

Denne fil er downloadet fra  
**Danmarks Tekniske Kulturarv**  
*www.tekniskkulturarv.dk*

Danmarks Tekniske Kulturarv drives af DTU Bibliotek og indeholder scannede bøger og fotografier fra bibliotekets historiske samling.

### **Rettigheder**

Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på *www.tekniskkulturarv.dk/about*

Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *tekniskkulturarv@dtu.dk*

EB

O. Enghelm

Dieselmotoren contra  
Dampdrift.

~~EB~~

1914

#621.

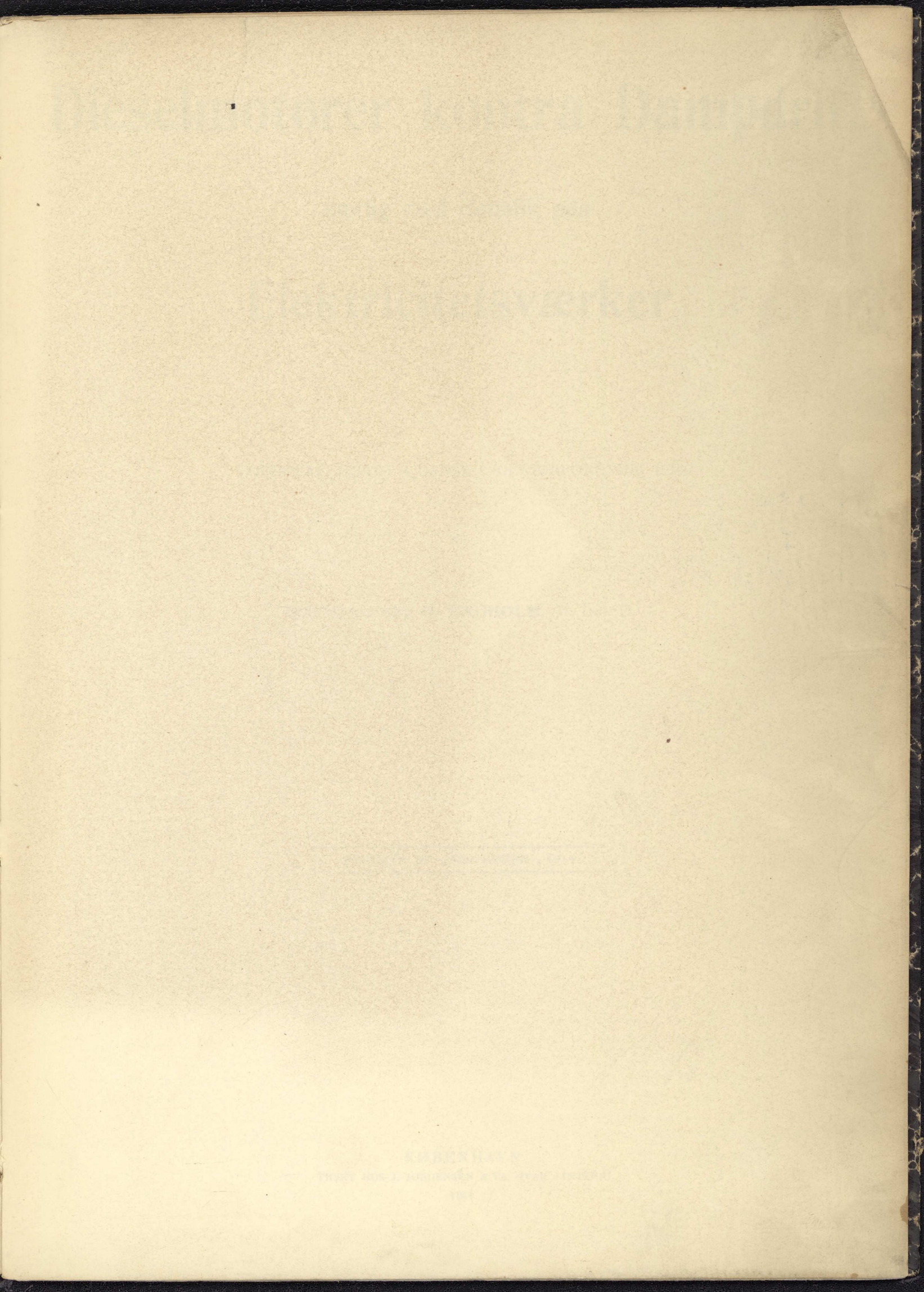
EB

91  
1

621



621 (01)





91

# Dieselmotorer kontra Dampdrift

særlig med Henblik paa

## Elektricitetsværker

FOREDRAG, HOLDT I DANSK INGENIØRFORENING 1914

AF

DRIFTSBESTYRER **O. ENGHOLM**, M. ING. F.

---

FORTRYK AF »INGENIØREN«, 1914

---

KØBENHAVN

TRYKT HOS J. JØRGENSEN & Co. (IVAR JANTZEN)

1914

Dielectric constants of liquids

by J. VAN DER POL

# Dielectric constants of liquids

Journal of Applied Physics, Vol. 1, No. 2, February 1930

Copyright 1930 by John Wiley & Sons, Inc.

Published by John Wiley & Sons, Inc.

JOHN WILEY & SONS, INC.  
NEW YORK

Ved at drage en Sammenligning imellem Dampdrift og Dieselmotordrift vil det let faa Udseende af, at sidstnævnte bliver behandlet med særlig Forkærlighed. Aarsagen hertil er ganske naturlig, idet Dampdriften forud er indarbejdet og har saa mange Forkæmpere, at en Sammenligning uvilkaarligt vil komme til at gaa ud paa at skaffe Dieselmotorerne deres berettigede Stilling i Rækken af de Muligheder, som vort nuværende tekniske Standpunkt tillader.

En medvirkende Grund til, at jeg har ment med Udbytte at kunne tage Sagen op, er den, at *G. Klingenberg* i sit Foredrag paa »Verband deutscher Elektrotechniker«s Aarsmøde i Leipzig 1912 over »Richtlinien für den Bau grosser Elektrizitätswerke« har givet en paa een Gang saa udmærket og sikkert paalidelig Fremstilling af Damp-turbinedriften, at jeg i nedenstaaende Afhandling paa alle væsentlige Punkter har holdt mig til hans Resultater; herved er opnaaet for det første, at Opgaven er reduceret til det halve, dernæst, og for mig ikke det mindst vigtige, at en Kritik paa dette Punkt formentlig undgaas, idet *Klingenberg* som bekendt er en af Tysklands dygtigste Damp-teknikere og dertil i høj Grad Tilhænger af Damp-turbinekraftværker.

I øvrigt har jeg i nedenstaaende Afhandling lagt Vægt paa at behandle Spørgsmaalet udelukkende med vore hjemlige Forhold for Øje og i det hele taget undgaaet at komme ind paa Specialtilfælde, hvorved Overskueligheden bliver mindre, uden at der opnaas nogen virkelig Uddybning af Emnet, idet Mulighederne da bliver ganske ubegrænsede.

#### 1. Brændselets Forekomst. Efterspørgsel og Pris.

Kul og Olie er jo ikke i den Grad ensartede Produkter, at man kan behandle dem i Almindelighed, det er derfor nødvendigt at gaa mere i Enkeltheder og da særlig at gøre visse Forudsætninger, før man kan drage Sammenligninger.

For Kullenes Vedkommende ligger Mulighederne for, hvad der kan benyttes, fra de simpleste Brunkul (ja selv Tørv) og til de bedste Anthracitkul, men naar man ser bort fra Specialtilfældene, hvor f. Eks. et Naturprodukt udnyttes paa Stedet, eller hvor lokale Ejendommeligheder faar Indflydelse paa Valget af Brændselet, og forudsættes Forholdene, saaledes som de normalt vil stille sig herhjemme, hvor Kullene maa tilføres pr. Skib eller Bane, da er i Praxis Grænserne for det Brændsel, der vil blive benyttet, ikke store. Særlig naar der som her nærmest er Tale om et moderne Elektricitetsværk, hvor man maa forudsætte Benyttelsen af aut. Fyrapparater, vil de praktiske Muligheder blive endnu mere indskrænkede, og man vil i de fleste Tilfælde være henvist til at benytte ikke for stærkt bagende Kul paa imellem 6000 og 7000 Kal. pr. kg. For et saadant Brændsel har Prisen her i Landet imidlertid gennem Aarene svinget ikke ubetydeligt, og for at give et Begreb om, imellem hvilke Grænser Prisen har svinget, har jeg i hosstaaende Fig. I opstillet en grafisk

Fremstilling af Prisvariationen i de sidste 10 Aar, tagne under store Forhold og som Følge deraf under de for Brændselspriserne allergunstigste Betingelser. For at blive uafhængig af den igennem Aarene noget varierende Brændværdi har jeg fremstillet Prisen pr. Mill. Kal., hvorved man ogsaa mere direkte faar et Tal for Kullenes Værdi i Driften. Som det vil ses af Kurven, er der foruden de mindre aarlige Variationer i de sidste Aar indtruffet en meget stærk Prisstigning, saaledes at Ydergrænserne giver Variationerne paa over 50 pCt.

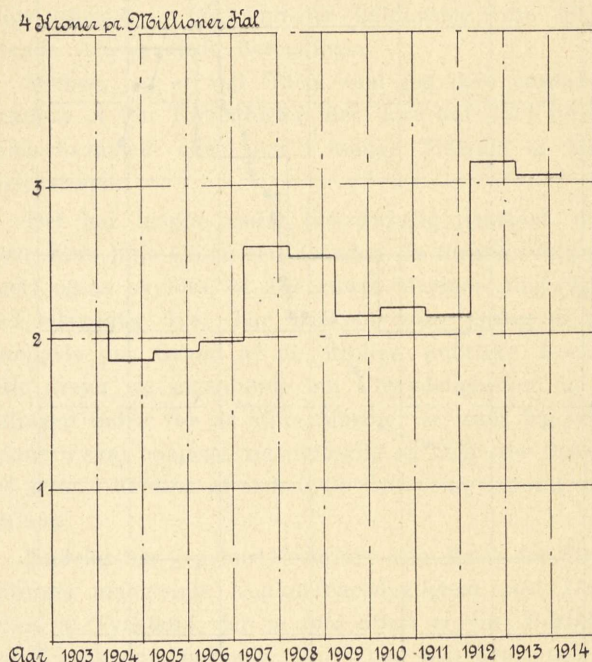


Fig. 1. Brændsels Statistik.

Middelpris for Kul frit paa Værk i København.

Denne Prisstigning, der skyldes, hvad man i Almindelighed kalder »De stigende Konjunkturer«, er af en særlig Art, og for at kunne bedømme dens sandsynlige Stabilitet maa den analyseres for derved at give et Begreb om, hvor stor en Del af Stigningen der skyldes Efterspørgselen, og hvor stor en Del der skyldes stigende Omkostninger, og endelig hvilken Indflydelse Fragtmarkedet har haft paa Prisen.

Uden i øvrigt at komme nærmere ind paa et saadant vanskeligt og vidtløftigt Spørgsmaal skal jeg blot her fremhæve, at man med Sikkerhed ved, at en væsentlig Del af Stigningen er og maa blive af permanent Art, idet ikke ubetydelige Lonforbedringer og kortere Arbejdstid saavel i England som paa Fastlandet for Kullenes Vedkommende procentvis betyder en ikke lille Stigning i Omkostningerne; lægges hertil den fra Aar til Aar stigende Merudgift til Brydning, Afstivning, Ventilation, Afvanding og Transport, som den tiltagende Dybde, hvori der arbejdes, nødvendigvis maa medføre, kan man let indse, at nogen Tilbagegang til det tidligere Prisniveau næppe vil kunne tænkes; ligeledes maa utvivlsomt en Del af Fragtstigningen af lignende Grunde regnes at være af permanent Art. Efter ovenstaaende er der derfor næppe Udsigt til nogen varig Prisnedgang for Kullene, men man



maa gaa ud fra, at disse i Fremtiden gennemsnitlig vil holde sig paa et noget højere Prisniveau, og Kurven udviser, at man foreløbig mindst maa regne med Priser, der ligger imellem 2,50 Kr. og 3,00 Kr. pr. Mill. Kal.

Raaoilier til Forbrændingsmotorer er af forholdsvis ny Dato; det er derfor her ulige vanskeligere at stille et blot nogenlunde sikkert Horoskop for Fremtiden; ligesom ved Kullene har de sidste Aar ganske usædvanlige og procentvis endnu højere Prisstigninger at udvise. For ogsaa her at give et Billede af Forholdene har jeg i hestaaende Fig. II givet en grafisk Fremstilling af Forholdene i de sidste 5 Aar.

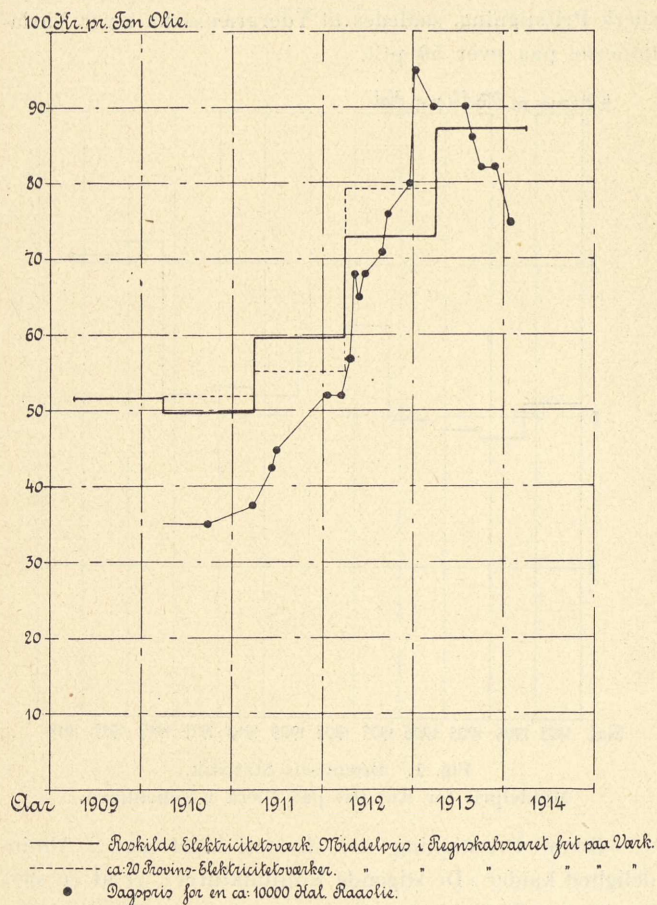


Fig. 2. Brændsels Olie-Statistik for Danmark.

Punktkurven fremstiller Dagsprisen for en ca. 10 000 Kal. Raaoilie og giver et ret karakteristisk Billede af Prisvariationen. Kurven har et Maks. i Januar 1913 og er siden den Tid i stadig og ret stærk Nedgang. For de bedre galiziske Olier, der herhjemme er de mest anvendte, og som har en Brændværdi paa ca. 10 250 Kal. pr. kg, har jeg paa samme Kurveblad II optegnet Prisvariationen ved at angive Middelaarsprisen frit paa Værk for en Række danske Elektricitetsværker. Efter i nogle Aar at have holdt sig paa omkring 50 Kr. pr. Ton er Prisen, som det vil ses, i de sidste 3 Aar gaet jævnt op til 87 Kr. pr. Ton, altsaa en Stigning paa 74 pCt., og denne Aarspris betegner foreløbig et Maks., ja er egentlig som Middeltal noget for høj, idet Licitationsprisen vilde være bleven ikke lidt lavere, dersom man havde ventet et Par Maaneder med Licitationen, der her er foretaget i August 1913; men Valget af det gunstigste Tidspunkt for en Licitationen under svingende Konjunkturer er og bliver jo delvis Hasard. Med 10 250 Kal. pr. kg, der er en sædvanlig Middelbrændværdi, faar man, som det vil ses, en Pris fra 4,88 til 8,48 Kr. pr. Mill. Kal.

Ved Omtalen af Kulpriserne viste det sig, at disse havde svinget imellem 2 og 3 Kr. pr. Mill. Kal., idet de ligesom Olien kulminerede forrige Aar, og begge Priser er nu nedadgaaende. Forholdet imellem Priserne er saaledes i de sidste 5 Aar steget fra 2,44 til 2,82, og der er, som det formentlig vil fremgaa af det efterfølgende, ikke megen Grund til at tro, at Forholdstallet vil stige yderligere.

Naar man for Brændselsolierne ligesom ved Kullene vil søge at analysere Aarsag og Virkning for Prissvingningerne, da er dette her ulige sværere, idet man staar over for en rask Udvikling, der endnu kun har faa Aar bag sig. Imidlertid er der dog visse Hovedsynspunkter, der kan gøres gældende.

Ser man først paa Fragterne, da stiller disse sig i flere Retninger anderledes i Sammenligning med Kulfragterne, idet Transporten her dels fordrer særligt Materiale, Tankdampere, Tankvogne etc., dels, netop paa Grund af Nødvendigheden af dette Specialmateriale, er afskaaret fra at benytte Returfragter eller overhovedet at søge anden Fragt efter Markedets Stilling.

Det er formentlig indlysende, at der under et stærkt stigende Forbrug, saaledes som det nu for Oliens Vedkommende er Tilfældet, maa komme et Tidspunkt, hvor Transportmaterialet bliver for knapt, og der skal altid under saadanne Forhold en klækkelig Fragtstigning til for at fremme Nybygninger af denne Art. Dertil kommer, at den i de senere Aar indtraadte Højkonjunktur paa Fragtmarkedet, der jo ogsaa har haft Indflydelse paa Kulpriserne, i dobbelt Grad har sat sit Spor paa Oliefragten, idet denne ogsaa skal indvinde de høje Returfragter, som anden Transport lukrerer af. Alt i alt, Fragtprisernes Stigning har været i høj Grad medbestemmende for Olieprisen, og som et lille Eksempel herpaa kan blot nævnes, at Oliefragten Baku-London for nogle Aar siden var nede paa 10 sh. pr. Ton og kulminerede forrige Aar med ca. 56 sh. pr. Ton; efter Sigende skal ca. 16 sh. pr. Ton være en Normalpris, der giver passende Overskud, og Prisen er vistnok i Øjeblikket ca. 30 sh. pr. Tons. Naar saadanne Fragtstigninger kan finde Sted, er det ikke saa mærkværdigt, at Olieprisen paavirkes stærkt deraf; paa den anden Side er det indlysende, at de ikke kan være af nogen permanent Art, og den Prisstigning paa Olien (der procentvis jo er stor), som den foranlediger, vil altsaa for en stor Del kunne betragtes som værende af foreløbig Art.

Der er i Øjeblikket en stor Mængde Tankdampere under Bygning, og Forholdene vil let blive, at de abnorme Fragtforhold ad Aare vil efterfølges af daarlige Fragtpriser i de paafølgende Aar paa Grund af for rigeligt Materiale, der som nævnt formedelst deres Specialkonstruktion ikke efter Behag kan søge over til bedre lønnede Fragter.

Ligesom ved Kullene gør selvfølgelig ved Olien stigende Arbejds løn og kortere Arbejdstid sit til et permanent højere Prisniveau, men dog næppe i samme Grad, fordi Arbejds lønnen procentvis ikke udgør saa stor en Del af Prisen som ved Kullene. Derimod har de forøgede Driftsomkostninger, som er foranledigede derved, at man stadig maa gaa dybere med Boringen, paa samme Maade som paavist for Kullene, en permanent Prisstigning til Følge. Men ikke alene den voksende Dybde giver her for-

ogede Arbejder; den Tid, hvor Kilderne af sig selv uden Pumpning gav den Olie, man ønskede, er forlængst forbi, og nu maa overalt anvendes Pumpning og dermed følgende større maskinelle Anlæg, et Forhold, der allerede nu har sat sit Præg i de faste Omkostninger, og som der i Fremtiden vil være at regne med.

Til sidst kommer Spørgsmaalet, om den tilstrækkelige Mængde af Olie fremtidig kan skaffes til Veje, og om hvorvidt der kan tænkes Ringdannelser paa dette specielle Omraade tilstrækkelig stærke til at bestemme Markedsprisen.

For dette sidste Spørgsmaals Vedkommende er der kun at sige, at der jo i Øjeblikket allerede er ret stærke Ringdannelser til Stede, selv om de ikke i den Grad er eneherkende, at de kan skalte og valte, som de vil; at de med Aarene vil blive stærkere, er der ikke megen Grund til at tro, thi efterhaanden som der fremkommer nye Kildedsteder, bliver Mulighederne for Sammenslutning vanskeligere, og yderligere vil den Tendens, der i Øjeblikket er til Stede i Retning af, at Regeringerne søger at faa direkte Indflydelse paa Produktionen, virke i Retning af at umuliggøre en prisdominerende Sammenslutning, medens paa den anden Side selve Princippet »Regeringsmonopol« sikkert ikke netop vil virke til at bringe Prisen ned. Alt i alt synes der imidlertid ikke i Fremtiden at være nogen Fare for unaturlig høje Priser paa Grund af Sammenslutninger.

Anderledes og ulige vanskeligere stiller Sagen sig, naar der er Spørgsmaal om midlertidige eller varige Prisstigninger paa Grund af, at Efterspørgselen er for stor, d. v. s. paa Grund af Olieknaphed. Paa dette Omraade er der frit Spillerum for Fantasien, og der er derfor iblandt Kendere lige saa mange Skeptikere som Sangvnikere.

Medens man med Kullene i denne Retning har fastere Grund under Fødderne og i alle Tilfælde af de lærde er bleven overbevist om, at Kullene ikke slipper op i vor Levetid, og man er tilstrækkelige Egoister til at lade Efterkommerne om de Sorger, og selv fortsætter med den Rovdrift, som vort nuværende tekniske Standpunkt nødvendiggør, stiller Forholdene sig anderledes med Olien; her ved vi hverken, hvor meget der findes, eller hvor meget der vil blive Brug for; dertil kommer, at Raaolieproduktionen ikke er nogen Enkeltproduktion, saaledes som Kullene, men den fordrer (ligesom sammenlignelsesvis Gasværkerne), at en Mængde saakaldte Biprodukter, der endog er væsentlig værdifuldere end Hovedproduktet, ogsaa afsættes til passende Priser; Efterspørgselen efter disse forskellige Produkter skal derfor stige nogenlunde jævnsides, dersom ikke Prisforholdene skal blive abnorme.

Et Forhold, der vil kunne tænkes at virke regulerende, dersom Forbrugsstigningen midlertidig skulde vise sig at være for rask i Forhold til Produktionen, fremkommer derved, at den allerstørste Del af Raaolieforbruget i Øjeblikket bruges til Indfyring, dels i udstrakt Grad i de fleste Mariner, dels ved en stor Mængde Fragtdampere, særlig saadanne, der sejler paa olieproducerende Egne, og endelig i ikke ubetydelig Grad ved Lokomotivdrift under lignede Forhold. Denne Omstændighed vil sikkert med de nuværende Priser komme til at virke regulerende derved, at Kullene atter vil fortrænge Olien,

eller man vil se sig nødsaget til at gaa over til at benytte Olien direkte i Forbrændingsmotorer; herved vil Olieforbruget for disse Virksomheder gaa ned til imellem  $\frac{1}{2}$  og  $\frac{1}{3}$  af det nuværende, og da det som nævnt endnu er en meget udstrakt Anvendelse, vil en saadan Overgang kunne modvirke selv en ret hastig Forbrugsstigning paa nye Omraader.

Jeg mener af ovenstaaende at kunne udlede, at nogen øjeblikkelig Fare for Olieknaphed ikke er til Stede, og naar man ser hen til de mange nye Oliefund i de sidste Aar, foruden de rent geologiske Muligheder for Oliens Tilstedeværelse i snart alle Egne af Jorden, som den nyere Videnskab mener at kunne love, synes det, som om Faren i Fremtiden ikke er større end paa saa mange andre Omraader i Livet, hvor vi løber an paa, at ikke altfor pludselige uforudsete Begivenheder kuldkaster vore tilsyneladende velovervejede Beregninger.

Medens jeg er ved Olien, skal jeg ikke undlade at fremføre et Par Enkeltheder, der ikke har vakt tilbørlig Opmærksomhed, eller som i mange Tilfælde er bleve misforstaaede.

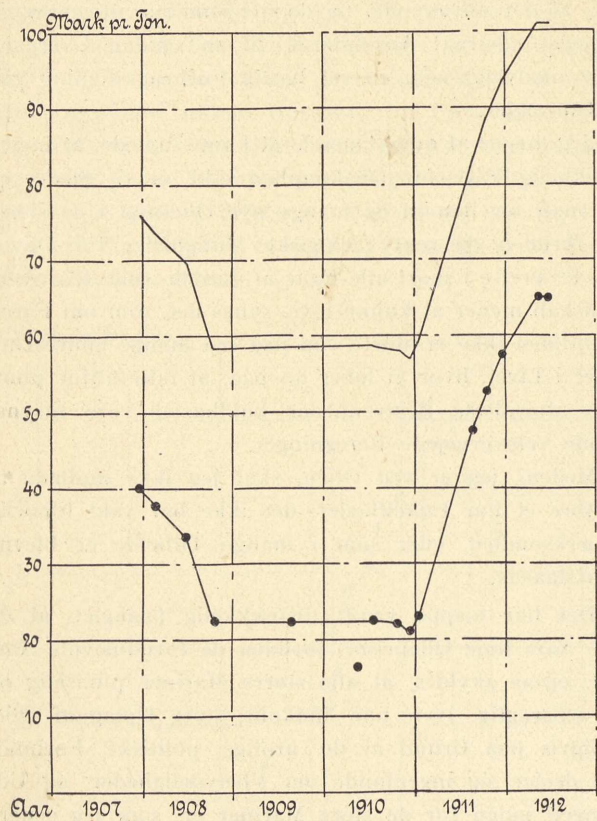
Det har næppe været tilstrækkelig paaagtet, at de sidste Aars høje Oliepriser, foruden de forudnævnte Aarsager, ogsaa skyldes, at alle større Mariner pludselig og med feberagtig Iver har indkøbt store Oplag af Olie, rimeligvis paa Grund af de urolige politiske Forhold; dette drejer sig ingenlunde om Ubetydeligheder, og Udviklingen inden for de store Mariner er, som jeg senere nærmere skal paapege, ret pludselig og med stor Bestemthed gaaet i Retning af at benytte Oliefyring i størst mulig Omfang.

Endelig har jeg hørt fremført som Bevis for Dieselmotorers manglende Konkurrencedygtighed med Dampanlæg, at Tyskland, der jo som oftest er vort Forbillede paa Teknikkens Omraade, ikke i nær den Grad, som det var at vente, har opnaaet at indarbejde Dieselmotorer, ja, Dieselmotoranlæg er sikkert forholdsvis langt mere udbredte herhjemme end i Tyskland; her som i saa mange andre Tilfælde ser man kun Faktum uden at gøre sig den Ulejlighed at søge efter Aarsagen, der dog ligger ret nær.

Tyskland har fra tidligere Tid, for at støtte den lille hjemlige Olieproduktion, haft en meget høj Told paa Olie, nemlig 72 Mark pr. Ton. Dette Forhold var selvfølgelig ganske uholdbart, saa snart Forbrændingsmotorerne ved *Diesel's* Opfindelse stod færdige til at udnytte de tarveligere Olier, der forud kun var anvendelige som Brændsel under Dampkedler. Fra 1906 blev Tolden derfor sat ned til 36 Mark pr. Ton, men var stadig saa høj, at den nødvendigvis maatte virke som en Hemsko for Dieselmotorens Udbredelse i Tyskland; først i 1912, da Oliepriserne var stegne til de svimlende Højder, blev Tolden for anden Gang sat ned til det halve, nemlig 18 Mark pr. Ton, hvor den ligger endnu.

Resultatet af denne Toldpolitik har været, at de tyske Forbrugere i de forløbne Aar har maattet betale deres Brændselsoilier med Priser, der har ligget fra 60 Mark og indtil over 100 Mark pr. Ton. For at give et Billede af dette Forhold har jeg paa hosstaaende Fig. III grafisk opstillet Prisvariationerne, saaledes som de har været i Tyskland, idet jeg dog ikke har faaet Fragtomkostningerne abøstrigsk Grænse\*til Forbrugerne samt eventuelle Mellem-

handlersalærer med. De i Kurven angivne Priser er altsaa at betragte som et absolut Min., hvortil normalt maa regnes et vist Tillæg.



— Mindstepris hos Forbrugerne i Tyskland.  
 her til Fragt og Forhandlersalær i Tyskland.  
 • Salisisk Olie af østlig og Grænse.

Fig. 3. Brændsels-Olie-Statistik for Tyskland.

I Ly af denne Toldbeskyttelse har altsaa i Tyskland den ringe hjemlige Olieproduktion levet, men yderligere har den fremtvunget en ny Industri, nemlig Tjæreolie-industrien, en Industri, der sikkert af mange bliver i høj Grad overvurderet, fordi man har overset, hvilke abnorme Forhold der har frembragt den. Nogen prisregulerende Egenskab inden for Tyskland har Tjæreoliefabrikationen ikke haft, den har hurtigt vidst at monopolisere sig og nyder derved nu hele den Avanceforskelle, som Toldbeskyttelsen byder den, en Beskyttelse, der i øvrigt ogsaa i Øjeblikket er nødvendig for dens Trivsel, thi Raaproduktet Tjæren finder nu en saa alsidig Anvendelse, og dens Pris er som Følge deraf kommen saa højt op, at dens Konkurrencemuligheder med de naturlige Olier kun kan tænkes, naar disses Pris holdes kunstig oppe ved en passende Told; den sidste Toldnedsættelse fra 36 Mark til 18 Mark pr. Ton har derfor sikkert været et haardt Slag for den nye Industri, og derfor vil yderligere Toldnedsættelse næppe foreløbig finde Sted.

Nogen nævneværdig Betydning her i Landet, hvor Raaolien er toldfri, vil Tjæreolien, som det fremgaar af ovenstaaende, næppe faa, i alle Tilfælde ikke som indført fra Tyskland, og som hjemlig Industri er den i Øjeblikket ikke meget fristende med de Tjærepriser, der nu kan opnaas; om Mulighederne for nogen gennemgribende teknisk Forbedring inden for selve Tjæreindustrien er det i Øjeblikket for tidlig at have nogen Mening, men det var jo tænkeligt, at Tjærens direkte Anvendelse i Dieselmotoren kunde faa en forøget Betydning, dersom dens

Kvalitet uden væsentlig Driftsfordyrelse kunde forbedres.

Som Resumé af det foregaaende kan der formentlig udledes nedenstaaende::

»Det flydende Brændsels« Benyttelse som Brændsel under Dampkedler har udspillet sin Rolle overalt, hvor de økonomiske Resultater er de bestemmende; selv i direkte Forbindelse med Produktionsstederne vil de høje Oliepriser sikkert før eller senere bevirke en Overgang til en mere økonomisk Anvendelse af Olien som Drivkraft eller til Kulfyring ved Dampanlæg.

Kun ved særlige Anvendelser, hvor andre Hensyn end de økonomiske har Overvægten, vil Olien som Brændsel under Dampkedler endnu vedvarende have en endog meget stor Betydning; ved disse Forhold tænker jeg egentlig udelukkende paa Olien til Marinebrug; de sidste Aar har for næsten alle de større Landes Mariner og for England endog i første Række set en Udvikling af systematisk Overgang til Oliefyring og deraf følgende Indkøb og Ophobning af Oliebeholdninger, et Forhold, der har været stærkt medvirkende til at frembringe de høje Oliepriser. Maalet har her ikke været at opnaa nogen økonomisk Fordel, idet Hensynene til let og hurtig Indtagelse af Brændsel saavel i Land som i Sø som ogsaa Lastrumets økonomiske Udnyttelse, hvor yderligere Vandtankene kan benyttes til Olie, har været enebestemmende for Valget. Dette Forhold vil ikke kunne ventes forandret foreløbig, og særlig for de meget store HK., der her er Tale om, er Forbrændingsmotorens Indførelse endnu ganske udelukket.

Prisforskellen imellem Kul og »Flydende Brændsel« er under de sidste Aars Højkonjunkturer steget fra 2,4 til 2,8, regnet efter Brændværdi; hvorvidt dette Forholdstal yderligere vil stige noget eller ej, er det selvfølgelig ikke muligt at sige noget bestemt om, men det fremgaar af det foregaaende, at Olieprisernes Højde ikke med Rimelighed kan forudsættes at være af samme stabile Art som Kullenes, idet de i langt højere Grad, end det er Tilfældet ved Kullene, er Resultatet af Prissvingninger af rent foreløbig Art, saaledes at der kun vil kunne indtræde for Olien ugunstigere Forhold, dersom Efterspørgselen skulde stige ganske uforholdsmæssigt i Forhold til Produktionsmulighederne; imidlertid vil en saadan Prisstigning af sig selv virke regulerende paa Forbruget, saaledes at man ganske naturligt maa kunne vente, at Forholdsprisen imellem Kul og Olie vil blive bestemt af Konkurrencemulighederne, d. v. s. Prisforskellen vil i det lange Løb blive en saadan, at det bliver praktisk lige dyrt at benytte de to Slags Brændsel. Dette praktiske Forholdstal skal vi derfor nærmere undersøge i det efterfølgende, og det viser sig da, at vi netop i Øjeblikket er kommet i en Slags økonomisk Ligevægtstilstand paa dette Punkt.

## II. Brændselets Udnyttelse i Anlæggene.

Betingelsen for Brændselets Udnyttelse er ikke alene afhængig af de rent tekniske Muligheder, men i lige saa høj Grad af de økonomiske.

Det flydende Brændsel har, som vi har set, i en Række Aar haft stor Betydning som almindeligt Brændsel under Dampkedler; vi har ligeledes set, at de senere Aars Prisstigninger har gjort, at denne Anvendelse mere

og mere vil forsvinde inden for alle de Omraader, hvor de rent økonomiske Forhold er de bestemmende.

Det flydende Brændsels Betydning som almindelig Konkurrent med Kullene under større Forhold indtraadte først, efter at Diesel havde fundet Udveje til at benytte de tarveligere Olier direkte i Forbrændingsmaskinen. Aarsagen til, at det er muligt med et Brændsel, der koster 2 à 3 Gange saa meget pr. Kal., at konkurrere med Kullene, ligger som bekendt deri, at Dampanlæg, trods deres øvrige tekniske Fuldkommenheder, lider af den desto værre uoprettelige Mangel, at største Delen af den fra

en teknisk fuldt tilfredstillende Motor til Forbrænding af de billigere Sorter flydende Brændsel med en termisk Virkningsgrad, der ligger omkring de 30 pCt. Denne Drivkraft vil altsaa for at konkurrere med Dampanlæg kunne taale en Brændselspris, der er 2 à 3 Gange saa høj som Kullenes.

I hosstaaende Fig. IV er Forholdene illustrerede i store Træk, og man ser heraf, hvorledes de forskellige Tab fordeles sig; men for at give et Billede af, hvad der i Praksis kan opnaas af Nyttvirkninger ved henholdsvis Dampanlæg og Dieselmotoranlæg af forskellig Størrelse, har jeg i

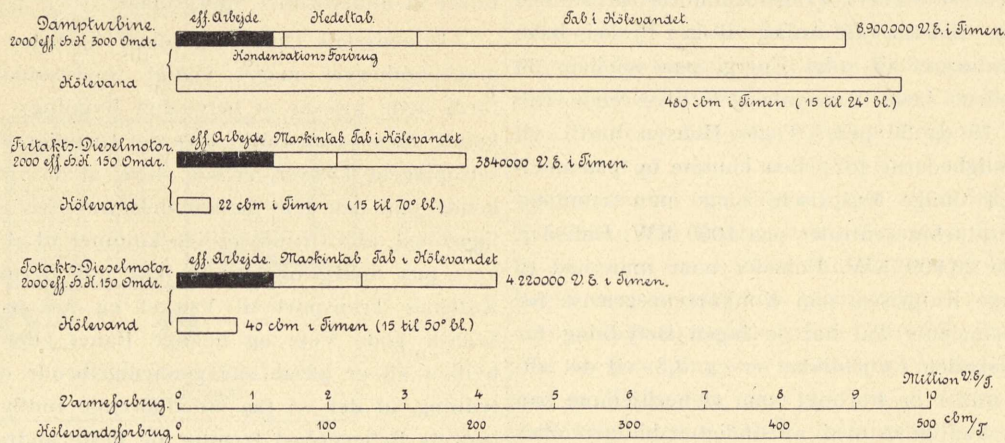


Fig. 4. Varmeudnyttelse og Kølevandsforbrug ved Dampmaskiner og Dieselmotorer.

Kullene tilførte Varme ikke bliver til Arbejde; 10 til 15 pCt. total Nyttvirkning er fine Tal ved et moderne Dampanlæg; det vil altsaa sige, at 85 til 90 pCt. af Kullenes Varme under vore nuværende Driftsformer gaar helt tabt, ja endog er til stor Gene og Bekostning, for saa vidt største Delen deraf skal skaffes bort ved Kølevand, hvorved Anlæggene i høj Grad bliver afhængige af at kunne skaffe

hosstaaende Fig. V optegnet Kurver, der viser den samlede termiske Nyttvirkning, som kan opnaas ved henholdsvis et fuldstændigt Dampmaskinanlæg, Dampmaskinanlæg og et Dieselmotoranlæg. Værdierne er udregnede for de bedste og mest moderne Anlæg med særligt Henblik paa Elektricitetsværker. For Dampmaskine- og Dampmaskinetallene er der tænkt paa ret store Enheder,

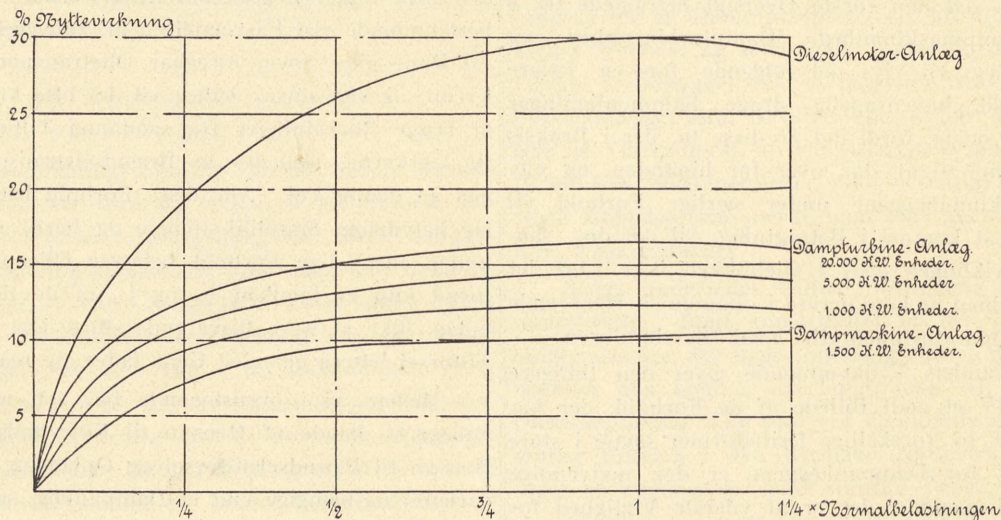


Fig. 5. Termisk Nyttvirkning ved forskellig Belastning, regnet fra Brændsel til produceret elektrisk Energi.

sig det nødvendige Kølevand paa en billig og tilforladelig Maade.

Allerede ved Gasmaskinerne var man naaet et Skridt videre, idet man her opnaaede en Nyttvirkning af 24 til 28 pCt., men det vil føre for vidt her nærmere at komme ind paa denne Driftsform, der i Øjeblikket ikke har den Betydning i Konkurrencen som tidligere, hvor ikke særlige lokale Forhold gør sig gældende.

Først med Forbrændingsmotoren, hvis mest kendte Betegnelse er Dieselmotoren, er det opnaaet at fremstille

henholdsvis for Dampmaskine ca. 1500 KW. og for Dampmaskine 1000, 5000 og 20 000 KW. Enheder; disse Værdier vil derfor for mindre Enheder ligge noget lavere.

Resultatet er, at den maks. termiske Nyttvirkning er henholdsvis  $10\frac{1}{2}$ , 12,  $14\frac{1}{2}$ ,  $16\frac{1}{2}$  og 30 pCt., d. v. s. Olieprisen pr. Kal. kan være fra 1,8 til 2,9 Gange saa høj som Kullenes Pris, for at samme pekuniære Økonomi kan opnaas.

Sammenlignes disse Tal med de tidligere for Oliepriserne fundne Forholdsværdier, viser det sig, at Pris-

niveauet i Øjeblikket er et saadant, at man praktisk kan regne, at Brændselet er lige dyrt for et større Dampmaskinanlæg og et Dieselmotoranlæg, og naar man ser bort fra Talværdierne for de meget store Damp turbineanlæg, der ikke vil kunne forekomme ved noget Anlæg herhjemme, vil Olien ogsaa for disse i Øjeblikket være meget nær konkurrencedygtig. Et andet Forhold, der her ogsaa maa tages i Betragtning, er, at Sammenligningen ofte vil komme til at gælde Dieselmotordrift med Jævnstrøm kontra Damp turbine drift med højspændt Vekselsstrøm, der enten skal omsættes til Jævnstrøm ved Omformere eller ved stationære Transformatorer sættes ned til Lavspænding. Sidstnævnte Anlæg vil da i Praksis have et Tab fra produceret til solgt Energi paa imellem 30 og 40 pCt., medens Jævnstrømsanlæggets tilsvarende Tab ligger imellem 15 og 20 pCt. Tages Hensyn hertil, vil Konkurrencemulighederne for Olien komme op paa imellem 3,0 og 3,3 Gange Kulprisen, naar man sammenligner med Damp turbine centraler paa 1000 KW. Enheder, og først ved de 20 000 KW. Enheder naar man ned til 2,2 til 2,4 Gange Kulprisen som Konkurrencegrænse for Olien, men sidstnævnte Tal har jo ingen Betydning for os. Da Prisforskellen i Øjeblikket er ca. 2,8, vil det alt-saa ses, at det under de Forhold, som vi herhjemme kan komme til at beskæftige os med, nu stadigt er billigere eller i alle Tilfælde lige saa billigt at bruge Dieselmotorer som Damp turbine, naar man kun tager Hensyn til Brændselet, og som det fremgaar af Slutningen af forrige Afhandling, vil Markedet sikkert i det lange Løb stille sig saaledes, at dette tilnærmelsesvis altid vil være Tilfældet.

### III. Kølevand. — Byggeplads. — Brændsels-Oplag.

Medens vi ved den første Oversigt betragtede de 3 Tilfælde: Dampmaskinanlæg, Damp turbineanlæg og Dieselmotoranlæg, vil vi i det følgende for en lettere Oversigts Skyld hovedsagelig drage Sammenligninger imellem de to sidste, fordi det er disse to, der i Praksis oftest vil komme til at staa over for hinanden, og selv om Dampmaskinanlæggene under særlige Forhold vil kunne tænkes at komme i Betragtning, vil det dog, saaledes som Udviklingen gaar i Øjeblikket, ikke være let for Dampmaskinen at konkurrere i økonomisk Henseende hverken med Damp turbine eller med Dieselmotoren.

For Kølevandets Vedkommende giver den tidligere omtalte Plan IV et godt Billede af de Forhold, der karakteriserer de to forskellige Driftsformer tagne i store Træk. Typisk for Dampanlæggene er den nødvendige store Kølevandsmængde, der er af yderste Vigtighed for hele Driftsøkonomien, og selv smaa Formindskelser i det stipulerede Kølevandsforbrug giver sig Udslag i betydelig Nedgang i den termiske Nyttevirkning. Som det vil ses, er Dieselanlæggets Kølevandsforbrug imellem  $\frac{1}{13}$  og  $\frac{1}{19}$  af de tilsvarende Dampanlægs Forbrug, et Forhold, der dels skyldes den højere termiske Nyttevirkning, dels at man kan gaa højere i Kølevandets Endetemperatur, nemlig til 70° C. imod ca. 30° C. ved Dampanlæggene. Kølevandsspørgsmaalet er ofte en meget væsentlig Faktor ved Fastsættelsen af et Dampanlægs Beliggenhed, og medens man i de økonomiske Beregninger vel tager Hensyn til de Tab, som selve Pumpningen af Kølevandet foraarsager, er

man utilbøjelig til ved Sammenligninger at tage Hensyn til de eventuelle Anlægsfordyrelser, som Opnaaelsen af rigeligt og godt Kølevand ofte indirekte foraarsager, lige saa lidt som til de Driftsforstyrrelser, som Vedligeholdelse, Oprensninger, Eftersyn og udeværks Skade paa Fiskebestand, Udskæringer o. lign. i mange Tilfælde foraarsager, men som først kommer frem under senere Drift; ofte maa man gribe til Anlæg af Graderværker, der baade er dyre og optager megen Plads. Dieselmotoranlæg derimod lader sig anlægge, næsten hvor det skal være, idet Kølevandsspørgsmaalet for dette, som det vil ses, forholdsvis bliver et underordnet Spørgsmaal.

Brændselets Oplagring bliver ligeledes et for Dampmaskinanlægget meget vigtigt Spørgsmaal, ikke alene fordi dette kræver et betydeligt Bygnings- og Transportanlæg, men ogsaa fordi selve det Grundareal, som Brændselsoplagerne kræver, er saa store, at de virker indskrænkende paa den frie Bestemmelsesret over Anlæggets Beliggenhed, idet Grundværdien kommer til at indvirke stærkere paa Spørgsmaalet; og ikke nok dermed, men selve Kullenes Transport til Værket og Askens Bortskaffelse kræver gode Veje og heldige Bane- eller Skibsforhold, hvilket alt er af en saa gennemgribende økonomisk Betydning, at det vil faa en afgørende Indflydelse paa Anlæggets Beliggenhed fremfor de fleste andre Hensyn.

Anderledes med Olien til et Dieselmotoranlæg. Lagerpladsen for denne bliver betydelig mindre end for Kullene, Olietankene kan uden væsentlig Arealudvidelse, ud over hvad der vil være nødvendigt alligevel, anbringes dels under Jorden, dels i Kælderetagen, og Anlægsværdien for saadanne Beholdere er forholdsvis ikke stor. Dertil kommer, at Oliens Transport og Lænsning foregaar lettere, bekvemmere og renligere end Kullenes, saaledes at den ikke under nogen som helst Forhold vil blive medbestemmende ved Fastsættelsen af Anlæggets Beliggenhed. Ad Bane eller Søvej foregaar Olietransporten let og bekvemt, og ved større Anlæg vil det ofte kunne betale sig at lægge Rørledninger fra saadanne Tilførselssteder ind til Værkerne, saaledes at Brændselstransport kan foregaa ad denne Vej. Alle disse Forhold betyder hvert for sig betydelige Simplifikationer, og hertil maa føjes, at under ellers lige Forhold behøver Olieoplagerne, der jo forud kun er imellem  $\frac{1}{2}$  og  $\frac{1}{3}$  af de tilsvarende Kuloplager, ikke at være tilsvarende store, idet den successive Tilførsel lettere og uden Gene lader sig realisere.

Medens vi i ovenstaaende har set, at Dieselmotoranlæggene baade af Hensyn til Kølevandstilførsel og af Hensyn til Brændselstilførsel og Oplagring er ganske anderledes uafhængige end et Dampanlæg, saaledes at man ved Bestemmelse af Anlæggets Beliggenhed praktisk taget kun behøver at tage de reelle Hensyn til det elektriske Forbrugsomraade, og medens omvendt Dampanlæggene af ovennævnte Hensyn lige saa ofte maa lægges paa Steder, der ikke er nær saa heldige for Elektricitetens Distribution, skal vi nu yderligere se, at Dieselværker ogsaa med Hensyn til de Grundarealer, som de kræver, er langt heldigere stillede, og saaledes i Egne, hvor Grundværdien kommer til at spille nogen Rolle, ogsaa paa dette Punkt kan fremvise Fordele fremfor Dampanlæg.

For at illustrere Pladsforholdene ved henholdsvis Damp turbine- og Dieselmotoranlæg har jeg i hosstaaende

Fig. VI tegnet Grundplanen af et 5000 KW. Elektricitetsværk med Enheder paa 2500 KW., henholdsvis med Damp-turbiner og med Dieselmotorer som Drivkraft. Naar her-til kommer, at der til Turbineværker oftest er knyttet Omformerværker eller i alle Tilfælde stationære Trans-

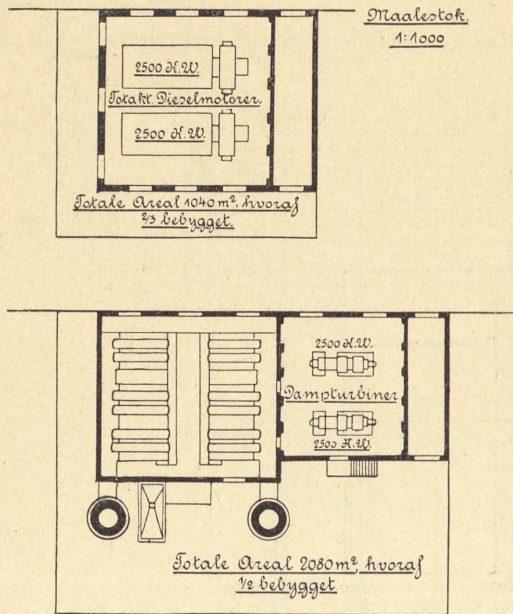


Fig. 6. Sammenligningsplan fra et 5000 KW. Kraftanlæg, henholdsvis med Dieselmotorer og med Damp-turbiner.

formatorer, hvilket for Dieselværker ikke altid vil være Tilfældet, saa ser man, at det Grundareal, som et middelstort Turbineanlæg med Tilbehør optager, let bliver 2 à 3 Gange saa stort som det tilsvarende Dieselmotoranlæg.

Senere er i Forbindelse med Fig. XI paavist, at der for selve Kraftværkernes Vedkommende først ved Anlæg paa over 4000 KW. Enheder kræves mindre Areal for Damp-turbinekraftværkerne.

#### IV. Anlæggenes Størrelse og Anlægspris.

Ved Sammenligning imellem de to foran nævnte Driftsformer kommer først og fremmest de praktisk udførlige Maskinstørrelser i Betragtning, idet baade Anlægs-værdien og Betjeningspersonalets Størrelse i høj Grad vil være afhængig af, at man kan faa de til hvert enkelt Anlæg mest passende Maskinstørrelser; derimod overses let ved Sammenligningen, at det ikke i driftsøkonomisk Henseende er en Fordel med saa store Maskintyper som muligt, tværtimod vil et Anlæg med et større Antal mindre Maskiner være heldigere stillet i Retning af, at de enkelte Maskiners Middelbelastning vil kunne holdes tættere op til deres gunstigste Belastning, saaledes at det kun er af Hensyn til Anlægs-værdien og Betjeningen, at Maskintyperne kunde ønskes gjorte saa store som muligt. Hertil kommer for Dampanlæggene i Modsætning til Dieselmotoranlæggene, at de større Maskiner ogsaa kan bygges med større total Nyttevirkning, et Forhold, der for Damp-turbinecentraler med stor Udnyttelsesfaktor faar en ganske særlig Betydning.

Ved Damp-turbineanlæg ligger den højere Grænse for Maskintypernes Størrelse langt over, hvad vi herhjemme kan komme til at benytte, foreløbig er vel ca. 20 000 KW. Enheder den praktiske Overgrænse; nedefter vil man ved

Enheder paa under 500 KW. ikke mere have nogen rigtig Fordel ved Damp-turbineanlæg, og først ved Enheder over 1000 KW. viser Damp-turbineanlæggene deres bedste Egen-skaber.

En Angivelse af nogen Enhedspris for Damp-turbinecentraler i Almindelighed er i Virkeligheden ikke mulig, thi, som det er paavist i det foregaaende, spiller de lokale Forhold en saa betydelig Rolle ved Fastsættelsen af Anlægsprisen, at et Tal i Almindelighed altid vil kunne kritiseres. Imidlertid er det saa heldigt, at der, som nævnt, foreligger en meget interessant Afhandling af Tysklands vistnok største Kapacitet paa dette Omraade, nemlig G. Klingenberg. Denne Afhandling, der er udarbejdet af en fanatisk Forkæmper for Centralisationen i stor Stil for hele Tysklands Elektricitetsforbrug, har i en Retning ikke saa stor Interesse for vore hjemlige Forhold, idet vi her vil komme til at arbejde med Størrelser, som Forfatteren kun lige har berørt og tænkt sig som allermindste Grænse for, hvad man kan bygge; men netop fordi Forfatteren forud er overbevist om de store Muligheder og yderligere er overbevist om, at intet kan sammenlignes med eller konkurrere med Damp-turbinedriften i stor Stil, faar hans Talværdier en Betydning som anvendeligt Materiale, der kan staa for en Kritik, der gaar ud paa at forhindre, at Damp-turbineanlæggene bliver forfordelte ved Sammenligningen. Paa den anden Side kan jeg fra mit Synspunkt ikke nægte, at jeg finder hans Talværdier paa mange Punkter altfor gunstige, og for vore hjemlige Forhold forbeholder jeg mig kun — idet jeg i øvrigt uden Kritik for Damp-turbinecentralernes Vedkommende overalt har benyttet og vil benytte hans Tal — at sætte lige saa mange Kroner, som han angiver Mark, en Tillem্পning, der næppe kan kritiseres, selv om hans Værdier for saa vidt var rigtige for Tyskland. Hosstaaende Fig. VII viser Anlægs-værdien for en Damp-turbinecentral, alt efter Maskinenhedernes Størrelse og selvfølgelig under Forudsætning af, at Værket er udbygget med et passende Antal Enheder, idet Førsteanlægget altid vil blive ikke saa lidt dyrere pr. KW.; som det vil ses heraf, bliver Prisen, naar man er naaet over 10 000 KW. Maskinenheder, ikke væsentlig lavere; derimod stiger Enhedsprisen stærkt, naar man gaar under 4 à 5000 KW. Maskinenheder.

Noget anderledes stiller Forholdene sig for Dieselmotoranlæg. Rent konstruktivt er der i Øjeblikket en højere Grænse, der ligger omkring 2500 KW., medens man nedefter kan komme saa langt, man vil, og der er ved Dieselmotorerne ikke som ved Dampanlæggene nogen væsentlig Forskel i den termiske Nyttevirkning, om man tager en noget større eller mindre Type.

Af det foregaaende fremgaar det, at ved Anlæg under 500 KW. Enheder vil man i de fleste Tilfælde være henvist til at benytte Dieselmotorer, og kun hvor særlige lokale Forhold taler derfor, vil Dampdrift være fordelagtigere; dette Forhold er ogsaa af den Grund naturligt, som Værker af en saadan Størrelse næppe vil faa Karakter af virkelige Oplandscentraler.

Anderledes stiller Forholdene sig ved den højere Grænse; her ser det tilsyneladende ud, som om Værker paa over 2500 KW. Enheder udelukkende var henviste til Damp-turbinedrift, saaledes at det kun var Anlæg imellem 500 KW. og 2500 KW. Enheder, hvor det i hvert enkelt Til-

fælde var nødvendigt at undersøge, hvilken Driftsform der var fordelagtigst. Dette er imidlertid kun delvis rigtigt; for det første kan man meget godt tænke sig et Anlæg, der med Dampmaskiner vilde blive udført med f. Eks. 4000

den Utopi, at flere smaa Centraler hver havde sit afgrænsede Sporvejsnet, da vilde en Driftsforstyrrelse ikke nær i den Grad virke generende, og gaar man videre i Tankeeksperimentet og tænker sig selvstændige Motoromnibus-

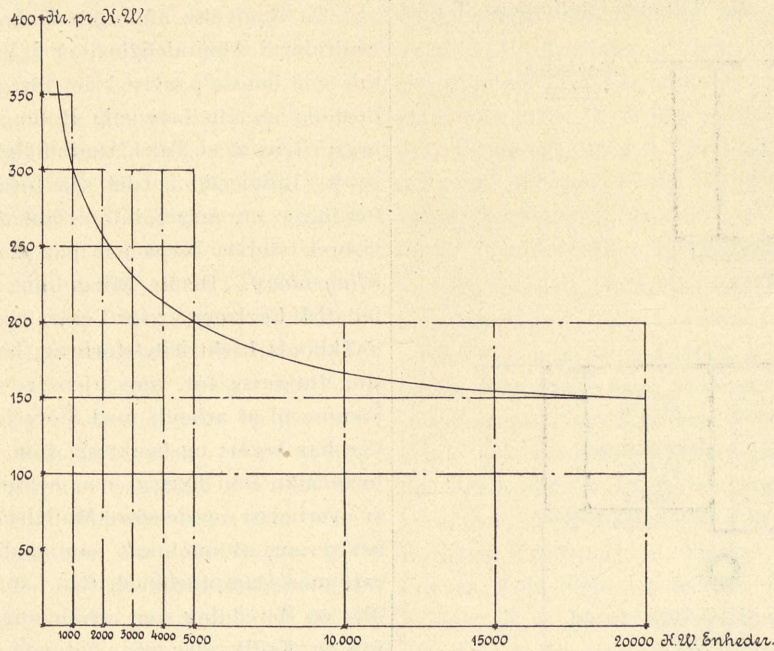


Fig. 7. Dampmaskine Elektricitetsværker. Enhedspris pr. K.W. for det færdige Anlæg.

KW. Enheder, ved Dieselmotorer derimod med dobbelt saa mange 2000 KW. Enheder; rent driftsøkonomisk er det, som vi har set, en Fordel, og det drejer sig derfor kun om at undersøge, hvilke forøgede Anlægs- og Betjeningsomkostninger, som denne Driftsform vil fordr. Hertil kommer, som det ogsaa fremgaar af det foregaaende, at man, hvor de lokale Forhold taler derfor, ved Dieselanlæg vil kunne staa sig ved en Decentralisation (Kølevand, Brændseloplag, Grundværdi m. m.); hvorved nogle af de vitterlig højere Anlægsudgifter ofte kan genvindes derved, at man kan undvære Understationer, og ved simple Ledningsanlæg. En saadan Decentralisation har ogsaa flere andre Fordele; for det første muliggør den en successiv Udbygning svarende til Forbrugsstigningen, altsaa en ikke ubetydelig Rentebesparelse fremfor et Dampmaskineværk, der fra først af maa anlægges stort, saaledes at man straks faar en ganske uforholdsmæssig Kapital at forrente; oven i Købet vil Førsteanlægget som nævnt blive meget dyrt pr. KW. i Modsætning til Dieselmotoranlæggene, der stadig tilnærmelsesvis vil kunne holde Enhedspriserne uden at slæbe paa unødigt Kapital; men yderligere opnaar man, hvad man i vor Centralisationens Tidsalder nødt vil indrømme, faktisk større Driftssikkerhed, thi man kan ikke skjule, at Centralisationen, bortset fra sine mange særlig driftsøkonomiske Fordele, og til Trods for de store tekniske Fremskridt, der nu muliggør Transport af elektrisk Energi over lange Strækninger, dog rummer en Usikkerhedsfaktor ikke alene derved, at Mulighederne for Driftsforstyrrelser faktisk er til Stede i højere Grad, men nok saa meget derved, at saadanne Driftsforstyrrelser virker paa en langt føleligere Maade end de mere lokale Forstyrrelser, som en decentraliseret Forsyning afstedkommer. Man ser dette bedst ved et Eksempel, og tager man da som saadant en elektrisk Sporvejsdrift, ser man let, hvorledes en selvringende Driftsforstyrrelse kan forplante sig og i kort Tid virke lammende paa hele Trafikken. Tænker man sig

ser til at besørge Trafikken, altsaa en fuldstændig Decentralisation, hvor vilde da selv daglige Maskinskader være praktisk ganske uden Betydning for Trafikken. Dersom udenforstaaende saa, hvilke Havarier der daglig sker ved vore Automobildrosker uden nævneværdig Gene for den Del af Trafikken, som de besørger, vil man snart faa Øjet op for en meget væsentlig Fordel ved Decentralisationen.

Ovenstaaende er kun fremsat for at skitsere en Tanke; Centralisationen frembyder i Praxis saa mange og store Fordele og bevirker saa store Prisreduktioner, at den er fuldt berettiget og et ganske nødvendigt Led i hele den økonomiske Udvikling, men den er paa Grund af denne sin let fattelige og let synlige Fordel ved at blive anset for det eneste saliggørende, ja, som det eneste sikre, og det er denne sidste Misforstaaelse, som jeg i ovenstaaende gerne vilde til Livs; det hele er slet og ret et Pengespørgsmaal, og vi maa vurdere det, vi faar, med samt sine gode og daarlige Sider for at se, hvad vi i hvert enkelt Tilfælde staar os ved at tage.

Efter at have behandlet de rent tekniske og derhen hørende Spørgsmaal kommer man nu for Dieselmotoranlæggene til Spørgsmaalet om Anlægsomkostningerne. Her er man en hel Del lettere stillet end ved de tilsvarende Dampmaskineanlæg, thi dels bestaar et Dieselmotoranlæg af meget færre Dele end et Dampmaskineanlæg, hvor der foruden selve Maskineriet og den elektriske Installation er Kedelanlæg, Kondensationsanlæg, Kølevandsanlæg o. m. a., dels er Anlæggets hele Udstyrelse ganske uafhængig af de lokale Forhold, saaledes at man her virkelig kan tale om Enhedspriser for færdige Anlæg i Almindelighed.

For at give en Enhedspris, der af Læseren dog i nogen Grad kan underkastes en Kritik, og hvoraf der kan ses, hvilke Forudsætninger der er gjorte, har jeg i det efterfølgende opstillet nogle Talværdier for de enkelte Dele af et saadant Anlæg.

Først for selve Maskinanlægget har jeg i Fig. VIII

optegnet en Kurve, der ret nøjagtigt angiver Enhedsprisen for den rent maskinelle Del af Anlægget; som det vil ses, ligger Priserne hovedsagelig imellem 200 og 300 Kr. pr. KW., og først ved smaa Enheder under 300 KW. stiger Prisen over denne Værdi; hertil skal føjes, at Priserne er beregnede for firtakts Maskiner, for totakts Maskiner stiler Prisen sig væsentlig lavere.

For Bygningsanlægget har jeg i Fig. IX optegnet, hvil-

læg med Tilbehør og Belysning af Værket; for alle disse Arbejder er ogsaa efter Erfaringer fra Prøveprojektet sat 10 pCt. af selve Maskinanlæggets Værdi.

Resultaterne af Sammenstillingen af disse Tal er nedlagte i Fig. X, hvor man altsaa faar en Talværdi for Dieselmotorkraftværket færdig til Drift, men ekskl. Grundareal. Over det nødvendige Grundareals Størrelse faar man i Fig. XI et Billede, idet der foruden det nødvendige

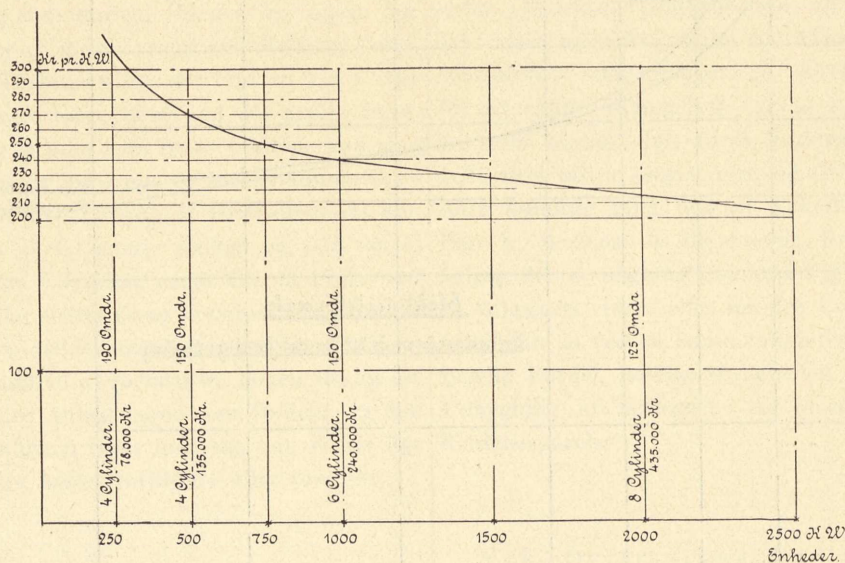


Fig. 8. Dieselmotor Elektricitetsværker. Enhedspris pr. KW. for Dieselmotor med Generator incl. Olie-tank og alle Hjælpemaskiner, men excl. Fundament, Tavleanlæg og Bygningsarbejder o. l. Firtakts Dieselmaskiner.

ket Areal og Rumfang der paakræves for selve Maskineriets Opstilling; atter her ser man, at der for de smaa Enheder relativt kræves ikke lidt større Flade. Forskellige Projekter har vist, at der, naar Pladsen til Tavleanlæg etc. medregnes, meget nær kræves Bygningsværker, der er 50 pCt. større end disse Tal.

Som Enhedspriser for Bygningsarbejderne inkl. Fun-

bebyggede Areal er tillagt 50 pCt. som ubebygget Areal. For tilsvarende Damp-turbine-kraftværker maa af Hensyn til Transporter og Kuloplæg normalt tillægges 100 pCt. for at faa det nødvendige samlede Grundareal; under disse Forudsætninger fremkommer den anden paa samme Plan XI optegnede Kurve for Turbinestationer, hvoraf fremgaar, at disse sidste for mindre Station bruger over dob-

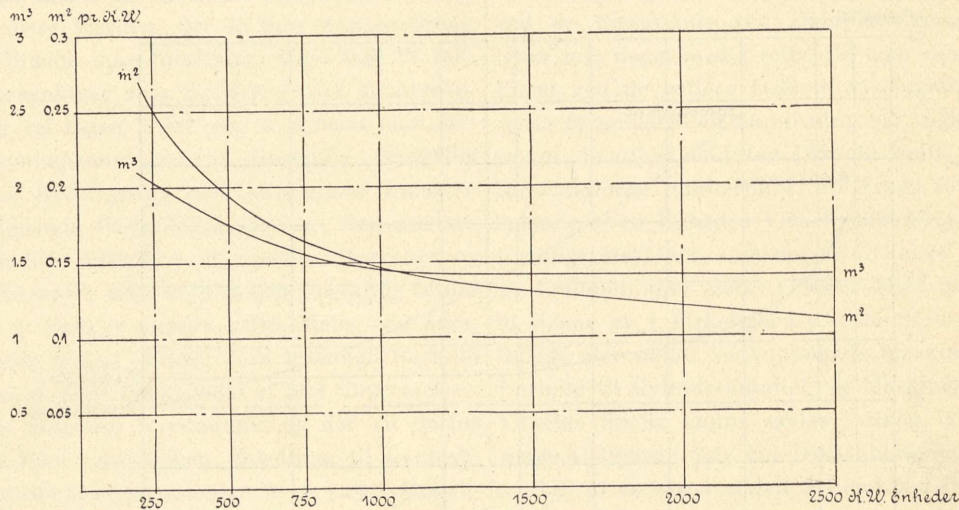


Fig. 9. Dieselmotor Elektricitetsværk. Bygningens Areal og Rumfang pr. KW. for Maskinsal incl. Plads til Generator, Hjælpemaskiner og Kran, men excl. Rum til Tavleanlæg eventuelt Akkumulator o. l. Opretstaaende firtakts Dieselmaskiner.

damenter for Maskinerne har jeg erfaringsmæssigt sat 17 til 15 Kr. pr. m<sup>3</sup> Rumfang, svarende til imellem 125 og 200 Kr. pr. m<sup>2</sup> bebygget Areal, henholdsvis for de mindre og de større Anlæg, idet de større Anlæg kræver større Byggehøjde m. m.

Endelig kommer, for at fuldstændiggøre Anlægget, Kran, Værktøj, Inventar og enkelte mindre maskinelle Dele, dertil Ingeniørarbejder, Terrainregulering, Tavlean-

belt saa stort et Areal som Dieselmotorkraftværker og først ved Kraftværker paa 4000 KW. Enheder og derover kommer ned paa samme Tal som et tilsvarende Dieselmotorkraftværk.

I ovennævnte Fig. X for Dieselmotorkraftværkers Anlægsomkostninger er sammenlignelsesvis optegnet de tilsvarende Priser for Damp-turbinecentraler; det ses heraf, at Prisen for mindre Damp-turbine-kraftværker stadigt holder sig lidt over Prisen for de tilsvarende Dieselmotorkraftværker,



og først ved 1250 KW. Maskinenheder bliver Dampkraftværkerne billigere i Anlæg. Forholdene bliver yderligere skærpede noget i Dieselmotorværkernes Favør derved, at Grundarealet, der fordres, er mindre for disse, et Forhold, der dog kun faar nævneværdig Betydning, hvor der er Tale om Værker i Byer med høje Grundpriser.

værkets Reparationer er faste Udgifter, der stiger næsten ganske proportionalt med Produktionen. Dertil kommer Kul- og Asketransportanlæggene, hvis Vedligeholdelse ogsaa er betydelig. Dieselmotoren kan derfor taale en ret høj Vedligeholdelse, for den overskrider de tilsvarende Udgifter ved et Turbineanlæg.

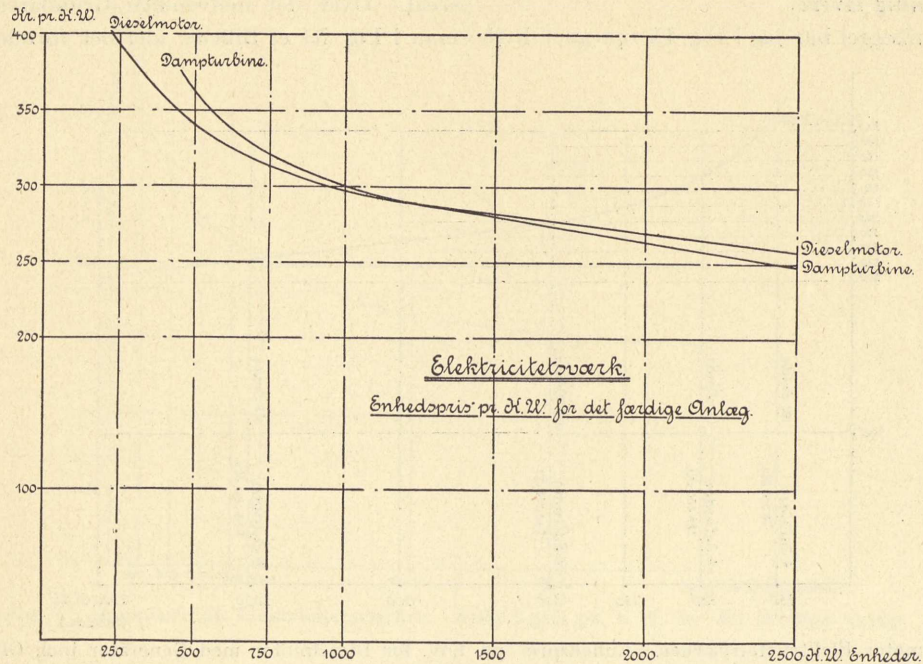


Fig. 10.

V. Vedligeholdelse og Varighed.

For to saa uensartede Anlæg som et Damp turbine- og et Dieselmotoranlæg er det selvfølgelig ikke let at sammenligne Vedligeholdelsesomkostningerne; imidlertid, da man gik fra Dampmaskinerne til Damp turbineerne ved større Enheder, var man straks klar over, at man opnaaede meget væsentlige Reduktioner i Vedligeholdelsesomkostningerne;

Efter de Erfaringer, som jeg har, er jeg tilbøjelig til at mene, at Dieselmotoranlæggenes Vedligeholdelse er noget billigere end et tilsvarende Damp turbineanlæg, og efter de Talværdier, som jeg har haft til Raadighed, men som dog ifølge hele deres Natur kun kan være ret overfladiske, ligger de løbende Vedligeholdelsesudgifter for begge Slags Anlæg imellem 0,5 og 1,0 pCt. aarlig af Anlægs værdien.

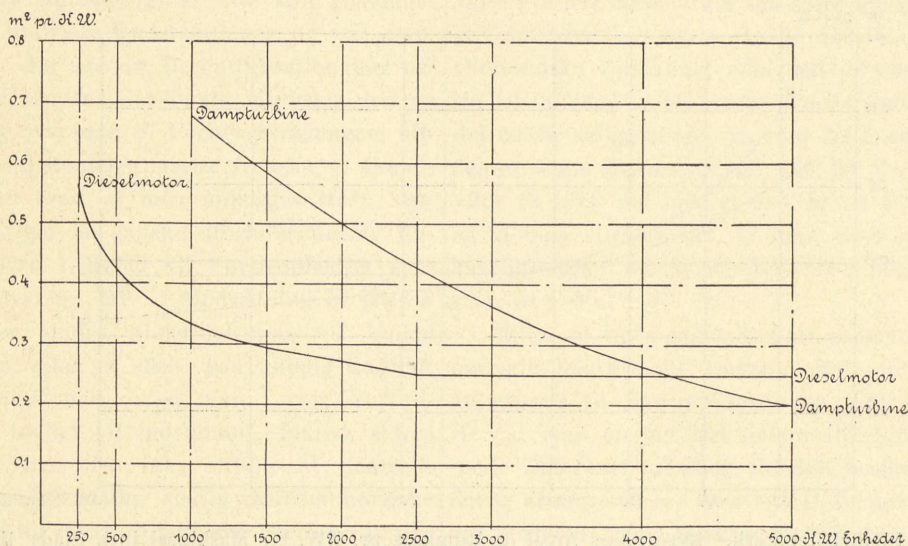


Fig. 11. Elektricitetsværker. Areal pr. KW. Totalt Areal som Værket optager, naar der for Damp turbineanlæg regnes med 1/2 som bebygget Areal og for Dieselanlæg med 2/3 som bebygget Areal.

der har derfor været en vis Tilbøjelighed til at regne det for et Tilbageskridt atter at indføre Stempelmaskiner, og jeg har hørt udtale fra flere Sider, at man derved atter forøgede Vedligeholdelsesomkostningerne; der er ved et saadant Syn paa Sagen ganske glemt, at man ved Dieselmotoranlægget slipper for Kedelanlægget, og at et Kedelanlæg netop normalt kræver forholdsvis meget stor Vedligeholdelse, idet ikke alene aut. Fyrapparater, men ogsaa selve Kedelmur-

En Sammenligning imellem Varigheden af de to omhandlede Anlæg lader sig ikke heller opstille med nogen rimelig Sikkerhed; her skal jeg derfor kun fremhæve, at en stor Del af Hjælpemaskinerne saasom aut. Fyrapparater, Aske- og Kultransportanlæg og lignende kun har en meget kort Levetid; selve Kedelanlæggenes Levetid er meget afhængig af de lokale Forhold. Forældelse spiller imidlertid ved saadanne Anlæg en saa stor Rolle, at der

slet ikke lader sig opstille nogen Norm. Desuden skal jeg i denne Sammenhæng bringe i Erindring, at det ikke er 10 Aar siden, at man med Rette betragtede en Damp turbine, rent afset fra alle dens gode Egenskaber, for en i Retning af Varighed ganske uberegnelig Installation og i alle Tilfælde af en meget kort Varighed. Forholdene har ganske vendt sig; nu betragtes en Damp turbine som uopslidelig, men til Trods derfor betænker man sig ikke paa at afskrive den saa hurtig som muligt, thi der har ogsaa her vist sig en Faktor, der er meget værre end Rust og Tand, nemlig Forældelse. Turbineanlæg, der blot er 5 à 6 Aar gamle, er nu ikke meget mere værd end det gamle Jern, naar man ser hen til, at man i de fleste Tilfælde kan staa sig ved at kassere dem og købe nye og mere økonomiske i Stedet, idet man alene i den forøgede Driftsøkonomi kan indvinde hele Renten af det gamle Anlæg; og selv om vi maa formode, at denne Udvikling snart har en Ende, ved man dog ikke, hvad der næste Gang kommer.

For Dieselmotoren gælder egentlig noget nær det samme; der er ingen Grund til at forudsætte nogen særlig lav Varighed fremfor andre Anlæg tagne som Helhed, og den Fornylse, som Udviklingen fører med sig, kan vi her lige saa lidt som ved andre Anlæg forhindre eller forsinke.

#### VI. Udnyttelse og successiv Udbygning.

Dersom man forudsætter analoge Anlæg for henholdsvis Damp turbineanlæg og Dieselmotoranlæg, er der heller ingen Forskel i Retning af Udnyttelsesmuligheder; først naar man tænker sig benyttet forskellig Driftsform, kommer Spørgsmaalet om Udnyttelsesfaktoren med ind i Beregningerne ved en Sammenligning. *Klingenberg* forudsætter fra 0,60 til 0,80 som opnaelige Forholdstal ved Centralisation paa Grund af, at Maks.-Belastningerne ikke falder sammen; disse Værdier, der jo ikke kan bestrides, naar konkrete Tilfælde ikke foreligger, tager han til Indtægt for sine Beregninger over Fordelene ved Centralisationen; og der er vel ingen Tvivl om, at dersom man forbinder to Forsyningsomraader af væsentlig forskellig Karakter, f. Eks. Byforsyning med udprægede Industriadistrikter, kan lignende Forholdstal opnaas. Paa den anden Side vil blandede Distrikter af rimelige Størrelser og uden udpræget Karakter ikke med nogen fornuftig Grund kunne formodes at have et mindre fælles Maks. end Summen af de samlede Maks. Under vore hjemlige Forhold vil, som Følge deraf, intet Forholdstal af blot tilnærmelsesvis ovenstaaende Størrelse forekomme, og der vil derfor af denne Grund ikke være nogen Anledning til Centralisering, særlig dersom man forudsætter, at de større Enkeltanlæg, der vel hovedsagelig er i Forbindelse med Købstæderne, udvider deres Forsyningsomraade til deres naturlige Opland i en saa stor Udstrækning som pekuniært forsvarligt, og da hovedsagelig lægger Vægt paa at faa eventuelle større Virksomheder med ind under Forsyningen saasom Mejerier, Teglværker, Sukkerfabrikker o. lign.. Nogen Forøgelse af Udnyttelsen ud over, hvad herved kan opnaas enkeltvis, vil en Centralisation her i Landet næppe uden ved enkelte, ganske ekstraordinære Tilfælde kunne opnaa.

Fælles Reserve er ogsaa ofte berørt som et Moment af

Betydning for Centralisationen. Dette er i og for sig ganske misvisende, thi Reserve er et relativt Begreb, som tilnærmelsesvis er en bestemt Procent af det samlede Maskinanlæg; ganske vist kan man, naar et Anlæg efterhaanden kommer til at bestaa af mange mindre Enheder, nøjes med en procentvis mindre Reserve, men dette er jo et Forhold, der med Aarene vil være ens i begge Tilfælde.

Dersom Dieselmotoranlæg vil kunne virke imod en allfor vidtdreven Centralisation, vil ovenstaaende to Forhold være uden Betydning for Afgørelsen. Damp turbinecentralerne nødvendiggør en stærk Centralisation, dels for at skaffe Betingelser for at faa saa store Enheder ind som muligt, dels fordi Førsteanlægget ved Turbine drift altid bliver meget dyrt, og først efter Udbygning ad Aare kommer man ned til Enhedspriser som angivne i Fig. X, medens de tilsvarende Priser for Dieselmotoranlæg, der er angivne i samme Fig. X, er ret uafhængige af Anlæggets større eller mindre Udbyggelse. Herved opnaar man en ved en Sammenligning for Dieselmotoren betydelig Fordel, nemlig Muligheden for en mere successiv Udbygning af Anlæggene og altsaa en ikke uvæsentlig Rentebesparelse.

#### VII. Driftssikkerhed og Betjening.

Hvad Driftssikkerheden angaar, er det straks iøjnefaldende, at mindre Uheld ved en Damp turbin drift ofte ikke vil berøre selve denne; der kan ske en hel Række forskellige Uheld ved Kedler, Fyrapparater, Pumper etc., uden at Driften momentant bliver paavirket deraf. Anderledes med Dieselmotoren; denne er baade Maskine og Kedel samlet i eet; de fleste mindre Uheld vil derfor nødvendigvis gøre, at det enkelte Aggregat maa standses, dersom det ikke allerede er gaaet i Staa af sig selv; dette Forhold bliver betragtet som en Usikkerhedsfaktor af højere Potens end de tilsvarende ved Damp turbineanlæggene, og det synes mig noget med Urette, thi naar der indtræffer noget Uheld ved de ædlere Dele af et Turbineanlæg, vil dette ogsaa foranledige en Standsning, og vedkommende Aggregat er da oftest tabt for Driften, indtil det er repareret. Dieselmotoren imidlertid er til Trods for, at den tilsyneladende er en Enhed, i Virkeligheden lige saa mange selvstændige Maskiner, som der er Cylindre, og et Uheld med en Cylinder eller dens Ventiler eller med Olietilførselen til denne er i Virkeligheden i de fleste Tilfælde kun en Defekt, der sætter vedkommende Maskines Ydeevne ned i Forhold til Cylinderantallet, og Maskinen vil i de 9 af 10 Tilfælde hurtig kunne sættes i Gang igen med de resterende Cylindre. Selv om Driftsuheld ved Dieselmotor uadtil er af en noget anden Art end ved Damp turbineanlæg, vil man næppe med Rette kunne paastaa, at de er hyppigere eller af nogen driftsmæssig mere indgribende Betydning.

Hvad Betjeningsspørgsmaalet angaar, da maa der atter tages Hensyn til, om Anlæggene, der skal sammenlignes, har lige mange og lige store Enheder, eller om der ved en Decentralisation for Dieselmotoranlæggenes Vedkommende er opstaaet flere mindre Anlæg. I første Tilfælde vil Betjeningsspørgsmaalet ved en Sammenligning stille sig ret simpelt, thi Dieselmotorbetjeningen skal da simpelthen sammenlignes med en tilsvarende Betjening af Damp tur-

bine med Kondensationsanlæg, Kedelhus og Kultransport etc. Der vil under saadanne Forhold ikke være nogen Tvivl om, at et Turbineanlæg af Middelstørrelse bruger et større Personale end et tilsvarende Dieselmotoranlæg, rent bortset fra, at dette Anlæg yderligere kræver Rengøringsarbejder i langt højere Grad end Dieselmotoranlægget. Først ved meget store Anlæg og ved Sammenligning af en Dampurbinstation med 2 à 3 tilsammen lige saa store Diesestationer vil Betjeningsforholdene blive noget til Gunst for Dampurbinedriften; dog forudsætter dette, at Turbinedriften ikke nødvendiggør Understation med Omformerdrift, thi da vil Forholdet atter vende sig mere eller mindre til Gunst for Dieselmotoranlæggene.

Uden konkrete Tilfælde lader Betjeningsforholdene sig selvfølgelig ikke bestemme; ovenstaaende er da ogsaa kun at opfatte som en Paavisning af, at der paa dette Omraade ikke er nogen decideret Tendens til Gunst for et af Systemerne.

#### VIII. Centralisation kontra Decentralisation.

Det er ikke Meningen i nedenstaaende at resumere alt, hvad der i det foregaaende er sagt om dette Spørgsmaal; her skal kun tilføjes, at Centralisationstanken er kommen ind som en økonomisk Nødvendighed, og som Følge deraf vil den bortfalde, naar dette Grundlag ikke mere findes. Imidlertid er selve Princippet lidt af en Naturlov, og vi opnaar næppe at se det kuldkastet; derimod kan vi maa-ske ved nye tekniske Fremskridt, saaledes som her paa-vist ved Dieselmotoren, opnaa, at Centralisationen ikke udvikler sig ud over de naturlige Grænser.

Løsningen af nogen kulturel Opgave ved at delagtiggøre Landet i Elektricitetens Goder er dog vist ret tvivlsom. Stemningen om Nytte for Landbruget er nu ved at slaa om, og i Tyskland lyder der kraftige Røster om, hvilke nationaløkonomiske Tab Elektricitetens Indførelse i Landbruget i Virkeligheden er. Saaledes som vore smaa, landlige Elektricitetsværker drives herhjemme, er de utvivlsomt en i økonomisk Henseende daarlig Spekulation, og den Nytte, de gør i Landbruget, d. v. s. det Merudbytte, som de skulde frembringe, er sikkert under 0 og altsaa nationaløkonomisk set til Skade.

Ledemotivet ved Oplandscentralen er af en dobbelt Art, dels at muliggøre Brugen af større Enheder, og dette er selvfølgelig saavel anlægs- som driftsøkonomisk set en stor Fordel, dels at delagtiggøre Egne af Landet i Elektricitetens Goder, der ellers ikke vilde kunne faa det. Denne sidste Side af Sagen vil jeg her lade ganske ude af Betragtning, dels fordi det, som ovenfor nævnt, er ret tvivlsomt, om det overhovedet er et økonomisk Gode, dels fordi det driftsøkonomisk set næsten altid vil vise sig at være en daarlig Spekulation. Opgaven løses i de fleste Tilfælde simplere ved at forsyne, hvad der med Fordel kan forsynes fra Anlæg, der er byggede for passende større Lokalforsyninger. Udviklingen synes at gaa i denne Retning for mange af vore Købstæders Vedkommende, men det er endnu ikke i tilbørlig Grad paaagtet, at dette før eller senere kræver en fuldstændig Overgang til Vekselstrømsdrift, selvfølgelig med tilbørligt Hensyn til det gamle Materiale. Imidlertid er der den Mangel ved denne Ordning, at Anlæggene bliver lovlig smaa, og enhver yderligere

Centralisation inden for rimelige Grænser vil derfor af denne Grund være ønskelig.

Tanken om Oplandscentraler herhjemme har i de sidste Aar været ret ivrigt diskuteret, og dette har oftest ligget i en noget overdreven Forestilling om, hvad en saadan Station vil kunne komme til at præstere. For at give et lille Billede af, hvorledes Forholdene i sine alleryderste Konsekvenser vil kunne komme til at se ud herhjemme, skal jeg blot løselig i nedenstaaende give et lille, stærkt overdrevent Eksempel.

Tænker vi os det for en Oplandscentral allergunstigste Tilfælde, at Fyn skulde forsynes med Elektricitet fra en Oplandscentral i Odense (ikke Banedrift), samt at Byerne og Landet ligger med sine Forbrugere parat til en Tilslutning, idet alle de nuværende Værker nedlægges, da vil man efter Erfaringer saavel herhjemme som i Udlandet kunne regne med et Aarsforbrug af 20—30 KWT. pr. Indbygger. Disse Tal er som Middeltal for et helt Distrikt af den omhandlede Art ret høje, og bedre Værdier naas kun ved rene Bycentraler eller i udprægede Industriegne; under sidstnævnte Forhold kan man selvfølgelig næsten naa til hvilket som helst Tal, men saavidt jeg ved, er det i Praksis største, der er opnaaet, lidt under 200 KWT. pr. Indbygger aarlig. Benyttelsestiden pr. solgt KWT. vil under lignende Forhold, som her tænkes, komme til at ligge imellem 1500 og 2000 Timer. Regner man med disse to Værdier, faar man, at et saadant Værk vil faa et Maks., der ligger imellem 13 og 20 KW. pr. 1000 Indbyggere. Benyttes nu passende Middeltal, nemlig 25 KWT. pr. Indbygger aarlig og 15 KW. Maks. pr. 1000 Indb., og regner man med 33 pCt. Tab fra Produktion til solgt Energi, faar man en Produktion paa 38 KWT. pr. Indbygger aarlig; og regnes 50 pCt. Reservemaskinkraft, faar man 23 KW. nødvendig Maskinstørrelse pr. 1000 Indb.

Paa Fyn gav sidste Folketælling:

Indbyggere i Byerne . . . . .	ca. 85 000
» paa Landet . . . . .	ca. 215 000
	I alt ca. 300 000 Indbyggere.

Man faar altsaa:

Værkets Maskinkraft  $23 \times 300 = 6\,900$  KW. straks.  
Elektricitetsproduktionen  $38 \times 300\,000 = 11\,400\,000$  KWT. aarlig.

Elektricitetsforbrug  $25 \times 300\,000 = 7\,500\,000$  KWT. aarlig.

Værkets maks. Belastning  $15 \times 300 = 4\,500$  KW.

Benyttelsestid af Maks.:

pr. produceret Energi	2 540 Timer,
- solgt	» 1 670 »

Som det vil ses, vil et saadant Værk f. Eks. med 2000 KW. Maskinenheder kunne bygges og drives praktisk taget lige saa billigt med Dieselmotorer som med Dampurbiner, og i det hele taget viser dette, og det var ogsaa Hensigten dermed, at Størcentraler i dette Ords virkelige Betydning er udelukkede her i Landet; thi blot Halvdelen af ovennævnte Størrelse maa vi være glade ved, dersom det skulde kunne lykkes at samle det under en enkelt Forsyning, og Maskinstørrelser paa ca. 1000 KW. falder absolut i Dieselmotorernes Favor og vil være nogle af de største

Typer, som der vil blive Brug for uden for selve København og Omegn, naar vi, hvad der vel foreløbig maa være tilladt, ikke tænker paa Banedrift. Uden i øvrigt at komme ind paa Enkeltheder skal jeg blot, for at føre Tanken om Fyns Elektrifikation ud i sine videste Konsekvenser, tilføje, at dersom man tænkte sig en Sammenligning imellem en Centralisation i Odense kontra en Decentralisation, f. Eks. med 3 Stationer: i Odense, Assens og Svendborg, da giver Beregningerne, at sidstnævnte bliver billigere i Anlæg, idet alene Merudgiften i Ledningsnettet for med 15 000 Volt at føre den nødvendige Energi ud til Forbrugsstederne bliver mere end Mindreudgiften ved det enkelte større Elektricitetsværk.

Ovenstaaende skal jo kun betragtes som et lille Eksempel taget i Almindelighed, og, som jeg haaber, vil vise, at man skal se sig godt for, naar man tager Centralisationen op til alvorlig Overvejelse; man kan ogsaa betale Guld for dyrt, og netop fordi vi herhjemme er komne saa vidt, som vi er, vil overdrevne Centralisationsbestrebelselser let ødelægge langt flere Værdier, end selve Sagen er værd. En Udtalelse, der faldt ved Direktør *Faber's* Foredrag i Ingeniørforeningen sidste December, er betegnende for en gængs Opfattelse, som jeg ikke mener bør blive upaatalt. Direktør *Faber* udtalte sin Beklagelse over, at vi herhjemme havde været saa uforudseende, at Centralisationsmulighederne paa Grund af de mange mindre Værker var bleven saa ringe. Sagen er derved efter min Mening lige den omvendte; vi har herhjemme i den Retning været forud for mange andre Lande, men at være forud betyder altid, naar det da er rentable Foretagender, et Plus; og at vi, dersom vi havde ventet, nu kunde have faaet det bedre og billigere, betyder ikke, at det var forkert ikke at vente. Samtlige Købstadselektricitetsværker er sikkert gode rentable Foretagender, og kun den ganske misforstaaede og derfor fejlagtige Agitation, der for 5 til 10 Aar siden blev dreven for smaa Landværker, til Dels med Vindmotorer, har været til stor Skade, ikke for en eventuel Oplandscentral, thi det vil sikkert ikke være svært for en saadan at udrydde, hvad der i den Anledning er opvokset af smaa Landcentraler, delvis i Form af Andelsselskaber, men fordi der derigennem er kastet en unødigt Mængde Penge bort til ganske urentable Foretagender.

#### IX. R e s u m é.

Ved en Sammenligning af Konkurrencemulighederne for Dieselmotorer og Damppturbiner ved Elektricitetsværker fremkommer nedenstaaende Hovedresultater.

Brændselspriserne er i Øjeblikket saadan, at flydende Brændsel og Kul driftsøkonomisk vil stille sig ens under normale Forhold; hvorledes Fremtiden vil blive er ikke let at afgøre, men det synes baade naturligt og rimeligt, at Prisdifferensen ogsaa i Fremtiden vil holde sig paa lignende Værdier, og der er i alle Tilfælde i Øjeblikket ingen paaviselig Grund til at forudsætte en for Olien ugunstig Forskydning i det lange Løb.

Damppturbinekraftværker gør en stærk Centralisation nødvendig af rent driftsøkonomiske Grunde, derimod er dette for Dieselmotorværker ikke i samme Grad nødvendigt.

Men Hensyn til Driftssikkerhed, Vedligeholdelse og Varighed er der ingen Grunde, der taler til Fordel for det ene System fremfor det andet, ligesom ogsaa Betjenings-spørgsmaalet ved forskellige Ordninger snart svinger til Gunst for det ene, snart for det andet System.

Anlægsprisen for Kraftværker af ovenstaaende to Systemer stiller sig saaledes, at Værker under 1250 KW. Maskinenheder ikke alene er billigere i Anlæg, men ogsaa bruger ganske betydeligt mindre Grundareal som Dieselmotorværker fremfor Damppturbinekraftværker. For Enheder over 1250 KW. bliver sidstnævnte billigere i Anlæg, men Grundarealet er lige indtil 4000 KW. Maskinenheder større end ved et tilsvarende Dieselmotorværk. Over de 4000 KW. Maskinenheder er saavel Anlægsprisen som Grundarealet mindre for Turbinekraftværkerne.

Ved Damppturbinekraftværker, der fordrer Omformerstationer, vil decentraliseret Dieselmotordrift ofte blive billigere saavel i Anlæg som i Driften selv ved Anlæg, hvor der skulde være benyttet over 4000 KW. Maskinenheder paa Damppturbinekraftværket.

En stærk Centralisation her i Landet i Form af Oplandscentraler synes ikke meget lovende, dels mangler vi den større Industri, dels vil saadanne Centralisationer ikke bringe Maskinenhederne op til nogle for Driftsøkonomien virkelig udslaggivende Værdier; endelig maa der tages Hensyn til den forudgaaende Udvikling, og her vil vore allerede eksisterende Købstadcentraler være en vistnok uovervindelig Hindring for en virkelig Centralisation. Som Udviklingen er, vil det være nødvendigt at regne med det bestaaende og kun arbejde for en fornuftig Centralisation inden for mindre Omraader og med Tyngdepunktet i Købstæderne, der da bliver nødte til at forandre System og gaa over til højspændt Vekselstrøm. En saadan Centralisationstanke beregnet efter vore hjemlige Forhold vil imidlertid hovedsagelig være henvist til at benytte Dieselmotorer.

