganske tilsvarende, hvis Statsbanerne kommer ind på denne traktionsform. Også i dette tilfælde vil man til at begynde med være henvist til lokomotiver af udenlandsk konstruktion, men dansk lokomotiv- og elektroindustri vil straks fra begyndelsen være i stand til at udføre en væsentlig del af arbejdet også på disse lokomotiver, og man vil sikkert her være lige så interesseret i at få lejlighed til efterhånden at udvikle egne typer.

Det fremgår således, at beskæftigelseshensynet ikke kan siges at tale afgørende til fordel for den ene eller den anden af de to traktionsformer. Både diesel- og eldriften vil give dansk lokomotiv- og elektroindustri god beskæftigelse og interessante konstruktionsopgaver med videre perspektiver. Moderne diesel- og elektrolokomotiver har mange fællestræk, og erfaringerne fra den ene type kan overføres til den anden. Det kan bemærkes, at der i fremtiden vil kunne komme til at foreligge opgaver som ombygning af diesel-elektriske lokomotiver til rent elektriske lokomotiver, og til sådanne opgaver vil landets egen industri være selvskreven, hvis den har erfaringer på begge områder.

### **Andre samfundsmæssige og sikkerhedsmæssige hensyn.**

De foran omtalte samfundsmæssige hensyn er hovedsageligt af driftsmæssig og nationaløkonomisk art, men foruden disse må også nævnes sikkerhedsmæssige hensyn samt visse sundhedsmæssige eller æstetiske hensyn, som bør tages i betragtning ved så vidtrækkende foranstaltninger som dem, der her er tale om.

Det er en selvfølge, at udviklingen hen imod højere toghastigheder ikke på nogen måde må forringe sikkerheden, men der ses heller ingen grund til, at dette skulle være tilfældet, når vognmateriellet konstrueres for de højere hastigheder og signalsystemerne afpasses derefter. Hvis anvendelsen af højere maksimalhastigheder vil medføre indførelsen af automatisk togkontrol, skulle dette betyde en forøget sikkerhed for samtlige tog.

Det er blevet fremført under udvalgets drøftelser, at eldriften besidder en særlig fordel i sikkerhedsmæssig henseende, idet man ved afbrydelse af kørestrømmen kan standse tog, som ved en signalfejl er blevet afsendt, uden at linien var klar, altså en art »kontinuerlig togkontrol«. Adskillige togulykker skal på denne måde være blevet forhindret i Sverige.

I afsn. II er det nævnt som en af fordelene ved de nye traktionsmidler, at de er fri for dampdriftens generende og smudsige kulrøg, og i kalkulationerne i afsn.

V er der medtaget omtrentlige beløb (se s. 89) for den direkte besparelse, Statsbanerne herved skulle kunne opnå i rengøringsudgifter til vognmateriel og banegårdshaller. Den rent konkurrencemæssige fordel ved forbedringen i rejsekomfort som følge af undgåelsen af kulrøgen er dog sikkert langt vigtigere, men lader sig vanskeligt beregne. Hertil kommer kulrøgens skadelige virkninger uden for banernes område, hvilket er endnu vanskeligere at bedømme. Nyere undersøgelser (litt. o. 14) synes at tyde på, at kulrøgen fra damplokomotiverne kan være en ikke uvæsentlig faktor i forureningen af storbyernes atmosfære. Eldriften er fuldkommen røgfri, bortset fra eventuelle oliefyrede varmekedler, og dieselmotorernes udstødsgas er sædvanligvis usynlig, men ikke altid ganske lugtfri.

Sluttelig må det i denne forbindelse nævnes, at de hidtil leverede MY-lokomotiver af amerikansk konstruktion her i landet har givet anledning til klager over støjen, idet dieselmotorerne ikke har været forsynet med tilstrækkelig effektive lyddæmpere, hvorfor de ved kørsel med fuld hestekraft f. eks. på stigninger og ved igangsætning frembringer en støj, der kan høres og virke generende i adskillige kilometers afstand. Åbenbart lægger man ikke større vægt herpå i Amerika, men kravene om begrænsning af støj er strengere under vore forhold, og staten bør i sine egne virksomheder gå forrest i støjbekæmpelsen. Helt støjfri kan jernbanetog formodentlig aldrig blive, men man må kunne sætte sig det mål, at støjen fra lokomotiverne ikke bliver mere generende og gennemtrængende end den almindelige hjulstøj fra vognene. I øvrigt kan lyddæmpende foranstaltninger også være nødvendige ved elektrolokomotiver, hvor f. eks. banemotorernes køleblæsere kan være temmelig larmende.

#### *Bemærkning.*

»C-gruppen ønsker hertil at bemærke, at det er rigtigt, at de første 4 MY-lokomotiver gav anledning til klager over støjen, men at statsbanerne da heller ikke var tilfredse med lyddæmpningen, og ved leveringen af de følgende 20 MY-lokomotiver blev støjen væsentlig nedsat ved en ændring af lyddæmperne. Støjen søges dog nedbragt endnu mere, og der arbejdes derfor fortsat på en endnu mere effektiv lyddæmpning, der agtes gennemført såvel på de først leverede MY-lokomotiver som på de lokomotiver, der er i ordre.«

### **De store broprojekter.**

Udvalget gør opmærksom på, at et langtidsprogram for traktionsmidlernes samt banedriftens øvrige modernisering bør koordineres med den eventuelle gennemførelse af de foreliggende projekter for en Storebæltsbro eller en Øresundsbro ved København eller Helsingør.

Det må her nævnes, at da disse broer formodentlig vil blive både jernbane- og vejbroer og således yderligere skærpe konkurrencen mellem baner og biler, vil det være af stor betydning for Statsbanerne både at have moderniseret traktionsmidlerne og udbygget hovedbanerne for større hastigheder, inden den første



af disse broer åbnes. Det er kun derved, at banerne fuldt kan udnytte den idealforbindelse, en sådan bro giver, til også over de længere distancer at gennemføre forholdsvis store reduktioner af rejsetiden. Det er magtpåliggende, at banerne såvel traktionsmæssigt som i andre henseender er blevet fuldt konkurrencedygtige med bilerne, når disse broer kommer, da de i modsat tilfælde som følge af bilernes smidigere tilpasningsevne vil udsættes for en endnu mere følelig konkurrence fra disse.

Der er tillige forskellige rent konstruktive forhold, man må have for øje ved valget af traktionsmidler, der eventuelt skal kunne anvendes på en Storebæltsbro, bl. a. det forhold, at broens anlægspris vil kunne reduceres meget betydeligt ved anvendelse af væsentlig større stigninger end ellers anvendt på hovedbanerne her i landet. Dette forhold ses dog ikke at kunne få væsentlig indflydelse på selve valget mellem diesel- og eldrift, da diesel- og elloko står ret ens med hensyn til adhæsionsegenskaber, og lokomotivernes hestekraft ligeledes er ret ens, når der regnes med de forstærkede dieselloko som omtalt i afsnit VI.

Foranstående afsnit I—VIII tiltrædes af udvalget med de forbehold, som fremgår af gruppebemærkningerne.

*J. L. Mansa, formand*

*J. P. A. Andersen*

*A. R. Angelo*

*P. H. Bendtsen*

*C. C. Hedegaard Christensen*

*H. P. Christensen*

*Anker Engelund*

*T. F. Engqvist*

*Ejner Hansen*

*Robert Henriksen*

*E. Kauffmann*

*J. Nilsson*

*P. Bjørn Olsen*

*| Per Draminsky.*

## IX

### KONKLUSIONER

Under arbejdet med at finde frem til en konklusion har det ikke vist sig muligt at samle udvalget om en fælles formulering. Der foreligger derfor to konklusioner, den ene underskrevet af 6 medlemmer og den anden af 7 medlemmer.

#### Konklusion I.

Såvel diesel- som eldriften frembyder væsentlige økonomiske, valutamæssige og driftsmæssige fordele frem for dampdriften. Det kan derfor anbefales, at Statsbanerne snarest muligt lader dampdriften afløse af de nye traktionsmidler. De hertil nødvendige kapitalinvesteringer bør gives en høj prioritet, da rentabiliteten kan forventes at blive særdeles god, foruden at jernbanedriftens modernisering medfører mange samfundsmæssige fordele.

Skal man afveje dieseldriften og eldriften mod hinanden, er især følgende punkter af betydning:

#### *1. Økonomien under nuværende pris- og hastighedsforhold.*

Forskellen mellem de to driftsformers økonomi iberegnet forrentning og afskrivning af anlægskapitalen er gennem udvalgets undersøgelser fundet at være overordentlig ringe ved nuværende pris- og driftsforhold, og den ligger inden for den usikkerhed, hvormed kalkulationerne nødvendigvis må være beheftet som følge af jernbanedriftens hele komplicerede opbygning. I kalkulationerne er der som vedtaget af udvalget regnet med en elektricitetspris lig med den fulde produktionspris inklusive de nødvendige tillæg for forrentning, administration o. s. v. for de elværker, der kommer på tale som leverandører.

#### *2. Dieseldriftens økonomi ved anvendelse af et begrænset antal diesellokomotiver.*

Dieseldriften er særlig fordelagtig, når der ikke anskaffes flere diesellokomotiver, end at de alle kan udnyttes intensivt i lange, regulære ture for svære tog, der giver et stort årligt kilometerløb pr. lokomotiv. Derimod kan diesellokomotiverne som følge af deres høje anskaffelsespris ikke konkurrere med de forhåndenværende damplokomotiver, når det drejer sig om højtidstrafikkens spidsbelastninger, der kun giver et ringe årligt kilometerløb pr. maskine.

### 3. Økonomien ved forøgede toghastigheder og trafikmængder.

Ved stigende toghastigheder og trafikmængder sker der en væsentlig forbedring af eldriftens økonomi i sammenligning med dieseldriftens både med hensyn til de totale driftsudgifter og anlægskapitalens størrelse. Ifølge A-gruppens beregninger tabel 38, side 129, bliver dieseldriftens anlægskapital 90% af eldriftens, men dieseldriftens årlige kapitaludgift (forrentning plus afskrivning) bliver 104% af eldriftens som følge af, at dieselmateriellet skal afskrives over en kortere årrække end rullende materiel og faste anlæg for eldriften. I samme tabel er dieseldriftens totale driftsudgifter beregnet til 99% af eldriftens, og kun en ganske ringe stigning af olieprisen vil bringe den økonomiske fordel klart over på eldriftens side.

Elektrolokomotiver med den store hestekraft, som kræves for opnåelse af store toghastigheder, er væsentlig billigere end diesellokomotiver med tilsvarende hestekraft. MY-lokomotivernes hestekraft er kun tilstrækkelig til at give en generel forøgelse af rejsehastighederne på ca. 20%, medens man med de foreslåede elektrolokomotiver kan opnå gennemsnitlige hastighedsforøgelser på 45—50%. Vi betragter hastighedsforøgelser af sidstnævnte størrelsesorden som et nødvendigt led i jernbanernes modernisering for at forbedre banernes konkurrenceevne over for andre transportmidler, f. eks. automobiler, der nu lige så vel som danske motorveje bygges for hastigheder op til 150 km/h.

Vi forventer tillige, at der vil indtræde en stigning i banetrafikken som følge af moderniseringerne, og at denne stigning vil være større ved omstilling til eldrift end til dieseldrift, bl. a. fordi eldriften helt eliminerer støj- og røgplagen og byder på renligere rejseforhold i det hele taget. Den større trafikstigning ved eldriften end ved dieseldriften medfører en langt større forbedring af banernes samlede driftsregnskab, end hvad der fremgår af de foran opstillede driftsregnskaber for traktionsmidlerne alene.

### 4. De fremtidige brændselsforsyningsmuligheder.

Under hensyn til det stærkt stigende olieforbrug til transport, opvarmning, kraftproduktion, kemisk industri samt militærvæsen vil det være urealistisk at forvente en rolig udvikling af forsyningsmuligheder og priser for dette brændsel. Hertil kommer det usikkerhedsmoment, der ligger i, at 3/4 af Vesteuropas olie kommer fra det politisk urolige nære Østen.

Brændselsprisernes udvikling vil utvivlsomt forbedre eldriftens økonomi i forhold til de andre traktionsformers. Brændselsudgiften udgør nemlig under nuværende prisforhold kun ca. halvdelen af elektricitetsprisen ved strømproduktion på basis af brændstoffer, og elværkerne kan til enhver tid anvende det i øjeblikket billigste brændsel. I modsætning hertil vil en stigning i olieprisen i sit fulde omfang forøge dieseldriftens energiudgifter.

Vi lægger særlig vægt på den samfundsmæssige betydning af jernbanedriftens opretholdelse i størst muligt omfang under ekstraordinære forhold, der medfører indskrænkninger eller fuldstændigt ophør af brændselsforsyningerne udefra. I denne henseende må eldriften siges at besidde større sikkerhed end dieseldriften, der helt og holdent er afhængig af en enkelt brændselsart, nemlig olie, som tilmed under en brændselskrise vil være stærkt eftertragtet til mange andre vigtige for-

mål, hvorfor banerne ikke engang kan være sikre på i en sådan situation at få rådighed over deres egne olielagre. Elværkerne kan derimod anvende enhver art af forhåndenværende brændsel, herunder tørv og brunkul, og står for de sjællandske værkers vedkommende i meget effektiv forbindelse med hele det svenske kraftforsyningssystem og med de store ressourcer, der ligger bag dette. Hertil kommer, at elværkernes anvendelse af atomkraft må anses for at være en mulighed, der temmelig snart vil kunne realiseres, og denne nye energikilde kræver kun yderst minimale tilførsler udefra.

Erfaringerne fra de to verdenskrige har vist, at en europæisk krigssituation umiddelbart medfører afbrydelse eller i hvert fald stærk reduktion af olietilførslerne her til landet, og at størstedelen af såvel bilernes som skibenes normale trafik da søger banerne. Det må derfor anses for urigtigt at basere hele Statsbanedriften udelukkende på samme energikilde som alle landets øvrige transportmidler, såvel biltrafikken som luft- og skibsfarten, nemlig olieprodukter.

##### *5. Traktionsforholdene i andre lande.*

Alle vesteuropæiske lande med undtagelse af Danmark har større eller mindre dele af deres fjernbanenet elektrificeret, og elektrificeringsarbejderne fortsættes, også efter at diesellokomotiver til togfremførelse er begyndt at fremkomme i Europa. Når man i mange lande tager begge traktionsformer i anvendelse samtidigt, skyldes det ønsket om hurtigst muligt at komme bort fra dampdriften.

---

Vi forstår, at det kan være nødvendigt at udnytte dieseldriftens nuværende — efter vor formening dog kun midlertidige — fordele, men vi mener, at det vil være meget forkert at anskaffe så mange diesellokomotiver, at hensynet til deres størst mulige udnyttelse vil hindre en snarlig påbegyndelse af baneelektrificering i Danmark og alt i alt give en ringere økonomi, end der vil kunne opnås med eldrift. Det må i en situation med oliemangel eller stærkt stigende oliepriser på verdensmarkedet anses for meget vanskeligt at sælge brugte diesellokomotiver til en tilfredsstillende pris. Ligeledes anser vi det for tvivlsomt, at man med økonomisk fordel vil kunne ombygge diesel-elektriske lokomotiver til helt elektriske lokomotiver; dette kan i det højeste blive en nødforanstaltning, men bør ikke indgå som led i en forud lagt plan.

Vi mener, at hensynet til dieseldriftens nuværende og eldriftens fremtidigt stadig stigende fordele fuldt ud lader sig forene.

Vi anbefaler, at man i nær fremtid påbegynder elektrificeringen af en særlig velegnet del af Statsbanenettet, og vi foreslår, at man dertil udvælger de i undersøgelsen betragtede hovedbaner i Statsbanernes 1. distrikt, Sjælland—Falster. Tillige foreslår vi, at Statsbanerne ikke anskaffer flere diesellokomotiver end svarende til, hvad der påkræves til hverdagstrafikken på hovedbanerne i 2. distrikt, idet der bibeholdes et passende antal damplokomotiver som reserver for højtidstrafikken. Indtil elektrificeringens gennemførelse vil diesellokomotiverne ligesom motorvognene kunne fordeles over begge distrikter og derved opnå en særlig god udnyttelse i de første år.



Elektrificeringen i 1. distrikt vil ifølge regeringsråd Thelanders rapport, betænkningens 2. del side 52, kunne gennemføres på 3 à 4 år, og det ville mindst tage lige så lang tid at anskaffe alt det endnu manglende dieselmateriel, som ville være påkrævet til dampdriftens fulde afløsning af dieseldrift i begge distrikters hverdagstrafik. Hvad 1. distrikt angår, står man derfor i dag fuldkommen frit i valget af traktionsform, idet en elektrificering i 1. distrikt (sammen med indførelsen af fuld dieseldrift i 2. distrikt) vil kunne foretages på den samme tid som indførelsen af den totale dieseldrift i begge distrikter og med en forholdsvis meget ringe forøgelse af den samlede anlægskapital. Valget mellem de to traktionsformer må derfor i dette tilfælde træffes på basis af en bedømmelse af deres funktion og økonomi over en periode rækkende mindst 25 år frem i tiden (nemlig diesellokomotivernes påregnede levetid), og under henvisning til det foranstående kan der da efter vor mening ikke være nogen tvivl om, at eldriften må foretrækkes.

Som yderligere motivering for, at vi foreslår baneelektrificeringen påbegyndt i 1. distrikt, kan angives, at trafikken i 1. distrikt overvejende er persontrafik, der i højere grad end godstrafikken kan forventes at stige som følge af elektrificeringen. Endvidere er elværkernes modernisering videre fremskredet i 1. end i 2. distrikt, elektricitetsprisen er lavere, og banernes forbrug vil blive en langt mindre brøkdel af værkernes årsproduktion i 1. end i 2. distrikt.

Samtidig med at man påbegynder forberedelserne til en elektrificering af hovedbanerne i 1. distrikt, foretages en nøjere undersøgelse af det for tiden omdiskuterede spørgsmål om valget mellem 16<sup>2</sup>/<sub>3</sub>-Hz- og 50-Hz-elektrificeringssystemerne. Vi tror, at man ud fra de erfaringer, der i disse år gøres med 50-Hz-systemet særlig i Frankrig, meget snart vil være i stand til at afgøre, hvilket strømsystem der bør vælges her i landet. I mellemtiden kan man blandt andet foretage detailprojekteringen af køreledningsanlæggene, idet disse kan gøres ens for begge systemer.

Vi mener, at det vil blive nødvendigt og fordelagtigt efterhånden at elektrificere samtlige hovedbaner her i landet. Når elektrificeringen er fuldført i 1. distrikt, og erfaringer fra driften foreligger, vil det blive let at fastlægge de rigtige tidspunkter for elektrificeringens indførelse og udbygning i 2. distrikt.

12. juni 1956

*A. R. Angelo*  
*P. H. Bendtsen*  
*Anker Engelund*

*T. F. Engqvist*  
*Robert Henriksen*  
*J. Nilsson*

## Konklusion 2.

Som det fremgår af de anstillede undersøgelser, frembyder såvel diesel- som eldriften væsentlige fordele fremfor dampdriften i økonomisk, valutamæssig og driftsmæssig henseende, og disse fordele vil yderligere forøges ved stigende brændselspriser og ved sådanne forøgelser af toghastigheden, som er praktisk gennemførlige og ønskelige af hensyn til banernes konkurrenceevne over for andre

transportmidler. Statsbanerne kan derfor opnå betydelige besparelser i deres driftsudgifter ved at gå over til anvendelse af de nyere lokomotivformer, diesel- eller elektrolokomotiver, som begge forekommer i gennemprøvede typer.

Forskellen mellem disse to systemers muligheder for at forbedre rejsehastighed og toghyppighed og for at tillade forøgede togvægte er ikke så store, at vi af disse grunde kan give det ene eller andet af systemerne afgørende fortrin.

Heller ikke forskellen mellem de to systemers indflydelse på dansk industris beskæftigelse eller deres muligheder for at kunne opretholde trafik i tilfælde af en krig anser vi for at være så afgørende, at et valg herudfra kan træffes.

Derimod vil vi lægge vægt på følgende betydende forskelle:

For det første kræver indførelse af total dieseldrift en anlægskapital, der ved nuværende toghastigheder og trafikmængder kun er ca. to trediedele af den kapital, der kræves til elektrificering af de samme strækninger. Dette forhold tages der hensyn til i de opstillede driftsregnskaber gennem forrentning og afskrivning af anlægskapitalen, men derudover anser vi dieseldriftens mindre anlægskapital for at være en betydelig fordel for denne driftsform, ikke mindst under hensyn til nutidens hastige tekniske udvikling.

For det andet opnås driftsbesparelserne ved overgang fra dampdrift langt hurtigere ved dieseldrift end ved elektrisk drift. Anlægsarbejderne til forberedelse af sidstnævnte kræver således lang tid og vil i overgangsperioden forvolde den løbende drift betydelige vanskeligheder og udgifter, bl. a. ved nedsatte toghastigheder og besvær på stationerne, ligesom besparelserne ved elektrisk drift først fremkommer, når anlæggene på en hel bane er færdige, medens besparelserne ved dieseldrift opnås, efterhånden som de enkelte lokomotiver tages i brug.

For det tredje er de årlige driftsudgifter ved de nuværende prisforhold, toghastigheder og trafikmængder mindre ved dieseldrift end ved eldrift.

Disse omstændigheder taler til fordel for dieseldrift, men det må erkendes, at denne driftsform kræver tilførsel af bestemte brændselstyper, nemlig gasolie eller dieselolie, medens man ved elektrisk drift med strøm fra kraftcentraler kan anvende næsten alle former for brændsel, som f. eks. kul, brunkul, tørv, brændselolie og senere atombrændsel, når den tekniske udvikling er så vidt fremskredet, at vi herhjemme har bygget atomkraftværker.

Selvom udsigterne til, at der fortsat vil kunne leveres brændselolie til fordelagtige priser sammenlignet med elprisen, kan bedømmes forskelligt, vil der efter vort skøn næppe inden for det første tiår ske en afgørende ændring i dette forhold.

I denne forbindelse vil vi henvise til, at medens der i de opstillede kalkyler er forudsat en pris på 5 à 7 øre pr. kWh, måtte DSB i tiden fra april 1955 til februar 1956 for elektricitet til S-banedriften betale ca. 9 øre pr. kWh. I kalkylerne er regnet med en pris for brændselolie til diesellokomotiver på 21 øre pr. liter, og denne pris er praktisk talt den samme, som Statsbanerne betaler i dag.

Set på længere sigt er det vel muligt, at en overgang til atombrændsel i elværkerne samt stigende vanskeligheder med fremskaffelse af olie kan komme til at medføre en sådan forskydning af forholdet mellem olie- og elpriser, at en elektrificering af Statsbanerne til den tid bliver økonomisk fordelagtig.

Imidlertid tyder udviklingen efter vort skøn som anført ikke på en nært fore-

stående forskydning i denne retning, og en anskaffelse af diesellokomotiver i et antal svarende til hverdagstrafikken vil medføre så store besparelser i forhold til den nuværende dampdrift, at diesellokomotiverne vil have tjent sig selv ind, inden en eventuel elektrificering ville kunne nå at blive fuldt udbygget.

Der ville ved nu at gå over til elektrificering i øvrigt fremkomme den vanskelighed, at man først måtte træffe et valg mellem  $16\frac{2}{3}$ -Hz- og 50-Hz-systemet, og hvis 50-Hz-systemet valgtes, mellem lokomotiver med vekselstrøms- eller jævnstrømsbanemotorer, i sidstnævnte tilfælde mellem anvendelse af omformere eller ensrettere og herunder endelig mellem kviksølv- eller germaniumsrettere 50-Hz-systemet, som ser ud til at give et økonomisk fordelagtigere anlæg, er under stadig udvikling, og det vil efter vor anskuelse ikke være tilrådeligt at vælge mellem de to vekselstrømssystemer, før mere omfattende erfaringer foreligger i udlandet.

Alt taget i betragtning vil vi derfor anbefale en fortsat overgang fra damp- til dieseldrift for et antal lokomotiver, der svarer til hverdagstrafikken, som den forbedring, der med mindst mulig kapitalindsats vil medføre en betydelig besparelse for jernbanedriften og samtidig muliggøre en forøgelse af toghastigheden.

Samtidig med anbefaling af fortsat indførelse af dieseldrift anser vi det for ønskeligt, at Statsbanerne nøje følger den tekniske udvikling af elektrisk bane-drift i udlandet og træffer de foranstaltninger, der uden væsentlige merudgifter kan træffes nu til forberedelse af overgang til elektrisk drift, når forholdene måtte gøre dette ønskeligt.

Af sådanne foranstaltninger kan nævnes:

1. Udformning af nye viadukter med hensyntagen til 24 kV køreledninger.
2. Udførelse af sporsænkninger under bestående viadukter, når der alligevel skal foretages sporarbejder.
3. Hensyntagen til fremtidige køreledningsmasters anbringelse ved alle omlægninger af spor, der foretages af en eller anden grund på hovedbaner eller disses sidespor.
4. Fastlæggelse af beliggenhed af omformerstationer og sikring af de nødvendige arealer.
5. Kabellægning af svagstrømsledninger.
6. Løbende målinger af trafikintensiteten til brug for fastlæggelse af omformerstationers kapacitet.
7. Fortsat studium af  $16\frac{2}{3}$ -Hz- og 50-Hz-systemernes udvikling.

12. juni 1956

*J. P. A. Andersen*  
*C. C. Hedegaard Christensen*  
*H. P. Christensen*  
*Ejner Hansen*

*E. Kauffmann*  
*J. L. Mansa*  
*P. Bjørn Olsen*

## X

### TILLÆG

#### Togmodstande.

I beregningerne af maksimalt opnåelige toghastigheder for de forskellige lokomotivtyper og togvægte (afsn. IV) og ligeledes ved bestemmelsen af køre-diagrammer gældende for lokomotivernes maksimale præstation (afsn. VI) er benyttet modstandsformler af formen:

$$R = a \cdot G_a + b \cdot G_b + c \cdot \left( \frac{V + 15}{10} \right)^2 \quad (1)$$

hvor  $R$  = køremodstanden i kg

$a, b, c$  = konstanter

$G_a$  = adhæsiionsvægt (d. v. s. vægt hvilende på drivhjul) i tons

$G_b$  = den øvrige egenvægt i tons

$V$  = hastighed i km/h.

Formlerne gælder for vandret og lige eller svagt krummet bane og ved en modvind på 15 km/h. I vindstille eller medvind vil der altså kunne opnås noget større hastigheder end herved beregnet. Med indsættelse af de benyttede talværdier fås følgende formler, hvortil er føjet størrelsen af det dimensionsløse modstandstal  $r = R/(G_a + G_b)$ :

*Damploko litra E:*

$$R = 7,5 \cdot 54 + 2,5 \cdot 79 + 6 \cdot \left( \frac{V + 15}{10} \right)^2 = 603 + 6 \cdot \left( \frac{V + 15}{10} \right)^2 \text{ kg,}$$

$$r = 4,5 + \frac{(V + 15)^2}{2220}$$

*Dieselloko litra MY<sub>II</sub>:*

$$R = 5 \cdot 72 + 2,5 \cdot 31 + 3 \cdot \left( \frac{V + 15}{10} \right)^2 = 440 + 3 \cdot \left( \frac{V + 15}{10} \right)^2$$

$$r = 4,4 + \frac{(V + 15)^2}{3300}$$



Elloko type B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub>:

$$R = 5 \cdot 72 + 3 \cdot \left( \frac{V + 15}{10} \right)^2 = 360 + 3 \cdot \left( \frac{V + 15}{10} \right)^2$$

$$r = 5 + \frac{(V + 15)^2}{2400}$$

Personvogne:

$$r = 1,9 + \frac{(V + 15)^2}{4000}$$

Godsvogne:

$$r = 2,5 + \frac{(V + 15)^2}{2500}$$

Disse modstandsformler (suppleret med tillæg for stigninger) benyttes normalt af Statsbanerne til beregning af køretider og har vist sig at stemme godt i praksis. Ved indførelsen af nye lokomotiver og vogntyper for væsentlig større hastigheder end hidtil vil en efterprøvning og eventuel korrektion af formlerne dog være ønskelig.

Den effektive hestekraft målt ved drivhjul er:

$$N_e = \frac{R \cdot V}{270} \quad (2)$$

F. eks. fås for elloko med 500 t personvogne ved 120 km/h (omtalt s. 59):

$$R = 360 + 950 + (3 + 12,5) \cdot 13,5^2 = 4130 \text{ kg,}$$

$$N_e = \frac{4130 \cdot 120}{270} = 1840 \text{ ehk}$$

Af tallene i tabel 10 (s. 62) kan som særlig vigtige eksempler tages:

*Eksprestog, 500 t vognvægt:*

med damploko litra E	$R = 3870 \text{ kg}$	$V = 97 \text{ km/h}$	$N_e = 1400 \text{ ehk}$
dieselloko MY <sub>II</sub>	4050 -	116 -	1750 -
Elloko B <sub>0</sub> -B <sub>0</sub>	4800 -	135 -	2400 -

I *energiberegningerne*, afsnit IV, samt ved konstruktionen af de tilhørende køre-diagrammer (fig. 7) er der dog regnet med en simplificeret modstandsformel (uden vindtillæg):

$$r = 2,5 + \frac{V^2}{2500} \quad (3)$$

gældende både for person- og godstog og såvel for vognmateriellet som for lokomotiverne, idet disse dog indgår i beregningerne med en ækvivalent vægt lig med 1,25 gange egenvægten.

## Køredigrammer med økonomisk friløb.

Køredigrammerne for bestemmelse af energiforbruget (fig. 7) er konstrueret som hastigheds-tidsdiagrammer, hvad der er mest praktisk i dette tilfælde (ensartet bane uden stigningsændringer), da arealet under kurven derved svarer til køredistancen, og både denne og køretiden er givet på forhånd. Diagrammet sammensættes af et begyndelsesstykke med maksimal acceleration, et stykke med konstant kørehastighed, et friløb og sluttelig bremsning med konstant retardation ( $0,5 \text{ m/sek}^2$ ).

Accelerationskurven bestemmes ved:

$$t = \int_0^v \frac{dv}{g}$$

hvor  $v$  er hastigheden i  $\text{m/sek}$  og  $g$  accelerationen i  $\text{m/sek}^2$ , idet  $g = \frac{P - R}{m}$ , og  $m$  er den totale togmasse (inklusive et tillæg på ca. 5% for inertien af roterende dele), medens  $P$ , den maksimale trækraft, såvel som togmodstanden  $R$  er kendt som funktioner af  $v$ . Integralet beregnes ved trinvis summation under anvendelse af et passende lille interval  $dv$ .

Friløbskurvens form bestemmes på tilsvarende måde, idet retardationen her er  $g = R/m$ . Friløbets længde er bestemt ved, at når det begynder ved hastigheden  $V \text{ km/h}$ , skal dets sluthastighed  $U$  (hvorefter bremsningen sætter ind) være:

$$U = V \cdot \frac{Vdr}{d(rV)} \quad (4), \text{ (se litt. n. 9).}$$

Indsættes foranstående simple modstandsformel (3), fås:

$$U = V \cdot \frac{2V^2}{6250 + 3V^2}$$

F. eks. for  $V = 100 \text{ km/h}$  fås  $U = 55 \text{ km/h}$ . Ved store hastigheder nærmer  $U$  sig til værdien

$$U = \frac{2}{3} V \quad (5)$$

og denne tilnærmelsesværdi vil kunne anvendes i almindelighed (ved vandret bane), da det er ved de høje hastigheder, at friløbet er vigtigst.

## Tidstab under start og stop.

Køredigrammerne for lokomotivernes maksimalpræstation (fig. 9, s. 115) er tegnet som hastigheds-længdediagrammer, da det her drejer sig om forskellige køretider over den samme distance. Disse diagrammer består udelukkende af en accelerationskurve (under anvendelse af lokomotivets maksimale trækraft ved hver enkelt hastighed) afsluttet af en bremseparabel, eventuelt med et friløb ind imellem, se også fig. 14.

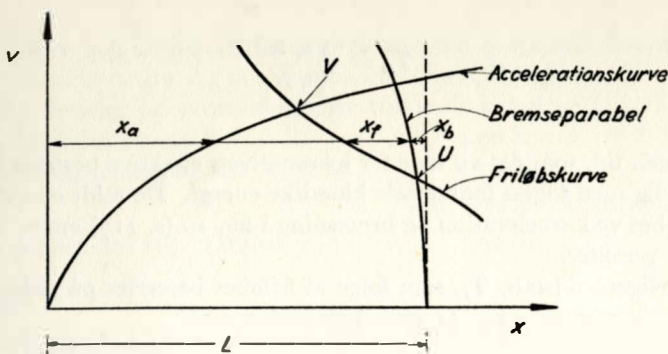


Fig. 14. Til beregning af tidstab i et hastigheds-længdediagram.

Accelerationskurven bestemmes her ved

$$x_a = \int_0^v dt = \int_0^v \frac{v}{g} dv \quad (6)$$

hvor  $g$  (som foran) er en kendt funktion af  $v$ .

Ved »tidstabet« under accelerationen,  $T_a$ , forstås forskellen mellem den til et vist tidspunkt hidtil forbrugte køretid og den tid, som det ville have taget at gennemkøre den samme distance ( $x_a$ ) med den på dette tidspunkt opnåede hastighed  $v$ , altså:

$$T_a = \int dt - \frac{x_a}{v} = \int_0^{x_a} \frac{dx}{v} - \frac{x_a}{v}$$

Ved differentiation fås:

$$\frac{dT_a}{dx} = \frac{1}{v} - \frac{1}{v} + \frac{x_a}{v^2} \cdot \frac{dv}{dx}, \quad dT_a = \frac{x_a}{v^2} dv$$

altså

$$T_a = \int_0^v \frac{x_a dv}{v^2} \quad (7)$$

Integralet beregnes ved trinvis summation i det samme skema, som man har benyttet til at bestemme  $x_a$  ifølge formel (6). Beregningen kan kombineres direkte med beregningen af tidstabet under bremsningen ved opmåling af længderne  $x_b$  på diagrammet, se fig. 14, og man får således det samlede tidstab ved acceleration og bremsning (uden friløb):

$$T_{ab} = \int_0^v \frac{(x_a + x_b) dv}{v^2} \quad (8)$$

Når  $x_a$  vokser, nærmer hastigheden sig til den »afbalancerede« hastighed,  $v_m$ , og samtidig nærmer tidstabet  $T_{ab}$  sig til en bestemt grænseværdi,  $T_m$ , der forøvrigt med god tilnærmelse kan bestemmes som

$$T_m = \frac{1/2 m v_m^2}{75 N_e} \quad (9)$$

altså som den tid, som det vil tage for lokomotivets effektive hestekraft at udføre et arbejde lig med togets maksimale kinetiske energi. De fuldt optrukne kurver over tidstabet ved acceleration og bremsning i fig. 10 (s. 117) ender altså i klart definerede punkter.

Det yderligere tidstab,  $T_f$ , som følge af friløbet beregnes på nøjagtig samme måde, nemlig med de i fig. 14 viste betegnelser som:

$$T_f = \int_u^v \frac{x_f dv}{v^2} \quad (10)$$

Kurverne over  $T_f$ , vist punkteret i fig. 10, er uafhængige af lokomotivtypen, men forskellige for person- og godstog på grund af de forskellige modstandsformler, der er regnet med. Det bemærkes, at  $T_f$  aftager med stigende maksimalhastighed, når denne blot er over ca. 75 km/h. Ved de høje hastigheder, hvor friløbet er vigtigst, koster det tillige mindst i tabt tid.

### Sammenligning mellem dieseldrevne baners og bilers valutamæssige driftsudgifter.

*Persontrafik :*

<i>Personbogievogn</i> , 72 siddepladser, egenvægt.....	35 t = 0,49 t/pl.
gennemsnitligt ca. 32 passagerer .....	2,4 -
rejsegods .....	2,6 -
Ialt .....	40 t = 1,25 t/pass.

Pr. 1000 btkm er olieforbruget 9,7 ltr.,  
(lokotrukne tog + motorvognstog).

Valutaudgift  $9,7 \cdot 0,18 =$  1,75 kr.

Pr. 1000 person-km:  $1,25 \cdot 1,75 =$  2,19 -

<i>Rutebil</i> , 45 siddepladser, egenvægt .....	7,2 t = 0,16 t/pl.
forsyninger .....	0,3 -
gennemsnitlig 20 passagerer.....	1,5 -
rejsegods .....	1,0 -

Ialt ..... 10,0 t = 0,5 t/pass.



Vognen kører 4,5 km/ltr og bruger gummi for 4 øre/km, hvoraf kan regnes udenlandsk valuta 2,4 øre, samt smøreolie 0,6 øre/km.

Valutaforbrug pr. 1000 btkm eller 100 km's kørsel:

brændselolie  $22 \cdot 0,18 =$  4,00 kr.

gummi og smøreolie  $100 \cdot 0,03 =$  3,00 -

Ialt 7,00 kr. = 4,0 gange jernbanen.

Pr. 1000 person-km  $0,5 \cdot 7,00 =$

3,50 kr. = 1,6 - -

*Godstrafik :*

*Jernbanen* bruger pr. 1000 btkm 5,8 ltr. brændselolie.

Valutaforbrug  $5,8 \cdot 0,18 =$  1,05 kr.

*Lastbil* med påhængsvogn med en gennemsnitlig virkelig totalvægt på 18 t kører 3 km/ltr og bruger gummi for 7 øre/km, heraf 4 øre i udenlandsk valuta, samt smøreolie 1 øre/km.

Valutaforbrug pr. 1000 btkm eller 56 km's kørsel:

brændselolie  $19 \cdot 0,18 =$  3,40 kr.

gummi og smøreolie  $56 \cdot 0,05 =$  2,80 -

Ialt 6,20 kr. = ca. 6 gange jernbanen.

Regnes den gennemsnitlige udnyttelsesgrad af lastkapaciteten til 60% for bilerne og 40% for jernbanen, bliver forholdet mellem bilers og baners valutaforbrug pr. 1000 nettoton-km ca. 4.

## Benyttet litteratur.

Forkortelser af tidsskriftnavne:

D.R.T.	=	Diesel Railway Traction
El.B.	=	Elektrische Bahnen
ETR	=	Eisenbahntechnische Rundschau
ETZ	=	Elektrotechnische Zeitschrift
I.A.V.	=	Internationales Archiv für Verkehrswesen
IRCA	=	Bulletin of the International Railway Congress Association
IRCA-ET	=	do., specialserie: Electric Traction on the Railways
MTZ	=	Motortechnische Zeitschrift
Nord. Jb.	=	Nordisk Järnbanetidsskrift
Revue Gen.	=	Revue Generale
Rw. Gaz.	=	Railway Gazette

Nr.	Titel	Tidsskrift eller udgivningssted	Dato eller år	Sideantal
<b>a) Sammenfattende litteratur og håndbøger.</b>				
a. 1	O. C. Roedder: Elektriske Fernbahnen.	Wiesbaden	1909	323
a. 2	E. E. Seefehlner: Elektrische Zugförderung.	Berlin	1924	659
a. 3	Die elektrische Zugförderung auf der internationalen Elektrizitätskongres zu Paris 1932.	El. B.	Dec. 32	13
a. 4	P. P. Sveistrup og J. A. Tork: Baner og Biler.	Nord.Tidsskr. f. tekn. Øk.	Apr. 36	117
a. 5	Douglas W. Hinde and H. E. Ingham: Principles of Direct Current Electric Traction.	London	1946	248
a. 6	Douglas W. and M. Hinde: Electric and Diesel-Electric Locomotives.	London	1948	366
a. 7	V. Voldmester: Damplokomotivet og dets betjening (planer og tekst).	Kbhvn.	1948	399
a. 8	É. Devernay: La locomotive actuelle (3. udgave).	Paris	1948	535
a. 9	Motorzugförderung.	MTZ, Beiheft I	1949	70
a. 10	Brian Reed: Modern Railway Motive Power.	London	1950	170
a. 11	G. F. McGowan: Diesel-Electric Locomotive handbook, I-II.	New York	1951	552
a. 12	H. Kother: Zur Wahl v. Bahnstromsystemen.	El. B.	juli-aug. 51	18
a. 13	Patin: La traction électrique et diesel-électrique.	Paris	1952	304
a. 14	World Review of Gas-Turbine Locomotives.	The Oil Eng.	{ maj 52 aug. 56	8 7
a. 15	The Development of Diesel Traction.	D.R.T.	juni 52	43
a. 16	Karl Sachs: Elektrische Triebfahrzeuge I-II.	Frauenfeld	1953/55	1396
a. 17	Wilhelm Müller: Eisenbahnanlagen und Fahrdynamik (Bind II).	Berlin	1953	354
a. 18	U. I. C.: Statistique Internat. des Ch. de Fer.	Paris	1953	154
a. 19	J. C. Grant: Electric Traction Systems, Present and Future.	Rw. Gaz.	{ 10-7-53 7-8-53	7
a. 20	P. C. Putnam: Energy in the Future.	New York	1953	556
a. 21	Poul Rixen: De nye jernbanetraktionsformer og deres udvikling i forskellige lande.	Ingeniøren	19-6-54	6
a. 22	Economic Comparison of the Various Modes of Traction.	ORE-bull. nr. 2	1954	10
a. 23	Henry Sampson: World Railways, 3. udgave.	London	1954-55	462

a. 24	A Study in Diesel Traction.	D.R.T.	jan. 55	4
a. 25	E. A. Binney: Electric Traction Engineering.	London	1955	224
a. 26	G. Krienitz: Elektrifizierung und Verdieselung — Zwei Wege zur Rationalisierung des Schienenverkehrs.	AEG-Mitteil.	juli-aug. 1955	12
a. 27	Th. Thelander: Elektrolok eller diesellok?	Tekn. skr. nr. 160, Stockh.	1956	26
<b>b) U.S.A.</b>				
b. 1	P. W. Kiefer: An Evaluation of RR. Motive Power.	IRCA-ET	Marts 48	24
b. 2	Risbjerg Thomsen: Beretning om studierejse til USA, vinteren 1948-49.	DSB	1949	40
b. 3	Schurr and Marschak: Economic Aspects of Atomic Power (XI, Railroad Transportation).	Princeton	1950	17
b. 4	Interstate Commerce Commission: Study of Railroad Motive Power.	Washington	1950	291
b. 5	T. M. C. Martin: Econ. Evaluation of Fuel and Energy Sources for R.w. Motive Power.	AIEE- proc. T1-221	1951	5
b. 6	OEEC: Railroads in the U.S.A. (Techn. Assistance Mission nr. 14, General Study).	Paris	1951	41
	Samme — Hovedrapport.	Paris	1952	415
b. 7	Charles Kerr: Economic Factors Which Influence Dieselization and Electrification.	AIEE-proc. T1-220	1951	5
b. 8	E. W. Kettering: History and Development of the 567 Series General Motors Loc. Engine.	Foredrag, ASME	nov. 51	83
b. 9	H. H. Schaefer: Über die Wirtschaftlichkeit der dieselelekt. Lokomotiven in den USA.	El. B.	febr. 52	8
b. 10	Batelle Memorial Inst.: The Possibilities of Expansion of R. Electrification in The United States.	New York	1952	59
b. 11	Charles Kerr: What Diesels Mean to Railways.	Railw. Age	6-4-53	3
b. 12	P. A. McGee: Locomotive Power and Performance Requirem. with Special Ref. to Gas-Turb. Loc.	Foredrag i SAE	nov. 53	28
b. 13	What Price Diesel-Maintenance?	Railw. Age	8-2-54	2
b. 14	7000 HP Atomic-Powered Locomotive.	Power, vol. 98, s. 105-6	apr. 54	2
b. 15	Design for Atomic Locomotive.	Railw. Loc. a. Cars, s. 51-55	maj 54	5
b. 16	L. B. Curtis: More Electrification in 10 Years.	Railw. Age	3-1-55	3
b. 17	Oversættelser af b. 11 og 16.	Ingeniøren	3-9-55	4
<b>c) England.</b>				
c. 1	Ministry of Transport: Report of the Committee on Main Line Electrification (»Weir-rapporten«).	London	1931	57
c. 2	S. Wincze: Economics of Long Dist. Electrification.	Rw. Gaz.	1-12-50	2
c. 3	G. McArd: Future Motive Power of BR.	D.R.T.	maj 51	3
c. 4	British Transport Commission: Electrification of Railways (»Cock-rapporten«).	London	1951	94
c. 5	British Railways: Report of the Committee on Types of Motive Power (Confidential).	London	1951	188
c. 6	C. M. Cock: Motive Power for Railways. (se også The Engineer, 26-9-52).	Inst. Loc. Eng.	nr. 228, 1952	24

c. 7	C. M. Cock: Railway Electrification.	Journ.of I.E.E.	jan. 55	2
c. 8	Oversættelse af c. 7.	Ingeniøren	19-3-55	2
c. 9	J. H. Cansdale: Electric Traction in 1954.	The El. Journ.	18-2-55	1
c. 10	British Transport Commission: Modernisation and Re-equipment of British Railways.	London	jan. 55	36
c. 11	First Phase of Railway Modernisation Plan.	Rw. Gaz.	13-5-55	2
c. 12	C. E. Andersen: Planen om de engelske jernbaners modernisering.	Ingeniøren	23-4-55	3
c. 13	3300 hp Deltic-Engined Diesel-Electr. Locomotive.	Gas a.Oil Pow.	nov. 55	3
c. 14	British Railways Adoption of 50-Cycle System.	Rw. Gaz.	6-4-56	3

#### d) Tyskland.

d. 1	J. V. Balslev: Elektriske Baner drevne med højspændt Jævnstrøm.	Ingeniøren	4-4-14	9
d. 2	Fünfzig Jahre elektrische Eisenbahnen.	VDI	18-5-29	48
d. 3	Frischmuth: 50 Jahre elektrische Bahnen.	Siemens-Zeitschrift	maj-juni 1929	128
d. 4	A. Peters: Ein Vergleich elektrischer Lokomotiven für Einphasenwechselstrom von 16 <sup>2</sup> / <sub>3</sub> und 50 Hz. (med bilag).	Foredrag i Essen	jan. 49	18
d. 5	Karl Arnold: Die Elektrifizierung des Eisenbahnverkehrs an Rhein und Ruhr.	Foredrag, Duisburg	27-4-50	30
d. 6	A. Peters: Die Elektrisierung der Eisenbahnen in Westeuropa.	Foredrag, Essen	sept. 50	19
d. 7	K. Töfflinger: Der Wechselstrombahnmotor beim Anfahren.	VDI-Fachberichte	14. bind 1950	5
d. 8	K. Töfflinger: Kommutierungsstörungen bei Wechselstrombahnmotoren.	El. B.	jan. 50	5
d. 9	H. Kother: Zur Wahl von Bahnstromsystemen.	ETZ	15-1-51	2
d. 10	W. Klüsche: Wiederaufbau und Stand der elektrischen Zugförderung in Deutschland.	El. B.	apr. 51	8
d. 11	Karl Arnold: Zur Elektrifizierung des Rhein-Ruhr-Eisenbahnverkehrs.	Foredrag, Düsseldorf	13-6-51	14
d. 12	E. Born: Fortschritte des Eisenbahn-Maschinenwesens. Elektrischer Zugbetrieb.	VDI	21-10-51	5
d. 13	K. Töfflinger: Zur Entwicklung des Wechselstrombahnmotors.	El. B.	sept. 52	6
d. 14	H. Kother: Techn. und wirtschaftl. Probl. bei der Umstellung von Dampftrieb auf Diesel-, Gasturbo- und Elektrotrieb.	Jahrbuch des Eisenbahnwesens	1952	26
d. 15	Fr. Mayr: Das Kraftstoff-Problem bei einer Verdieselung des Schienenverkehrs.	ETR	aug. 52	7
d. 16	Wissenschaftliche Beirat bei dem Bundesverkehrsministerium: Die Systemfrage bei der Elektrifizierung von Eisenbahnen.	Bielefeld	1953	15
d. 17	Siemens, A. E. G. und Brown Boveri: Wirtschaftlichkeit von Bahnstromsystemen.	Berlin	1953	44
d. 18	A. E. Müller: Wirtschaftlichkeit der diesel-elektrischen Traktion gegenüber der Traktion mit Dampflokomotiven. (Brown Boveri).	Exposé	24-3-53	24
d. 19	B. Duvenbeck: Die elektrische Zugförderung.	Eisenb. Ing.	juli 53	5



d. 20	Arbeitsgemeinschaft Dieselschienenverkehr : Dieselfahrzeuge im Schienenverkehr.	Darmstadt	maj 54	168
d. 21	F. Schwering: Die Systemfrage bei der Elektrifizierung von Eisenbahnen.	I.A.V.	nr. 6 1954	2
d. 22	R. Heim: Die Zugförderkosten im Dieselbetrieb.	Verkehr u. u. Technik	juli 54	4
d. 23	Felgner: Die Strukturwandlung der Zugförderung als Rationalisierungsmaßnahme.	Die Bundesbahn	nr. 21, nov. 54	8
d. 24	Damp, elektrisk eller dieseldrift? (Oversættelse af d. 23).	Ingeniøren	18-6-55	5
d. 25	W. Klüsche: Der elektrische Zugbetrieb der Deutschen Bundesbahn im Jahre 1954.	El. B.	febr. 55	7
d. 26	E. Pflug: Das Verdieselungsprogramm der Deutschen Bundesbahn.	MTZ	{ maj 55 juni 55	5 6
d. 27	Dieseltraktion i Vestyskland.	Ingeniøren	3-9-55	1
d. 28	N. Gössl: Gedanken über die Ausnützung der Atomenergie für die Zugförderung.	Die Bundesbahn	nov. 55	7
d. 29	G. Manz: Die 50-Hz-Informationstagung der SNCF in Lille und der 16 <sup>2</sup> / <sub>3</sub> -Hz-Zugbetrieb der DB.	ETR	dec. 55	11
d. 30	Stellungnahme der Deutschen Bundesbahn zu den Vorträgen auf der Informationstagung der Französischen Staatsbahnen in Lille vom 11. bis 14. Mai 1955.	El. B.	maj 56	23

#### e) Frankrig.

e. 1	M. Dugas: Comparison des différentes sources d'énergie au point de leur utilisation à la traction (se også Motorzugförderung, litt. a. g).	Foredrag	10-3-43	8
e. 2	J. Walter: Fremtidsperspektiver f. jernbaneudvikl.	Ingeniøren	19-3-49	2
e. 3	V. Kammerer: Der elektrische Zugbetr. in Frankr.	El. B.	apr. 50	5
e. 4	M. Abelos: The equipping of electrified lines on the SNCF.	IRCA-ET	febr. 51	18
e. 5	P. H. Bendtsen: Elektrificeringen af banestrækningerne Paris—Lyon.	Ingeniøren	3-2-51	3
e. 6	Garreau: L'électrification de Paris—Lyon, samt brochure af samme titel fra SNCF.	SNCF Paris	1951	28
e. 7	M. Lefort: L'électrification des lignes du Nord—Est.	Revue Gen.	jan. 53	22
e. 8	K. Wolmar: Økon. fordele v. elektr. jernbanedrift.	Ingeniøren	11-4-53	2
e. 9	M. Lefort: L'électrification des lignes du Nord—Est, deuxième étape.	Revue Gen.	marts 54	9
e. 10	La gestion de la SNCF en 1953.	Revue Gen.	dec. 54	8
e. 11	L'année ferroviaire 1954.	Paris	1954	223
e. 12	Les locomotives CC série 14.100 à groupe convertisseur synchrone-continu.	Revue Gen.	jan. 55	17
e. 13	Les locomotives BB à 50 Hz »Valenciennes-Thionville«.	Revue Gen.	marts 55	45
e. 14	Les locomotives CC série 14.000 à groupe convertisseur monotriphasé.	Revue Gen.	apr. 55	17
e. 15	Modernising French Railways.	Engineering	22-4-55	1
e. 16	F. Nouvion: Les expériences de Morcenx (Hastighedskørsel).	Revue Gen.	maj 55	66

e. 17	Carreau: Comparison between the different systems of electric traction (Convention on electric traction, Lille).	SNFC	1955	27
e. 18	Samtlige artikler fra konferencen i Lille, 11.—14. maj 1955.	Revue Gen.	juli 55	224
e. 19	L'aptitude au démarrage des fortes charges des locomotives 50 hz a redresseurs ignitrons.	Revue Gen.	okt. 55	5
<b>f) Holland.</b>				
f. 1	Douwes Dekker: The Development of Electric Traction on the Netherlands Railways.	IRCA-ET	apr. 51 aug. 51	56
f. 2	E. v. d. Hoek: Electrification of the Netherlands Railways.	5. World Pow. Conf. N. Delhi	jan. 51	20
f. 3	E. v. d. Hoek: Electrification Programme of the Netherlands Railways.	Rw. Gaz.	23-3-51	3
f. 4	Diesel Traction in Holland.	D.R.T.	dec. 52	6
f. 5	F. Q. den Hollander: Efficiency in the Choice and Application of Locomotives.	Inst. of Loc. Eng	nr. 231, 1953	17
f. 6	A. Nymeyer: L'électrification des chemins de fer Néerlandais.	Rail et Route	juni 54	25
f. 7	Nederlandische Spoorwegen: Jahrsverslag 1954.	Utrecht	1954	46
f. 8	Reconstruction des ch. de fer Neerlandais.	Revue Gen.	dec. 55	3
<b>g) Belgien.</b>				
g. 1	Commission Nationale d'électrification des chemins de fer belges: Électrification de 1500 km de lignes.	Bruxelles	1947	103
g. 2	P. H. Bendtsen: De belgiske statsbaners elektrificeringsplaner.	Ingeniøren	8-5-48	4
g. 3	25ème anniversaire de la Société Nationale des Chemins de Fer Belges.	Trains, revue ferr.	okt. 51	111
g. 4	Die Elektrifizierung der Belgischen Eisenbahnen.	Glasers Annalen	okt. 54	2
<b>h) Italien.</b>				
h. 1	W. Usbeck: Der elektrische Zugbetrieb.	El. B.	okt. 26	6
h. 2	L. Schneider: Die italienischen 3000-V-Gleichstromlokomotiven der Einheitsbauart.	El. B.	marts 36	11
h. 3	H. Kother: Die Stromverzeugung der Italienischen Staatsbahnen.	El. B.	sept. 39	9
h. 4	Diesel Traction on Italian State Railways.	D.R.T.	sept. 53	11
<b>i) Spanien.</b>				
i. 1	Les trains Talgo.	Revue Gen.	juli 53	7
i. 2	Modernization of Spanish National Railways.	Rw. Gaz.	3-7-53	3
i. 3	P. H. Bendtsen: Talgotoget.	Ingeniøren	20-3-54	3
i. 4	F. W. Hamacher: Die Elektrifizierung der spanischen Hauptbahnen.	Glasers Annalen	sept. 54 febr. 55	9 7

<b>j) Svejts.</b>				
j. 1	H. W. Schuler: Der elektrische Betrieb der Schweizerischen Bundesbahnen.	El. B.	sept. 29	3
j. 2	G. Gerber: Betriebserfahrungen mit Bo-Bo Lokomotiven.	Schw. Bauzeitung	nr. 2, 1951	4
j. 3	E. Born: Fortschritte des Eisenbahn-Maschinenwesens. Elektrischer Zugbetrieb.	VDI	11-11-51	8
j. 4	E. Meyer: 50 Jahre Schweiz. Bundesbahnen.	El. B.	sept. 52	9
j. 5	H. Loosli: Railway Electrification in Switzerland.	SBB, Bern	1954	78
j. 6	Large Diesel Locomotives for Switzerland.	D.R.T.	13-5-55	6
<b>k) Østrig.</b>				
k. 1	F. Hafak: Die elektrische Zugförderung der Österreichischen Bundesbahnen.	El. B.	dec. 27	20
k. 2	A. Koci: Die Elektrisierung der Österreichischen Bundesbahnen.	El. B.	jan. 52	6
k. 3	OEEC: Österreichs Industrie elektrifiziert den Bahnverkehr.	Verkehrsbedraf	15-1-53	3
k. 4	O. Zilka: Die neuen dieselektrischen Bo-Bo-Lokomotiven der Österreichischen Bundesbahnen.	El. B.	juli 55	9
k. 5	A. Koci: Vom elektrischen Zugbetrieb der Bundesbahnen.	Elektrotechn. u. Masch.bau	1-9-55	2
<b>l) Sverige.</b>				
l. 1	H. Bager: Om bränsleekonomi vid järnvägsdrift (2. oplag).	Stockholm	1940	55
l. 2	Th. Thelander: Den svenska statsbaneelektrifieringen och dess betydelse för transportekonomin.	SJ, Stockholm	1950	46
l. 3	Th. Thelander: Den svenska statsbaneelektrifieringens tekniska och ekonomiska förutsättningar.	Nord. Jb.	dec. 51	34
l. 4	H. Bager: Spara paa lokbränslet.	SJ	1952	8
l. 5	H. Öfverholm: Nyare svenska enfaslokomotiver.	ASEA-tidning	juli-aug. 1953	22
l. 6	Å. Karsberg: Railway Electrification with 16 $\frac{2}{3}$ and 50 Cycle Current.	IRCA-ET	aug. 53	18
l. 7	S. Camp: SJ drivgaslok.	Nord. Jb.	nov. 53	6
l. 8	Th. Thelander: Der elektr. Eisenbahnbetrieb in Schweden. — Sein Beginn und seine Entwickl.	Foredrag i Essen	21-6-54	38
<b>m) Norge.</b>				
m. 1	Stortingsproportion nr. 132.	Oslo	13-6-52	21
m. 2	H. Sveaass m. fl.: Electrification on the Norwegian State Railways.	IRCA-ET	{ dec. 52 febr. 53	21 23
m. 3	L. Skare: Våre jernbaners driftøkonomiske problemer.	Teknisk Ukeblad	{ 27-5-54 3-6-54	10 8
m. 4	O. Gulbrandsen: Sidelinjenes rullende materiell.	Nord.Jb.	juli 54	34

n) Danmark.				
n. 1	Betænkning angaaende Spørgsmaalet om elektrisk Drift af Kjøbenhavns Boulevardbane.	Kbhvn.	1915	45 + 29 bil.
n. 2	Betænkning angaaende Spørgsmaalet om hel eller delvis Elektrificering af de Banelinjer, der besørger den Kjøbenhavnske Nærtrafik.	Kbhvn.	1926	50 + 27 bil- lag
n. 3	Generaldirektoratet for Statsbanerne: De danske Statsbaner 1847—1947.	Kbhvn.	1947	721
n. 4	J. P. A. Andersen: Trækkekraftproblemet, særlig med hensyn til grænsen mellem damp- og diesel-drift (Nord. Järnvägsmannasälskapet).	Foredrag	apr. 50	23
n. 5	P. H. Bendtsen: Jernbaneelektrificering med særligt henblik på danske forhold.	Ingeniøren	14-4-51	7
n. 6	J. P. A. Andersen: Elektrificeringen af DSB.	Ingeniøren	21-7-51	6
n. 7	Risbj. Thomsen: Moderne dieseltrækraft til DSB.	Ingeniøren	18-7-53	5
n. 8	E. W. Kettering and R. Keller: The New Main Line Diesel Electric Locomotives for The DSB.	NOHAB, Trollhättan	1954	24
n. 9	P. Draminsky: Kørselsøkonomiens minimumsopgaver (samt indlæg af E. Helmø).	Ingeniøren	{ 13-2-54 20-3-54	6 1
n. 10	Risbjerg Thomsen: Prøvekørsler med MY 1102.	Vingehjulet	25-5-54	2
n. 11	Statsbanernes årsberetninger op til 1954/55.	Århus	1955	138
n. 12	Risbj. Thomsen: Hvad tjener DSB paa MY-loko?	Vingehjulet	25-9-55	6
n. 13	Th. Brodersen: Asnæsværket.	Ingeniøren	22-10-55	4
n. 14	C. E. Andersen: Storebæltsbroens udformning og placering under hensyn til traktionsmateriellet.	Dansk lok.tidende	20-12-55	8
n. 15	Statistiske meddelelser. Færdselsuheld 1953.	Kbhvn.	1955	68
n. 16	K. N. Andersen: Statsbanernes rutebildrift.	Ingeniøren	31-3-56	5
n. 17	Risbj. Thomsen: DSB's MY-lokomotiver.	Nord. Jb.	juli 56	7
n. 18	Kommissionen angaaende en Storebæltsbro: Foreløbig betænkning om tekn. probl. ved tilvejebr. af en fast forbindelse over Storebælt.	Kbhvn.	aug. 56	19 + 14 bil.
n. 19	Floor: MY 1201—1202 (Frichs-B&W).	Lok.tidende	5-9-56	6
n. 20	J. L. Mansa og P. Draminsky: Traktionsudvalgets undersøgelser.	Ingeniøren	20-10-56	9
o) Specielle emner samt andre lande.				
o. 1	A. Hug: La commande individuelle des essieux.	Basel	1950	320
o. 2	Curtius und Kniffler: Neue Erkenntnisse über die Haftung zwischen Treibrad und Schiene.	El. B.	sept. 50	10
o. 3	15. Session of IRCA, Rome 1950, Question VI, Effect on the Track.	IRCA	{ okt. 50 juni 51	10 20
o. 4	Electric Traction with 50 c/s Single-Phase Current.	Oerlikon, Zürich	1951	36
o. 5	G. Eichelberg and W. Pflaum: Untersuchung eines hochaufgeladenen Dieselmotors.	VDI	21-12-51	11
o. 6	W. S. Graff-Baker: Considerations on Bogie Design, with Part. Ref. to Electric Railways.	Proc. I. Mech. E.	vol. 166 1952	26
o. 7	Metrovick: British Built Gas-Turbine Locomotive (samt firmabrochure herom).	Rw. Gaz.	1-2-52	6
o. 8	T. Wehenkel: Abstract of the Electric. Scheme of the Luxemburg National Railway Company.	IRCA-ET	febr. 52	35



o. 9	F. L. Picard: Une nouvelle locomotive à turbine à gaz avec générateur à piston libre.	Revue Gen.	maj 52	11
o. 10	C. G. H. McDonald: Gippsland Line Electrification (Proc., Inst. of Austrl. Eng.).	Melbourne	1953	15
o. 11	P. A. McGee: Electric Transmission with Diesel Locomotives.	Proc., AIEE	maj 53	8
o. 12	IRCA: Technical and economic investigation of the basic characteristics of electric traction systems now in use.	IRCA	okt. 53	40
o. 13	J. H. Cansdale: Single-Phase 50 c/s Traction.	IRCA-ET	dec. 53	32
o. 14	W. Böer: Klimaforschung im Dienste des Städtebaues (Deutsche Bauakademi).	Berlin	1954	60
o. 15	J. Hodge: Gas Turbine Locomotives.	D.R.T.	febr. 54	4
o. 16	R. H. Fett: A Modern Hydraulic Drive for Locomotives.	Inst. of Loc. Eng.	nr. 241, 1954	110
o. 17	Wehenkel: La Modernisation de la Traction aux Ch.d.F. Luxembourgoise.	Rev. Tech. Luxemb.	jan-marts 1955	10
o. 18	M. Wittgenstein: Die Elektrisierung der Portugiesischen Staatsbahnen.	El. B.	marts 55	2
o. 19	N. Gössl: Stand der Technik beim Bau von Diesellokom. mit hydraulischer Kraftübertragung.	Glasers Annalen	marts 55	6
o. 20	Russian Railway Developments.	Rw. Gaz.	4-3-55	1
o. 21	H. Ebeling: Elektrische Zugförderung mit Ignitrongleichrichtern.	El. B.	apr. 55	7
o. 22	N. Gössl: Die Hertzsche Fläche zwischen Rad und Schiene.	ETR	apr. 55	17
o. 23	A. Gilmour: Fuel Consumption and the Speed of Railway Transport.	Proc. I. Mech. E.	vol. 169 1955	9
o. 24	F. L. Picard: An Experimental Turbo-Diesel Locomotive.	Proc. I. Mech. E.	vol. 169 1955	8
o. 25	Suspension and Bogie Details.	D.R.T.	juni 55	8
o. 26	M. Süberkrüb: Die allgem. Entwicklungsrichtungen für Fahrleitungen und ihre Ergebnisse.	AEG- Mitteil.	sept.-okt. 1955	13 13
o. 27	H. Harres: Kraftübertragung vom Dieselmotor auf die Achse bei Schienentriebfahrzeugen (inkl. skandinaviske rapporter).	Nord. Jb.	okt. 55	21
o. 28	General Motors 567-C Engines.	D.R.T.	nov. 55	8
o. 29	Tage Olsen: Germanium-kraft-ensrettere.	Ingeniøren	24-4-56	6
o. 30	Arends u. Schröter: Germanium-leistungsgleichrichter der AEG.	AEG-Mitteil.	maj-juni 1956	5

## Sagregister.

(se også indholdsfortegnelsen)

	1. del side	2. del side
Adhæsionsforhold	59, 62	23
Arbeitsgemeinschaft Dieselschienenverkehr	33, 90, 134	
Atomkraft, lokomotiver	28	
— elværker	137	
Automatisk togkontrol	122, 147	
Baner og biler, relativ trafikal sikkerhed	18	
— — trafikudvikling	51	
— — valutaforbrug	145, 160	
Batelle-rapport	132	
British Transport Commission, moderniseringsplan	31	
Bruttoton-km, btkm, definition	47	
Brændselsolie, beskatning	33, 34	
— forekomster	134, 139	109
— priser	92, 132-34	61, 117
— reservelagre	86, 136, 138	121
Cock-kommissionen	30	
Damplokomotiver, mulige forbedringer	17	
— nuværende typer	57	13
— oliefyring	59, 100	
— reserver for højtidstrafik	68, 100, 150	
— røgdudvikling	89, 148	
Dieseldrift i USA	25-27	68, 93, 116, 117
Diesellokomotiver, bogiekonstruktion	116	
— drivgasloko	28	
— gearing	116	
— MY-loko	42, 62	
— ombygning til elloko	147, 152	
— påvirkning på sporet	116	
— priser	86, 126	
— reserver for eldrift	39	
— støj	148	
— transmissioner	25, 27, 33, 41	
— turbocharging	146	
Elektricitetspriser	92	57-61
Elektrificering, egne kraftværker	19, 34	56
— ensrettere, ignitrons	24, 25, 111	
— forstyrrelser i svagstrømsledninger	25, 40, 82	41
— 50-Hz-system	24, 56-57	42
— jævnstrømsystemer	24	
— koblingsstationer	20	12, 48
— kompensationsudrustning	40, 84, 111	73-74, 83
— københavnske nærtrafik	41-42, 46	
— køreledningsystemer	19, 81, 115	75-78
— omformere	20, 57, 78-80	47-48
— regenerering af bremseenergi	37	
— skævbekæmpelse i 50-Hz-system	24	

	1. del side	2. del side
Elektrificering, trafik al sikkerhed	147	
— 3. skinne	20	
— udnyttelsestider	80	45
Elektrolokomotiver, banemotorer	24, 60, 72, 87	
— Bo-Bo loko, foreslået	59	
— gearing	116	
— hastighedsrekord	23	
— kobbelstangloko	60	23-27
— kombineret f. forsk. strømsystemer	36, 46, 113	
— kommuteringsvanskeligheder	24	
— priser	86, 111, 113	31
Energiforbrug til togkørsel	69-77	73-74, 83
Enhedslokomotiver, el. universalloko	59, 62, 68	25, 26, 103, 119
Eurofima, finansieringsselskab	26, 143	
Friløb, økonomisk	71, 116, 158	
Fritrumsprofil	19, 82, 111	84
Gasturbineloko	27	
Kørselsmandskab	90-91	67-68, 118
Lokomotivantal, hverdagstrafik	68	104
— højtids trafik og nedbrudsreserver	66-67	18-21
Maksimalhastigheder	45, 114-122	21-22, 119
Maskinløbsplaner	65, 68	
Modstandsformler, el. modstandskurver	63, 155	16, 17
Motorvogne, typer	41, 65	21, 107
— priser	86	31, 120
Netto nationalprodukt	51	
Rangerlokomotiver	103, 110	29-30
Sidebaner	43, 110	
Stambaner, definition	43	
Stigningsforhold, på DSB hovedbaner	60-61	
— i Sverige	74	43
— for projekteret Storebæltsbro	149	
Stive køreplaner	35	
Strømlinieform, el. aerodynamisk beklædning	23, 35, 127	
Talgotog	38	
Tidstab ved acceleration og stop	117, 159	
Togkategorier, definition og opdeling	69-70	
Togopvarmning	76	69-72, 119
Trafikstigning som følge af modernisering	111, 127, 141-143	19, 95
Trækkraftkurver for lokomotiver	63	16-17
Valutaforbrug for de forskellige traktionsformer	18, 144-146	
Vedligeholdelse af traktionsmateriel	87-88	38-40, 117-18
— faste elektriske anlæg	89	54, 84-85
Virkningsgrader af diesel- og elloko	72	
— elværker	92	58
Weir-kommissionen	29	





Strækning	Stræknings km (1)	Middel pr. hverdag															pr. 365 hverdage		pr. hverdag	
		Tog-km			Brutfoton-km			Tog-km pr. str.km			Bt-km pr. tog-km			Bt-km pr. str.km (Mill.)			Lyntogenes andel			
		Damp (2)	Motor (3)	lagt (4)	Damp (5)	Motor (6)	lagt (7)	Damp (2.1)	Motor (3.1)	lagt (4.1)	Damp (5.2)	Motor (6.3)	lagt (7.4)	Damp (5.1) 365	Motor (6.1) 365	lagt (7.1) 365	Tog km	Bt km		
København-Rungsted	G	18,3	110	0	110	49400	0	49400	6,0	0	6,0	450	0	450	1,0	0	1,0			
	P	26,1	1378	653	2031	295500	84600	380100	52,8	25,0	77,8	212	127	188	4,1	1,2	5,3			
	lagt	26,1	1488	653	2141	344900	84600	429500	57,0	25,0	82,0	229	127	200	4,8	1,2	6,0	0	0	
Rungsted-Helsingør	G	20,1	121	0	121	54300	0	54300	6,0	0	6,0	450	0	450	1,0	0	1,0			
	P	20,1	779	21	800	186000	3500	189500	38,8	1,0	39,8	239	167	237	3,4	0,0	3,4			
	lagt	20,1	900	21	921	240300	3500	243800	44,8	1,0	45,8	267	167	264	4,4	0	4,4	0	0	
København-Hillerød	G	28,7	143	0	143	65700	0	65700	5,0	0	5,0	460	0	460	0,8	0	0,8			
	P	36,5	1356	114	1470	294000	17100	311100	37,1	3,2	40,3	217	150	211	2,9	0,2	3,1			
	lagt	36,5	1499	114	1613	359700	17100	376800	41,0	3,2	44,3	240	150	232	3,6	0,2	3,8	0	0	
København-Roskilde	G	25,5	1010	21	1031	539400	3600	543000	39,6	0,8	40,5	534	171	527	7,7	0,0	7,7			
	P	31,3	2876	1444	4320	683000	250000	933000	91,8	46,1	138,0	238	173	216	8,0	2,9	10,9			
	lagt	31,3	3886	1465	5351	1222400	253600	1476600	124,1	46,9	171,0	315	173	276	14,3	2,9	17,2	364	82800	
Roskilde-Holbæk	G	35,8	179	0	179	66500	0	66500	5,0	0	5,0	371	0	371	0,7	0	0,7			
	P	35,8	605	143	748	115700	24300	140000	16,9	4,0	20,9	191	170	187	1,2	0,2	1,4			
	lagt	35,8	784	143	927	182200	24300	206500	21,9	4,0	25,9	232	170	223	1,9	0,2	2,1	0	0	
Holbæk-Kalundborg	G	43,5	174	0	174	49100	0	49100	4,0	0	4,0	282	0	282	0,4	0	0,4			
	P	43,5	567	174	741	93000	18800	111800	13,0	4,0	17,0	164	108	151	0,8	0,2	1,0			
	lagt	43,5	741	174	915	142100	18800	160900	17,0	4,0	21,0	192	108	176	1,2	0,2	1,4	0	0	
Roskilde-Ringsted	G	32,6	914	27	941	519200	3800	523000	28,0	0,9	28,9	568	141	556	5,8	0,0	5,8			
	P	32,6	1430	583	2013	425000	116000	541000	43,8	18,0	61,8	297	198	269	4,8	1,3	6,1			
	lagt	32,6	2344	610	2954	944200	119800	1064000	71,8	18,9	90,7	403	196	360	10,6	1,3	11,1	380	86400	
Ringsted-Sorø	G	14,4	351	12	363	212200	1800	214000	24,4	0,8	25,2	603	150	589	5,4	0,0	5,4			
	P	14,4	512	253	765	164600	50400	215000	35,5	17,6	53,1	321	198	281	4,2	1,3	5,5			
	lagt	14,4	863	265	1128	376800	52200	429000	59,9	18,4	78,3	435	196	381	9,6	1,3	10,9	168	38200	
Sorø-Slagelse	G	14,6	356	12	368	215300	1700	217000	24,4	0,8	25,2	603	141	589	5,4	0,0	5,4			
	P	14,6	519	256	775	168000	50000	218000	35,5	17,6	53,1	324	195	281	4,2	1,3	5,5			
	lagt	14,6	875	268	1143	383300	51700	435000	59,9	18,4	78,3	437	193	381	9,6	1,3	10,9	169	38700	
Slagelse-Korsør	G	17,1	457	14	471	272600	2400	275000	26,7	0,8	27,5	597	171	584	5,8	0,0	5,8			
	P	17,1	614	312	926	197000	61000	258000	35,9	18,3	54,2	321	195	279	4,2	1,3	5,5			
	lagt	17,1	1071	326	1397	469600	63400	533000	62,6	19,1	81,7	438	194	381	10,0	1,3	11,3	199	45300	
Roskilde-Køge	G	22,4	134	0	134	55900	0	55900	6,0	0	6,0	477	0	477	0,9	0	0,9			
	P	22,4	272	158	430	57700	23300	81000	12,1	7,0	19,1	212	150	189	0,9	0,4	1,3			
	lagt	22,4	406	158	582	113600	23300	136900	18,1	7,0	25,1	280	150	244	1,8	0,4	2,2	0	0	
Køge-Næstved	G	39,0	156	0	156	76600	0	76600	4,0	0	4,0	491	0	491	0,7	0	0,7			
	P	39,0	472	237	709	99200	35200	134400	12,1	6,1	18,2	210	149	190	0,9	0,3	1,2			
	lagt	39,0	628	237	865	175800	35200	211000	16,1	6,1	22,2	280	149	244	1,6	0,3	1,9	0	0	
Næstved-Vordingborg	G	27,4	162	0	162	88500	0	88500	5,9	0	5,9	546	0	546	1,2	0	1,2			
	P	27,4	483	292	775	99200	26800	126000	17,6	10,7	28,3	205	92	163	1,3	0,4	1,7			
	lagt	27,4	645	292	937	187700	26800	214500	23,5	10,7	34,2	291	92	229	2,5	0,4	2,9	0	0	
Vordingborg-Nykøbing	G	29,0	172	0	172	93700	0	93700	5,9	0	5,9	545	0	545	1,2	0	1,2			
	P	29,0	502	245	747	105400	25600	131000	17,3	8,5	25,8	210	104	176	1,3	0,3	1,6			
	lagt	29,0	674	245	919	199100	25600	224700	23,2	8,5	31,7	295	104	244	2,5	0,3	2,8	0	0	
Nykøbing-Gedser	G	22,8	110	0	110	17200	0	17200	4,8	0	4,8	156	0	156	0,3	0	0,3			
	P	22,8	280	251	531	35800	7600	43400	12,3	11,0	23,3	128	30	82	0,5	0,1	0,6			
	lagt	22,8	390	251	641	53000	7600	60600	17,1	11,0	28,1	136	30	95	0,8	0,1	0,9	0	0	
Ringsted-Næstved	G	26,8	152	0	152	72000	0	72000	5,7	0	5,7	473	0	473	1,0	0	1,0			
	P	26,8	140	402	542	34400	24800	59200	5,2	15,0	20,2	245	62	109	0,5	0,3	0,8			
	lagt	26,8	292	402	694	106400	24800	131200	10,9	15,0	25,9	365	62	189	1,5	0,3	1,8	0	0	
Tilsammen (pr. hverdag)	G	418,0	4701	86	4787	2447600	13300	2460900	10,7	0,2	10,9	520	155	513						
	P	439,4	12785	5536	18321	3053500	819000	3872500	29,1	12,6	41,7	239	148	211						
	lagt	439,4	17486	5622	23108	5501100	832300	6333400	39,8	12,8	52,6	315	148	274				1280	291400	
Tilsammen (pr. 365 hverdage)	G	1,72 · 10 <sup>6</sup>	0,03 · 10 <sup>6</sup>	1,75 · 10 <sup>4</sup>	892 · 10 <sup>6</sup>	5 · 10 <sup>6</sup>	897 · 10 <sup>6</sup>								2,1	0,0	2,1			
	P	4,67 · 10 <sup>6</sup>	2,02 · 10 <sup>6</sup>	6,69 · 10 <sup>6</sup>	1115 · 10 <sup>6</sup>	299 · 10 <sup>6</sup>	1414 · 10 <sup>6</sup>								2,5	0,7	3,2			
	lagt	6,39 · 10 <sup>6</sup>	2,05 · 10 <sup>6</sup>	8,44 · 10 <sup>6</sup>	2007 · 10 <sup>6</sup>	304 · 10 <sup>6</sup>	2311 · 10 <sup>6</sup>							4,6	0,7	5,3	947 · 10 <sup>6</sup>	106 · 10 <sup>6</sup>		

Under (3) og (6) er medregnet lyntogene

Tabel 46. Hverdagstrafikmængde i 2. distrikt i perioden 20/5—6/10 1951.

Strækning	Stræk- nings km (1)	Middel pr. hverdag												pr. 365 hverdage			pr. hverdag		
		Tog-km				Bruttoton-km			Tog-km pr. strkm			Bt-km pr. tog-km			Bt-km pr. str.km (Mill.)			Lyntogenes andel	
		Damp (2)	Motor (3)	Ialt (4)	Damp (5)	Motor (6)	Ialt (7)	Damp (2:1)	Motor (3:1)	Ialt (4:1)	Damp (5:2)	Motor (6:3)	Ialt (7:4)	Damp (5:1) 365	Motor (6:1) 365	Ialt (7:1) 365	Tog km	Bt-km	
Nyborg - Odense	G	29.6	1100	36	1136	546 700	5860	552560	37.2	1.2	38.4	497	163	487	6.74	0.07	6.81		
	P	29.6	903	742	1645	285 000	133200	418200	30.6	25.1	55.7	315	180	255	3.51	1.64	5.15		
	Ialt	29.6	2003	778	2781	831 700	139060	970760	67.8	26.3	94.7	415	179	351	10.25	1.71	11.96	404	78600
Odense - Tommerup	G	15.1	565	18	583	297500	3000	300500	37.4	1.2	38.6	526	167	515	7.10	0.07	7.25		
	P	15.1	446	397	843	143500	68800	212300	29.5	26.3	55.8	322	174	252	3.68	1.68	5.16		
	Ialt	15.1	1011	415	1426	441 000	71800	512800	66.9	27.5	94.4	436	173	360	10.66	1.75	12.41	206	40100
Tommerup - Fredericia	G	45.2	1761	55	1816	912800	8900	921700	39.0	1.2	40.2	518	162	508	7.36	0.07	7.43		
	P	45.2	1330	1195	2525	430000	207 000	637000	29.5	26.5	56.0	323	173	252	3.47	1.67	5.14		
	Ialt	45.2	3091	1250	4341	1342800	215 900	1558700	68.5	27.7	96.2	435	172	359	10.83	1.74	12.57	616	120000
Fredericia - Kolding	G	19.9	685	61	746	292300	7 600	299900	34.4	3.1	37.5	427	125	402	5.36	0.14	5.50		
	P	19.9	386	662	1048	125500	107800	233300	19.4	33.3	52.7	325	163	222	2.30	1.98	4.28		
	Ialt	19.9	1071	723	1794	417800	115400	533200	53.8	36.4	90.2	390	160	297	7.66	2.12	9.78	113	12200
Kolding - Lunderskov	G	12.9	422	40	462	182100	4300	186400	32.8	3.1	35.9	431	107	403	5.16	0.12	5.28		
	P	12.9	250	426	676	80900	69700	150600	19.4	33.0	52.4	324	164	223	2.29	1.97	4.26		
	Ialt	12.9	672	466	1138	263000	74000	337000	52.2	36.1	88.3	391	159	296	7.45	2.09	9.54	73	13700
Lunderskov - Vojens	G	26.5	523	6	529	270600	400	271000	19.7	0.2	19.9	517	67	512	3.72	0.01	3.73		
	P	26.5	424	344	768	142200	42700	184900	16.0	13.0	29.0	336	124	241	1.95	0.59	2.54		
	Ialt	26.5	947	350	1297	412800	43100	455900	35.7	13.2	48.9	435	123	352	5.67	0.60	6.27	53	5100
Vojens - Rødekro	G	20.2	403	0	403	193800	0	193800	20.0	0	20.0	480	0	480	3.50	0	3.50		
	P	20.2	324	242	566	108000	31200	139200	16.1	12.0	28.1	333	129	246	1.95	0.56	2.51		
	Ialt	20.2	727	242	969	301800	31200	333000	26.1	12.0	48.1	415	129	344	5.45	0.56	6.01	40	3880
Rødekro - Tinglev	G	15.7	284	0	284	143400	0	143400	18.1	0	18.1	506	0	506	3.34	0	3.34		
	P	15.7	250	188	438	83500	24300	107800	15.9	12.0	27.9	334	129	246	1.94	0.56	2.50		
	Ialt	15.7	534	188	722	226900	24300	251200	34.0	12.0	46.0	425	129	346	5.28	0.56	5.84	31	3010
Tinglev - Padborg	G	14.3	280	0	280	118300	0	118300	19.6	0	19.6	423	0	423	3.02	0	3.02		
	P	14.3	314	57	371	80000	5400	85400	22.0	4.0	26.0	255	95	230	2.04	0.14	2.18		
	Ialt	14.3	594	57	651	198300	5400	203700	41.6	4.0	45.6	334	95	312	5.06	0.14	5.20	0	0
Fredericia - Vejle	G	25.7	721	84	805	378 000	14800	392800	28.0	3.3	31.3	523	176	488	5.37	0.21	5.58		
	P	25.7	550	675	1225	128 500	101100	228600	21.4	26.3	47.7	234	150	187	1.82	1.43	3.25		
	Ialt	25.7	1271	759	2030	506500	115900	622400	49.4	29.6	79.0	399	153	306	7.19	1.64	8.83	257	38500
Vejle - Horsens	G	31.4	750	126	876	391600	19400	411000	23.9	4.0	27.9	522	154	469	4.55	0.23	4.78		
	P	31.4	544	570	1114	136700	91000	227700	17.3	18.2	35.5	251	160	204	1.59	1.06	2.65		
	Ialt	31.4	1294	696	1990	528300	110400	638700	41.2	22.2	63.4	408	159	321	6.14	1.29	7.43	248	41000
Horsens - Skanderborg	G	28.6	621	156	777	345000	22600	367600	21.7	5.4	27.1	555	145	472	4.41	0.29	4.70		
	P	28.6	493	493	986	123000	81200	204200	17.3	17.3	34.6	250	165	207	1.57	1.04	2.61		
	Ialt	28.6	1114	649	1763	468000	103800	571800	39.0	22.7	61.7	420	160	325	5.98	1.33	7.31	229	37300
Skanderborg - Aarhus	G	22.8	570	125	695	273000	16300	289300	25.0	5.5	30.5	480	130	416	4.37	0.26	4.63		
	P	22.8	397	441	838	98600	69900	168500	17.4	19.3	36.7	249	159	201	1.58	1.12	2.70		
	Ialt	22.8	967	566	1533	371600	68200	457800	42.4	24.8	67.2	384	152	298	5.95	1.38	7.33	182	29800
Aarhus - Langaa	G	45.7	866	75	941	443200	10300	453500	19.0	1.6	20.6	512	138	482	3.54	0.08	3.62		
	P	45.7	764	785	1549	189000	117200	306200	16.7	17.2	33.9	247	149	198	1.51	0.94	2.45		
	Ialt	45.7	1630	860	2490	632200	127500	759700	35.7	18.8	54.5	388	148	305	5.05	1.02	6.07	366	59600
Langaa - Randers	G	13.5	222	14	236	109000	1800	110800	16.5	1.0	17.5	491	129	468	2.95	0.05	3.00		
	P	13.5	278	288	566	62000	34700	96700	20.6	21.4	42.0	223	120	171	1.68	0.94	2.62		
	Ialt	13.5	500	302	802	171000	36500	207500	37.1	22.4	59.5	342	121	259	4.63	0.99	5.62	54	7350
Randers - Hobro	G	31.3	530	1	531	221000	200	221200	17.0	0	17.0	417	200	417	2.58	0	2.58		
	P	31.3	430	449	879	117000	58700	175700	13.7	14.4	28.1	272	131	200	1.37	0.69	2.06		
	Ialt	31.3	960	450	1410	338000	58900	396900	30.7	14.4	45.1	352	131	281	3.95	0.69	4.64	125	17100
Hobro - Aalborg	G	49.4	847	43	890	327200	3000	330200	17.1	1.0	18.1	386	70	371	2.42	0.02	2.44		
	P	49.4	678	651	1329	185000	88100	273100	13.7	13.2	26.9	273	135	205	1.37	0.65	2.02		
	Ialt	49.4	1525	694	2219	512200	91100	603300	30.8	14.2	45.0	335	131	272	3.79	0.67	4.46	198	26900



Strækning	Strækning km (1)	Middel pr. hverdag												pr. 365 hverdage			pr. hverdag		
		Tog-km			Bruttoton-km			Tog-km pr. str.km			Bt-km pr. tog-km			Bt-km pr. str.km (Mill.)			Lyntogenes andel		
		Damp (2)	Motor (3)	alt (4)	Damp (5)	Motor (6)	alt (7)	Damp (2:1)	Motor (3:1)	alt (4:1)	Damp (5:2)	Motor (6:3)	alt (7:4)	Damp (3:1)-365	Motor (6:1)-365	alt (7:1)-365	Tog km	Bt km	
Aalborg-Hjørring	G	48.2	301	3	304	100 400	300	100 700	6.3	0.1	6.4	334	100	331	0.76	0	0.76		
	P	48.2	541	492	1033	119 000	67 100	186 100	11.2	10.2	21.4	220	136	180	0.90	0.51	1.41		
	alt	48.2	842	495	1337	219 400	67 400	286 800	17.5	10.3	27.8	260	136	215	1.66	0.51	2.17	96	13 100
Hjørring-Frederikshavn	G	36.2	217	0	217	62 300	0	62 300	6.0	0	6.0	287	0	287	0.63	0	0.63		
	P	36.2	408	362	770	85 200	50 000	135 200	11.3	10.0	21.3	209	138	176	0.66	0.50	1.16		
	alt	36.2	625	362	987	147 500	50 000	197 500	17.3	10.0	27.3	236	138	200	1.49	0.50	1.99	72	9 850
Lunderskov-Bramminge	G	39.3	568	82	650	241 000	10 400	251 400	14.5	2.1	16.6	424	127	386	2.24	0.10	2.34		
	P	39.3	177	743	920	42 800	142 000	184 800	4.5	18.9	23.4	242	191	201	0.40	1.32	1.72		
	alt	39.3	745	825	1570	283 800	152 400	436 200	19.0	21.0	40.0	381	185	278	2.64	1.42	4.06	66	23 100
Bramminge-Esbjerg	G	16.4	242	33	275	80 700	4 100	84 800	14.8	2.0	16.8	333	124	309	1.79	0.09	1.88		
	P	16.4	75	310	385	17 900	59 000	76 900	4.6	18.9	23.5	239	190	200	0.40	1.31	1.71		
	alt	16.4	317	343	660	98 600	63 100	161 700	19.4	20.9	40.3	311	184	245	2.19	1.40	3.59	27	9 650
Esbjerg-Varde	G	17.8	127	0	127	45 900	0	45 900	7.1	0	7.1	361	0	361	0.94	0	0.94		
	P	17.8	21	307	328	4 700	48 000	52 700	1.2	17.3	18.5	224	156	161	0.10	0.98	1.08		
	alt	17.8	148	307	455	50 600	48 000	98 600	8.3	17.3	25.6	342	156	217	1.04	0.98	2.02	36	6 750
Varde-Skern	G	42.5	302	0	302	98 300	0	98 300	7.1	0	7.1	325	0	325	0.84	0	0.84		
	P	42.5	49	726	725	11 300	111 800	123 100	1.2	17.1	18.3	231	154	159	0.10	0.96	1.06		
	alt	42.5	351	726	1077	109 600	111 800	221 400	8.3	17.1	25.4	312	154	205	0.94	0.96	1.90	85	16 100
Skern-Ringkøbing	G	23.5	121	0	121	42 100	0	42 100	5.1	0	5.1	348	0	348	0.65	0	0.65		
	P	23.5	27	468	495	6 100	67 800	73 900	1.2	19.9	21.1	226	145	149	0.09	1.05	1.14		
	alt	23.5	148	468	616	48 200	67 800	116 000	6.3	19.9	26.2	326	145	189	0.74	1.05	1.79	47	8 900
Ringkøbing-Holstebro	G	47.4	289	0	289	87 500	0	87 500	6.1	0	6.1	303	0	303	0.67	0	0.67		
	P	47.4	53	672	725	11 900	108 500	120 400	1.1	14.2	15.3	225	162	166	0.09	0.83	0.92		
	alt	47.4	342	672	1014	99 400	108 500	207 900	7.2	14.2	21.4	291	162	205	0.76	0.83	1.59	95	18 000
Holstebro-Struer	G	15.4	111	0	111	24 100	0	24 100	7.2	0	7.2	217	0	217	0.57	0	0.57		
	P	15.4	110	434	544	22 200	60 100	82 300	7.1	28.2	35.3	202	139	151	0.53	1.43	1.96		
	alt	15.4	221	434	655	46 300	60 100	106 400	14.3	28.2	42.5	210	139	163	1.10	1.43	2.53	92	14 650
Struer-Skive	G	33.1	261	0	261	49 500	0	49 500	7.9	0	7.9	190	0	190	0.55	0	0.55		
	P	33.1	178	464	642	28 900	66 200	95 100	5.4	14.0	19.4	163	143	148	0.32	0.73	1.05		
	alt	33.1	439	464	903	78 400	66 200	144 600	13.3	14.0	27.3	179	143	160	0.87	0.73	1.60	132	25 200
Skive-Viborg	G	29.7	314	0	314	95 500	0	95 500	10.6	0	10.6	304	0	304	1.17	0	1.17		
	P	29.7	165	412	577	29 600	57 800	87 400	5.5	13.8	19.3	180	140	151	0.36	0.71	1.07		
	alt	29.7	479	412	891	125 100	57 800	182 900	16.1	13.8	29.9	261	140	205	1.53	0.71	2.24	119	22 600
Viborg-Langaa	G	40.2	357	4	361	136 800	80	136 880	8.9	0.1	9.0	383	20	379	1.24	0	1.24		
	P	40.2	220	652	872	41 500	80 200	121 700	5.5	16.2	21.7	189	123	140	0.38	0.73	1.11		
	alt	40.2	577	656	1233	178 300	80 300	258 600	14.4	16.3	30.7	310	122	210	1.62	0.73	2.35	160	30 500
Vejle-Brande	G	48.8	427	0	427	155 000	0	155 000	8.7	0	8.7	363	0	363	1.16	0	1.16		
	P	48.8	443	390	833	55 800	51 900	107 700	9.1	8.0	17.1	126	133	129	0.42	0.39	0.81		
	alt	48.8	870	390	1260	210 800	51 900	262 700	17.8	8.0	25.8	243	133	208	1.58	0.39	1.97	98	9 400
Brande-Herning	G	24.2	103	0	103	42 700	0	42 700	4.3	0	4.3	415	0	415	0.64	0	0.64		
	P	24.2	198	219	417	37 800	26 700	64 500	8.2	9.0	17.2	191	122	155	0.37	0.40	0.77		
	alt	24.2	301	219	520	80 500	26 700	107 200	12.5	9.0	21.5	267	122	206	1.21	0.40	1.61	48	4 650
Herning-Holstebro	G	41.2	93	0	93	36 600	0	36 600	2.3	0	2.3	394	0	394	0.33	0	0.33		
	P	41.2	252	371	623	55 400	46 300	101 700	6.1	9.0	15.1	220	125	163	0.49	0.41	0.90		
	alt	41.2	345	371	716	92 000	46 300	138 300	8.4	9.0	17.4	266	125	193	0.82	0.41	1.23	82	7 900
Tilsammen (pr. hverdag)	G	951.7	14 983	962	15 945	6 743 900	133 360	6 877 260	15.8	1.0	16.8	451	139	431					
	P	951.7	11 678	15 627	27 305	3 088 500	2 375 400	5 463 900	12.3	16.4	28.7	264	152	200					
	alt	951.7	26 661	16 589	43 250	9 832 400	2 508 760	12 341 160	28.1	17.4	45.5	370	145	285				4450	763 490
Tilsammen (pr. 365 hverdage)	G		545-10 <sup>6</sup>	0.35-10 <sup>6</sup>	3.80-10 <sup>6</sup>	2460-10 <sup>6</sup>	49-10 <sup>6</sup>	2509-10 <sup>6</sup>							2.58	0.06	2.64		
	P		429-10 <sup>6</sup>	570-10 <sup>6</sup>	899-10 <sup>6</sup>	1130-10 <sup>6</sup>	866-10 <sup>6</sup>	1996-10 <sup>6</sup>							1.19	0.91	2.10		
	alt		974-10 <sup>6</sup>	605-10 <sup>6</sup>	1379-10 <sup>6</sup>	3590-10 <sup>6</sup>	915-10 <sup>6</sup>	4505-10 <sup>6</sup>						3.77	0.97	4.74	163-10 <sup>6</sup>	278-10 <sup>6</sup>	

Under (3) og (6) er medregnet lyntogene

Pris  
I. og 2. DEL: 15 KR.

I kommission hos  
TEKNISK FORLAG, KØBENHAVN

Trykt hos  
J. JØRGENSEN & CO.