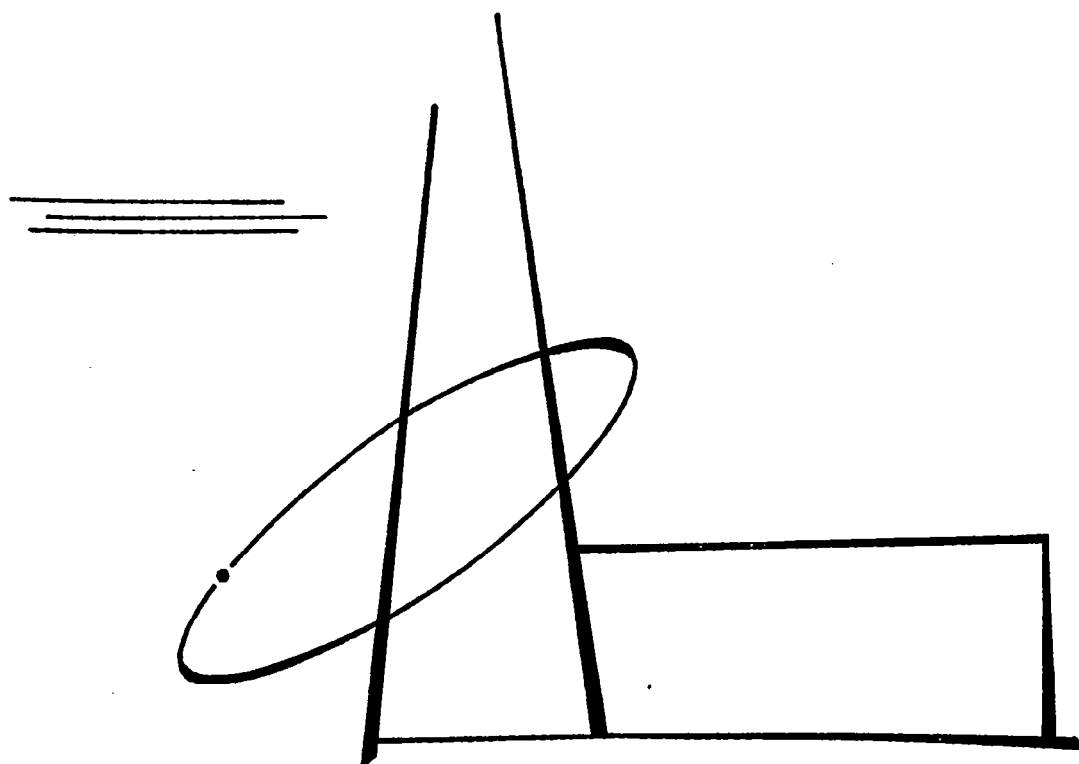


ELSAM-KRAFTIMPORT UNDERSØGELSEN

JUNI 1965



J. Rich. Hansen

ELSAM-KRAFTIMPORT UNDERSØGELSEN

- EN ANALYSE AF

KRAFTVÆRKSUDBYGNINGEN i 1970erne

Undersøgelsen omfatter følgende rapporter:

KRAFTVÆRKSUDBYGNINGEN i 1970erne

KOORDINATIONSUDVALGET

PROGNOSEGRUPPEN

FJERNVARMEGRUPPEN

EFFEKTGRUPPEN

KRAFTVÆRKSGRUPPEN

BRÆNDSLSGRUPPEN

FORORD

=====

Denne rapport udgør en del af den samlede Elsam-Kraftimportundersøgelse vedrørende kraftværksudbygningen i 1970'erne. Den behandler de med kombineret produktion af elektricitet og fjernvarme forbundne problemer inden for undersøgelsesperioden og er udarbejdet af en arbejdsgruppe med følgende sammensætning:

Civilingeniør J.G. Kurø, Københavns Belysningsvæsen

Overingeniør G. Lund-Jensen, I/S Vestkraft

Civilingeniør Bent Nielsen, DEFU (sekretær)

INDHOLDSFORTEGNELSE

=====

	Side
1. Indledning.	2
2. Skøn over samlet varmebehov.	3
3. Fjernvarmens andel af den fremtidige varmelevering	5
4. Kraft-varmeværker.	7
5. Prognose for fjernvarmelevering fra kraft-varmeværker samt den dertil hørende modtryksbelastning	12
6. Nogle alternative udviklingsmuligheder indenfor varme- forsyningen	13
Litteratur	16
Bilag.	

RESUME

=====

Rapporten indeholder en prognose til 1984 for varmelevering fra kraft-varmeværker samt tilhørende modtryksbelastning.

Som baggrund for denne prognose er der opstillet et skøn over det samlede varmebehov (til bygningsopvarmning og andre formål), og det diskuteres, hvorledes dette forbrug kan tænkes dækket. Undersøgelserne peger på, at der i 1984 vil være 1,0 - 1,4 millioner lejligheder (dvs. 50 - 70 % af samtlige lejligheder udenfor landdistrikterne) med fjernvarme. Ved opstillingen af prognosen er der regnet med 1,0 million lejligheder (50 % dækning) med fjernvarme. Det vil dog formentlig kun være noget under halvdelen af fjernvarmen, som leveres fra kraft-varmeværker, resten må regnes at komme fra specielle varmeværker. Foruden boligopvarmningsforbruget må regnes med en vis fjernvarmelevering til opvarmning af erhvervslokaler samt til produktionsprocesser. Den samlede tilslutningsværdi for fjernvarme fra kraft-varmeværker regnes at stige fra ca. 1800 Gcal/h i 1964 til ca. 3400 Gcal/h i 1984 (kapitel 5, bilag 3 og 4). Endvidere er beregnet, hvor stor en del af varmebelastningen der kan regnes dækket fra kraft-varmeværkerne (bilag 12 og 13) samt størrelsen af modtryksbelastningen under årsmaksimum (bilag 14 og 15).

Rapportens afsnit 4 giver en orientering om den principielle opbygning af kraft-varmeværkerne.

Som afslutning diskuteres (kapitel 6) visse fremtidsperspektiver for varmeværkerne, hvis stærkt voksende udbredelse på den ene side nødvendigvis må begrænse markedet for elopvarmningen, men på den anden side også under visse omstændigheder kan tænkes at skabe afsætning for billig el-energi.

KAPITEL 1 INDLEDNING

=====

Da den til fjernvarmeleveringen knyttede elproduktion (modtryksproduktion) ofte af tekniske og/eller økonomiske grunde vil indtage en prioriteret stilling, er det nødvendigt at have en prognose for modtryksbelastningen ved en undersøgelse af driften af det fremtidige produktionssystem. Det har været fjernvarmegruppens opgave at fremskaffe en sådan prognose.

Fjernvarmen kan imidlertid også på anden måde komme til at spille en rolle for elforsyningen (f.eks. kan der peges på, at fjernvarmen er en konkurrent til elopvarmningen), og man har derfor ment det motiveret til en indledning at betragte det samlede varmebehov (kapitel 2 og 3), et emne som også har været behandlet af prognosegruppen. Desuden gives en kort redegørelse vedrørende kraft-varmeværkerne (kapitel 4) inden selve prognosen for varmeleveringen og modtryksbelastningen bringes (kapitel 5). Rapporten afsluttes med nogle betragtninger over alternative fremtidige udviklingsmuligheder (kapitel 6) indenfor varmeforsyningen.

Iøvrigt er der ikke gjort forsøg på at analysere, hvorledes landets varmebehov dækkes på den (national-)økonomisk fordelagtigste måde. En sådan undersøgelse ville for det første blive særdeles omfattende og vanskelig at udføre, og for det andet ville resultaterne nærmest kun have akademisk værdi, idet opvarmningsmarkedet er et "frit marked". Udviklingen her dirigeres ikke blot af forholdet mellem de forskellige brændselspriser (energipriser), men også til en vis grad af propaganda fra leverandørside og af kundernes specielle ønsker, som ikke altid kan regnes at føre til en løsning, der set fra et økonomisk eller valutarisk synspunkt kan betegnes som optimal. Når det gælder fjernvarmeleveringen fra de kommunale værker, vil udbygningstakten for denne tildels være politisk bestemt, og afvejningen af produktionen mellem kraft-varmeværker og specielle varmecentraler er et teknisk økonomisk problem, der kræver kendskab til fremtidige driftsforhold (blandt andet forholdet mellem marginale produktionsomkostninger for modtryksmaskinerne og for de øvrige maskiner).

KAPITEL 2 SKØN OVER SAMLET VARMEBEHOV

=====

Det samlede varmebehov kan opdeles i forbrug til

- boligopvarmning
- anden rumopvarmning
- fabrikationsprocesser i industri, håndværk med videre.

Spørgsmålene vedrørende boligopvarmning har været behandlet i samarbejde med prognosearbejdsgruppen, og der kan fra prognoserapporten (litt. 7) citeres følgende tal, der med mindre andet anføres er bruttoforbrug dvs. som indfyret brændsel ved normal vinter:

Energiforbruget til boligopvarmning (inklusive varmtvandsforsyning) er skønsmæssigt opgjort til $22 \cdot 10^6$ Gcal (26 TWh) i 1960. Det fremtidige boligvarmeforbrug er prognoseret til $45 \cdot 10^6$ Gcal (53 TWh) i 1974 og $57 \cdot 10^6$ Gcal (66 TWh) i 1984, idet der er regnet med de i bilag 1 anførte antal boliger og specifikke forbrug. Disse forbrug varierer mellem 13 og 30 Gcal/lejlighed, og de ligger formentlig noget over de nuværende gennemsnitstal, (jvf. litt. 7 side 31 - 32). Denne stigning begrundes blandt andet med forventede større krav til varmekomfort og øget varmtvandsforbrug. Den bedre isolering i nybyggeriet kan kun kompensere dette delvis. Det statistiske grundlag er dog ikke særlig omfattende, og da der desuden er meget stor spredning i de specifikke forbrug i dag, er usikkerheden på det prognoserede varmeforbrug betydelig.

Det samlede varmebehov inklusive forbruget til anden rumopvarmning, fabrikation med videre skønnes i 1960 at være 1,5 - 2 gange boligforbruget eller $34 - 43 \cdot 10^6$ Gcal (40 - 50 TWh). Heraf udgør som nævnt boligforbruget $22 \cdot 10^6$ Gcal, og et forbrug til anden rumopvarmning af størrelsesorden $7 - 8 \cdot 10^6$ Gcal er sandsynliggjort i litt. 7. Resten ($5 - 13 \cdot 10^6$ Gcal) skulle så være forbruget til fabrikation med videre.

I tabel 7, litt. 1 er landets samlede energiforbrug for året 1960 opdelt dels efter anvendelsesområde, dels efter energiart. Summerer man fra denne tabel forbruget af de brændselssorter, som i praksis anvendes til opvarmning (hovedsagelig kul, koks og brændselsolie), kommer man til et forbrug på 60 TWh, (forbruget indenfor transportsektoren medregnes naturligvis ikke) og man kan konstatere, at der ikke er modstrid mellem dette tal, og det skønnede samlede varmeforbrug på 50 TWh. Sidstnævnte tal må naturligvis være det mindste, da man ikke kan regne med, at hele forbruget af de nævnte brændselsarter går til opvarmning. Iøvrigt er antagelsen, om at det samlede varmeforbrug skulle være mellem 1,5 og 2 gange boligforbruget, i overensstemmelse med erfaringstal fra enkelte større byer.

Regnes der også i fremtiden med et samlet varmebehov på 1,5 - 2 gange boligopvarmningsforbruget skulle det samlede forbrug blive $70 - 90 \cdot 10^6$ Gcal (80 - 105 TWh) i 1974 og $85 - 115 \cdot 10^6$ Gcal (100 - 130 TWh) i 1984. De laveste værdier må betegnes som de mest sandsynlige, hvis det samlede energiforbrug i de tre grupper, industri, erhverv og boliger udvikler sig som forudsat i prognosegruppens rapport (jvf. tabel 21 i denne rapport).

Noget højere værdier kan dog motiveres ved ekstrapolation (litt. 2), idet der ifølge denne kilde (ved 4 % p.a. stigning) skønnes et nettoforbrug til rumopvarmning alene på ca. $63 \cdot 10^6$ Gcal (73 TWh) i 1974 og ca. $94 \cdot 10^6$ Gcal (109 TWh) i 1984.

KAPITEL 3 FJERNVARMENS ANDEL AF DEN FREMTIDIGE VARMELEVERING

=====

Med hensyn til rumopvarmning vil det være hensigtsmæssigt at arbejde med følgende opdeling efter varmesystemets art:

- a) Centralvarme
- b) Fjernvarme fra varmekværker
- c) Fjernvarme fra kraft-varmekværker
- d) Elopvarmning
- e) Anden opvarmning (kækkelovne, olie- og gaskaminer).

Ifølge den officielle statistik (bilag 2) havde 688 000 lejligheder eller 46,5 % af samtlige lejligheder central- eller fjernvarme i 1960; desværre skelnes der ikke her mellem grupperne a, b og c, og opdelingen mellem de forskellige former for bymæssige bebyggelser er ikke detaljeret. Desuden er oplysningerne så gamle, at de ikke repræsenterer den procentiske fordeling i dag (1965), idet et betydeligt antal lejligheder har fået central- eller fjernvarme i de forløbne 5 år. Ifølge undersøgelser, der er udført af A/S Gallup Markedsanalyse for Foreningen ELRA, er den omtrentlige fordeling i dag (1965), at 20 % af boligerne (300 000) har fjernvarme, 40 % centralvarme og 40 % anden opvarmning.

De specielle varmecentraler - pkt. b) ovenfor - er inde i en rivede udvikling. Ifølge litt. 2 stiger leveringen fra disse varmekværker for tiden 18 % p.a. Ifølge samme kilde skulle fjernvarmen - regnet efter varmeleveringen - i 1962/63 ialt have tegnet sig for 14 % af det samlede rumopvarmningsforbrug (bolig + erhverv) fordelt med ca. 6 % fra varmekværker og 8 % fra kraft-varmekværkerne i Ålborg, Århus, Esbjerg, København, Odense og Randers.

Fjernvarmen synes især at have muligheder for at vinde frem i de mindre byer og i forstæder til større byer; det kan beregnes (jvf. bilag 2), at der i disse områder findes ialt 380 000 lejligheder.

Prognosegruppen har for hele landet forudsat et samlet antal lejligheder på 2,3 millioner i 1984 svarende til en tilvækst fra 1960 på 840 000 lejligheder, der antagelig i stor udstrækning vil blive forstadsbebyggelse eller lignende og som sammen med de ovenfor anførte 380 000 lejligheder - ialt ca. 1,2 millioner - udgør et konkurrenceområde for varmekværker, almindelig centralvarme og elvarme.

Omkring 300 mindre byer (hovedsagelig byer med 500 indbyggere og derover, dog ikke købstæder) har for øjeblikket etableret fjernvarme fra varmekværker, og flere overvejer alvorligt at gøre dette. Hvor hurtigt udviklingen går på dette felt illustreres af, at størstedelen af disse varmekværker er bygget inden for de sidste 5 år.

Da der ialt kun findes ca. 400 sådanne byer med tilsammen ca. 160 000 lejligheder (litt. 3 tabel 9) må en vis mætning formentlig snart vise sig, med mindre varmekværkerne også vinder indpas i de større byer.

For de byer, der allerede har fjernvarmelevering fra kraft-varmeværker, regnes der også med, at man i mange tilfælde vil foretrække at bygge varmeværker i stedet for at få leveret hele varmemængden fra kraftværket. Derfor har man i prognosen for kraft-varmeproduktionen de fleste steder forudsat, at stigningen ophører inden for undersøgelsesperioden.

Hvis udviklingen går i den for fjernvarmen gunstigste retning, kan der antagelig som et maksimum opnås ca. 70 % dækning udenfor landdistrikterne, hvor fjernvarmen må lades ude af betragtning (landdistrikterne regnes at have 0,3 millioner lejligheder). Erfaringerne fra provinsen viser, at det er muligt at nå en dækningsprocent af denne størrelse i løbet af kun 3 - 5 år efter etableringen, og selvom en så hurtig udvikling forekommer udelukket i nogle byer (f.eks. i hovedstaden), må det alligevel for en 20 års periode være tilladeligt at regne med 70 % dækning som en mulig øvre grænse. Boligopvarmningsbehovet i 1984 er som tidligere nævnt opgjort til $57 \cdot 10^6$ Gcal; trækkes herfra $7 \cdot 10^6$ Gcal for landdistrikterne skulle der til fjernvarmeleveringen (70 % af det resterende) anvendes $35 \cdot 10^6$ Gcal brutto. Regnes der med $25 \cdot 10^6$ Gcal netto hos forbrugerne og en benyttelsestid for fjernvarmen på 2000 h, svarer hertil en tilslutningsværdi på 12 500 Gcal/h for hele landet, eksklusiv fjernvarmelevering til erhvervsmæssigt brug (rumopvarmning og fabrikation). Tilslutningsværdien for kraft-varmeværkerne er anslået til 3435 Gcal/h i 1984 (jvf. bilag 3 og 4) eller ca. 27 % af den samlede boligfjernvarme. En sådan udvikling ville forudsætte, at der i gennemsnit pr. år blev tilsluttet ca. 350 Gcal/h fra varmeværker. Imidlertid forekommer det usandsynligt (jvf. side 5), at udbygningen vil gå hurtigere end den gør for øjeblikket, hvor den årlige tilslutning er ca. 300 Gcal/h. Man må snarere formode, at aktiviteten bliver jævnt aftagende de kommende 20 år, og et mere realistisk skøn for fjernvarmedækningen i 1984 vil være 50 % i stedet for de tidligere nævnte 70 % af de 2 millioner boliger uden for landdistrikterne.

Hertil kommer varmelevering til erhvervsmæssige formål, hvor fjernvarmen ligeledes især kan regnes at finde anvendelse til rumopvarmning. Stigningen i leveringen af industridamp bliver næppe ret stor undtagen i København.

I denne forbindelse kan det nævnes, at den modtryks-elproduktion, der kan tænkes at blive leveret til offentlige net fra industriens dampanlæg - se afsnit 4.1. - , regnes at være så ubetydelig i forhold til landets samlede elproduktion, at der ikke her vil blive angivet nogen prognose for denne produktion.

KAPITEL 4 KRAFT-VARMEVÆRKER

=====

Ved kraft-varmeproduktion forstås en kombineret produktion af elektricitet og fjernvarme.

Da kraft-varmeverkernes opbygning og driftsforhold næppe er særlig kendt uden for specialistkredse, skal der i det følgende gives en kort orientering om forholdene på disse værker. For de forskellige typer af værker forklares sammenhængen mellem varmelastning og elbelastning, og det angives (afsnit 4.5), hvorledes omregninger mellem disse størrelser kan foretages.

Til kraft-varmeproduktion kan anvendes såvel dampturbiner som gasturbiner og dieselmotorer. I Danmark har der tidligere været anvendt dieselmotorer til fjernvarmelevering, men de er nu gået ud af brug, og gasturbineanlæg er endnu ikke blevet opstillet her i landet. I det følgende vil der derfor kun blive omtalt de forskellige typer af dampturbineanlæg, som i dag anvendes til fjernvarmelevering.

I disse anlæg ekspanderer dampen gennem en eller flere turbiner til det tryk, der er nødvendigt til fjernvarmeformål. En stor del af dampens energi udnyttes herved til elproduktion. Dampen udtages fra turbinen ved et tryk, der er højere end trykket i en kondensationsturbinens kondensator, og den varme, der er tilbage i dampen, efter at denne har passeret turbinen, kan udnyttes til fjernvarme.

4.1 Modtryksturbiner

I bilag 5 (øverste figur) vises et principdiagram for et modtryksanlæg, der er en dampturbine uden kondensator. Turbinen er konstrueret således at dampen forlader den med det modtryk, der ønskes på afgangsdampen, for at denne kan anvendes til et eller andet formål f.eks. til levering af fjernvarme. På bilag 5 (nederste figur) er antydnet, hvorledes den afgivne elektriske effekt (MW) varierer som funktion af fjernvarmeleveringen (ton damp/time). Bortset fra at en del af den damp, der har passeret turbinen, eventuelt anvendes på værket (f.eks. til forvarmning af returkondensat eller til spædevandstilberedning) svarer dampmængden gennem turbinen til fjernvarmeleveringen.

For at sikre fjernvarmeleveringen, når turbinen af en eller anden årsag er ude af drift, indbygges normalt en reduktionsventil parallelt med turbinen. Derved åbnes tillige mulighed for at øge dampleveringen ud over turbinens maksimale ydelse.

Kondensatet tages normalt retur, da der ellers kræves ganske betydelige vandbehandlingsanlæg for spædevand.

Modtryksturbiner anvendes en del i industri, der bruger dampen i fabrikationsøjemed. I så fald er et samarbejde med andre (offentlige) værker som regel en nødvendighed, fordi elbelastningen ikke kan varieres uafhængigt af varmelastningen. I udlandet anvendes sådanne anlæg også i varmeverker,

der leverer varme i form af damp. På danske elværker findes meget få modtryksturbiner, og hvor de bruges er de som regel koblet sammen med lavtryksturbiner (jvf. nedenfor afsnit 4.4), for at modtryksturbinens ydeevne kan udnyttes bedre, når fjernvarmebelastningen er lav.

4.2 Varmeturbiner

Ved en varmeturbine forstås en dampturbine, hvis afgangsdamp går til en vandvarmer. Anlægget er skitseret i bilag 6; en principiel forskel fra modtryksanlægget er, at varmeleveringen sker via et adskilt kredsløb. For at opnå tilstrækkelig temperatur på vandet til fjernvarmeleveringen, må afgangsdampens tryk være noget højere end i en kondensationsturbine, og varmeturbinens elektriske ydelse er derfor noget mindre end en kondensationsturbinens med samme dampforbrug. Den afgivne elektriske effekt er ligesom for modtryksturbinen nøje bundet til varmebelastningen som skitseret i bilag 6.

Varmeturbiner anvendes her i landet kun ved et par mindre fjernvarmeværker.

4.3. Udtagsturbiner

En udtagsturbine er en kondensationsturbine, der ud over de normale dampudtag til fødevandsforvarmning med mere har udtag for damp til andre formål f.eks. fjernvarmelevering (bilag 7). Fjernvarmen leveres i form af varmt vand, der opvarmes i en eller flere vandvarmere tilsluttet turbinens dampudtag. Når der ikke udtages damp til fjernvarmelevering, kører turbinen som ren kondensationsturbine og har da sin fulde ydeevne. Turbinens maksimale ydeevne reduceres imidlertid i takt med den dampmængde, der udtages til vandvarmerne (kurve I, bilag 7). Samtidig er turbinen bunden til en vis minimal elproduktion (kurve II, bilag 7), som funktion af fjernvarmebelastningen. Afstanden mellem den teknisk betingede minimale og maksimale elbelastning bliver mindre jo højere varmebelastningen er. Den maksimale reduktion af elbelastningen fås ved den fjernvarmebelastning, som turbinen er konstrueret til, (i bilag 7 angivet ved en lodret streg mærket "A"). De fleste eksisterende (ældre) anlæg er konstrueret således, at fjernvarmebelastningen kan stige til en værdi (på bilag 7 mærket "B"), der svarer til skæringspunktet mellem linierne I og II, og praktisk taget hele elbelastningen vil da være modtryksbelastning.

Hvordan man regulerer fordelingen af dampmængden mellem vandvarmerne og kondensatoren, er et teknisk problem, som det falder uden for denne redegørelses rammer at behandle.

Det forhold, at den maksimale elektriske ydelse (kurve I, bilag 7) ikke er konstant, men varierer over døgnet og året, komplicerer reserveberegningerne for et net, der indeholder udtagsturbiner. I praksis vil man dog i en nødsituation kunne lukke for fjernvarmen (og derved få enheden op på nominal ydelse) i en kortere periode uden at det medfører væsentlige gener for varmekorbrugerne, idet vandet i ledningssystemet har en vis varmeakkumuleringssevne. Inden for ELSAM tillades f.eks. op til $\frac{1}{2}$ times lukning hver anden time.

Fjernvarmelevering fra udtagsturbiner er det foretrukne anlæg indenfor de værker, som er tilsluttet ELSAM.

4.4. Modtryksturbiner og udtagsturbiner i serie

I visse tilfælde seriekobles modtryks- og udtagsturbiner som vist bilag 8. Forudsættes det, at modtryksturbinen er konstrueret til en større dampmængde, end udtagsturbinen kan aftage ved fuld belastning, fås det på bilag 8 (kurve I) viste forløb af den maksimale elektriske ydelse. Ved stigende fjernvarmebelastning, begyndende med levering i form af damp (på figuren mærket FV 1) vil den elektriske ydelse stige i takt med modtryksproduktionen (kurve II) indtil modtryksturbinen er fuldladet. Kobles yderligere fjernvarmebelastning på ved levering i form af varmt vand (på figuren mærket FV 2) må udtagsturbinen aflastes tilsvarende, og den maksimale elektriske ydelse begynder igen at falde.

Fjernvarmeleveringen i København har hidtil fortrinsvis været baseret på anlæg af denne type.

I praksis er forholdene sjældent så enkle som her forklaret, og kurverne kan få et andet forløb, dels fordi damp- og varmtvandsleveringen til fjernvarme øges samtidigt, dels fordi man ved brug af reduktionsventiler får en vis frihed til at ændre fjernvarmebelastningen uafhængigt af turbinerne.

4.5 Beregning af modtryksproduktionens størrelse m.v.

Betragtningerne i det følgende refererer til et udtagsturbinanlæg, idet det er det mest generelle tilfælde. Som antydnet i bilag 7 varierer både modtryksproduktion og reduktion i elektrisk ydeevne tilnærmelsesvis proportionalt med fjernvarmebelastningen. "Proportionalitets"-faktorerne betegnes henholdsvis c_M og c_V og nedenfor vises, at der er en simpel relation mellem disse faktorer og varmemeforbrugene. Desuden angives typiske praktiske værdier.

Betegnelser (jvf. litt. 6):

c_M - den el-energimængde, der produceres som modtryksenergi for hver kcal, der afgives til fjernvarmen (kWh/kcal)

c_V - den el-energimængde, der kunne være produceret ved fortsat ekspansion i turbinen for hver kcal, der afgives til fjernvarmen (kWh/kcal)

W_K - netto specifikt varmemeforbrug for turbinen ved kondensationsdrift (kcal/kWh)

W_M - netto specifikt varmemeforbrug for turbinen ved modtryksdrift (kcal/kWh)

Leverer anlægget i modtryksdrift en elektrisk energi N_M (kWh) og en varmemængde Q_V (kcal) bliver den samlede forbrugte varmemængde i den betragtede periode

$$N_M \cdot W_M + Q_V$$

Tænker man sig nu, at anlægget i stedet kører i kondensationsdrift, kan der for samme tilførte dampmængde opnås en større elektrisk ydelse; merproduktion er definitions-mæssigt lig $c_V \cdot Q_V$ og med specifikt varmemeforbrug W_K kan det samlede varmemeforbrug udtrykkes som

$$(N_M + c_V \cdot Q_V) W_K$$

Sættes dette lig udtrykket ovenfor for forbruget i modtryksdrift findes modtryksproduktionen

$$N_M = \frac{Q_V (1 - c_V W_K)}{W_K - W_M} \quad (1)$$

Desuden har man definitions-mæssigt

$$N_M = c_M Q_V \quad (2)$$

hvilket giver

$$c_M = \frac{1 - c_V W_K}{W_K - W_M} \quad (3)$$

Det bemærkes, at c_M og c_V varierer med turbinebelastningen; ser vi imidlertid bort fra denne variation med belastningspunktet, og betragter vi kun variationen fra turbine til turbine, kan der angives følgende typiske værdier:

c_V varierer mellem $150 \cdot 10^{-6}$ og $200 \cdot 10^{-6}$ kWh/kcal med varmt vand som varmbærer. W_M er af størrelsesorden 1000 kcal/kWh. Idet W_K kan variere fra f.eks. 3000 kcal/kWh for ældre turbiner til 2000 kcal/kWh for de mest moderne turbiner, kan c_M ifølge formel (3) variere mellem ca. 250 og $700 \cdot 10^{-6}$ kWh/kcal (se bilag 9).

Med damp som varmbærer ligger c_V på omtrent den dobbelte værdi, og for de eksisterende anlæg falder c_M i området $50 - 150 \cdot 10^{-6}$ kcal/kWh.

Ved beregning af modtryksproduktionen ved hjælp af omregningsfaktoren c_M må den del af varmeleveringen, som eventuelt sker over reduktionsventil, naturligvis ikke indgå.

Beregningen af den bundne modtryksproduktion (kapitel 5) sker ud fra det prognoserede varmebehov med en skønnet gennemsnitsværdi for c_M . I ELSAM's område regnes med $360 \cdot 10^{-6}$ kWh/kcal for eksisterende anlæg og $650 \cdot 10^{-6}$ kWh/kcal for kommende enheder. I København regnes med ca. $300 \cdot 10^{-6}$ kWh/kcal, da der tildels anvendes modtryksdamp (mærket FV 1 på bilag 8) i stedet for udtagsdamp (mærket FV 2 på bilag 8). For kommende enheder i København regnes dog ligeledes med $650 \cdot 10^{-6}$ kWh/kcal.

På grund af de nye anlægs høje c_M vil den bundne modtryksproduktion for en given varmebelastning være ca. dobbelt så stor ved levering fra en moderne turbine som ved levering fra en ældre turbine. Alligevel forventes at modtryksproduktionen relativt set vil formindskes gennem undersøgelsesperioden, da varmebehovet stiger væsentligt langsommere end elbehovet.

Hvorvidt modtryksproduktionen ved tilrettelæggelsen af driften skal have prioritet frem for anden elproduktion afhænger både af tekniske og økonomiske faktorer.

En teknisk betingelse for at modtryksproduktionen kan reduceres eller eventuelt helt stoppes, er at der findes muligheder for at udtage den nødvendige damp til fjernvarmen uden om turbinerne. Dette kan for øjeblikket lade sig gøre i et omfang svarende til nat-fjernvarmebelastningen.

Fra et økonomisk synspunkt er de allerede byggede kraft-varmeanheder i modtryksdrift billigere end konventionelle kondensationsenheder, idet det specifikke varmeforbrug kun er ca. halvt så stort som for kondensationsenheder. Sammenligner man med nukleare enheder, vil disse ifølge brændselsgruppen i løbet af 1970'erne nå ned på så lave brændselsomkostninger, at kWh prisen kan blive mindre end for modtryksproduktionen. I så fald kan det blive

aktuelt at reducere modtryksproduktionen til fordel for kernekraftværkerne i den udstrækning, det er teknisk muligt.

For nye kraft-varmeanheder må man ved bedømmelsen af økonomien naturligvis også tage hensyn til de ekstra (relativt små) kapitaludgifter, som fjernvarmeinstallationerne medfører.

Med hensyn til fordelingen af udgifterne mellem el- og fjernvarmeproduktionen henvises iøvrigt til litt. 6.

KAPITEL 5 PROGNOSE FOR FJERNVARMELEVERING FRA KRAFT- VARMEVÆRKER SAMT DEN DERTIL HØRENDE MODTRYKSBELOADNING

=====

Bilag 3 angiver prognose for fjernvarmetilslutningen i byer med kraft-varmeproduktion vest for Store Bælt, og bilag 4 angiver prognosen for Københavns Belysningsvæsen. Resultaterne er vist i kurveform bilag 10 og 11.

Prognoserne bygger på byernes egne forudsigelser. I ELSAM's område er den årlige stigning frem til 1970 ca. 50 Gcal/h i tilslutningsværdi, derefter aftager stigningen til ca. 20 Gcal/h. I København er stigningen frem til midten af 1970'erne ca. 60 Gcal/h årligt, derefter noget mindre, selvom udbygningen af fjernvarmen på Amager bidrager til at opretholde stigningen i nogen tid.

Fra slutningen af 1960'erne kan den til tilslutningsværdien svarende maksimale belastning i en normal vinter ikke mere dækkes helt fra kraft-varmeverkerne. Den resterende del dækkes i så fald af spidslastcentraler eller eventuelt over reduktionsventiler.

Den maksimale varmebelastning kan ved normal vinter som en grov regel regnes at være $2/3$ af tilslutningsværdien. Samlet varmemaksimum er ikke opgivet i tabelform, derimod er der i bilag 12 og 13 anført, hvor stor del af varmebelastningen under maksimum, der kan påregnes dækket fra modtryksanlæggene.

Modtryksbelastningen (MW årsmaksimum ved normal vinter) er anført i bilag 14 og 15, den er beregnet på grundlag af henholdsvis bilag 12 og 13, ved hjælp af skønnede værdier for c_M (jvf. afsnit 4.1).

Endelig er der - til brug ved ciffermaskinberegningerne, jvf. Koordinationsudvalgets rapport - udarbejdet tabeller (bilag 16 og 17) over modtryksbelastningen om natten (kl. ca. 0000 - 0700). Beregningen, der er foretaget for 6 karakteristiske perioder af året, er baseret på det erfaringsmæssige forhold mellem natbelastningen og tilslutningsværdien (bilag 3 og 4) samt de tidligere fastlagte c_M -værdier; desuden er der taget hensyn til turbinernes tekniske minimum som i visse tilfælde sætter grænsen.

Det bemærkes, at der ikke i bilag 15-17 er regnet med indskrænkninger i modtryksproduktionen på grund af eventuel nuklear produktion. De angivne prognoser viser den produktion, man må forvente at få, hvis der ikke kommer nukleare enheder med lavere driftsudgifter end modtryksenhederne.

KAPITEL 6 NOGLE ALTERNATIVE UDVIKLINGSMULIGHEDER INDEN FOR VARMEFORSYNINGEN

I det foregående er antydnet den mest sandsynlige fremtidige udvikling for varmforsyningen. Prognosen for varmeleveringen fra kraft-varmeværkerne synes at være bedre underbygget end prognoserne vedrørende de andre opvarmningsmetoder. Det skyldes blandt andet, at man i prognosen for kraft-varmeværkerne fortrinsvis har regnet med produktion fra eksisterende anlæg eller fra anlæg, hvis bygning er vedtaget, og det forekommer ikke sandsynligt, at den kombinerede el-varmeproduktion skulle tage et uforudset opsving, især ikke hvis der bliver bygget kernekraftenheder. Introduktion af kernekraften vil formentlig på langt sigt føre til en hel eller delvis afvikling af kraft-varmeproduktionen, med mindre de nukleare værker placeres i eller tæt ved byerne.

Udviklingen med hensyn til de rene varmeværker er derimod mere usikker, blandt andet fordi den forløbne udvikling har været så kortvarig og hurtig, at det er vanskeligt at skønne en langtidstendens. Når varmeværkerne igen skal omtales, er det imidlertid ikke for at diskutere denne usikkerhed, men for at påpege, at varmeværkerne under visse omstændigheder kan tænkes at blive aftagere for billig (overskuds-) el-energi. Den fleksibilitet, som det derved er muligt at opnå i energihusholdningen, kan meget vel tænkes at blive værdifuld på længere sigt.

De hidtil byggede varmeværker varierer i maksimal effekt fra ca. 0,7 til 70 Gcal/h (litt. 2) afhængig af bystørrelse og bebyggelsens koncentration. Størrelsen af de centraler, der vil blive bygget i fremtiden, vil antagelig holde sig inden for samme område. Et typisk eksempel er en central med en maksimaleffekt på 5 Gcal/h (5,8 MW) ab central og en årsproduktion på 15 000 Gcal svarende til 600 - 800 forbrugere i en by på 2000 - 2500 indbyggere. Mod undersøgelsesperiodens slutning (1984) vil elforbruget i en by som denne antagelig være af størrelsesorden 5000 kWh/indb. (jvf. prognoserapporten, litt. 7) hvilket med en benyttelsestid på 3000 - 4000 h giver et elmaksimum på 3 - 4 MW. Tænker man sig nu, at varmecentralen indrettes for både oliefyring og elopvarmning (hvilket installationsmæssigt skulle være ret enkelt og billigt), vil der i nattetimerne og måske også på andre tidspunkter kunne regnes at være eleffekt til rådighed til at dække centralens behov, uden at der kræves netforstærkninger. Hvorvidt en sådan levering kan blive aktuel vil naturligvis helt afhænge af den pris, elenergien kan leveres til.

Ifølge brændselsgruppen kan der regnes med en oliepris til kraftværkerne på 8 kr/Gcal; for olie leveret til varmecentralerne må der regnes med en noget højere pris f.eks. 10 - 11 kr/Gcal (8,5 - 9,5 kr/MWh). Produktionsomkostningerne for elenergi fra kernekraftværker vil i 1984 være af samme størrelse i henhold til brændsels- og kraftværksgruppens antagelser. Regnes der f.eks. med varmeforbrug 2700 kcal/kWh og energiafhængige brændselsudgifter 2,35 kr/Gcal, fås en brændselsudgift på 6,35 kr/MWh, hertil skal lægges 2,30 kr/MWh for energiafhængige drifts- og vedligeholdelsesudgifter samt et tillæg på f.eks. 10 % for nettab. Det giver ialt 9,5 kr/MWh svarende til 11 kr/Gcal.

(Der er forudsat samme kedelvirkningsgrad hvad enten energien tilføres som olie eller som elektricitet; i virkeligheden må virkningsgraden regnes at være noget højere ved elopvarmning, hvor man ikke har skorstenstab).

I 1970 er de nukleare brændselsudgifter prognoseret noget højere (ca. 4,0 kr/Gcal) hvilket fører til en produktionspris for (nat-)energi leveret til varmecentralen på ca. 17 kr/Gcal.

Det er naturligvis en forudsætning, at energien kun aftages, når kernekraftenheden eller overføringssystemet ikke er fuldladet, således at man kan se bort fra effektomkostninger. Derimod må der tages hensyn til de ekstra investeringer, der kræves på fjernvarmeverket for elektrovarmeinstallationerne; disse vil dog formodentlig kun give en beskednen forøgelse af varmecentralens kapitaludgifter. I dag udgør prisen for selve kedelanlægget kun ca. 1/4 af de samlede anlægsomkostninger, der for en central som ovennævnte med en effekt på 5 Gcal/h vil være omkring 2,5 millioner kr. Flere andre faktorer må drages ind i sammenligningen, hvis grundlaget skal være komplet. Det vil dog føre for vidt her at gå ind på en detaljeret vurdering, men ovenstående tal viser, at olieprisen og elprisen for overskudsenergi fra kernekraftværker kan blive af samme størrelsesorden. En omlægning til eldrift på varmecentralerne, fremtunget af oliemangel, må derimod betragtes som meget usandsynlig ifølge brændselsgruppen, der ikke forudser oliemangel i dette århundrede.

Betragter man landet som helhed, skulle elbelastningen i 1984 kunne nå godt 10 000 MW (se litt. 7, "høj prognose"). Regnes den elektriske belastning om natten i vinterhalvåret (fyringsæsonen) at være 30 % vil den ledige effekt være 70 % eller 7000 MW.

Varmemaksimum er ved et samlet varmeforbrug til bolig og erhverv på 100 TWh og en benyttelsestid på 3000 h lig 33 000 MW.

Natbelastningen er antagelig 40 - 50 % heraf eller ca. 15 000 MW.

Selv om man kun forudsætter, at en mindre del heraf egner sig for omskiftning til elektricitet, vil der dog sikkert uden vanskelighed kunne skaffes natbelastning til alle kernekraftværker, hvis blot disses energipris er tilstrækkelig lav. Det må her erindres, at man selv under de mest optimistiske antagelser om kernekraftværkerne ikke kan få mere end ca. halvdelen af den installerede effekt som kernekraft i 1984, og der bliver derfor ikke tale om 7000 MW overskudseffekt.

En anden mulighed er ren eldrift ved indførelse af akkumulerende anlæg enten i varmecentralerne eller hos forbrugerne. Interessen for at installere sådanne anlæg må øges væsentlig, hvis der kommer kernekraftværker på nettet, idet forholdet mellem nettets marginalpris om natten (hvor kernekraftenhederne ikke er fuldladet) og om dagen vil blive under 0,5. I dag kommer dette forhold sjældent under 0,7 og på et fremtidigt stadium med rent konventionel udbygning næppe under 0,9, når der bortses fra spidsbelastningsperioder, hvor der indsættes ældre maskiner eller gasturbiner.

Forudsættes der en vandakkumulator, og regnes der med, at elektriciteten aftages i 8 af døgnets 24 timer samt forudsættes 50°C nedkøling, bliver nødvendigt vandvolumen 275 l pr. kW maksimum. For den ovenfor (side 13) nævnte varmecentral på 5,8 MW (5 Gcal/h) vil der kræves en akkumulator på 1600 m³ og for et 1-families hus en akkumulator på et par m³.

Det skulle ikke volde særlige installationsmæssige problemer. Problemet for de akkumulerede anlæg bliver snarere at få den nødvendige el-effekt stillet til rådighed, idet der ved 8 timers natopvarmning kræves en el-effekt

svarende til ca. 3 gange den maksimale varmebelastning. I det tidligere (side 13) diskuterede eksempel med et varmekværk med maksimaleffekt 5 Gcal/h (5,8 MW) skal der således installeres varmelegemer på ca. 17 MW. Da byens øvrige elbelastning som nævnt kun kan regnes at blive 3-4 MW vil der kræves betydelige netforstærkninger, hvis varmeløseringen fuldt ud skal baseres på akkumulering. 1-families huse med akkumulerende anlæg vil kræve tilsvarende forstærkninger af lavspændingsnettet.

LITTERATUR
=====

1. Rådet for Kraft- og Varmeforsyning. Årsberetning 1960
2. P. OLUFSEN: Fjernvarmeøkonomi. Ingeniøren nr. 21, 1964.
3. Statistisk Årbog. Det statistiske Departement. 1963-64.
4. Statistisk Tabelværk 1963: V
A. Folke- og boligtal i kommuner og bymæssige bebyggelser
1960. Det statistiske Departement.
5. Statistisk Tabelværk 1964.
C. Bolig og husstandsundersøgelse 1960.
Det statistiske Departement.
6. Betænkning fra Kraft-Varme-Udvalget.
Danske Elværkers Forening. 1961.
7. Elsam-Kraftimportundersøgelsen:
Rapport fra prognosearbejdsgruppen. Sept. 1964.

ELSAM-KRAFTIMPORT UNDERSØGELSEN 1964/65	Bilag F-1
Boligprognose og boligopvarmningsbehov	Fjernvarmegruppen
	18. maj 1965

Boligprognose

År		1960	1974	1984
Antal lejligheder med				
Central- eller fjernvarme	1-fam. huse m.v.	331 000	835 000	1190 000
	Etageejendomme	357 000	580 000	760 000
Anden opvarmning	1-fam. huse m.v.	496 000	350 000	250 000
	Etageejendomme	276 000	200 000	100 000
Ialt		1460 000	1965 000	2300 000

Forventet specifikt boligopvarmningsbehov
Tallene er brutto inklusive varmtvandsforsyning.

Central- eller fjernvarme	1-fam. huse m.v.	30 Gcal pr. lejlighed og år				
	Etageejendomme	20	"	"	"	"
Anden opvarmning	1-fam. huse m.v.	17	"	"	"	"
	Etageejendomme	13	"	"	"	"

ELSAM-KRAFTIMPORT UNDERSØGELSEN 1964/65	Bilag F-2
Opvarmning og fordeling af boliger	Fjernvarmegruppen
	18. maj 1965

Opvarmning af boliger. 1960 (Litt. 5)

Område	Antal lejligheder	Heraf med central- eller fjernvarme	Heraf med anden opvarmning
Hovedstadsområde	472 000	270 000	202 000
Byer iøvrigt	546 000	298 000	248 000
Landdistrikter m.v.	445 000	120 000	322 000
Ialt	1463 000	688 000	772 000

Lejlighedernes fordeling på byer, forstæder etc. (Litt. 4)

Område	Antal lejligheder
Hovedstaden (Kbh., Fr.berg, Gentofte)	351 388
Hovedstadens forstæder	104 584
Hovedstadens omegnskommuner	25 600
Provinsbyer	419 520
Provinsbyers forstæder	56 221
Bymæss. bebyggelse med over 1000 indbyggere	78 102
Bymæss. bebyggelse med under 1000 indbyggere	114 403
Landdistrikter	331 160
Ialt	1480 978 x)

x) Summen er inklusive klubværelser og direkte udlejede værelser i modsætning til tabel 3.

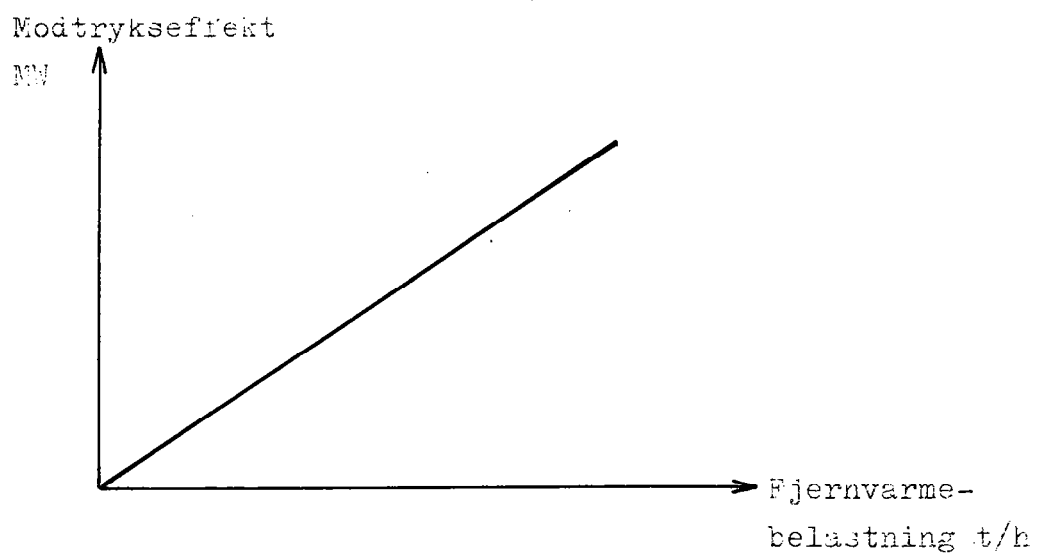
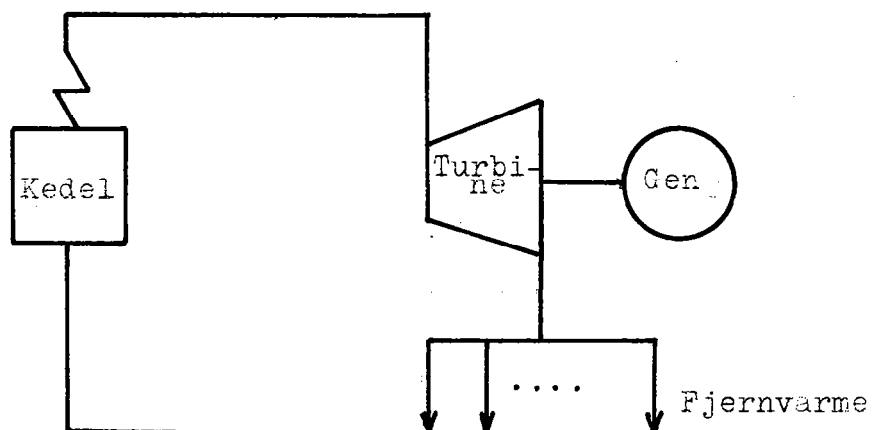
ELSAM-KRAFTIMPORT UNDERSØGELSEN 1964/65	Bilag F-3
ELSAM Prognose for fjernvarmens tilslutningsværdi	Fjernvarmegruppen
	18. maj 1965

By Værk	Ålborg Nord- kraft (Gcal/h)	Randers Randers komm. Elværk (Gcal/h)	Århus Midt- kraft (Gcal/h)	Esbjerg Vest- kraft (Gcal/h)	Odense Fyns- værket (Gcal/h)	Ialt (Gcal/h)
År						
1964/65	155	127	292	176	210	960
65	162	132	298	189	233	1014
66	169	138	304	201	255	1067
67	176	143	310	215	288	1132
68	184	148	316	228	300	1176
69	191	153	322	240	321	1227
70	198	158	328	250	345	1279
71	205	164	334	256	367	1326
72	212	169	340	262	368	1351
73	220	175	346	268	368	1377
74	227	181	346	274	369	1397
75	234	187	346	280	370	1417
76	242	193	346	286	370	1437
77	249	199	346	292	371	1457
78	256	205	346	398	371	1476
79	263	211	346	304	372	1496
80	270	216	346	310	373	1515
81	278	222	346	316	373	1535
82	285	228	346	322	374	1555
83	292	234	346	328	374	1574
84	300	240	346	334	375	1595

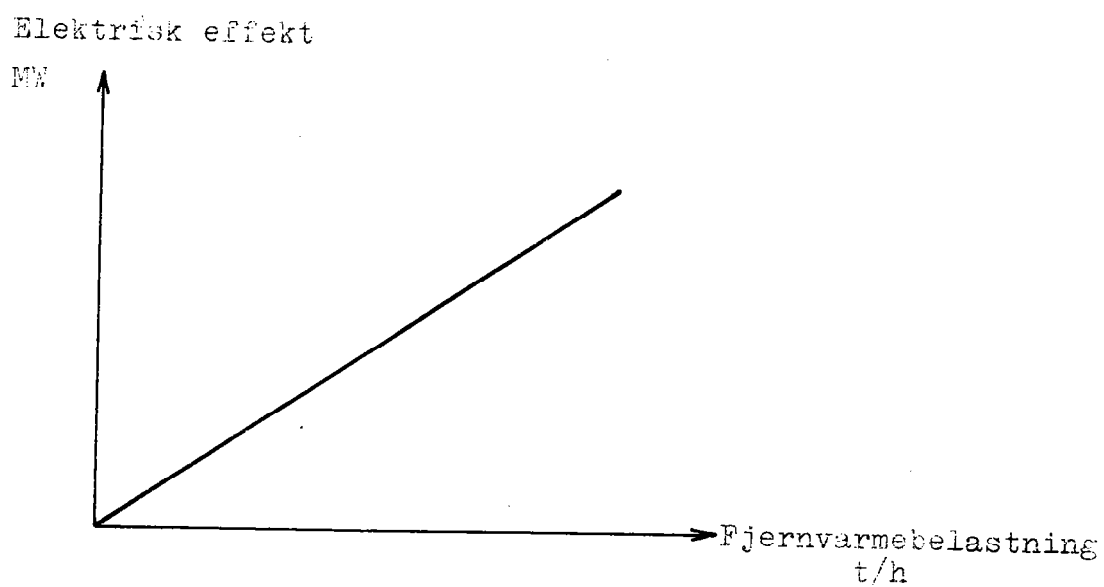
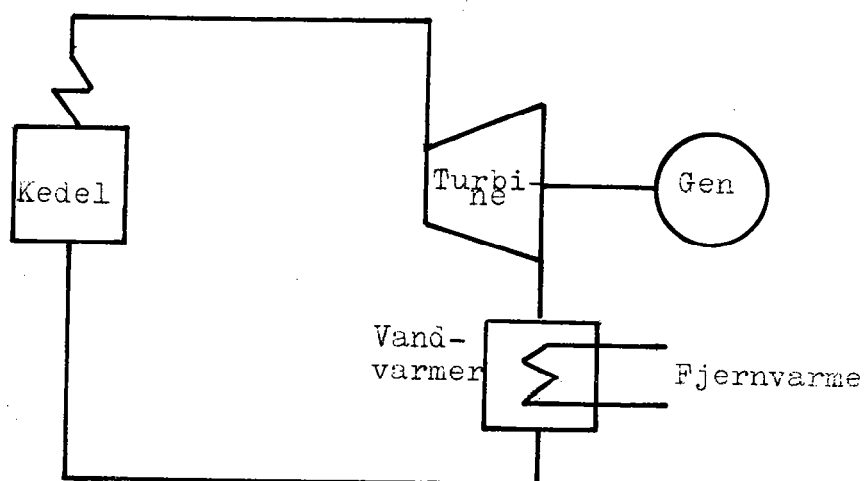
ELSAM-KRAFTIMPORT UNDERSØGELSEN 1964/65	Bilag F-4
København Prognose for fjernvarmens tilslutningsværdi	Fjernvarmegruppen 18. maj 1965

År	Damp (Gcal/h)	Vand		Ialt (Gcal/h)
		Eksist. anlæg (Gcal/h)	Amager (Gcal/h)	
1964/65	666	171	-	837
65	711	182	6	899
66	741	193	20	954
67	771	204	45	1020
68	801	215	70	1086
69	831	226	95	1152
70	861	237	120	1218
71	891	248	136	1275
72	921	259	151	1331
73	951	270	166	1387
74	981	281	181	1443
75	1011	292	196	1499
76	1041	303	209	1553
77	1066	313	222	1601
78	1088	323	235	1646
79	1107	333	247	1687
80	1124	342	258	1724
81	1138	351	268	1757
82	1150	360	278	1788
83	1160	369	287	1816
84	1168	377	295	1840

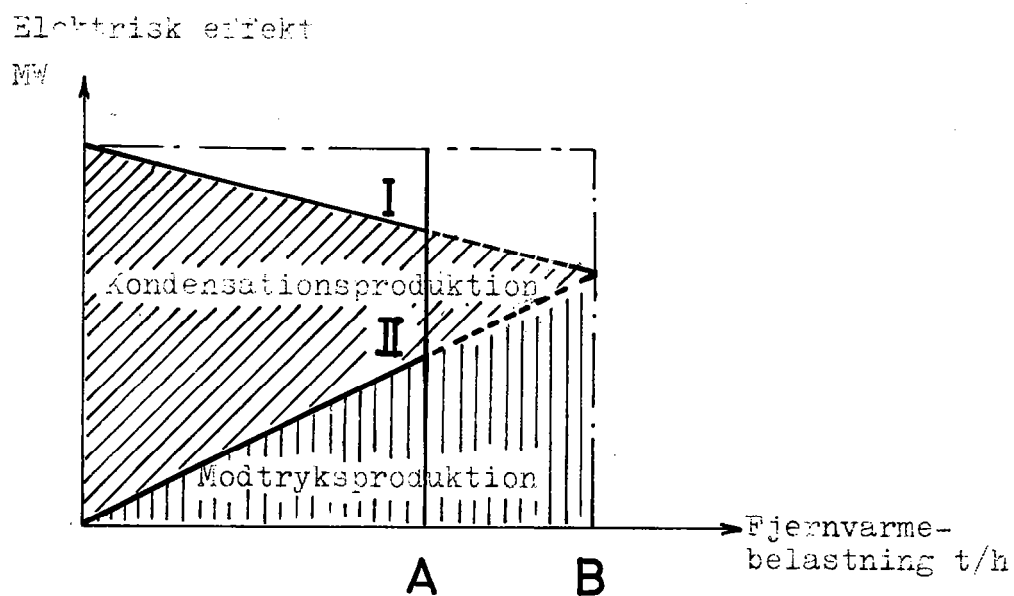
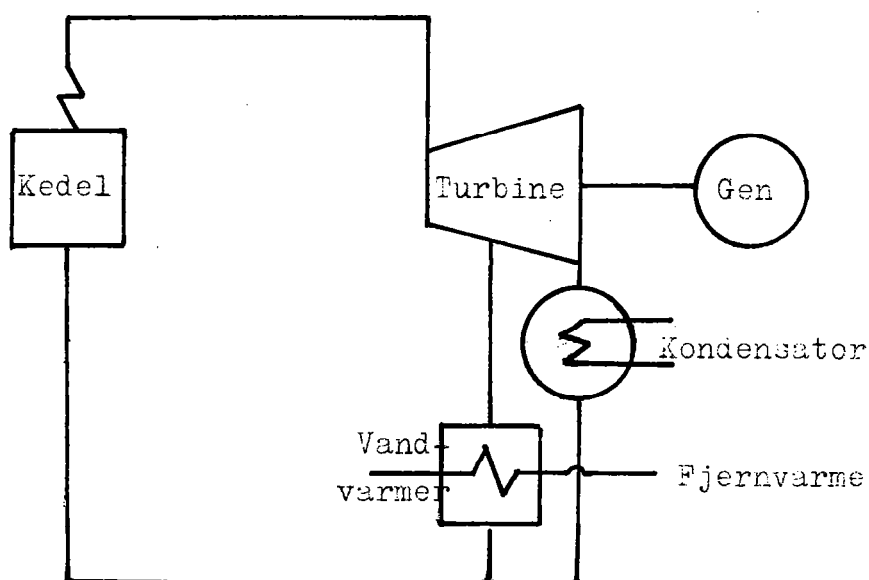
ELSAM-KRAFTIMPORT UNDERSØGELSEN 1964/65	Bilag F-5
Modtryksturbin	Fjernvarmegruppen
	19. marts 1965

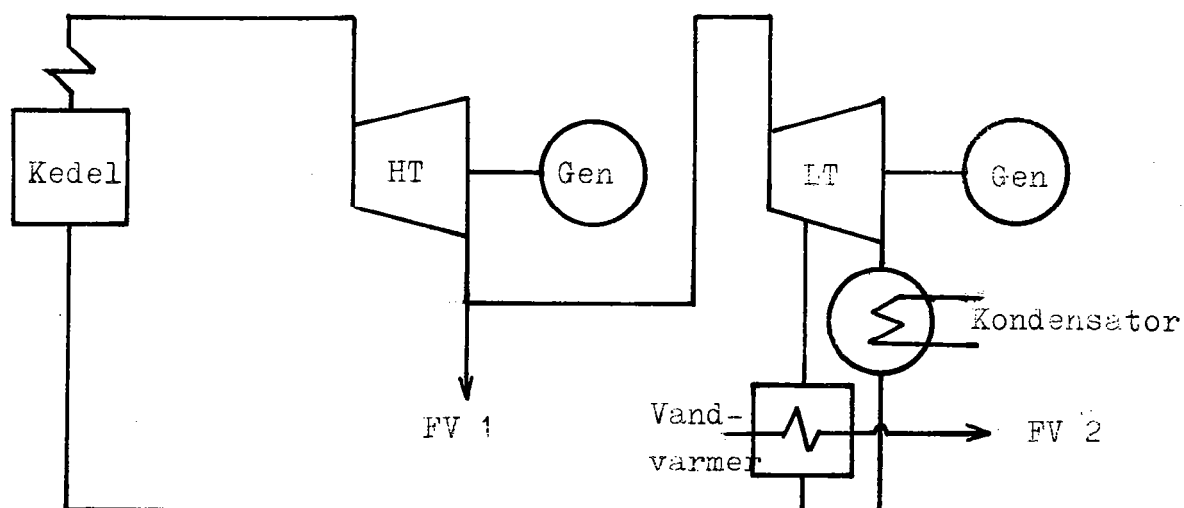


ELSAM-KRAFTIMPORT UNDERSØGELSEN 1964/65	Bilag F-6
Varmeturbine	Fjernvarmegruppen
	19. marts 1965



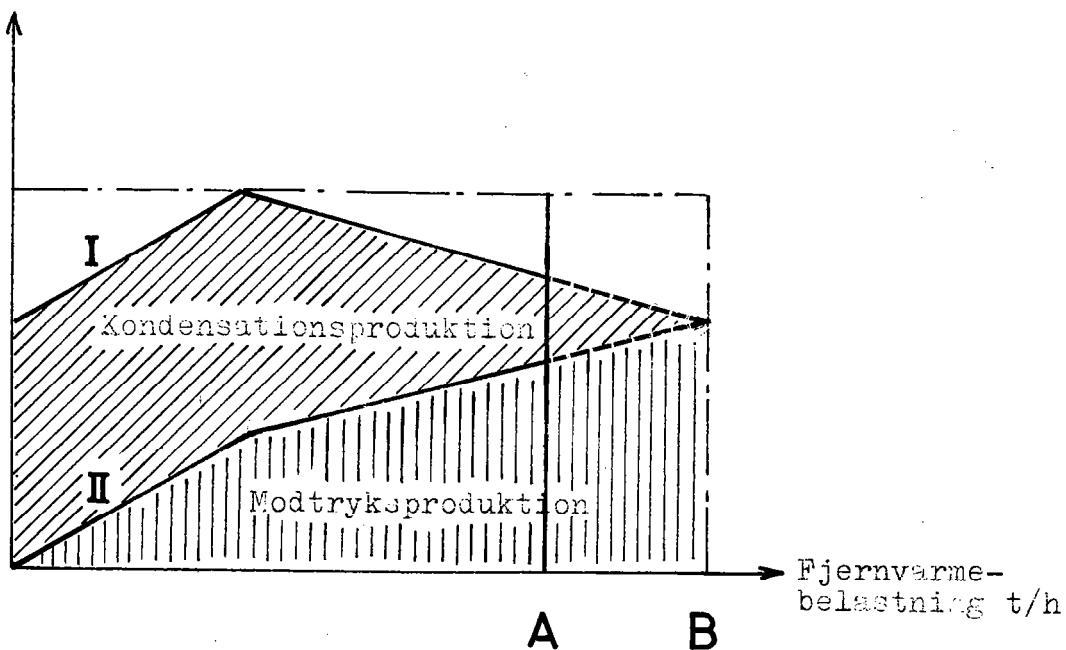
ELSAM-KRAFTIMPORT UNDERSØGELSEN 1964/65	Bilag F-7
Udtagsturbine	Fjernvarmegruppen
	19. marts 1965



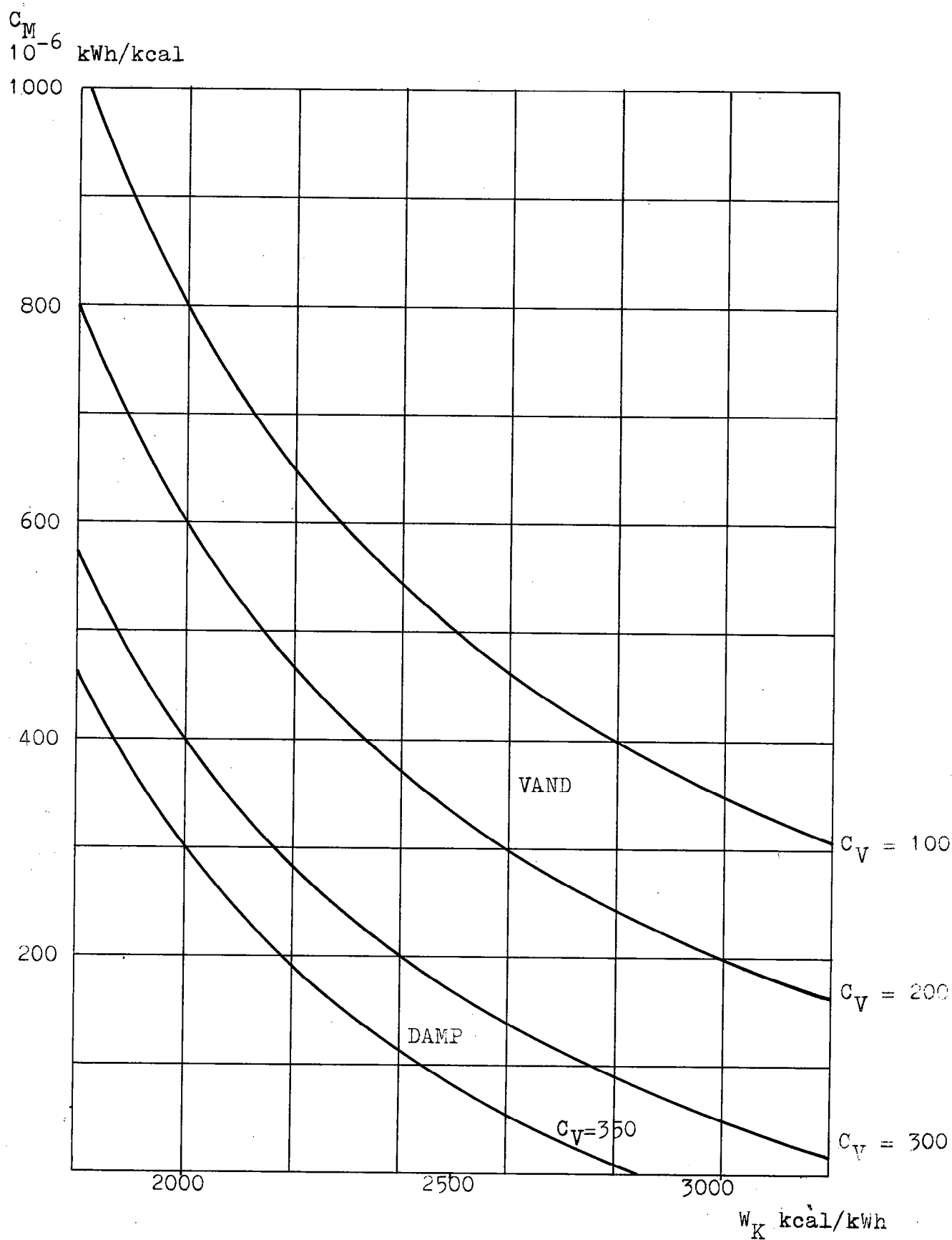


Elektrisk effekt

MW



ELSAM-KRAFTIMPORT UNDERSØGELSEN 1964/65	Bilag F-9
C_M som funktion af W_K ($W_M = 1000 \text{ kcal/kWh}$)	Fjernvarmegruppen
	19. marts 1965



ELSAM
Prognose for fjernvarmetilslutning
for byer med kraftvarmeproduktion

Fjernvarmegruppen

19. marts 1965

Tilslutningsværdi

Gcal/h

↑

1500

1000

500

0

1965/66

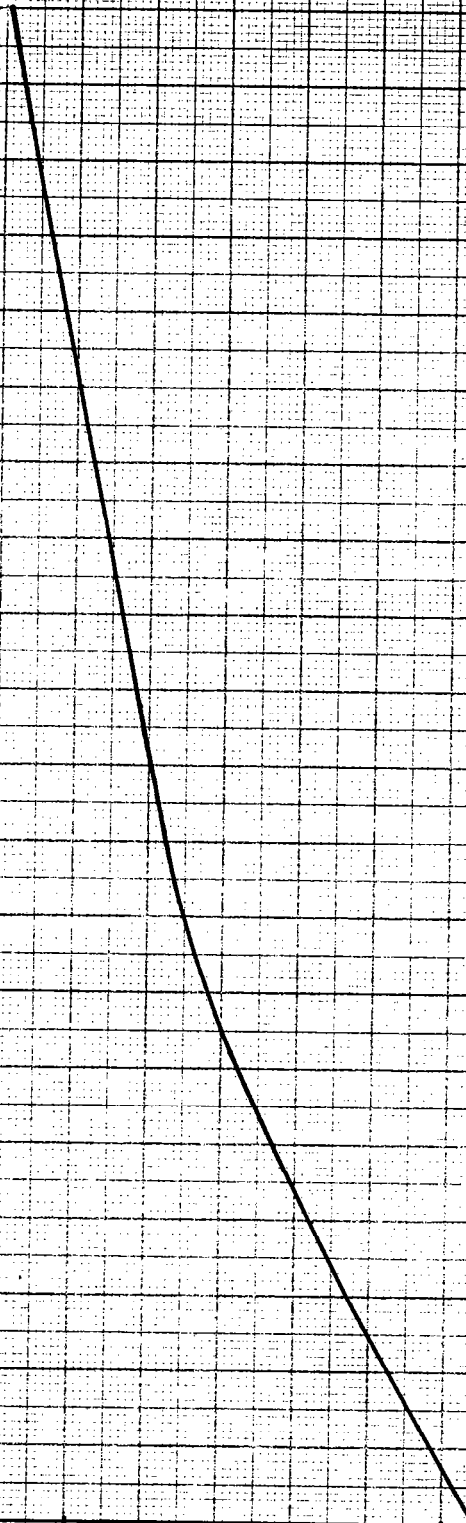
70

75

80

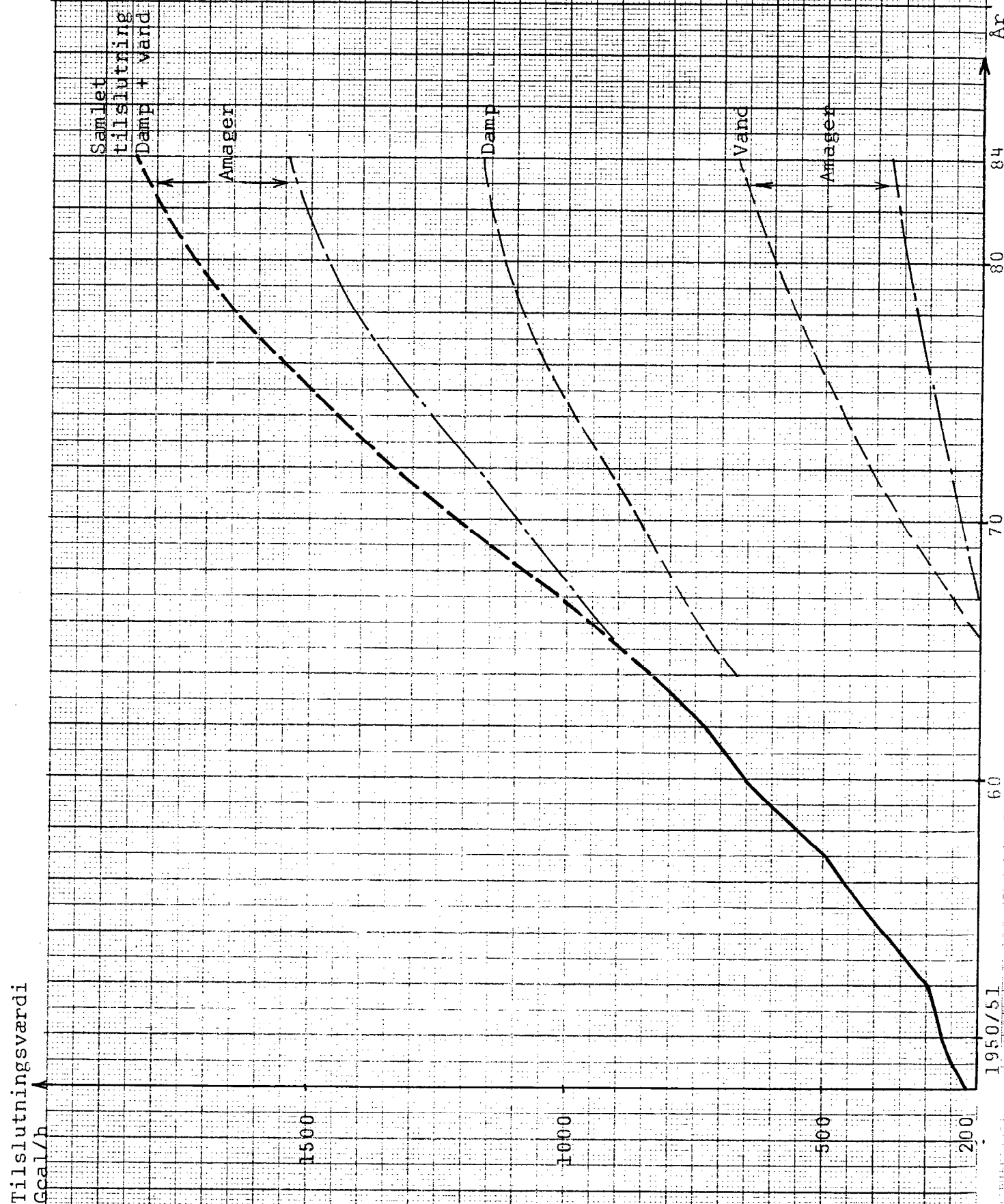
84

År



København
Prognose for fjernvarmetilslutning

Fjernvarnegruppen
19. marts 1965



ELSAM-KRAFTIMPORT UNDERSØGELSEN 1964/65	Bilag F-12
ELSAM Maksimal fjernvarmebelastning som kan dækkes af modtryksanlæg	Fjernvarmegruppen
	18. maj 1965

År \ Værk	Nord- kraft (Gcal/h)	Randers komm. Elværk (Gcal/h)	Midt- kraft (Gcal/h)	Vest- kraft (Gcal/h)	Fyns- værket (Gcal/h)	Ialt ELSAM (Gcal/h)
1964/65	103	85	195	117	140	640
65	108	88	199	126	156	677
66	113	92	202	134	170	711
67	117	95	206	143	185	746
68	123	99	210	152	200	784
69	127	103	214	160	215	819
70	132	103	218	160	230	843
71	137	103	222	160	245	867
72	141	103	226	160	245	875
73	147	103	230	160	245	885
74	151	103	230	160	245	889
75	156	103	230	160	245	894
76	161	103	230	160	245	899
77	166	103	230	160	245	904
78	171	103	230	160	245	909
79	175	103	230	160	245	913
80	180	103	230	160	245	918
81	185	103	230	160	245	923
82	190	103	230	160	245	928
83	195	103	230	160	245	933
84	200	103	230	160	245	938

ELSAM-KRAFTIMPORT UNDERSØGELSEN 1964/65	Bilag F-13
København Maksimal fjernvarmebelastning som kan dækkes af modtryksanlæg	Fjernvarmegruppen
	18. maj 1965

År	Damp (Gcal/h)	Vand		Ialt (Gcal/h)
		Eksist. anlæg (Gcal/h)	Amager (Gcal/h)	
1964/65	416	96	-	512
65	444	103	-	547
66	462	109	-	571
67	480	115	-	595
68	485	121	-	606
69	489	127	28	644
70	494	134	68	696
71	498	140	77	715
72	502	146	85	733
73	507	152	94	753
74	511	158	102	771
75	515	165	110	790
76	520	171	118	809
77	583	177	125	885
78	590	182	132	904
79	595	188	139	922
80	601	193	145	939
81	607	198	151	956
82	608	203	157	968
83	609	208	162	979
84	610	213	166	989

ELSAM-KRAFTIMPORT UNDERSØGELSEN 1964/65	Bilag F-14
ELSAM Modtryksbelastning (Årsmaksimum ved normal vinter)	Fjernvarmegruppen
	18. maj 1965

År \ Værk	Nord- kraft (MW)	Randers komm. Elværk (MW)	Midt- kraft (MW)	Vest- kraft (MW)	Fyns- værket (MW)	Ialt ELSAM (MW)
1964/65	37,2	30,5	70,1	42,2	51,5	231,5
65	38,9	31,7	71,5	82,0	56,0	280,1
66	40,5	33,2	73,0	86,8	61,4	294,9
67	42,2	34,3	74,5	93,1	69,1	313,2
68	44,2	35,6	75,9	98,7	130,0	384,4
69	45,9	36,9	77,3	104,0	139,0	403,1
70	47,8	36,9	78,7	104,0	149,3	416,7
71	49,2	36,9	80,1	104,0	159,5	429,7
72	51,0	36,9	81,5	104,0	159,5	432,9
73	52,8	36,9	83,0	104,0	159,5	436,2
74	54,5	36,9	83,0	104,0	159,5	437,9
75	56,1	36,9	83,0	104,0	159,5	439,5
76	58,0	36,9	83,0	104,0	159,5	441,4
77	59,8	36,9	83,0	104,0	159,5	443,2
78	61,5	36,9	83,0	104,0	159,5	444,9
79	63,1	36,9	83,0	104,0	159,5	446,5
80	64,8	36,9	83,0	104,0	159,5	448,2
81	66,7	36,9	83,0	104,0	159,5	450,1
82	68,5	36,9	83,0	104,0	159,5	451,9
83	70,0	36,9	83,0	104,0	159,5	453,4
84	72,0	36,9	83,0	104,0	159,5	455,4

ELSAM-KRAFTIMPORT UNDERSØGELSEN 1964/65	Bilag F-15
København Modtryksbelastning (Årsmaksimum ved normal vinter)	Fjernvarmegruppen 18. maj 1965

År	Damp (MW)	Vand		Ialt (MW)
		Eksist. anlæg (MW)	Amager (MW)	
1964/65	54,9	29,6	-	84,5
65	58,9	31,3	-	90,2
66	61,5	32,2	-	93,7
67	64,0	33,0	-	97,0
68	64,6	33,9	-	98,5
69	65,3	34,8	18,3	118,4
70	65,9	35,7	44,0	145,6
71	66,6	36,5	49,9	153,0
72	67,2	37,4	55,4	160,0
73	67,8	38,3	60,9	167,0
74	68,4	39,2	66,3	174,0
75	69,0	40,1	71,8	180,9
76	69,6	41,0	76,6	187,2
77	78,3	54,8	81,4	214,5
78	79,3	56,5	86,2	222,0
79	80,1	58,2	90,6	228,9
80	80,9	59,9	94,6	235,4
81	81,6	61,6	98,3	241,5
82	81,8	62,3	101,8	245,9
83	82,1	63,0	105,1	250,2
84	82,2	63,7	108,1	254,0

ELSAM-KRAFTIMPORT UNDERSØGELSEN 1964/65	Bilag F-16
ELSAM	Fjernvarmegruppen
Minimal modtryksbelastning	10. marts 1965

Elværk	Midtkraft (MW)							Vestkraft (MW)							Fynsværket (MW)						
5 6	1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6	
3 5	20	32	29	18	7	11		12	19	18	11	4	7		14	23	21	13	5	8	
3 5	20	32	30	18	8	11		23	37	34	21	9	13		16	25	24	14	6	9	
3 5	21	33	31	19	8	11		25	39	37	22	9	14		17	28	26	16	6	9	
4 6	21	34	31	19	8	12		26	42	39	24	10	14		19	30	28	17	7	10	
4 6	22	34	32	19	8	12		28	44	41	25	10	15		37	59	55	33	14	20	
4 6	22	35	32	20	8	12		30	47	44	27	11	17		40	63	59	35	15	22	
4 6	22	35	33	20	8	12		31	49	46	28	11	18		43	68	63	38	16	23	
4 6	23	36	34	20	8	12		32	50	47	28	12	18		46	72	67	41	17	25	
4 7	23	37	34	21	9	13		32	51	48	29	12	19		46	72	67	41	17	25	
4 7	24	37	35	21	9	13		33	52	49	30	12	19		46	72	67	41	17	25	
5 7	24	37	35	21	9	13		34	54	50	30	12	20		46	72	67	41	17	25	
5 7	24	37	35	21	9	13		35	55	51	31	13	20		46	72	67	41	17	25	
5 8	24	37	35	21	9	13		35	56	52	32	13	20		46	72	67	41	17	25	
5 8	24	37	35	21	9	13		36	57	53	32	13	21		46	72	67	41	17	25	
5 8	24	37	35	21	9	13		37	58	54	33	14	21		46	72	67	41	17	25	
5 8	24	37	35	21	9	13		38	59	55	34	14	22		46	72	67	41	17	25	
5 9	24	37	35	21	9	13		38	61	56	34	14	22		46	72	67	41	17	25	
6 9	24	37	35	21	9	13		39	62	57	35	14	23		46	72	67	41	17	25	
6 9	24	37	35	21	9	13		40	63	59	36	15	23		46	72	67	41	17	25	
6 9	24	37	35	21	9	13		41	64	60	36	15	23		46	72	67	41	17	25	
6 10	24	37	35	21	9	13		41	65	61	37	15	25		46	72	67	41	17	25	

	Nordkraft (MW)						Randers kommu (MW)		
Periode *)	1	2	3	4	5	6	1	2	3
1964/65	11	17	16	9	4	6	9	14	13
65	11	18	16	10	4	6	9	14	13
66	12	18	17	10	4	6	9	15	14
67	12	19	18	11	4	7	10	15	14
68	13	20	19	11	5	7	10	16	15
69	13	21	19	12	5	7	10	17	15
70	14	21	20	12	5	7	11	17	16
71	14	22	21	13	5	8	11	18	17
72	15	23	21	13	5	8	12	18	17
73	15	24	22	13	6	8	12	19	18
74	16	25	23	14	6	8	12	20	18
75	16	25	24	14	6	9	13	20	19
76	17	26	24	15	6	9	13	21	19
77	17	27	25	15	6	9	14	21	20
78	17	28	26	16	7	10	14	22	21
79	18	29	27	16	7	10	14	23	21
80	18	29	27	17	7	10	15	23	22
81	19	30	28	17	7	10	15	24	22
82	19	31	29	17	7	11	16	25	23
83	20	32	29	18	7	11	16	25	24
84	21	32	30	18	8	11	16	26	24

*) Periode 1 = oktober, november
 2 = december, januar, februar
 3 = marts
 4 = april, maj
 5 = juni, juli, august
 6 = september

ELSAM-KRAFTIMPORT UNDERSØGELSEN 1964/65	Bilag F-17
København	Fjernvarmegruppen
Minimal modtryksbelastning	18. maj 1965

	Maskine 1 (MW)						Maskine 2 (MW)						Maskine 3 (MW)					
Periode x)	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1964/65	16	28	34	24	12	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
65	17	31	36	25	13	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
66	18	33	40	27	14	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
67	20	35	42	28	15	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
68	21	36	45	31	16	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
69	22	39	48	33	17	9	-	-	-	-	-	-	33	33	33	-	-	-
70	24	41	51	34	18	9	-	-	-	-	-	-	33	33	33	33	33	33
71	25	43	55	36	19	9	-	-	-	-	-	-	33	33	33	33	33	33
72	26	45	41	38	21	11	-	-	17	-	-	-	33	33	33	33	33	33
73	27	46	43	40	21	11	-	-	19	-	-	-	33	33	33	33	33	33
74	28	48	45	42	22	12	-	-	19	-	-	-	33	33	34	33	33	33
75	29	51	46	44	22	13	-	-	20	-	-	-	33	33	35	33	33	33
76	30	54	46	46	24	14	-	-	21	-	-	-	33	33	36	33	33	33
77	31	38	47	47	24	15	-	18	22	-	-	-	33	33	37	33	33	33
78	32	39	49	49	25	16	-	19	22	-	-	-	33	34	38	33	33	33
79	33	41	50	51	25	16	-	19	23	-	-	-	33	35	39	33	33	33
80	34	42	52	52	25	16	-	20	23	-	-	-	33	36	40	33	33	33
81	36	44	52	54	26	16	-	21	23	-	-	-	33	36	40	33	33	33
82	37	45	53	55	27	16	-	21	24	-	-	-	33	37	41	33	33	33
83	38	46	55	56	27	16	-	22	24	-	-	-	33	38	42	34	33	33
84	39	46	56	56	28	16	-	23	25	-	-	-	33	39	42	34	33	33

x) Periode 1 = Oktober

" 2 = November

" 3 = December, Januar, Februar, Marts

" 4 = April

" 5 = Maj

" 6 = Juni, Juli, August, September