

F18-A8206

ELEKTRICITETSKOMMISSIONEN
AF 1941

BETÆNKNING

AFGIVET AF

TEKNISK UNDERUDVALG

Afsluttet i Marts 1946

J. H. SCHULTZ A/S
UNIVERSITETS-BOGTRYKKERI
KØBENHAVN

1946
UNIV. BIBL.
1. AFD.
KØBENHAVN

ELEKTRICITETSKOMMISSIONEN AF 1941

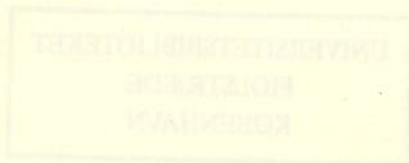
Teknisk Underudvalg.

BETÆNKNING AF MARTS 1946

DET KONGELIGE BIBLIOTEK



130001136225



UNIVERSITETSBIBLIOTEKET
FIOLSTRÆDE
KØBENHAVN

X551045964

INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
<i>Indledning</i>	5
<i>Resumé</i>	7
<i>A. I hvilken Grad bør en Centralisation af Elektricitetsproduktionen tilstræbes</i>	8
<i>B. I hvilket Omfang kan der med økonomisk Fordel etableres kombinerede Produktionsanlæg for Elektricitet og Varme</i>	12
a. Kombineret Produktion af Elektricitet og Varme til Boligopvarmning.....	12
b. Kombineret Produktion af Elektricitet og Varme til industrielt Brug.....	19
<i>C. Hvor stor en Brændselsbesparelse kan forventes opnaaet dels ved Centralisation af Elektricitetsproduktionen dels ved kombineret Produktion af Elektricitet og Varme</i>	22
<i>Konklusion</i>	23
<i>Slutbemærkninger</i>	25

BILAG

(separat).

- Bilag 1.* Alternativ I: Elektricitetsforsyningen i Jylland og paa Fyn baseret paa to Produktionscentraler ved Aarhus og Fredericia uden Kombination med Varmeforsyning, Aar 1950 og 1960.
- Bilag 2.* Alternativ II: Elektricitetsforsyningen i Jylland og paa Fyn baseret paa seks Produktionscentraler ved Aalborg, Aarhus, Fredericia, Esbjerg, Aabenraa og Odense uden Kombination med Varmeforsyning, Aar 1950 og 1960.
- Bilag 3.* Alternativ III: Elektricitetsforsyningen i Jylland og paa Fyn baseret paa samme seks Produktionscentraler som i Alternativ II, nemlig Aalborg, Aarhus, Fredericia, Esbjerg, Aabenraa og Odense, men som i nærværende Alternativ med Undtagelse af Centralerne ved Fredericia og Aabenraa drives i Kombination med Varmeforsyning til Boligopvarmning, Aar 1950 og 1960.
- Bilag 4.* Alternativ IV: Som Alternativ III med Undtagelse af, at den i nævnte Alternativ forudsatte Central ved Fredericia flyttes til Vejle og drives i Kombination med Varmeforsyning til Boligopvarmning, Aar 1950 og 1960.
- Bilag 5.* Sammenligning mellem Udgifterne til Elektricitetsproduktionen paa den under Alternativ III ved Fredericia placerede Central og Udgifterne til den tilsvarende Elektricitetsproduktion paa 3 mindre Centraler i Horsens, Kolding og Vejle, som alle drives i Kombination med Varmeforsyning til Boligopvarmning, og som tilsammen har samme Maskin- og Kedeffect som Centralen ved Fredericia, Aar 1950 og 1960.
- Bilag 6.* Sammenligning mellem Udgifterne til Elektricitetsproduktion paa en Damp turbinecentral i Randers med kombineret Produktion af Elektricitet og Varme til Boligopvarmning og Udgifterne til den tilsvarende Elektricitetsproduktion ved Kondensationsdrift paa de i Alternativ III omhandlede store Centraler, Aar 1950 og 1960.

- Bilag 7.* Sammenligning mellem Udgifterne til Elektricitetsproduktion paa en Dieselcentral i *Fredericia* med kombineret Produktion af Elektricitet og Varme til Boligopvarmning og Udgifterne til den tilsvarende Elektricitetsproduktion ved Kondensationsdrift paa de i Alternativ III omhandlede store Centraler, Aar 1950 og 1960.
- Bilag 8.* Sammenligning mellem Udgifterne til lokal Elektricitetsproduktion i Kombination med Varmeproduktion i industrielle Virksomheder med stort Dampforbrug og Udgifterne ved Levering af den tilsvarende Elektricitetsmængde fra de i Alternativ III omhandlede store Centraler, beregnet efter de gennemsnitlige Driftsudgifter og Effektudgifter ved Kondensationsdrift, Aar 1950 og 1960.
-

Betænkning af Marts 1946.

(Resumé Side 7, Konklusion Side 23).

Indledning.

Samtidig med, at Ministeriet for offentlige Arbejder under 17. Juni 1941 nedsatte Elektricitetskommissionen af 1941 til nærmere at undersøge de i den af Produktions- og Raastofkommissionen afgivne Betænkning af 6. November 1940 rejste Spørgsmaal vedrørende den indenlandske Kraft- og Varmeproduktion og til paa Grundlag heraf at fremkomme med Forslag til den praktiske Gennemførelse af de Tanker, som har fundet Udtryk i nævnte Betænkning, beskikkede Ministeriet nedennævnte Medlemmer af Kommissionen til at indtræde i et Underudvalg med den Opgave at foretage det forberedende Arbejde, herunder de fornødne tekniske Undersøgelser, forinden Kommissionsbehandlingen paa-begyndtes:

Professor *A. K. Aubeck*, Formand,
Direktør *A. R. Angelo*,
Overingeniør *A. K. Bak*,
Departementschef *Palle Christensen*,
Direktør *Jes Christiansen*,
Direktør *H. Hasselbalch-Larsen*,
Professor *Rob. Henriksen* (teknisk Sekretær), og
Direktør *C. R. Wegener*.

Som Stedfortræder for Direktør *H. Hasselbalch-Larsen*, der afgik ved Døden i December 1941 har Ministeriet under 9. Marts 1942 beskikket:

Driftsbestyrer *N. K. Kristensen*.

Endvidere har Overingeniør *Erland Enegren* været tilknyttet Udvalget som teknisk Medhjælp ved de af Udvalget foretagne Undersøgelser.

Med Skrivelse af 21. Juli 1945 har Ministeriet for offentlige Arbejder meddelt Kommissionens Medlemmer, at man har ophævet Kommissionen, men samtidig anmodet Underudvalgets Medlemmer om at fortsætte det af Udvalget paabegyndte Arbejde.

I Produktions- og Raastofkommissionens ovennævnte Betænkning af 6. November 1940 anføres som Konklusion af Kommissionens Behandling af Spørgsmaalene om den indenlandske Kraft- og Varmeproduktion følgende:

Angaaende Produktion og Fordeling af elektrisk Kraft.

„Paa Grundlag af den foretagne Gennemgang af vor Produktion og Fordeling af elektrisk Kraft skal Kommissionen foreslaa, at der snarest træffes en Række Foranstalt-

ninger til en Fortsættelse af den paabegyndte Rationalisering af den elektriske Kraftproduktion med særligt Henblik paa dennes Betydning for nuværende og fremtidig Industri.

Disse Foranstaltninger bør efter Kommissionens Opfattelse gaa ud paa:

- 1) Udarbejdelse af en teknisk og økonomisk Plan for en Rationalisering af Elektricitetsproduktionen.
- 2) Oprettelse af en Kontrol med Elektricitetsværkernes Anlægsvirksomhed saaledes, at denne bringes i Overensstemmelse med Planen.
- 3) Fastsættelse af ensartede, lave Priser for Strøm til industrielt Brug.“

Angaaende Produktion og Fordeling af Varme.

„Under Hensyn til de Fordele, der som oven for paavist kan opnaas ved en Koordination af Fremstilling af elektrisk Kraft og af Varme til Boligopvarmning og til industrielt Brug, foreslaar Kommissionen, at Staten søger fremmet Anlæg af Fjernvarmeforsyningsnet, hvor dette er muligt, og at Staten søger fremmet en rationel Sammenarbejdning af Industriens Kraft- og Dampfremstilling.“

For saa vidt en kombineret Produktion af Elektricitet og Varme til Boligopvarmning med økonomisk Fordel lod sig gennemføre i det Omfang, som omtales i Produktions- og Raastofkommissionens Betænkning, vilde dette betyde, at en stærk Decentralisering af Elektricitetsproduktionen burde tilstræbes, hvilket vilde være i direkte Modstrid med de Bestræbelser, der hidtil er gjort for at fremme en rationel Elektricitetsproduktion ved at centralisere Produktionen. Da Betydningen af den allerede stedfundne Centralisation stærkt fremhæves i Betænkningen, maa dennes Behandling af Varmespørgsmaalet derfor opfattes saaledes, at den kun tilsigter at pege paa den betydelige Besparelse i Brændselsudgifter, der vil kunne opnaas ved at kombinere Fremstillingen af Elektricitet og Varme, uden at tage Stilling til, i hvor høj Grad det vil være muligt at realisere en saadan Kombination. Det vil sige, at det i første Række er den nationaløkonomiske Side af Spørgsmaalet, Kommissionen har haft for Øje, hvilket ogsaa fremgaar deraf, at Betænkningen ikke kommer nærmere ind paa Anlægsudgifterne, der er forbundet med Udbygningen af Fjernvarmeanlæggene, men nøjes med at konstatere, at disse Udgifter ikke kan opgøres, før en detailleret teknisk Behandling af Spørgsmaalet er foretaget, og at understrege den store beskæftigelsesmæssige Betydning, der er forbundet med Anlægsarbejderne. Tages Udgifterne til Anlæg og Drift af Fjernvarmeanlæggene med i Betragtning, maa det imidlertid efter hidtidige Erfaringer at dømme forudses, at de Brændselsbesparelser, der kan opnaas ved den kombinerede Elektricitets- og Varmeproduktion, kun, naar særlig gunstige Forhold er til Stede, vil kunne dække eller overstige Merudgifterne ved Etablering af Fjernvarmeanlæg i Stedet for lokale Opvarmningsanlæg. Naturligvis vil det være muligt ved Hjælp af Statstilskud at skabe gunstigere Forhold for Udbygning af Fjernvarmeanlæg, men da Spørgsmaalet om og i hvilket Omfang saadanne Statstilskud vil kunne forventes, indtil videre maa staa ubesvaret, har nærværende Udvalg anset det for naturligt foreløbig at behandle Sagen ud fra almindelige økonomiske Synspunkter, og i saa Fald kan som oven for omtalt Fjernvarmeforsyning kun forventes etableret, hvor Forholdene herfor er særlig gunstige, altsaa i et Omfang, der ikke vil bevirke nævneværdig Ændring i den hidtil fulgte Retningslinje, gennem en Centralisering at fremme en rationel Elektricitetsproduktion.

I Overensstemmelse med foranstaaende har Udvalget valgt den Fremgangsmaade først at undersøge, i hvilken Grad en Centralisation af Elektricitetsproduktionen bør til-

stræbes for at opnaa den størst mulige Økonomi, og dernæst at undersøge i hvilket Omfang det i Forbindelse med en saadan Centralisation er muligt med økonomisk Fordel at etablere kombinerede Produktionsanlæg for Elektricitet og Varme. Til Slut er undersøgt, hvilken Kulbesparelse der kan paaregnes dels ved Centralisationen af Elektricitetsproduktionen, dels ved Kombinationen af Elektricitets- og Varmeproduktionen.

Opmærksomheden henledes paa, at der ved Undersøgelserne ikke er medtaget saadanne Udgifter til Produktion og Fordeling af Elektriciteten, som maa anses for at blive ens i de forskellige Tilfælde, hvis Økonomi sammenlignes. Som Eksempel paa saadanne Udgifter kan nævnes Udgifter til Ledningsanlæg, der er uafhængige af Produktionsmaaden, Udgifter til Detaildistribueringen o. lign.

De Priser, hvortil Elektriciteten kan leveres til Forbruger, vil derfor i Almindelighed komme til at ligge væsentligt over de i nærværende Betænkning anførte Produktionspriser.

Endvidere bemærkes, at

alle Undersøgelser er baseret paa Prisniveau 1938,

idet det for Tiden ikke er muligt at forudse, hvorledes Prisniveauet vil komme til at ligge selv i den nærmeste Fremtid.

Af Undersøgelsen kan kort gives følgende

Resumé.

I *Afsnit A*, Side 8—12, er redegjort for Undersøgelsen vedrørende Spørgsmaalet, i hvilken Grad en Centralisation af Elektricitetsproduktionen bør tilstræbes. Som Objekt er valgt Omraadet Jylland og Fyn, og Undersøgelsen omfatter en økonomisk Sammenligning mellem følgende to alternative Forsyningsmaader, der begge forudsætter, at Elektricitetsværkerne drives *uden* Kombination med Varmeforsyning:

Alternativ I. Elektricitetsforsyningen i Jylland og paa Fyn baseret paa *to* Produktionscentraler ved *Aarhus og Fredericia*, Aar 1950 og 1960.

Alternativ II. Elektricitetsforsyningen i Jylland og paa Fyn baseret paa *s seks* Produktionscentraler ved *Aalborg, Aarhus, Fredericia, Esbjerg, Aabenraa og Odense*, Aar 1950 og 1960.

De detaljerede Beregninger for de to Alternativer er indeholdt i henholdsvis *Bilag 1 og 2* **Bilag 1** og tilligemed de nærmere Forudsætninger, der er lagt til Grund for Undersøgelsen.

Resultatet af Undersøgelsen viser, at de to Alternativer i økonomisk Henseende praktisk talt er ligestillede.

Afsnit B, Side 12—22, angaar det paafølgende Spørgsmaal, i hvilket Omfang det i Forbindelse med en Centralisation af Elektricitetsproduktionen er muligt med økonomisk Fordel at etablere kombinerede Produktionsanlæg for Elektricitet og Varme. Dette Afsnit er delt i to Underafsnit *a* og *b*.

Underafsnit B, a, Side 12—19, omhandler de Undersøgelser, der er foretaget vedrørende kombineret Produktion af Elektricitet og Varme til *Boligopvarmning*, og med det Formaal at undersøge, hvorvidt der med økonomisk Fordel kan etableres kombineret Elektricitets- og Varmeproduktion, naar dette *ikke* medfører en Decentralisering af Elektricitetsproduktionen, er der udarbejdet følgende to Alternativer:

Alternativ III. Elektricitetsforsyningen i Jylland og paa Fyn baseret paa *samme seks* Produktionscentraler som i Alternativ II, nemlig *Aalborg, Aarhus, Fredericia, Esbjerg, Aabenraa og Odense*, men hvor Centralerne ved de fire største Byer, *Aalborg, Aarhus, Esbjerg og Odense* drives i Kombination med Varmeforsyning til *Boligopvarmning*, Aar 1950 og 1960.

Alternativ IV. Som Alternativ III med Undtagelse af, at den i nævnte Alternativ forudsatte Central ved *Fredericia* flyttes til *Vejle* og drives i Kombination med Varmeforsyning til *Boligopvarmning*, Aar 1950 og 1960.

For disse to Alternativer indeholder henholdsvis *Bilag 3 og 4* de detaljerede Beregninger **Bilag 3** og samt de nærmere til Grund herfor liggende Forudsætninger.

En økonomisk Sammenligning mellem Alternativerne II, III og IV viser, at Alternativ III er væsentlig gunstigere end Alternativ II, og at Alternativ IV er gunstigere end Alternativ III, hvilket

vil sige, at der i Almindelighed kan opnaas en økonomisk Fordel ved at etablere kombineret Elektricitets- og Varmeproduktion, naar dette kan ske *uden* at decentralisere Elektricitetsproduktionen.

For dernæst at undersøge, om det er muligt at oprette kombinerede Produktionsanlæg i Tilfælde, hvor det medfører en Decentralisering af Elektricitetsproduktionen, er der foretaget en Sammenligning af de økonomiske Forhold i følgende tre Tilfælde:

1. Sammenligning mellem Udgifterne til Elektricitetsproduktionen paa den under Alternativ III ved *Fredericia* placerede Central (uden Kombination med Varmeforsyning) med Udgifterne til den samme Produktion paa 3 mindre Centraler i *Horsens*, *Kolding* og *Vejle*, som alle drives i Kombination med Varmeforsyning til Boligopvarmning, og som tilsammen har samme Maskin- og Kedeffect som Centralen ved *Fredericia*, Aar 1950 og 1960.
2. Sammenligning mellem Udgifterne til Elektricitetsproduktion paa en Damp turbinecentral i *Randers* med kombineret Elektricitetsproduktion og Varmeproduktion til Boligopvarmning og Udgifterne til samme Elektricitetsproduktion ved Kondensationsdrift paa de i Alternativ III omhandlede store Centraler, Aar 1950 og 1960.
3. Sammenligning mellem Udgifterne til Elektricitetsproduktion paa en Dieselcentral i *Fredericia* med kombineret Elektricitetsproduktion og Varmeproduktion til Boligopvarmning og Udgifterne til samme Elektricitetsproduktion ved Kondensationsdrift paa de i Alternativ III omhandlede store Centraler, Aar 1950 og 1960.

Bilag 5, 6 De detaljerede Beregninger samt de nærmere Forudsætninger vedrørende den økonomiske Sammenligning i disse tre Tilfælde findes angivet i henholdsvis *Bilag 5, 6 og 7*. Sammenligningen **og 7** resulterer i alle tre Tilfælde i, at der maa regnes med et ikke ubetydeligt aarligt Tab ved at oprette kombinerede Produktionsanlæg for Varme og Elektricitet, naar Elektricitetsproduktionen derved decentraliseres.

I *Underafsnit B, b*, Side 19—22, er redegjort for nogle af de vigtigste Forhold, der gør sig gældende vedrørende Spørgsmaalet om kombineret Produktion af Elektricitet og Varme til industrielt Formaal. Det fremgaar bl. a. heraf, at store industrielle Varmeforbrugere (eller samlet beliggende mindre Forbrugere) alt efter Omstændighederne med Fordel kan forsynes med Varmedamp fra de i Alternativ III omhandlede Storcentraler eller selv etablere lokale kombinerede Produktionsanlæg. Til nærmere

Bilag 8 Belysning af sidstnævnte Mulighed er der i *Bilag 8* udarbejdet Overslag over de Merudgifter til Anlæg og Drift, som en saadan lokal Elektricitetsproduktion ved kombineret Drift vil paaføre den paagældende Virksomhed i 5 eksempelvis valgte Tilfælde.

Afsnit C, Side 22—23, indeholder en overslagsmæssig Opgørelse af den Brændselsbesparelse, der kan forventes opnaaet dels ved Centralisation af Elektricitetsproduktionen dels ved kombineret Produktion af Elektricitet og Varme, hvilken Besparelse viser sig at være af ret betydelig Størrelse.

I en *Konklusion*. Side 23—24, er sammenfattet Resultaterne af de foretagne Undersøgelser.

Endelig indeholder nogle *Slutbemærkninger*, Side 25—27, bl. a. en Undersøgelse af, hvorledes de i Betænkningen fundne Resultater der, som oven for nævnt er baseret paa Prisniveau 1938, paavirkes af Ændring i Prisniveauet.

A. I hvilken Grad bør en Centralisation af Elektricitetsproduktionen tilstræbes?

I Henhold til Det statistiske Departements Meddelelser for Aaret 1940—41, altsaa umiddelbart efter at de før Krigen paabegyndte nye Damp turbinecentraler (bl. a. Kyndbyværket, Masnedøværket, Nakskov og Esbjerg) var fuldført, fandtes der af danske Elektricitetsværker med offentlig Forsyning:

	By- og Oplands- centraler	Landcentraler	I alt
Øst for Storebælt ¹⁾	34	45	79
Vest for Storebælt.....	99	255	354
Hele Landet ¹⁾ ...	133	300	433

og disse Værker disponerede over følgende Produktionsanlæg:

¹⁾ Eksklusive Bornholm.

	Damp- turbiner	Diesel- motorer	I alt
	MW	MW	MW
Øst for Storebælt ¹⁾	280	34	314
Vest for Storebælt.....	115	100	215
Hele Landet ¹⁾ ...	395	134	529

Bortset fra nogle Udvidelser af Kedelanlæggene i Elektricitetsværkerne Vest for Storebælt er Værkernes Produktionskapacitet praktisk talt forblevet uændret under Krigen. Som det ses, er den samlede installerede Maskineffekt fordelt paa Værkerne Øst og Vest for Storebælt med henholdsvis ca. 60 % og 40 %, hvilket er det samme Forhold, hvori Produktionen normalt fordeler sig. Da Benyttelsestiden paa Maksimalbelastningen ligger væsentlig højere for de østlige Værkers Vedkommende, vil dette imidlertid sige, at de vestlige Værker i endnu højere Grad end de østlige vil se sig nødsaget til at foretage store Udvidelser af Maskineffekten for at blive i Stand til at bestræbe den forventede Stigning i Belastningen. Endvidere ses, at Antallet af Elektricitetsværker Øst for Storebælt kun er ca. 18 % af det samlede Antal Værker til Trods for, at disse Værker disponerer over ca. 60 % af den samlede Maskineffekt og præsterer ca. 60 % af den samlede Produktion. Hertil kommer, at ca. 90 % af de østlige Værkers Maskineffekt repræsenteres af Damppturbiner, og at igen ca. 90 % af denne Damppturbineffekt er installeret som store Maskinenheder paa kun tre store Produktionsanlæg (H. C. Ørsted Værket, Kyndbyværket og Masnedøværket).

Da Elektricitetsproduktionens Centralisation for Sjællands og Lolland-Falsters Vedkommende saaledes maa siges at være meget langt fremskredet og den fremtidige Udvikling stærkt bundet af de dør allerede udbyggede store moderne Elektricitetsværker, har man som Objekt for heromhandlede Undersøgelse valgt Omraadet Jylland og Fyn, hvor Centralisationen, selv om den navnlig i de senere Aar er tiltaget stærkt, endnu ikke har antaget afklaret Form.

For at faa et Skøn over, hvilket aarligt Elektricitetsforbrug og tilhørende Maksimalbelastning, der i Fremtiden maa regnes med for dette Omraade, har man for hvert af Aarene 1930 til 1939 paa Grundlag af statistiske Oplysninger opsummeret Elektricitetsforbrugene ved de bestaaende Forsyningsanlæg inden for Omraadet og skønsmæssigt beregnet den til det resulterende totale Forbrug svarende udlignende Maksimalbelastning. I Tilfælde, hvor de statistiske Oplysninger refererer sig til Lavspændingsanlæg, er Forbruget korrigeret saaledes, at det svarer til aftaget ved 10 kV, ligesom der ved Beregning af Maksimalbelastningen er taget et lignende Hensyn. Optegnes de resulterende Data grafisk saaledes, at Aarene afsættes som Abcisse i liniær Skala og saavel Forbrug som Maksimalbelastning som Ordinater i logaritnisk Skala, viser det sig, at Punkterne for Forbrugene i de forskellige Aar i Overensstemmelse med Erfaringer fra tilsvarende Tilfælde grupperer sig om en ret Linie, ligesom Punkterne for Maksimalbelastningerne grupperer sig om en anden ret Linie. Det vil da være naturligt at forudsætte, at Forbrug og Belastning fortsat vil stige efter disse rette Linier, men da Benyttelsestiden paa Maksimalbelastningen herved i Aaret 1960 vilde komme op over 4 000 Timer, og dette efter foreliggende Erfaringer maa anses for usandsynligt, har man her regnet med, at Kurven for Forbruget henimod nævnte Aar bøjer lidt nedefter i Forhold til den rette Linie, saaledes at Benyttelsestiden i Aaret 1960 netop naar op til en Størrelse af 4 000 Timer. De to

¹⁾ Eksklusive Bornholm.

Kurver for henholdsvis Elektricitetsforbrug og Maksimalbelastning, hvormed der regnes, er gengivet i hvert af Bilagene 1, 2 og 3.

Det hidtidige Samarbejde mellem Elektricitetsværkerne i Jylland og paa Fyn er hovedsagelig etableret ved Hjælp af 60 kV Forbindelsesledninger, der efterhaanden danner et forholdsvis udstrakt sammenhængende Samarbejdsnet fra Svendborg over Ellinge (Østfyn) og Odense til Fredericia, fra Sønderjyllands Højspændingsværk over de østjydske Byer (Den sydøstjydske Samleskinne) til Aarhus og fra Sønderjyllands Højspændingsværk over de vestjydske Byer (Vestjyllands Samleskinne) til Herning. Forbindelsesledningen fra Aarhus over Gudenaacentralen til Skive er oprindelig bygget for 50 kV, men Ombygning til 60 kV er paabegyndt, og Forbindelsesledningen fra Dansk Andels Cementfabrik til Hjørring over Nørresundby og Brønderslev er bygget for 25 kV, men Transformatorerne er indrettet med Mulighed for Omkobling til 60 kV for Øje.

Et rationelt Samarbejde med Anvendelse af store økonomiske Turbineenheder lader sig imidlertid ikke gennemføre over store Afstande ved denne Driftsspænding, hvorfor der til Forsyning af hele Omraadet Jylland og Fyn ved Hjælp af et 60 kV Net allerede ved nuværende Forbrug vil udkræves 6 Elektricitetsværker, og med en Stigning i Forbruget som oven for anslaaet vil det omkring Aaret 1960 være nødvendigt enten at anlægge flere Elektricitetsværker eller at supplere 60 kV Nettet med Ledninger for højere Spænding. Da ingen af de 6 Elektricitetsværker til nævnte Tidspunkt vil være udbygget i et Omfang, der kan betegnes som en Maksimumsgrænse, vil en suksessiv Udbygning af Ledninger for højere Spænding utvivlsomt til den Tid vise sig som den økonomisk gunstigste Løsning.

Det Spørgsmaal melder sig da, om der ikke vilde kunne opnaas et bedre økonomisk Resultat ved straks at udbygge de fornødne Ledninger for højere Spænding og basere Produktionen paa et færre Antal Elektricitetsværker og for at komme til Klarhed herover, er der for Aarene 1950 og 1960 i *Bilag 1 og 2* foretaget en teknisk-økonomisk Undersøgelse vedrørende følgende to alternative Forsyningsmaader, der begge forudsætter, at Elektricitetsværkerne drives *uden* Kombination med Varmeforsyning:

Alternativ I. Elektricitetsforsyningen i Jylland og paa Fyn baseret paa *to* Produktionscentraler ved Aarhus og Fredericia,

Alternativ II. Elektricitetsforsyningen i Jylland og paa Fyn baseret paa *seks* Produktionscentraler ved Aalborg, Aarhus, Fredericia, Esbjerg, Aabenraa og Odense.

Centralerne er placeret paa de i teknisk Henseende bedst beliggende Steder, men mindre Ændringer i Beliggenheden vil ikke nævneværdigt paavirke Beregningsresultaterne. I Overensstemmelse med ovenstaaende regnes der i Alternativ II med, at et 60 kV Net i begge de Aar, Undersøgelsen omfatter, er tilstrækkeligt til at overføre Kraften fra Centralerne til det fornødne Antal 60/10 kV Transformatorstationer paa Forbrugsstederne. I Alternativ I er der ligeledes regnet med et 60 kV Net, men da der i dette Tilfælde kun findes 2 Centraler, kan 60 kV Nettet kun tjene som Fordelingsnet, medens Kraftoverføringen fra Centralerne til passende Fødepunkter i 60 kV Nettet maa ske ved Hjælp af Overførselsledninger for en højere Spænding, som her er valgt til 120 kV. Naturligvis foreligger der for Alternativ I's Vedkommende den Mulighed at udelade 60 kV Nettet og erstatte det med et 120 kV Net, der da ligesom 60 kV Nettet i Alternativ II skal tjene baade som Overførsels- og Fordelingsnet, men det kan paa Forhaand ses, at denne Løsning i økonomisk Henseende vil stille sig væsentligt ugunstigere end den, hvormed der er regnet, dels paa Grund af de forholdsvis dyrere 120 kV Stationsanlæg og dels paa Grund af, at en stor Del af 60 kV Nettet allerede er udbygget.

Da 60 kV Anlæggene i de to Alternativer praktisk taget er ens, er der i de økonomiske Overslag kun medtaget de *Merudgifter*, som medgaar til disse Anlæg i Alternativ II i Forhold til Alternativ I. Resultatet af Overslagene findes angivet paa Side 4 og 5 i Bilag 1 samt paa Side 5 i Bilag 2 og stiller sig som følger:

Aar 1950.

	Alternativ I 2 Centraler	Alternativ II 6 Centraler
	Mill. Kr.	Mill. Kr.
Anlægsudgifter ¹⁾	91,2	83,7
Aarlige Udgifter ¹⁾	19,46	19,96
	Øre	Øre
Aarlige Udgifter pr. kWh, maalt afgivet til 10 kV Net ¹⁾	2,37	2,43

Aar 1960.

	Alternativ I 2 Centraler	Alternativ II 6 Centraler
	Mill. Kr.	Mill. Kr.
Anlægsudgifter ¹⁾	135,6	124,9
Aarlige Udgifter ¹⁾	34,45	35,12
	Øre	Øre
Aarlige Udgifter pr. kWh, maalt afgivet til 10 kV Net ¹⁾	1,98	2,02

Som det fremgaar af foranstaaende Opstilling, ligger Anlægsudgifterne saavel i Aaret 1950 som i Aaret 1960 en Del (ca. 9%) højere ved Udbygning af to Centraler med tilhørende 120 kV Ledninger (Alternativ I) end ved Udbygning af seks Centraler (Alternativ II), hvilket skyldes, at Anlægsudgifterne til nævnte 120 kV Ledninger væsentligt overstiger den Besparelse, der kan opnaas ved at koncentrere Effekten paa to Centraler i Stedet for paa seks.

Hvad de aarlige Udgifter angaar, ses det, at disse derimod for begge Aars Vedkommende ligger lidt lavere i Alternativ I end i Alternativ II. Aarsagen hertil er de forholdsvis større Betjeningsudgifter i sidstnævnte Alternativ. Forskellen er imidlertid saa ringe (ca. 2%), at de to Alternativer med Hensyn til de aarlige Udgifter maa siges at være ligestillede, hvilket ogsaa gælder i nationalekonomisk Henseende, idet der praktisk taget ingen Forskel er i Brændselsudgifterne i de to Alternativer.

Længere ud i Fremtiden vil de to Alternativer utvivlsomt ogsaa i teknisk Henseende nærme sig stærkt til hinanden og saaledes føre mod samme Maal. Efter Aaret 1960 vil de to Centraler i Alternativ I nemlig være udbygget til en saadan Størrelsesorden, at man vil se sin Fordel ved at etablere flere Centraler og for Alternativ II's Vedkommende vil det som oven for nævnt være nødvendigt efter nævnte Aar at udbygge 120 kV Ledninger til Supplering af 60 kV Nettet, idet dette ikke længere kan anses for tilstrækkeligt til at overføre den fornødne Effekt.

¹⁾ Dog eksklusive Udgifter til de 60 kV Anlæg, som er fælles for begge Alternativer.

Teknisk set kan det dog siges, at Alternativ I byder den Fordel, at der efterhaanden skal etableres nye Centraler, som man da fra Grunden af kan udbygge under Anvendelse af alle til den Tid foreliggende tekniske Fremskridt, men herudover er det eneste, der efter det oven for anførte taler for at foretrække det ene Alternativ frem for det andet, den lavere Anlægs kapital i Alternativ II. Afgørende i saa Henseende er imidlertid, at der i Jylland allerede findes tre større Elektricitetsværker med forholdsvis moderne Damp-turbineanlæg, nemlig i Aabenraa, Aarhus og Esbjerg, ligesom et fjerde er planlagt med Beliggenhed i Nærheden af Fredericia, altsaa alle placeret som de fire af Værkerne i Alternativ II. Der er derfor al mulig Grund til at fortsætte denne Udvikling ved i Overensstemmelse med dette Alternativ at søge etableret endnu to større dampdrevne Elektricitetsværker, eet for Nordjylland og eet for Fyn samt videreføre det allerede stærkt udbyggede 60 kV Ledningsnet.

B. I hvilket Omfang kan der med økonomisk Fordel etableres kombinerede Produktionsanlæg for Elektricitet og Varme?

a. Kombineret Produktion af Elektricitet og Varme til Boligopvarmning.

Bilag 3

Som første Led i denne Undersøgelse er der i *Bilag 3* udarbejdet et tredje Alternativ, i hvilket Elektricitetsforsyningen i Jylland og paa Fyn er baseret paa de samme seks Produktionscentraler som i Alternativ II, men hvor Centralerne ved de fire største Byer, Aalborg, Aarhus, Esbjerg og Odense drives i Kombination med Varmeforsyning til Boligopvarmning. De resulterende Anlægsudgifter og aarlige Udgifter til Elektricitetsproduktion i dette Alternativ fremgaar af Bilagets Side 8, og er til Sammenligning med de tilsvarende Udgifter i Alternativ II gengivet i nedenstaaende Opstilling.

I de aarlige Udgifter er fradraget Indtægterne ved Salg af Varme. Den ved den kombinerede Produktion eventuelt opnaaede Nettofortjeneste kommer herved helt Elektricitetsproduktionen tilgode, hvilket giver det klareste Billede til Belysning af det i heromhandlede Afsnit stillede Spørgsmaal, i hvilket Omfang der med økonomisk Fordel kan etableres kombinerede Produktionsanlæg, samt af, hvor stor denne Fordel kan forventes at blive. Bringes Anlæggene til Udførelse, vil det derimod være rimeligt først og fremmest at lade Varmeproduktionen faa Andel i Nettofortjenesten, indtil Varmeforsyningen har opnaaet en passende Størrelse. Salgsprisen for Varme er sat til 11 Kr. pr. 10⁶ kcal, hvilken Pris efter indvundne Erfaringer ved allerede eksisterende Fjernvarmeanlæg maa anses for konkurrencedygtig i Relation til Udgifterne og Ulemperne ved lokale Opvarmningsanlæg.

Aar 1950.

	Alternativ II 6 Centraler uden Varmeforsyning	Alternativ III 6 Centraler med Varmeforsyning
	Mill. Kr.	Mill. Kr.
Anlægsudgifter ¹⁾	83,7	101,8
Aarlige Udgifter ¹⁾	19,96	17,64
	Ore	Ore
Aarlige Udgifter pr. kWh, maalt afgivet til 10 kV Net ¹⁾	2,43	2,15

¹⁾ Dog eksklusive Udgifter til de 60 kV Anlæg, som disse Alternativer har fælles med Alternativ I.

Aar 1960.

	Alternativ II 6 Centraler uden Varmeforsyning	Alternativ III 6 Centraler med Varmeforsyning
	Mill. Kr.	Mill. Kr.
Anlægsudgifter ¹⁾	124,9	153,8
Aarlige Udgifter ¹⁾	35,12	31,63
	Øre	Øre
Aarlige Udgifter pr. kWh, maalt afgivet til 10 kV Net ¹⁾	2,02	1,82

De større Anlægsudgifter under Alternativ III skyldes udelukkende Udgifter til Varmeforsyningsanlæggene.

Den Reduktion i de aarlige Udgifter, som kan opnaas ved den kombinerede Elektricitets- og Varmeproduktion, beløber sig, som det ses af Opstillingen, til $19,96 \div 17,64 = 2,32$ Mill. Kr. i Aaret 1950 og $35,12 \div 31,63 = 3,49$ Mill. Kr. i Aaret 1960, altsaa ikke uvæsentlige Beløb. Det Bidrag, som den mindste af de fire Byer, Esbjerg, giver til Reduktionen, kan udledes af de i Bilag 3 opstillede detaillerede Overslag og viser sig at andrage ca. 200 000 Kr. i Aaret 1950 og ca. 300 000 Kr. i 1960.

For at undersøge, om det kan lønne sig at etablere kombineret Elektricitets- og Varmeproduktion til Boligopvarmning, naar det gælder væsentlig mindre Byer end Esbjerg, og dette kan ske uden at decentralisere Elektricitetsproduktionen, er der i Bilag 4 udarbejdet et Alternativ IV, der kun adskiller sig fra Alternativ III derved, at Centralen ved Fredericia, der i sidstnævnte Alternativ forudsættes drevet uden Kombination med Varmeproduktion, flyttes ind til en af de sydøstjydske Byer f. Eks. til Vejle, og der, ligesom Centralerne ved Aalborg, Aarhus, Esbjerg og Odense, drives med kombineret Elektricitets- og Varmeproduktion. I øvrigt forudsættes det, at Produktionsfordelingen paa Centralerne og alt andet vedrørende Elektricitetsproduktionen forbliver uændret, hvilket vil sige, at Centralen ved Vejle (Alternativ IV) faar nøjagtig samme Produktion som Centralen ved Fredericia (Alternativ III). Resultatet af Undersøgelserne vedrørende Alternativ IV fremgaar af de paa Side 3 i Bilag 4 opstillede Overslag over de aarlige Udgifter og stiller sig til Sammenligning med Resultaterne for Alternativ III saaledes:

Bilag 4

	Aarlige Udgifter ¹⁾	
	Aar 1950	Aar 1960
	Mill. Kr.	Mill. Kr.
Alternativ III: 6 Centraler med Varmeforsyning i Aalborg, Aarhus, Esbjerg og Odense.....	17,64	31,63
Alternativ IV: Som Alternativ III, dog ogsaa Varmeforsyning i Vejle, idet Centralen ved Fredericia flyttes hertil	17,54	31,48
Reduktion i aarlige Udgifter...	0,10	0,15

¹⁾ Dog eksklusive Udgifter til de 60 kV Anlæg, som disse Alternativer har fælles med Alternativ I.

Det ses heraf, at der opnaas en Reduktion i de aarlige Udgifter paa ca. 100 000 Kr. i Aaret 1950 og ca. 150 000 Kr. i Aaret 1960 ved at flytte Centralen for det sydøstjydske Omraade ind til Vejle og der etablere Fjernvarmeforsyning. At Fordelen ved den kombinerede Produktion i dette Tilfælde kun er halv saa stor som den, der ovenfor er angivet for Esbjergs Vedkommende, skyldes dels, at Vejle er mindre end Esbjerg og dels, at Bebyggelsen i sidstnævnte By frembyder gunstigere Betingelser for Fjernvarmeforsyning. Vejle er her kun valgt som et Eksempel, en lignende Fordel vilde opnaas ved at flytte Centralen ind til en hvilken som helst af de andre sydøstjydske Byer og kombinere den med Fjernvarmeforsyning. Den omhandlede Reduktion i aarlige Udgifter er imidlertid ikke saa stor, at den kan betragtes som afgørende for Centralens Beliggenhed. Endvidere varierer den stærkt med den paagældende Bys Størrelse og Bebyggelsens Karakter, hvorfor Usikkerheden med Hensyn til Spørgsmaalet om den forudsatte Tilslutning til Fjernvarmesystemet er opnaaelig, ogsaa maa tages med i Betragtning. Som allerede nævnt Side 12 er Centralen allerede planlagt, og af tungtvejende Grunde, saasom gunstige Havneforhold, Kølevandsforhold, Bundforhold, Pladsforhold med Hensyn til Udvidelsesmuligheder og Udføring af de nødvendige Højspændingsledninger m. m., vil den efter de foreliggende Oplysninger blive placeret ved Kysten af Kolding Fjord omtrent midt imellem Kolding og Fredericia.

Iøvrigt maa det som Resultat af de foretagne Undersøgelser være berettiget at slutte følgende:

Forsaavidt det af Hensyn til en rationel Elektricitetsforsyning (centraliseret Elektricitetsproduktion) er formaalstjenligt at placere et Elektricitetsværk i umiddelbar Nærhed af en By, vil det i Almindelighed kunne betale sig at etablere Fjernvarmeanlæg til Boligopvarmning i den egentlige bymæssige Bebyggelse.

For dernæst at undersøge, hvorledes de økonomiske Forhold stiller sig, hvis man i Stedet for at centralisere Elektricitetsproduktionen paa faa store Centraler i større eller mindre Grad decentraliserer Produktionen ved at etablere flere mindre Elektricitetsværker med kombineret Elektricitets- og Varmeproduktion, kunde man foretage en Sammenligning mellem Udgifterne til Anlæg og Drift af den i Alternativ III omhandlede Central ved Fredericia og de tilsvarende Udgifter i følgende tre Tilfælde:

- 1) Centralen ved Fredericia (uden Varmeproduktion) erstattes med 2 Centraler (med Varmeproduktion) f. Eks. 1 i Vejle og 1 i Horsens, hver med Halvdelen af den Maskineffekt, som er forudsat for Centralen ved Fredericia samt med tilsammen den samme Produktion som sidstnævnte Central, men fordelt paa de to Centraler saaledes, at der opnaas den gunstigste Driftsøkonomi.
- 2) Centralen ved Fredericia (uden Varmeproduktion) erstattes med 3 Centraler (med Varmeproduktion), f. Eks. 1 i Vejle, 1 i Horsens og 1 i Kolding, saaledes at det ene af Fredericiacentralens 36 MW Turbineaggregater erstattes med 2 Aggregater, hver med ca. den halve Ydeevne, hvoraf f. Eks. det ene installeres i Centralen i Horsens, det andet i Centralen i Kolding, medens Resten af Fredericiacentralens Maskineffekt forudsættes flyttet til Centralen i Vejle. Fredericiacentralens Produktion forudsættes fordelt paa de tre kombinerede Elektricitets- og Varmeværker, saaledes at der opnaas den bedst mulige Driftsøkonomi.
- 3) Centralen ved Fredericia (uden Varmeproduktion) erstattes med 4 Centraler (med Varmeproduktion), nemlig en Central i hver af Byerne Horsens, Vejle, Fredericia og Kolding, saaledes at det ene af Fredericiacentralens 36 MW Turbineaggregater erstattes med 3 Aggregater, hver med ca. en Trediedel af det store Aggregats Ydeevne,

hvoraf f. Eks. det ene opstilles i Horsens og de to andre henholdsvis i Kolding og Fredericia, medens Resten af Fredericiacentralens Maskineffekt forudsættes flyttet til Vejle. Fredericiacentralens Produktion forudsættes fordelt paa de fire kombinerede Elektricitets- og Varmeværker, saaledes at der opnaas den gunstigst mulige Drifts-økonomi.

Her er valgt at foretage en nærmere Undersøgelse af Tilfældet 2), idet det maa antages, at man ud fra Resultaterne af denne Undersøgelse vil være i Stand til med nogenlunde Sikkerhed at skønne, hvorledes de økonomiske Forhold vil stille sig i de to andre Tilfælde. Denne Undersøgelse er foretaget i *Bilag 5*.

Bilag 5

Paa Bilagets Sider 4—6 er givet en Sammenstilling af de opstillede Overslag over Anlægsudgifter og aarlige Udgifter til Elektricitetsproduktionen. Sammenstillingen udviser følgende Resultater:

Aar 1950.

	Centralerne i Horsens, Kolding og Vejle	Centralen ved Fredericia under Alternativ III
	Mill. Kr.	Mill. Kr.
Anlægsudgifter.....	24,9	17,2
Aarlige Udgifter ¹⁾	4,26	3,76
	Øre	Øre
Aarlige Udgifter pr. kWh, maalt afgivet til 10 kV Net ¹⁾	2,77	2,44

Aar 1960.

	Centralerne i Horsens, Kolding og Vejle	Centralen ved Fredericia under Alternativ III
	Mill. Kr.	Mill. Kr.
Anlægsudgifter.....	33,5	22,6
Aarlige Udgifter ¹⁾	6,50	6,25
	Øre	Øre
Aarlige Udgifter pr. kWh, maalt afgivet til 10 kV Net ¹⁾	2,02	1,93

De større Anlægsudgifter ved at etablere Elektricitetsværker for kombineret Elektricitets- og Varmeproduktion i Horsens, Kolding og Vejle skyldes her ikke alene Udgifterne til Varmeanlæg men ogsaa det Forhold, at Anlægsudgiften pr. installeret kW Maskineffekt bliver væsentlig større ved at oprette tre mindre Værker i Stedet for eet stort.

Som det ses af Beregningsresultaterne, bevirker den kombinerede Produktion ogsaa en Forøgelse i de aarlige Udgifter, nemlig 4 260 000 Kr. ÷ 3 760 000 Kr. = 500 000

¹⁾ Eksklusive Udgifter til 60 kV Anlæg.

Kr. i Aaret 1950 og 6 500 000 Kr. ÷ 6 250 000 Kr. = 250 000 Kr. i Aaret 1960. I Alternativ IV, hvor Fredericiacentralen forudsættes flyttet udelt til Vejle og indrettet for kombineret Produktion, fandtes, at der herved opnaaedes en økonomisk Fordel paa 100 000 Kr. i Aaret 1950 og 150 000 Kr. i Aaret 1960. Det vil sige, at den Decentralisation af Elektricitetsproduktionen, som finder Sted ved ogsaa at etablere kombinerede Produktionscentraler i Byerne Horsens og Kolding, medfører Tab paa 500 000 Kr. + 100 000 Kr. = 600 000 Kr. i Aaret 1950 og paa 250 000 Kr. + 150 000 Kr. = 400 000 Kr. i Aaret 1960.

Det fremgaar heraf, at den Decentralisation af Elektricitetsproduktionen, som foranlediges af Oprettelsen af kombinerede Elektricitets- og Varmeværker af heromhandlede Størrelse i andre Byer end dem, der er beliggende i umiddelbar Nærhed af de for en rationel Elektricitetsforsyning nødvendige Storcentraler, medfører en Forøgelse af de aarlige Udgifter, der langt fra opvejes af de ved den kombinerede Drift opnaaede Fordele. Det maa forventes, at en nærmere Undersøgelse af Tilfælde 1), hvor Decentralisationen er mindst udpræget, idet det her kun drejer sig om at dele Maskineffekten paa Fredericiacentralen op i to Dele, vil vise, at Tabet ved at etablere kombineret Elektricitets- og Varmeproduktion i 2 af de sydøstjydske Byer i Stedet for at flytte Centralen udelt til en af disse Byer vil blive væsentlig mindre end oven for beregnet for Tilfælde 2), medens en Undersøgelse af Tilfælde 3), hvor Fredericiacentralens Maskineffekt deles op paa 4 Centraler, vil resultere i, at Tabet bliver væsentlig større.

Til Belysning af Spørgsmaalet om, hvorvidt det oven for anførte ogsaa gælder for Etablering af et kombineret Elektricitets- og Varmeværk i en By med større Varmetilslutning end de ovenfor omtalte sydøstjydske Byer, og hvor der ellers ikke af Hensyn til en rationel Elektricitetsforsyning burde placeres en Storcentral er der i *Bilag 6* foretaget en Sammenligning mellem Udgifterne ved Elektricitetsproduktionen paa en Dampcentral med kombineret Elektricitets- og Varmeproduktion i Randers og de tilsvarende Anlægs- og Driftsudgifter ved samme Elektricitetsproduktion paa de i Alternativ III (Bilag 3) omhandlede store Centraler.

Randers er her blot valgt som Eksempel paa en stor Provinsby, der ikke er beliggende i umiddelbar Nærhed af en af de i Alternativ III forudsatte Storcentraler, og da Undersøgelsen angaar Spørgsmaalet om, hvorvidt det lønner sig at oprette et kombineret Produktionsanlæg i en saadan By, er der set bort fra den der allerede etablerede Fjernvarmeforsyning. Resultatet af Undersøgelsen findes paa Bilagets Sider 3—4 og stiller sig som følger:

Aar 1950.

	Centralen i Randers	De store Centraler
	Mill. Kr.	Mill. Kr.
Anlægsudgifter	7,2	2,8
Aarlige Udgifter ¹⁾	0,75	0,52
	Øre	Øre
Aarlige Udgifter pr. kWh, maalt afgivet til 10 kV Net ¹⁾	4,57	3,17

¹⁾ Eksklusive Udgifter til 60 kV Anlæg.

Aar 1960.

	Centralen i Randers	De store Centraler
	Mill. Kr.	Mill. Kr.
Anlægsudgifter	8,4	2,8
Aarlige Udgifter ¹⁾	0,76	0,62
	Øre	Øre
Aarlige Udgifter pr. kWh, maalt afgivet til 10 kV Net ¹⁾	2,96	2,41

Den større Anlægsudgift ved Etablering af Centralen i Randers skyldes dels Udgifterne til Varmeforsyningsanlæggene og dels, at Maskineffekten bliver væsentlig dyrere pr. installeret kW ved Udbygning af den forholdsvis lille Central, end ved Udvidelse af en af de store Centraler. De aarlige Udgifter ses ligeledes at ligge væsentlig højere ved Elektricitetsproduktionen paa den mindre Central i Randers end de tilsvarende aarlige Merudgifter ved Produktion af samme Energimængde paa de store Centraler, nemlig ca. 230 000 Kr. i Aaret 1950 og ca. 140 000 Kr. i Aaret 1960.

Selv i en By af Størrelse som Randers lønner det sig altsaa ikke at etablere kombineret Produktion, hvis det af andre Grunde ikke er formaalstjenligt at oprette en Storcentral i Byens umiddelbare Nærhed. For Randers Vedkommende ligger Forholdene som oven for nævnt saaledes, at der allerede er udbygget et forholdsvis stort Fjernvarmesystem, hvis Berettigelse under de hidtidige Forhold utvivlsomt er ubestridelig. Hvorvidt denne Kendsgerning i økonomisk Henseende retfærdiggør Opretholdelsen og en videre Udvikling af dette System maa imidlertid, betragtes som et Detailspørgsmaal, hvis Besvarelse ligger uden for nærværende Betæknings Rammer.

I de i foranstaaende Undersøgelser omhandlede Produktionsanlæg er som Kraftmaskiner udelukkende forudsat anvendt Dampmaskiner. For at undersøge, hvorvidt der foreligger Mulighed for et gunstigere økonomisk Resultat ved i Stedet at anvende Dieselmotorer i Centraler med kombineret Elektricitets- og Varmeproduktion, er der i Bilag 7 foretaget en Sammenligning mellem Udgifterne ved Elektricitetsproduktion paa en saadan kombineret Dieselcentral i Fredericia og de tilsvarende Udgifter ved samme Elektricitetsproduktion paa de i Alternativ III (Bilag 3) omhandlede store Centraler. Resultatet af denne Undersøgelse er anført paa Bilagets Sider 3—5 og stiller sig saaledes:

Bilag 7

Aar 1950.

	Dieselcentralen i Fredericia	De store Centraler
	Mill. Kr.	Mill. Kr.
Anlægsudgifter	5,9	1,5
Aarlige Udgifter ¹⁾	0,96	0,44
	Øre	Øre
Aarlige Udgifter pr. kWh, maalt afgivet til 10 kV Net ¹⁾	4,05	1,86

¹⁾ Eksklusive Udgifter til 60 kV Anlæg.

	Dieselcentralen i Fredericia	De store Centraler
	Mill. Kr.	Mill. Kr.
Anlægsudgifter.....	8,6	2,25
Aarlige Udgifter ¹⁾	1,38	0,66
	Øre	Øre
Aarlige Udgifter pr. kWh, maalt afgivet til 10 kV Net ¹⁾	3,84	1,84

Den større Anlægsudgift ved Etablering af Dieselcentralen i Fredericia skyldes dels Udgifterne til Varmeforsyningsanlæggene, dels at Maskineffekten bliver væsentlig dyrere pr. installeret kW ved Udbygning af Dieselcentralen end ved Udvidelse af en af de store Centraler. De aarlige Udgifter ses at ligge meget højere ved Elektricitetsproduktion paa den kombinerede Dieselcentral i Fredericia end de tilsvarende aarlige Merudgifter ved Produktion af den samme Energi mængde paa de store Centraler, nemlig ca. 520 000 Kr. i Aaret 1950 og ca. 720 000 Kr. i Aaret 1960. At dømme efter Resultaterne af de i det foregaaende omtalte Undersøgelser vilde det økonomiske Tab ved at etablere en Damp-turbinecentral for kombineret Elektricitets- og Varmeproduktion i Fredericia ikke blive nær saa stort. Det bemærkes, at Tabet stiger fra Aaret 1950 til Aaret 1960, altsaa med stigende Varmeproduktion. Det vil sige, at Tabet vil blive endnu større, hvis det drejer sig om at etablere en kombineret Dieselcentral i en By med større Varmetilslutning end Fredericia, der her kun er valgt som Eksempel. At Merudgiften pr. kWh ved Produktion paa de store Centraler er væsentlig lavere i heromhandlede Tilfælde end i det i Bilag 6 omhandlede Tilfælde, Oprettelsen af en kombineret Damp-turbinecentral i Randers, skyldes, at den Varme, der afgives til Varmesystemet pr. produceret kWh, er langt mindre ved Anvendelse af Dieselmotorer end ved Anvendelse af Modtryksturbiner. Det vil sige, at Dieselmotorerne, hvis Ydeevne paa Grund af den forholdsvis høje Anskaffelsespris i øvrigt er holdt saa lavt som muligt, kommer til at præstere mange flere kWh pr. installeret kW end Tilfældet er for Turbinen i Randers, hvis Ydeevne af Hensyn til Fremtiden er valgt forholdsvis rigelig. Ved Produktionen paa de store Centraler i de to Tilfælde, bliver Benyttelsestiden paa den Effekt, der svarer til Dieselmotorerne i Fredericia, som Følge heraf langt større end Benyttelsestiden paa den Effekt, der svarer til Modtryksturbinen i Randers, hvorfor den gennemsnitlige Merudgift pr. kWh bliver væsentlig mindre i først-nævnte Tilfælde.

Som Kraftmaskine i en Central med kombineret Elektricitets- og Varmeproduktion maa Dieselmotoren saaledes siges at være Damp-turbinen langt underlegen (jfr. Merudgiften paa ca. 520 000 Kr. ved Dieseldrift mod ca. 300 000 Kr. ved Dampdrift i Aaret 1950 og ca. 720 000 Kr. ved Dieseldrift mod ca. 200 000 Kr. ved Dampdrift i Aaret 1960). Undersøgelsen er ganske vist foretaget ved de før Krigen gældende Brændselspriser, og det kunde tænkes, at meget høje Priser paa fast Brændsel i Forhold til Prisen paa Brændselsolie, saaledes som Tendensen for Tiden maa siges at være, kunde vende Forholdet om saaledes, at Dieselmotoren blev Damp-turbinen overlegen. Af de paa Side 15 i Bilag 7 optegnede Kurver for Kul- og Oliepriserne gennem Aarene fra 1914 ses, at Kulprisen og Olieprisen ogsaa svingede stærkt i Forhold til hinanden efter forrige Verdenskrig,

¹⁾ Eksklusive Udgifter til 60 kV Anlæg.

men at de to Priser i Løbet af forholdsvis kort Tid efter Krigen faldt ned i et Prisleje med omtrent konstant indbyrdes Forhold (Oliepris: Kulpris = ca. 3,5) indtil Tiden umiddelbart før sidste Verdenskrig, 1938—39.

I øvrigt vil det, hvadenten det drejer sig om at oprette kombinerede Produktionsanlæg med Dampdrift eller med Dieseldrift, som Resultat af foranstaaende Undersøgelser være berettiget at slutte følgende:

For saa vidt det ikke af Hensyn til en rationel Elektricitetsforsyning (centraliseret Elektricitetsproduktion) er formaalstjenligt at placere en Produktionscentral i umiddelbar Nærhed af en middelstor Provinsby, vil det i Almindelighed ikke kunne betale sig at etablere en Central med kombineret Elektricitets- og Varmeproduktion i denne.

I meget store Byer (f. Eks. Hovedstaden) med særlig høj og tæt Bebyggelse, hvor det af Hensyn til Varmeforsyningen er begrundet at udbygge saa store kombinerede Produktionsanlæg, at der herved ikke bliver Tale om en egentlig Decentralisering af Elektricitetsproduktionen, vil der derimod kunne forventes opnaaet væsentlige økonomiske Fordele ved at etablere saadanne Produktionsanlæg, selv om man af Hensyn til en rationel Elektricitetsproduktion ikke vilde placere Centralanlæg for Kondensationsdrift de paa-gældende Steder.

b. Kombineret Produktion af Elektricitet og Varme til industrielt Brug.

For Damp til industrielt Varmeformaal kræves i Almindelighed et Damptryk paa 3 til 6 ata eller endnu højere Tryk. Ønsker man i en By med spredt beliggende industrielle Varmeforbrugere at inddrage disse Forbrugere under en eventuel Fjernvarmeforsyning fra et elektrisk Produktionsanlæg, maa der, for at undgaa alt for mange Varmeledninger i Gaderne, i Praksis regnes med Nødvendigheden af ogsaa at benytte Damp med det anførte forholdsvis høje Tryk som Varmebærer til Boligopvarmning i Stedet for Vand, der er forudsat benyttet i de under ovenstaaende *Afsnit B a* behandlede Tilfælde. Ved paa denne Maade at kombinere Varmeforsyningen til Boligopvarmning og til industrielt Brug kan der ganske vist regnes med et større Varmeforbrug i de forskellige Byer end forudsat i *Afsnit B a*, men paa Grund af det højere Modtryk eller Udtagstryk ved Turbinerne, vil den Elektricitetsmængde, som produceres pr. kg. Damp, der passerer Turbinerne, blive væsentlig mindre, saaledes at det for danske Provinsbyers Vedkommende, naar bortses fra enkelte Virksomheder med særlig stort Varmeforbrug, utvivlsomt ikke vil lønne sig at inddrage det der *spredt beliggende* forholdsvis ringe industrielle Varmeforbrug under en Fjernvarmeforsyning. Eventuelle store industrielle Varmeforbrugere, der er beliggende i rimelig Afstand fra Produktionscentralerne ved de Byer, hvor der i Henhold til det i *Afsnit B a* anførte med økonomisk Fordel kan etableres Fjernvarmeforsyning til Boligopvarmning med Vand som Varmebærer, vil sandsynligvis med Fordel kunne forsynes gennem særlige Varmedamplødnings. Noget tilsvarende gælder for saadanne mindre industrielle Varmeforbrugere, der eventuelt allerede maatte forefindes, eller i Fremtiden maatte blive placeret med *samlet Beliggenhed* inden for enkelte Bykvarterer. Uden for heromhandlede Byer maa det industrielle Varmeforbrug hidrørende fra saavel muligt forekommende Storforbrugere som fra samlet beliggende mindre Forbrugere paa den anden Side for Tiden anses for at være af saa begrænset Omfang, at de i *Afsnit B a* anførte Resultater vedrørende Mulighederne for Etablering af Fjernvarmeforsyning i Kombination med Produktionsanlæg for offentlig Elektricitetsforsyning i det store og hele vil forblive uberørt af, om det industrielle Varmeforbrug tages i Betragtning eller ikke.

Hvad Fremtiden angaar, bør det tilstræbes at placere nye store industrielle Varmeforbrugere i Nærheden af de i Alternativ III omhandlede Storcentraler. Endvidere

skal nævnes, at Placering af store industrielle Varmeforbrugere i en Provinsby, der ikke ligger i umiddelbar Nærhed af en af Storcentralerne, vil forbedre Mulighederne for at etablere en kombineret Elektricitets- og Varmecentral i den paagældende By. Til Bedømmelse af disse Muligheder kan anføres, at der ved Varmelevering til en enkelt eller til flere samlet beliggende industrielle Virksomheder med et Varmeforbrug paa tilsammen 10 t Damp pr. Time i 8 Timer daglig kan paaregnes en Reduktion paa ca. 60 000—120 000 Kr. i det aarlige Tab paa ca. 200 000 til 300 000 Kr., som Oprettelsen af en kombineret Central til Boligopvarmning i en større Provinsby medfører i Henhold til de under *Afsnit B a* anførte Undersøgelsesresultater.

For enkeltvis forekommende Industriforetagender med særlig stort Varmeforbrug foreligger i øvrigt, hvad enten de er beliggende i Byer med eller i Byer uden gunstige Betingelser for Fjernvarmeforsyning til Boligopvarmning, den Mulighed, at den paagældende Virksomhed anskaffer sit Kedelanlæg for et væsentligt højere Tryk end paakrævet til Varmeformaalet og reducerer Damptrykket til den til dette Formaals svarende Størrelse ved at lade Dampen passere en Modtryksturbine med tilhørende Generator, der, saa vidt det er gennemførligt, drives i Paralleldrifft med Elektricitetsanlægget for den offentlige Forsyning, saaledes at al den Elektricitet, som Modtryksturbinen kan præstere, kan nyttiggøres dels i selve Virksomheden og dels i de offentlige Forsyningsanlæg. For at undersøge, hvorvidt saadan Elektricitetsproduktion i økonomisk Henseende kan konkurrere med Elektricitetslevering fra store moderne Kraftcentraler, er der i *Bilag 8* foretaget en Sammenligning mellem de Merudgifter, som en Elektricitetsproduktion af her-nævnte Art vil medføre i fire eksempelvis valgte Tilfælde, og Udgifterne ved Levering af tilsvarende Elektricitetsmængde fra de i Alternativ III (*Bilag 3*) omhandlede store Centraler. Resultatet af denne Sammenligning findes paa Bilagets Sider 3 og 4 og stiller sig som følger:

Aar 1950.

Eksempel	Dampforbrug i Middel	Driftstid pr. Døgn	Aarlig Elektricitets- produktion	Aarlige Udgifter til	
				lokal Elektricitets- produktion	Elektricitets- levering fra de store Centraler
	t/h	h	MWh	Øre/kWh	Øre/kWh
1.	18	24	11 460	1,14	2,30
2.	18	8	3 820	2,38	3,53
3.	9	24	5 390	1,65	2,32
4.	9	8	1 800	3,28	3,55

Aar 1960.

Eksempel	Dampforbrug i Middel	Driftstid pr. Døgn	Aarlig Elektricitets- produktion	Aarlige Udgifter til	
				lokal Elektricitets- produktion	Elektricitets- levering fra de store Centraler
	t/h	h	MWh	Øre/kWh	Øre/kWh
1.	18	24	11 460	1,14	1,94
2.	18	8	3 820	2,38	2,82
3.	9	24	5 390	1,65	1,95
4.	9	8	1 800	3,28	2,83

Som nævnt i Indledningen er der i Udgifterne ved Levering fra de store Centraler ikke medtaget Udgifter til fælles 60 kV og 10 kV Ledningsanlæg, ligesom der maa regnes med et vist Tillæg til Administration, Risikopræmie m. m., hvorfor der for alle 4 Eksemplers Vedkommende kan paaregnes en økonomisk Gevinst for de paagældende Virksomheder ved at etablere eget Produktionsanlæg for Modtryksdrift. Forudsætningen for dette gunstige Resultat er dog, at de paagældende Virksomheder selv har Brug for hele eller praktisk taget hele den af det lokale Anlæg producerede Elektricitetsmængde. Er dette ikke Tilfældet, maa en stor Del af Produktionen bringes ud i det offentlige Forsyningsnet, og Værdien af denne Overskudslevering afhænger i høj Grad af Tidspunktet, hvor Leveringen finder Sted. Sker dette f. Eks. hovedsagelig i Nattimerne, kan Værdien ikke sættes højere end den Besparelse i Brændsel, der herved opnaas i den offentlige Forsynings Produktionscentraler, hvilket for en moderne Storcentralers Vedkommende kun andrager knapt 1 Øre ved den i nærværende Betænkning forudsatte Kulpris, saaledes at den økonomiske Fordel ved at etablere eget Kraftanlæg kan blive tvivlsom selv i det gunstigste af de her valgte Eksempler. Ligger Forholdene saaledes, at der ikke er Samarbejde med de offentlige Forsyningsanlæg, vil det være nødvendigt at etablere Kondensationsdrift, og dermed stilles den lokale Elektricitetsproduktion meget ugunstigere, alt efter Forholdet mellem Kondensationsdrift og Modtryksdrift.

Det vil af den her foretagne Undersøgelse ses, at der i Særdeleshed, hvis Virksomheden selv kan anvende den producerede Elektricitet, foreligger Mulighed for, at industrielle Virksomheder med stort nogenlunde konstant Varmeforbrug kan etablere eget Kraftanlæg for Modtryksdrift med økonomisk Fordel, men i øvrigt gør saa mange Faktorer sig gældende, at en nærmere Undersøgelse i hvert enkelt Tilfælde er nødvendig, før man med Sikkerhed kan udtale sig herom. Saa meget kan dog siges, at Muligheden aftager stærkt med aftagende Varmeforbrug, saaledes at den økonomiske Fordel ved Modtryksanlæg væsentlig under 1 MW med en daglig Driftstid paa 8 Timer i Almindelighed paa Forhaand maa anses for problematisk. Til Belysning af dette Spørgsmaal er der i Bilag 8 som Eksempel 5 yderligere foretaget en Beregning af Udgifterne til lokal Elektricitetsproduktion i en Industrivirksomhed, hvis Dampforbrug kun er gennemsnitlig 6 t/h, og hvis Driftstid er 8 Timer daglig, medens Elektricitetsforbruget og Maksimalbelastningen er henholdsvis 700 MWh aarlig og 0,45 MW. Denne Udgift, som er opført i Tabellen paa Bilagets Side 3, andrager 5,57 Øre /kWh. Hertil skal oplyses, at Forudsætningerne i dette Eksempel er valgt saa gunstige som muligt for den lokale Elektricitetsproduktion, idet der er regnet med, at der praktisk taget til enhver Tid aftages saa meget Varmedamp fra Turbinen, at den tilkoblede Generator herved bliver i Stand til at præstere den nødvendige elektriske Effekt, saaledes at Anskaffelse af Kondensationsanlæg med tilhørende Køleanlæg undgaas. I Praksis vil dette i Almindelighed ikke være Tilfældet, hvorfor der normalt maa regnes med en væsentlig højere Udgift til den lokale Elektricitetsproduktion end ovenfor anførte 5,57 Øre /kWh. I Bilaget er endvidere udregnet Udgifterne ved Levering af den tilsvarende Energimængde og Effekt fra de store Centraler, og denne Udgift, som er anført i Tabellen paa Bilagets Side 4, andrager Aar 1950 4,00 Øre pr. kWh og Aar 1960 3,14 Øre pr. kWh maalt ved 10 kV i Virksomhederne. Selv om der til denne Udgift ligesom i Eksemplerne 1—4 maa gøres et Tillæg for 60 kV og 10 kV Anlæg samt Administration, Risikopræmie m. m. og i nærværende Tilfælde yderligere for de lokale Tilslutningsanlæg, vil den omhandlede Energimængde dog i de fleste Tilfælde utvivlsomt kunne leveres billigere fra en rationel drevet offentlig Elektricitetsforsyning. Der er ganske vist ikke regnet med Samarbejde mellem det industrielle Modtryksanlæg og den offentlige Elektricitetsforsyning, men naar det drejer sig om et saa lille Anlæg, vil der heller ikke opnaas nogen væsentlig Forbedring i Forholdene ved et saadant Samarbejde,

og af praktiske Grunde (Ulemperne ved alt for mange paralleltløbende smaa Generatorer) maa der endvidere regnes med en vis Ulyst fra de offentlige Elektricitetsværkers Side til at indgaa paa Paralleldrifft med saa smaa Anlæg.

C. Hvor stor en Brændselsbesparelse kan forventes opnaaet dels ved Centralisation af Elektricitetsproduktionen dels ved kombineret Produktion af Elektricitet og Varme?

Den største Brændselsbesparelse opnaas utvivlsomt ved *Centralisation af Elektricitetsproduktionen*. Beregningen af et Tal for denne Besparelse er imidlertid et meget omstændeligt Arbejde, selv om Spørgsmaalet begrænses til at omfatte de i Afsnit A omhandlede Landsdele, Jylland og Fyn, og vanskeliggøres yderligere derved, at Centralisationen endog i disse Landsdele er ret fremskredet, hvilket i væsentlig Grad forøger Usikkerheden ved Bedømmelsen af, hvorledes de forskellige lokale Elektricitetsværker vilde udvikle sig i det Tilfælde, at de fremefter skulde præstere Produktionen med smaa og middelstore Maskinanlæg uden indbyrdes Samarbejde. Det maa dog med overvejende Sandsynlighed skønnes, at Brændselsforbruget pr. kWh afgivet til 10 kV Net i sidstnævnte Tilfælde, taget som Gennemsnit for hele Omraadet, mindst vilde blive 0,75 kg Kul med Brændværdi 6 500 kcal/kg (før Krigen var dette Tal 0,8—0,85 kg Kul/kWh), saaledes at Størrelsesordenen for Brændselsbesparelsen, der opnaas ved Centralisation af Elektricitetsproduktionen i Henhold til det i Afsnit A anførte Alternativ II (seks Produktionscentraler), hvor Brændselsforbruget er beregnet til ca. 0,59 kg Kul, som et raat Skøn kan anslaaes til mindst 0,15 kg pr. kWh eller for hele Omraadet Jylland og Fyn:

Aar 1950	mindst ca. 125 000 t Kul med Brændværdi 6 500 kcal/kg
— 1960	— - 265 000 - — — — 6 500 —

Ved i Henhold til det i *Afsnit B a* omhandlede Alternativ III at etablere kombineret Varmeproduktion til Boligopvarmning i de af Alternativ II's Produktionscentraler, der er beliggende ved forholdsvis store Byer (Aalborg, Aarhus, Esbjerg og Odense), kan paa-regnes en yderligere Brændselsbesparelse paa:

Aar 1950	ca. 70 000 t Kul med Brændværdi 6 500 kcal/kg
— 1960	- 110 000 - — — — 6 500 —

Besparelsen, hvoraf en Del er Kul og en Del Cinders eller Koks, er beregnet under Forudsætning af en Aarsvirkningsgrad paa 65% for almindelige lokale Centralvarmeovne

I Tilfælde af, at der etableres kombinerede Produktionsanlæg for Elektricitet og Varme i Byer med et Indbyggerantal helt ned til ca. 15 000 (Frederikshavn, Nørresundby, Randers, Silkeborg, Viborg, Horsens, Vejle, Fredericia, Kolding, Haderslev og Svendborg), vil der endnu yderligere kunne paaregnes en Brændselsbesparelse paa:

Aar 1950	ca. 30 000 t Kul med Brændværdi 6 500 kcal/kg
— 1960	- 60 000 - — — — 6 500 —

Den nationaløkonomiske Fordel, der kunde opnaas ved denne yderligere Brændselsbesparelse, vilde imidlertid i Henhold til de i Afsnit B a omhandlede Undersøgelser foranledige en Fordyrelse af Produktionen i privatøkonomisk Henseende, hvilken Fordyrelse i Henhold til de foretagne Undersøgelser kan anslaaes til ca. 200 000—300 000 Kr. aarlig pr. By eller for alle ovennævnte Byer tilsammen ca. 3 Mill. Kr. aarlig, og hertil forekommer Besparelsen for ringe, saaledes at det i Almindelighed ikke kan tilraades at oprette kombinerede Produktionsanlæg i nævnte mindre Byer, medmindre særlige

Forhold gør sig gældende, f. Eks. den Omstændighed, at den paagældende By allerede nu har udbygget et Fjernvarmeanlæg af ikke uvæsentligt Omfang, eller at Elektriciteten ikke kan faas paa tilstrækkelig gunstige Vilkaar fra en Storcentral.

Brændselsbesparelsen, der opnaas i de under *Afsnit C* anførte *Eksempler paa kombineret Produktion af Elektricitet og Varme til industrielt Brug* beløber sig til følgende:

Eksempel	Driftstid pr. Døgn	Gennemsnitligt Dampforbrug	Aarlig Kulbesparelse (Brændværdi 6500 kcal/kg)
	h	t/h	t
1.	24	18	ca. 3 500
2.	8	18	- 1 100
3.	24	9	- 1 600
4.	8	9	- 500
5.	8	6	- 200

Det Brændselsforbrug, som en Storcentral skulde anvende ved Levering af de tilsvarende Elektricitetsmængder, er skønnet til ca. 3 250 kcal pr. kWh eller ca. 0,5 kg Kul med Brændværdi 6 500 kcal/kg, hvilket er lidt over det rene Merforbrug ved igangværende Turbineanlæg (altsaa bortset fra Tomgangsforbruget). Nævnte Merforbrug kan, idet der regnes med en Kedelvirkningsgrad paa 85% og et Tab i Ledningsnet ud til Forbrugeren paa ca. 10%, nemlig anslaaes til ca. $\frac{2\,400}{0,85 \cdot 0,9} = \text{ca. } 3\,150 \text{ kcal}$. I Praksis kan det blive

mere eller mindre, alt efter Tidspunktet, hvor den kombinerede Produktion finder Sted.

Det ses, at Brændselsbesparelsen blot ved nogle faa industrielle Anlæg af heromhandlede Art kan blive af ret betydeligt Omfang. Det skal dog bemærkes, at de valgte Eksempler frembyder særlig gunstige Betingelser for kombineret Elektricitets- og Varmeproduktion.

Konklusion.

Efter Resultaterne af de i nærværende Betænkning foretagne Undersøgelser at dømme vil der opnaas de størst mulige Fordele i almindelig økonomisk Henseende ved at videreføre den allerede ret fremskredne Centralisation af Elektricitetsproduktionen i Landsdelene Jylland og Fyn saaledes, at der oprettes 6 store Produktionscentraler beliggende i eller i Nærheden af Aalborg, Aarhus, Fredericia, Esbjerg, Aabenraa og Odense samt ved at etablere kombineret Elektricitets- og Varmeproduktion til Boligopvarmning i de af Centralerne, som er beliggende i umiddelbar Nærhed af de større Byer, Aalborg, Aarhus, Esbjerg og Odense. Derimod kan det indtil videre ikke forventes, at kombinerede Elektricitets- og Varmecentraler vil kunne oprettes i de øvrige jyske og fynske Byer med økonomisk godt Resultat.

I hvilken Udstrækning der kan opnaas økonomisk Fordel ved kombineret Elektricitets- og Varmeproduktion til industrielt Brug, er det vanskeligt at udtale noget generelt om paa Grund af de stærkt varierende Forhold, der gør sig gældende for de forskellige Virksomheder, der kan komme i Betragtning. Der kan i denne Henseende utvivlsomt ses helt bort fra de spredt beliggende mindre industrielle Varmeforbrugere, idet dette

Varmeforbrug næppe har et saadant Omfang, at det vil kunne belastes med de Udgifter, som vil blive en Følge af at inddrage det i en eventuel Fjernvarmeforsyning. Derimod maa Betingelserne siges at være gode for med gunstigt økonomisk Resultat at føre særlige Varmedampledning fra de oven for nævnte store Produktionscentraler til samlet beliggende mindre eller til enkeltvis beliggende store industrielle Varmeforbrugere i de Byer, i hvis umiddelbare Nærhed Centralerne er placeret, og i hvilke det i Henhold til det anførte kan betale sig at etablere Fjernvarmeforsyning til Boligopvarmning. For store industrielle Varmeforbrugere, hvad enten disse er beliggende i Byer, hvor der er Basis for Etablering af Fjernvarmeforsyning eller ej, er der i øvrigt gode Muligheder for, at de omhandlede Virksomheder med økonomisk Fordel selv kan installere kombinerede Produktionsanlæg for Varme og Elektricitet og drive disse i Samarbejde med de offentlige Elektricitetsforsyningsanlæg. Hvorvidt denne Fordel kan blive af nævneværdig Betydning, afhænger dog foruden af selve Varmeforbrugets Størrelse ogsaa af, i hvilken Grad den paagældende Virksomhed selv er i Stand til at nyttiggøre den ved den kombinerede Drift producerede Elektricitet, hvorfor en nærmere Undersøgelse i hvert enkelt Tilfælde som Regel vil være paakrævet. I Almindelighed vil det dog næppe hverken af økonomiske eller tekniske Grunde være anbefalelsesværdigt at oprette lokale kombinerede Produktionsanlæg for Varme og Elektricitet, der er mindre end 500 til 1 000 kW, hvis disse skal drives i Paralleldrifft med Anlæg for den offentlige Elektricitetsforsyning.

Af de for Jylland og Fyn foretagne Undersøgelser kan slutes, at der hvad Sjælland og Lolland-Falster angaar, for saa vidt Elektriciteten kan aftages fra de der eksisterende Storcentraler til en passende Pris, ikke foreligger økonomisk Basis for Etablering af Anlæg for kombineret Elektricitets- og Varmeproduktion til Boligopvarmning uden for København. I Slagelse er der dog allerede udbygget et Fjernvarmeanlæg. Hvorvidt det bør opretholdes er et Spørgsmaal, der ligger udenfor Udvalgets Opgave at undersøge. Den tætte høje Bebyggelse og de mange industrielle Varmeforbrugere i København afgiver derimod i særdeles høj Grad gunstige Betingelser for Oprettelsen af kombinerede Produktionsanlæg for Elektricitet og Varme saavel til Boligopvarmning som til industrielt Brug.

Den Kulbesparelse, der kan forventes opnaaet ved en Centralisering af Elektricitetsproduktionen i Jylland og paa Fyn, kan skønsmæssigt anslaaes til at andrage mindst 125 000 t Kul (med Brændværdi 6 500 kcal/kg) aarligt i Tiden omkring Aaret 1950 og mindst 265 000 t aarligt i Tiden omkring Aaret 1960. Ved at etablere kombineret Produktion af Elektricitet og Varme til Boligopvarmning paa de til den centraliserede Elektricitetsproduktion nødvendige Produktionsanlæg, der er beliggende umiddelbart ved større Byer, kan yderligere paaregnes en aarlig Besparelse paa ca. 70 000 t og ca. 110 000 t omkring henholdsvis Aarene 1950 og 1960. Hertil kommer den Brændselsbesparelse, der kan regnes opnaaet ved kombineret Produktion af Elektricitet og Varme til industrielle Formaal og som i gunstige Tilfælde kan blive ret betydelig samt ved Videreførelsen af Centraliseringen af Elektricitetsproduktionen paa Sjælland og Lolland-Falster og af den allerede nu omend i forholdsvis beskedent Omfang forekommende kombinerede Elektricitets- og Varmeproduktion paa de københavnske Elektricitetsværker.

Der vil ganske vist kunne opnaas en yderligere Brændselsbesparelse ved at oprette kombinerede Produktionsanlæg for Elektricitet og Varme til Boligopvarmning i et større Antal Provinsbyer end forudsat i ovenstaaende, f. Eks. i alle Byer over 15 000 Indbyggere, hvilket imidlertid trods Brændselsbesparelsen vilde paaføre disse Byer økonomiske Tab. Den nationale økonomiske Fordel, der kunde opnaas ved denne yderligere Besparelse (ca. 30 000 til 60 000 t Kul aarligt), kan dog næppe anses for at være af nævneværdig Betydning og bør derfor heller næppe tilstræbes paa Bekostning af den kommunale eller private Økonomi.

Slutbemærkninger.

Som bemærket i Indledningen til Betænkningen er alle Undersøgelserne baseret paa Prisniveau 1938. Ændres dette, maa det forventes, at de i Betænkningen anførte Resultater vil paavirkes heraf. Paavirkningen vil formentlig blive stærkest, for saa vidt Brændselspriserne undergaar Ændringer, der stærkt afviger fra Ændringerne i det øvrige Prisniveau. Der er derfor foretaget en Undersøgelse af, hvorledes Resultaterne fra Alternativ I, II og III samt fra Bilag 5 stiller sig ved følgende Ændringer i Prisniveauet:

1. Hele Prisniveauet stiger 50% i Forhold til Aaret 1938.
2. Brændselspriserne stiger 50%, medens det øvrige Prisniveau kun stiger 25%.
3. Brændselspriserne stiger 25%, medens det øvrige Prisniveau stiger 50%.

Der er i de tre Tilfælde regnet med følgende Salgspriser for Fjernvarmen: 15,50 Kr., 14,75 Kr. og 14 Kr. pr. 10⁶ kcal. Resultatet af denne Undersøgelse er anført i nedenstaaende Tabeller:

Aar 1950.

	Aarlige Udgifter i			Merudgift i Alternativ II i Forhold til	
	Alternativ I	Alternativ II	Alternativ III	Alternativ I	Alternativ III
	Mill. Kr.	Mill. Kr.	Mill. Kr.	Mill. Kr.	Mill. Kr.
Prisniveau 1938.....	19,46	19,96	17,64	0,50	2,32
Prisniveauet er steget 50 %...	29,19	29,94	26,94	0,75	3,00
Brændsel er steget 50 % øvrige Prisniveau 25 %.....	26,56	27,14	23,95	0,58	3,19
Brændsel er steget 25 % øvrige Prisniveau 50 %.....	26,95	27,75	25,28	0,80	2,47

Aar 1960.

	Aarlige Udgifter i			Merudgift i Alternativ II i Forhold til	
	Alternativ I	Alternativ II	Alternativ III	Alternativ I	Alternativ III
	Mill. Kr.	Mill. Kr.	Mill. Kr.	Mill. Kr.	Mill. Kr.
Prisniveau 1938.....	34,45	35,12	31,63	0,67	3,49
Prisniveauet er steget 50 %...	51,68	52,68	48,17	1,00	4,51
Brændsel er steget 50 % øvrige Prisniveau 25 %.....	47,78	48,54	43,74	0,76	4,80
Brændsel er steget 25 % øvrige Prisniveau 50 %.....	46,96	48,03	44,33	1,07	3,70

Aar 1950.

	Aarlige Udgifter til		Merudgifter til Produktionen i Horsens, Kolding og Vejle
	Produktionen i Fredericia i Alternativ III	Samme Produk- tion i Horsens, Kolding og Vejle	
	Kr.	Kr.	Kr.
Prisniveau 1938	3 763 000	4 258 000	495 000
Prisniveauet er steget 50 %	5 644 000	6 487 000	843 000
Brændsel er steget 50 % øvrige Pris- niveau 25 %	5 106 000	5 688 000	582 000
Brændsel er steget 25 % øvrige Pris- niveau 50 %	5 242 000	6 170 000	928 000

Aar 1960.

	Aarlige Udgifter til		Merudgifter til Produktionen i Horsens, Kolding og Vejle
	Produktionen i Fredericia i Alternativ III	Samme Produk- tion i Horsens, Kolding og Vejle	
	Kr.	Kr.	Kr.
Prisniveau 1938	6 246 000	6 501 000	255 000
Prisniveauet er steget 50 %	9 369 000	9 898 000	529 000
Brændsel er steget 50 % øvrige Pris- niveau 25 %	8 656 000	8 876 000	220 000
Brændsel er steget 25 % øvrige Pris- niveau 50 %	8 520 000	9 221 000	701 000

Det ses heraf, at Alternativ I ved de forudsatte Ændringer af Prisniveauet stadig er lidt gunstigere end Alternativ II, men at Forskellen i de aarlige Udgifter i alle Tilfælde er forholdsvis lille (2—3 %). Endvidere ses det, at den økonomiske Fordel ved Alternativ III bliver større med stigende Prisniveau, samt af Sammenligningen mellem de aarlige Udgifter til Produktionen i Fredericia i Alternativ III og til samme Produktion i Horsens, Kolding og Vejle, at der i alle Tilfælde er Tab ved at decentralisere Elektricitetsproduktionen. De paa Siderne 14 og 19 dragne Slutninger vedrørende Etablering af Fjernvarmeforsyning til Boligopvarmning henholdsvis uden og med Decentralisering af Elektricitetsproduktionen bevarer saaledes Gyldighed ved alle de her forudsatte Ændringer af Prisniveauet.

Spørgsmaalet om Oprettelse af Elektricitetsværker i umiddelbar Nærhed af Brun-
kulslejer og store Tørvemoser til Udnyttelse af det indenlandske Brændsel er ladet ude af Betragtning i nærværende Betænkning. For det første er det et Spørgsmaal, om den Brændselsreserve, der forefindes som indenlandsk Brændsel, bør angribes under normale Forhold, og dernæst har det hidtil været meget dyrt at anvende indenlandsk Brændsel i Forhold til det udenlandske. Naturligvis maatte det betragtes som en gunstig Foranstalt-

ning til Imødegaaelse af kommende Tiders Vanskeligheder i Tilfælde af svigtende Tilførsler af udenlandsk Brændsel, at der i Fredstid blev udbygget Reserveværker med gunstig Beliggenhed til Udnyttelse af indenlandsk Brændsel. Hvis saadanne Reserveværker skulde have virkelig Betydning vilde det imidlertid komme til at dreje sig om meget store Værker, hvortil der krævedes en saa stor Kapitalinvestering, at denne Tanke næppe lader sig realisere.

Ligeledes er en eventuel Kraftoverføring fra norske Vandkraftanlæg heller ikke taget i Betragtning. Skulde denne Mulighed en Gang med Tiden blive realiseret, vil de i Betænkningen angivne Retningslinier dog næppe i væsentlig Grad paavirkes heraf. Det vil nemlig i paakommende Tilfælde for det første utvivlsomt blive paakrævet at opretholde en meget stor Reservekraft her i Landet i Form af Elektricitetsværker for fast eller flydende Brændsel, og som saadanne er de i Betænkningen foreslaaede Storcentraler godt beliggende. For det andet kan der kun forventes at være økonomisk Basis for Overførelsen af Grundbelastningen fra Norge, saaledes at en meget stor Del af Elektricitetsforbruget fortsat skal produceres her i Landet, formentlig væsentlig mere end den Elektricitetsmængde, der kan præsteres ved Modtryksdrift paa de i Betænkningen foreslaaede kombinerede Elektricitets- og Varmeværker. Muligvis kan det dog medføre Udbygning af større Varmeakkumulatorer.

Der har i de senere Aar været talt og skrevet meget om Varmepumper som et Middel til Udnyttelse af Varme med lav Temperatur og til Forbedring af Varmøkonomien. Ved en Varmepumpe eller Kompressor løftes Varme fra et lavere til et højere Temperaturniveau, ganske som man med en Vandpumpe løfter Vand fra een Højde til en anden og større Højde, og Varmen bringes derved i en bedre udnyttelig Tilstand. Varmepumper har allerede i mange Aar fundet Anvendelse i Industrien ved Inddampningsprocesser o. lign, og i ganske enkelte Tilfælde er de ogsaa i Udlandet anvendt ved Opvarmningsanlæg. For at en Varmepumpe kan være af Betydning, maa den Varmeenergi, hvis Temperatur skal hæves til en for Opvarmning passende Værdi, være til Stede i rigelig Mængde og være gratis, og desuden maa Elektriciteten være til Raadighed til en billig Pris. Hvor særlige Forhold er til Stede som store Mængder af Spildevarme og moderat Temperaturhævning (f. Eks. i Badeanstalter, Vaskerier o. lign.), vil Varmepumpeanlæg muligvis være økonomisk forsvarlige, men de kan næppe med Teknikens nuværende Udvikling ventes at blive af Betydning for Landets Opvarmning i Almindelighed. (Jfr. ogsaa Professor, Dr. Ing. J. L. Mansa: „Varmepumpens Anvendelsesmuligheder“, Ingeniøren Nr. 53 af 8. August 1942).

København, den 22. Marts 1946.

A. K. Aubeck.
Formand.

A. R. Angelo.

A. K. Bak.

Palle Christensen.

Jes Christiansen.

Rob. Henriksen.
Teknisk Sekretær.

N. K. Kristensen.

C. R. Wegener.

Erland Enegren.