

ELSAM

Marts 1976

PFB-76/4c

OU - 19.3.76

DU - 5.4.76

Bestyrelsesmøde, den 22. april 1976

pkt. 6

Forslag til

Effektudvidelsesplan 1976

Indhold

Resumé og indstilling

Litteraturhenvisning

1- Belastningsforhold

1.1- Elværkernes rolle i energiforsyningen

1.2- Forskellige belastningsprognoser

1.3- Prognose til planlægningsformål

1.4- Fjernvarme

2- Udbygningsplaner

2.1- Eksisterende og planlagte enheder

2.2- Udbygningsmuligheder

2.3- Reservekrav, enhedsstørrelser

2.4- Forslag vedr. effektudbygning

2.5- Brændselslagre og havne

3- Driftsforhold

3.1- Udlandet

3.2- Brændselsforsyning og -beholdninger

3.3- Anlæg i langtidsreserve

Bilag

- 1 - Energisalg pr. måned
- 2 - Energisalg, 12 mdr. glidende gennemsnit
- 3-6 - Belastningskurver, prognoser
- 7 - Benyttelsestid
- 8 - Belastningstabeller
- 9 - Eksisterende og planlagte enheder
- 10 - Pålidelighed, kurver
- 11 - Muligheder for råenergi til forbrug, skema
- 12-14 - Nødvendig effekttilgang, tabeller
- 15 - Nuværende og planlagt tankkapacitet
- 16 - Nuværende og planlagt kulpladskapacitet
- 17 - Havneforhold
- 18 - Tankkapacitet i mdr.s gennemsnitsforbrug
- 19 - Kulpladskapacitet i mdr.s gennemsnitsforbrug

Resumé og indstilling

Fastlæggelsen af en belastningsprognose er denne gang meget vanskelig. Det er en udbredt stemning, at lave belastningsstigninger er både ønskelige og sandsynlige. På den anden side er der fortsat ønsker om en høj levestandard og normal beskæftigelse, og der er ikke truffet konkrete forholdsregler, som kan sandsynliggøre, at den velkendte sammenhæng mellem elbelastning og samfundsøkonomi sættes ud af kraft.

I denne situation skønnes det rimeligt at bygge på den forholdsvis lave stigning (6,85% om året), som fremkommer ved at lade de seneste års reducerede belastningsstigninger indgå i vor hidtidige prognosemetode. På grund af usikkerheden vurderes også forholdene med øvre og nedre grænse af prognosen i KK II (8,6% og 6% årlig stigning).

Ud fra disse forudsætninger bliver tilgang af ny effekt nødvendig tidligst i 1982 og senest i 1985.

Med denne udvidelsesplan skal der kun tages endelig stilling til effekttilgang frem til 1982. På baggrund af, at det formentlig kun vil kunne blive aktuelt med en forholdsvis lille effekttilgang i dette år og med mulighederne for installation af effekt med relativt kort varsel, anses det for forsvarligt at indstille:

at der med denne udvidelsesplan ikke tages endelig stilling til ny effekt for 1982.

For den efterfølgende 5-års periode gælder, at folketinget endnu ikke har taget stilling til, om der må bygges nukleare anlæg i Danmark. Endvidere anses det for sandsynligt, selv med en hurtig stillingtagen i folketinget, at nukleare anlæg først vil kunne idriftsættes i 1985. Der bliver derfor behov for anden effekt inden dette tidspunkt, og det indstilles:

at de igangværende undersøgelser i samarbejde med Kraftimport vedrørende kombineret produktion af el og varme færdiggøres snarest muligt.

at NWK's bygning af et luftmagasinkraftværk fremdeles følges opmærksomt i overensstemmelse med vedtagelse af udvidelsesplan 1975.

at de i udvidelsesplan 1974 vedtagne indledende undersøgelser vedrørende udvidelse på Studstrupværket, Skærbækværket og Vestkraft videreføres.

at arbejdet med nukleare anlæg i samarbejde med Kraftimport videreføres med henblik på at kunneordre det første nukleare anlæg, så snart de nødvendige beslutninger herom er truffet i folketinget.

Med de planlagte udvidelser vil lagerkapaciteten i 1979 være ca. 1,9 Mt olie og ca. 2,1 Mt kul, hvilket med økonomisk optimal kulfyring med den pr. 1.1.1976 gældende prisforskel mellem kul og olie er over 1 års forbrug. En yderligere udbygning af lagerkapaciteten anses ikke for nødvendig inden for de nærmeste år, bortset fra de kulpladsudvidelser, som en eventuel ombygning til kulfyring kan indebære.

En undersøgelse af konsekvenser af ombygning af Skærbækværkets eller Vestkrafts 250 MW blokke er igang.

Med de planlagte udvidelser på Enstedværket anses havnekapaciteten indtil videre for tilstrækkelig.

I oliekrisens kølvand er der opstået en betydelig offentlig interesse for energiøkonomi og indenlandsk energifremstilling. Efter de foreløbige undersøgelser kan mulighederne vurderes således:

Fjernvarme : Kombineret produktion af el og varme er energiøkonomisk gunstig, men medfører bunden produktion, som kan give visse driftsmæssige problemer. For det jysk-fynske område som helhed har fjernvarmeproduktionen hidtil været omtrent så stor som driftsmæssigt forsvarligt uden særlige foranstaltninger, f.eks. til energiakkumulering. En væsentlig forøgelse af fjernvarmeproduktionen kan kun finde sted i takt med forøgelsen i elproduktion. I boligministeriets oplæg til varmeplan [9] foreslås gennemført en række undersøgelser til nærmere belysning af mulighederne for forøget kombineret produktion af el og varme.

Konsekvenserne af at udbygge systemet med særlige enheder til kombineret produktion af el og varme, fortrinsvis uden regulerbar elproduktion, undersøges for tiden bl.a. af Elværkernes Energiudvalg. Følgende typer vurderes:

- store dampkraftenheder (100-300 MW)
- små dampkraftenheder (20- 30 MW)
- dieselenheder
- kombinationer, f.eks. diesel/damp

Det er endnu for tidligt at referere resultater fra disse undersøgelser.

Energilagring

: Den meget lave elbelastning om natten i Danmark vanskeliggør gennemførelsen af de fleste forslag om energiøkonomiske forbedringer. Elværkerne må derfor være stærkt interesserede i at få undersøgt mulighederne for og udgifterne til lagring af el eller varme på ét tidspunkt og forbrug på et andet. Lagringen kan finde sted på producentniveau (luftmagasiner, Norge) eller hos forbrugere. Undersøgelser og udvikling på disse områder må derfor være i overensstemmelse med elværkernes interesse.

Vindkraft

: Ud fra et driftsmæssigt synspunkt er vindkraft i betydelende omfang en grad mere problemfyldt end fjernvarmens bundne produktion. Produktionen i et vindkraftsystem må betegnes som uforudsigelig, hvorfor vindkraft næppe kan tænkes at indgå i elsystemet uden energiakkumulering. En konstruktiv forskning på disse områder må hilses velkommen, men der vil gå en årrække, før det kan blive aktuelt at skulle beslutte bygning af vindkraftanlæg i større målestok.

Litteraturhenvisning

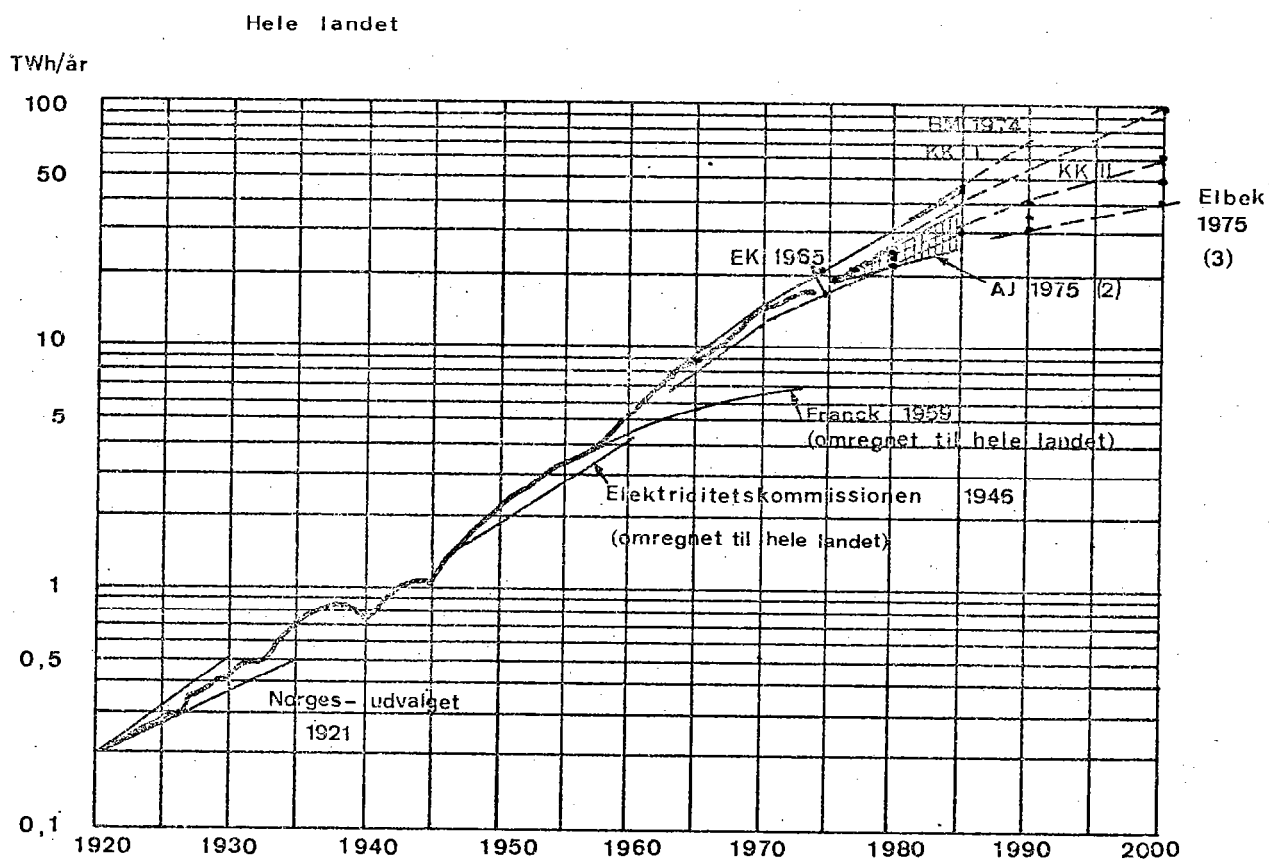
- 1 - Udviklingen i energiforbruget og energipolitiske aktiviteter
Handelsministeriet, april 1975.
- 2 - Udviklingen i elforbruget og i elværkernes kapacitet.
Handelsministeriets analyse- og prognoseudvalg,
januar 1975.
- 3 - Bent Elbek, Uffe Korsbech.
Dansk Energipolitik
Hen mod et stabilt højeenergisamfund
Teknisk Forlag, 1975.
- 4 - KK II - DEF - august 1975.
- 5 - Nordels Planlægningskomite, rapport nr. 3/1975.
Reserveeffektdimensionering i Nordelsystemet.
- 6 - Samme, rapport nr. 3/1974.
Gemensam störningsreserv i Nordel-systemet.
7. Energioplysningsudvalget, grundbog nr. 3.
8. Danmarks Energiøkonomi, (DIF - SRT pjece nr. 3).
9. Oplæg til en varmeplan for Danmark
Boligministeriets opvarmningsmetodeudvalg, dec. 1975

1.1 - Elværkernes rolle i energiforsyningen

Indtil de seneste år har det været elværkernes primære mål at kunne dække deres forbrugeres behov for elektricitet på en økonomisk og driftssikker måde. For en del kraftværker, der af historiske eller belastningsmæssige årsager lå i de større bysamfund, var det endvidere et formål at levere fjernvarme til disse bysamfund, og dermed hæve den nyttiggjorte energi's andel, medens man ved lokaliseringen af nye kraftværker ikke tog hensyn til fjernvarmeleverance, da primærenergi var til stede billigt og i rigeligt udbud. Da valutaforbruget til energiimporten med de billige priser ikke var særligt trykkende, og der ingen alvorlig forsyningskrise havde været i mange år, var elværkerne stort set alene om at føre energipolitik med hensyn til, om enhederne skulle kunne fyres med kul og/eller olie. Derudover fandtes en aftale med handelsministeriet om mindstemængder af brændsel, der skulle være på lager ved værkerne. I øvrigt byggedes værkerne ud efter en regressionslinie baseret på stigningen i de foregående 10 år. Med de ret konstante stigninger gav det rimeligt nøjagtige prognoser for udviklingen i de næste 5-6 år, som byggetiden incl. forberedelse var.

Forsyningskrisen i vinteren 73/74 afslørede, hvor sårbart samfundet på en række punkter er for afbrydelser i energitilførslen, herunder først og fremmest olie, hvis producenter gennem sammenhold på en gang kunne forfølge politiske og økonomiske mål. Samtidigt har de nu 3 til 4 gange så høje energipriser placeret energiimporten som den største valutaforbruger. Disse forhold har i meget høj grad skærpet offentlighedens og politikernes interesse for hele energisektoren, hvilket har givet sig udtryk i flere folketingsdebatter og en lang række undersøgelser og forslag til undersøgelser over energiforbruget og om, hvorledes man dels kan nedsætte energiforbruget ved forskellige foranstaltninger, dels udnytte den importerede primærenergi bedre og endelig gøre os mere uafhængige af specielt olietilførslerne, idet olie i 1974 udgjorde ca. 85% af den forbrugte primærenergi.

Alle disse spørgsmål påvirker elværkerne. For det første har ned-sættelsen af energiforbruget (sammen med lavkonjunktoren) betydet en væsentlig mindre stigning i et par år med deraf følgende usikkerhed om prognoserne på længere sigt, og for det andet vil elværkerne deltage i undersøgelser om bedre udnyttelse af primæren energien og om olieafhængigheden for samfundet som helhed. Efterhånden som undersøgelserne færdiggøres, vil elværkerne også deltage positivt i virkeliggørelsen af de resultater, de måtte føre til i den udstrækning, det påvirker elforsynings drift og udbygning. Der tænkes her på kortere sigt på inddragelse af større områder under fjernvarme fra bestående kraftvarmeværker og evt. ombygning af enkelte kraftværksblokke til kulfyring og på længere sigt introduktionen af kernekraft samt på evt. opførelse af nye mindre kraftvarmeværker. Med i overvejelserne om de mindre decentrale kraftvarmeværker må også tages spørgsmålet, om der indenfor en kortere årrække vil blive tilført landet naturgas. Et godt undersøgelseprogram findes i boligministeriets "Oplæg til en varmeplan for Danmark", hvor man opstiller forudsætninger for en planlægning af den største energiforbruger her i landet, nemlig opvarmningen. Elværkerne har allerede tilkendegivet interesse og vilje til at medvirke ved en række af de foreslåede undersøgelser. Mange af dem er allerede i gang i elværksregi. De første resultater forventes allerede i indeværende år, og man vil derefter kunne begynde at ane, hvilken rolle elværkerne får i samfundets totale energiforsyning i fremtiden.

1.2 - Forskellige belastningsprognoser

Figuren viser hele landets belastningsudvikling siden 1920. Norges-udvalgets prognose er vist som et kuriosum. En $2\frac{1}{2}$ -dobling antoges at vare mellem 10 og 15 år svarende til mellem 9,5 og 6,3% årlig stigning.

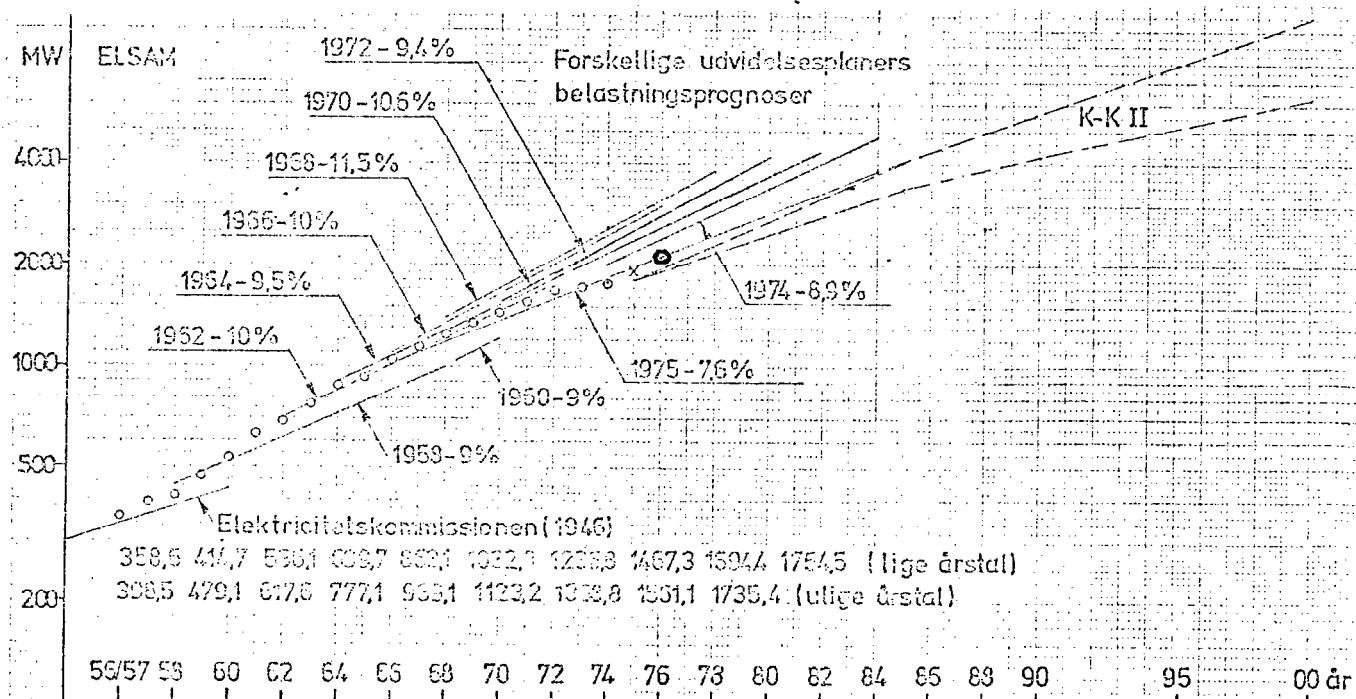
I slutningen af 50'erne antog man, at elforbrugets mætning var nært forestående. Francks prognose er for illustrations skyld omregnet til hele landet. Hvis man på figuren tildækker det faktiske forløb efter 1959, ser Francks prognose ret sandsynlig ud.

En af de hidtil mest holdbare langtidspggnoser blev lavet i forbindelse med Elsam-Kraftimport-undersøgelsen i 1965. Prognosen baseredes på en antagelse om mætning i begyndelsen af næste århundrede ved et forbrug på mellem 20 og 40 MWh pr. indbygger pr. år.

Efter energikrisen i vinteren 1973/74 er der fremkommet adskillige prognoser for det fremtidige elforbrug. Elselskaberne fremlagde i KK I en prognose, som forudsatte, at man efter krisen ville vende tilbage til den gamle langtidstendens. Denne prognose anvendtes også af handelsministeriet i den energipolitiske redegørelse til Folketinget i april 1974. I KK II forudsatte Elværkernes Energiudvalg, at langtidstendensen (ca. 9% årlig stigning) var definitivt brudt. I lighed med Elsam-Kraftimport-undersøgelsen udtrykker KK II belastnings-prognosen som en "trompet", som i de første år er en fortsættelse af de senere års stigninger (mellem 6 og 8%), og som senere flader ud. På grund af sammenhængen mellem elforbrug og samfundsøkonomi anses en brat ændring for urealistisk, når der iøvrigt forudsættes stabile økonomiske forhold.

Handelsministeriets analyse- og prognoseudvalg lavede også en trompet [2], men med lavere stigning end KK II. Endelig har Elbek og Korsbech i [3] udarbejdet en prognose, som forudsætter en jævnt faldende stigningstakt, men med en hurtigere udfladning end KK II.

For året 1985 spreder de nævnte prognoser fra 26 til 50 TWh.



Herefter betragtes effektprognoser for det jysk-fynske område.

Da man indførte brugen af regressionslinier på grundlag af 10 års data, var observationsperiodens længde bestemt dels af, at der ikke forelå flere data, og dels ud fra en antagelse om, at konjunkturbevægelsernes bølgelængde var under 10 år. Figuren viser, at vi ikke har været gode nok til at filtrere konjunktursvingningerne ud af data.

Som dette afsnits konklusion må det nok fremhæves, at der er grænser for, hvor nøjagtige data om fremtiden der kan hales ud af fortidige observationer, selv ved de mest forfinede matematiske metoder. De sidste 2-3 års belastningsudvikling plejer at være normgivende, når der diskuteres belastningsprognoser. For tiden er en belastningsstigning på 8% en "høj" prognose, medens 4% er "lavt". For 10 år siden var 12% en høj prognose og 8% en lav prognose (Elsam-Kraftimport-undersøgelsen). De 19 punkter på figuren giver ved en regressionsanalyse en stigning på 10%.

1.3 - Prognose til planlægningsformål

Det har været en underforstået forudsætning for den hidtidige elværksplanlægning, at der skulle udbygges til at forsyne et samfund i fuld økonomisk aktivitet, og en aktivitet baseret på jævn udvikling i samfundet.

Skulle denne forudsætning, set på baggrund af de seneste års udvikling, ikke længere være opfyldt, måtte det overvejes at ændre det hidtidige planlægningsgrundlag. Sammen med bestræbelserne for atter at opnå normal beskæftigelse er der utvivlsomt et udbredt ønske i befolkningen om en fortsat økonomisk vækst, medens samtidigt dele af befolkningen finder det ønskværdigt med en kraftig begrænsning af den hidtidige stigning i energiforbruget. Med den nære sammenhæng, der med dagens teknologi er mellem energiforbrug og økonomisk fremgang, er det overordentlig vanskeligt at vurdere, hvorledes udviklingen faktisk vil gå, og det er heller ikke værkernes opgave i forbindelse med fastlæggelse af planlægningsgrundlaget at tage stilling til, hvilken udvikling der bør tilstræbes.

I denne situation kan værkerne kun gå ud fra, hvad de skønner vil blive den mest sandsynlige udvikling, og det foreslås, at skønnet over den mest sandsynlige belastningsudvikling også i år baseres på den hidtil anvendte regressionsanalyse, hvor der på basis af de sidste 10 års konstaterede Elsam-maksimal-belastninger beregnes den forventede stigningsprocent og beliggenheden af stigningslinien i forhold til de konstaterede belastninger. De herved fundne værdier øges med $1\frac{1}{2}\%$ for at nå frem til de absolutte maksimalbelastninger.

Elsams afregningsmaksimum i 1975/76 er steget 7,4% i forhold til 1974/75, hvor stigningen i forhold til 1973/74 kun var ca. 1%. - Regressionsanalysen, baseret på de sidste 10 års konstaterede afregningsmaksima, giver en stigningsprocent på 6,9% i år i forhold til 7,6% i sidste års udvidelsesplan og 8,9% i udvidelsesplan 1974. - I bilag 1 og 2 er vist kurver til nærmere belysning af belastningsudviklingen i de senere år, hvoraf også fremgår, at mere "normale" forhold, hvad belastningsstigningen angår, er ved at vende tilbage.

På bilagene 3 til 6 er bl.a. afbildet de sidste 10 års afregningsmaksima for Elsam og deltagernes andel heri. Desuden er de tilsvarende prognosestigningslinier, baseret på regressionsanalysen, indtegnet. På bilag 6 er endvidere indtegnet øvre og nedre grænse for den anslåede stigning i KK II (rapport fra 1975 om den koordinerede kraftværksudbygning i Danmark, udarbejdet i Elværkernes Energiudvalgs regie). Som det ses, ligger regressionslinien for den 10-årige periode, der betragtes med denne udvidelsesplan, nogenlunde midt imellem den i KK II anslåede øvre og nedre grænse for stigningen. I de efterfølgende afsnit vil indvirkningen på konklusionerne i denne effektudvidelsesplan af en belastningsudvikling efter henholdsvis den øvre og nedre prognose blive nærmere belyst.

Det foreslås, at der på baggrund af de i tidligere års udvidelsesplaner anførte betragtninger fortsat regnes med en benyttelsestid for belastningen på 5.000 timer indenfor den i denne udvidelsesplan behandlede tidshorisont. I bilag 7 er vist benyttelsestiden for belastningen fra 1951/52 til 1975/76 til orientering.

1.4 - Fjernvarmen

Efter energikrisen har mange set muligheden for omfattende besparelser af primærenergi ved en forøgelse af den kombinerede produktion af el og varme. Der er i denne forbindelse offentliggjort meget urealistiske vurderinger (f.eks. [7] og [8]).

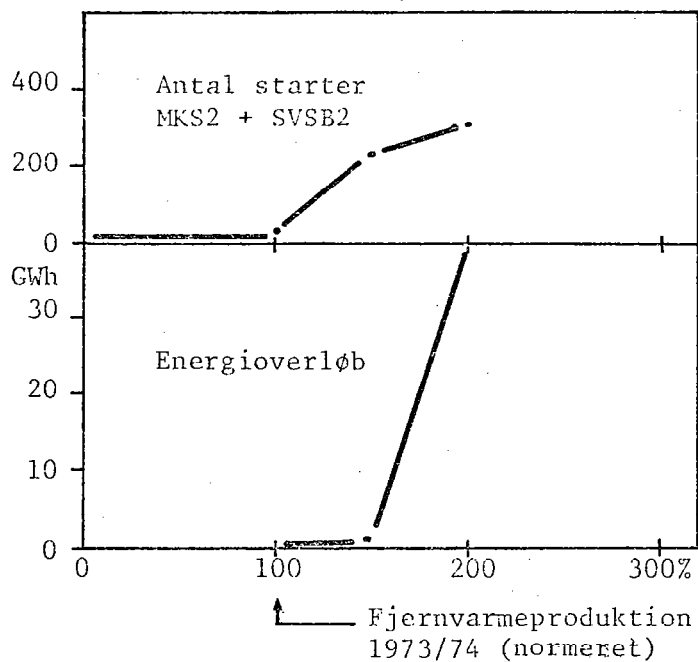
Med henblik på at belyse denne produktionsforms muligheder og begrænsninger har Elværkernes Energiudvalgs Planlægningsgruppe (EEP) i marts 1974 startet en omfattende undersøgelse med DEFU som sekretariat.

Undersøgelsen opdeles i transmissionsteknik, kraftværksteknik og systemundersøgelser. Der foretages en kortlægning af landets samlede varmebehov (varmeatlas) og en simulering af produktionsforholdene i et el- og varmeproduktionssystem. Der foretages undersøgelser af såvel produktion på mindre enheder som varmeproduktion fra kernekraftværker.

Der kan endnu ikke refereres nogen samlet konklusion af undersøgelsen. Det kan dog være på sin plads at gengive nogle resultater fra de systemorienterede beregninger.

Ud fra et energiøkonomisk synspunkt er det ønskeligt, at elproduktionen finder sted i forening med den størst mulige varmeproduktion. Det kunne derfor være interessant at finde frem til, hvor stor varmeproduktion der kan indpasses. Der er imidlertid ikke tale om nogen veldefineret grænse. En højere varmeproduktion giver på en enhed lavere ydeevne for elproduktion og højere teknisk minimum, d.v.s. indskrænket reguleringsmulighed.

En forøgelse af fjernvarmeproduktionen kan således give en forringelse af andre enheders driftssikkerhed (på grund af større startantal) og af systemets fleksibilitet. En forøgelse af fjernvarmeproduktionen ud over det, som svarer til ren modtryksproduktion, giver ingen drifts- eller energiøkonomiske forbedringer.

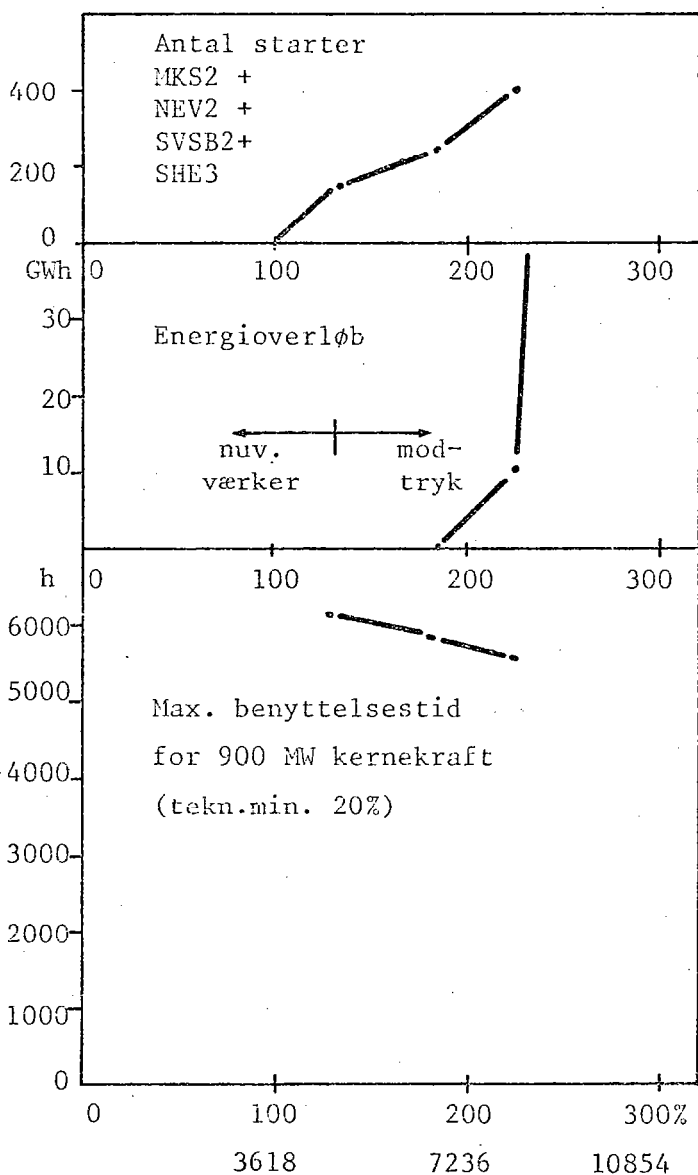


Elsam 1976/77

Elmax 1950 MW

100% svarer til fjernvarme-
produktionen i 1973/74, kor-
rigeret til år-med gennemsnits-
klima, nemlig 3618 Tcal.

Figuren tyder på, at man i
1976/77 kan forøge varmebe-
lastningen med ca. 40% i for-
hold til 1973-niveauet uden
andre driftsmæssige problemer
end et højere antal starter
på kondensationsenhederne.



Elsam 1983/84

Elmax 3560 MW

900 MW kernekraft uden
varmeproduktion medregnet.

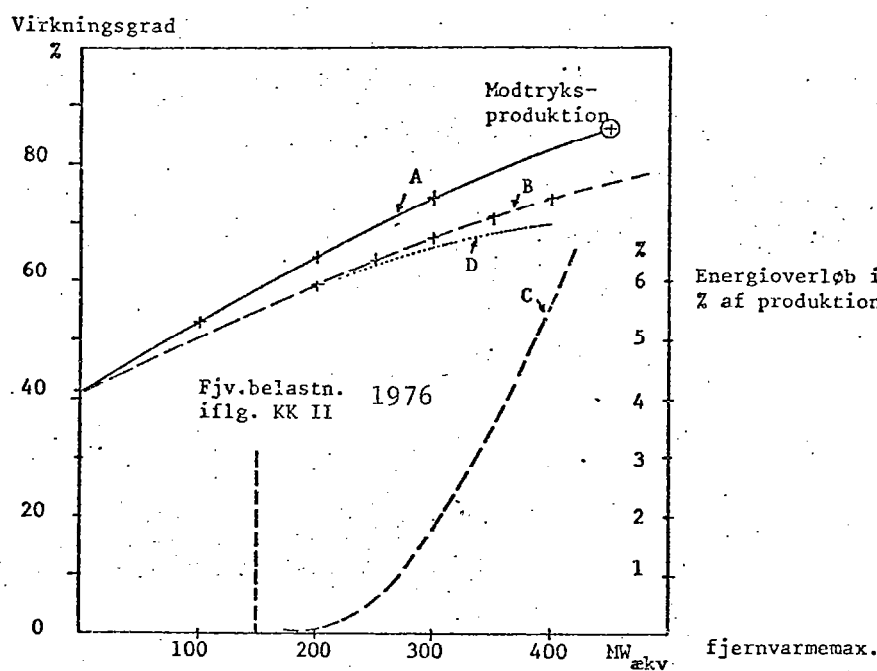
Fra 1976/77 til 1983/84 kan
varmebelastningen yderligere
øges med ca. 40% eller omtrent
det samme som den forudsatte
stigning i elbelastningen i
samme periode. Varmeproduktion
på kernekraftenheden ville give
plads for større varmebelast-
ning.

I undersøgelserne har opmærksomheden i særlig grad været rettet mod de særlige problemer, som kan opstå i venternætter, hvor en høj varmebelastning samtidig med en lav elbelastning kan medføre en bunden elproduktion, som er højere end elbelastningen. I disse situationer er alle kondensationsenheder forudsat standset, så et energioverløb først registreres som sidste udvej. Resultaterne viser, at der med den nuværende elbelastning er ret begrænsede muligheder for at forøge fjernvarmeproduktionen.

Pumpekraftanlæg f.eks. 250 MW tillader en væsentligt forøget varme-
produktion.

I 1983 giver den øgede elbelastning plads til en varmeproduktion, som er ca. dobbelt så stor som i 1973/74.

Systemets samlede virkningsgrad er undersøgt på et stærkt forenklet system med følgende resultat:



- A - Systemets virkningsgrad, når fjernvarmebelastningen har samme døgn- og årsvariation som elbelastningen.
- B - Systemets virkningsgrad med aktuelle døgn- og årsvariationer for belastninger.
- C - Energioverløb, d.v.s. elproduktion, som der ikke findes belastning til. I praksis omlægges den tilsvarende varmeproduktion til brug af friskdamp.
- D - Korrektion af "B" ud fra den forudsætning, at energioverløbet har værdien 0.

En forøget kombineret produktion vil kræve forholdsregler til afhjælpning af energioverløb, f.eks.

- 1 - øget el-natlast
- 2 - varmeproduktion ved friskdamp
- 3 - elakkumulering (pumpekraft)
- 4 - varmeakkumulering

I hvilket omfang og tempo disse foranstaltninger bør indsættes, kan først afklares efter nærmere undersøgelse.

Fra deltagerne er modtaget følgende prognoser, som med det givne system må anses for realistiske:

	FV	MK	NK	VK	Σ
1976/77	1350	875	800		
77	1500	950	840		
78	1530	960	912		
79	1575	970	1132		
80	1620	970	1192		
81	1656	970	1244		
82	1692	970	1296		
83	1728	970	1340		
84	1764	970	1400		
85	1800		1500		

Prognose
varmeprod.
i Tcal.

	FV	MK	NK	VK	Σ
1976/77	320	226	200		
77	385	226	210		
78	410	226	228		
79	420	226	283		
80	430	226	298		
81	440	226	311		
82	450	226	324		
83	450	226	335		
84	485	226	350		
85	490	226	375		

Prognose
fjv.max.
Gcal/h

	FV	MK	NK	VK ^{*)}	Σ
1976/77	53	38	31	32	154
77	64	38	33	33	168
78	68	38	37	34	177
79	69	38	46	34	187
80	71	38	48	35	192
81	73	38	50	36	197
82	74	38	53	37	202
83	74	38	54	38	204
84	80	38	56	39	213
85	81	38	60	40	219

Prognose
fjv.max.
Ækv.MW

*) foreløbig prognose for VK

2 - UDBYGNINGSPLANER

2.1 - Eksisterende og planlagte enheder

Listen på bilag 9 er lavet med udgangspunkt i den tilsvarende tabel i KK II. Der er ikke tilstræbt overensstemmelse med effektiviteterne i opgørelsen af sikret effekt, da der heri må anvendes adskillige værdier af midlertidig karakter.

I fremtidige lister tilstræbes en bedre beskrivelse af fjernvarmeegenskaber og kulfyringsmuligheder samt oplysninger med eftersynsbehov.

2.2 - Udbygningsmuligheder

Når der tales om udbygningsmuligheder indenfor energisektoren og specielt el-sektoren, er man i de sidste par år blevet præsenteret for mange muligheder til produktion, transmission og forbrugsbegrænsning af el og for et endnu større antal kombinationer heraf. På bilag nr. 11 er i skemaform præsenteret muligheder for råenergikilder, el-produktionsmetoder, transmissionssystemer og akkumuleringsmuligheder, uden at skemaet gør krav på at være komplet. Fælles for mange af de nævnte mulig-

heder er imidlertid, at de endnu en årrække må betegnes som værende på forsknings- og laboratorieniveau, og at de næppe vil kunne få indflydelse på energiforsyningen indenfor de første 10-15 år.

Ser vi på råenergien, er vi med Danmarks topografi indenfor over- skuelig tid henvist til anvendelse af kul og olie som nu samt mulig- vis naturgas og kernekraft ved fissionsteknik. Affald, halm og træ, der er hjemlige produkter, vil ikke spille nogen særlig rolle i ener- giforsyningen og sandsynligvis slet ikke indenfor elproduktionen. Det kan nævnes, at Danmarks samlede husholdnings- og industriaffald repræsenterer en energimængde på ca. 2% af vort samlede energiforbrug og noget lignende gælder den teoretisk maksimale overskudshalmmængde.

Med hensyn til vindkraft må de første 5-10 år nok betragtes som en konstruktions- og afprøvningsfase, når bortses fra små anlæg til varme og/eller elforsyning af enkelte ejendomme. Såfremt man når frem til økonomisk, teknisk og visuelt rimelige konstruktioner, vil man fra hen i 80'erne kunne opstille en række møller, der dog selv med en tæt placering langs vore bedst egnede kyster m.v. ikke kan komme til at dække mere end en uvæsentlig del af vort el-energiforbrug. Som led i elproduktionssystemet kan vindmøllerne være en energikilde, men kan ikke uden energilagring tillægges nogen effektværdi. I forbindelse med "vinternatproblemet" (afsnit 1.4) har vindmøller ret uheldige egenskaber. For en vindmølle ligger den optimale årlige benyttelses- tid omkring 2000 timer. Forestiller man sig 10% af el-energien pro- duceret ved vindkraft, skal der således installeres en effekt svaren- de til 25% af årsmaksimum. Blæsevejr forekommer hyppigst om vinteren, hvorfor over halvdelen af natlasten i eksemplet kan komme fra vind- kraft. Det kan vises, at det både i kr. og i Gcal er billigere at kom- binere denne natlast med fjernvarmeproduktion.

Af de i skemaet nævnte el-produktionsmetoder må vi i de næste 10 år sikkert indskrænke os til dampturbiner med damp fra kedler eller fis- sionsreaktorer, dieselmotorer og gasturbiner. Alle 3 kraftmaskinetyper kan med stor energi-økonomisk fordel kombineres med fjernvarmeproduk- tion. Bortset fra det ovenfor om vindmøller nævnte, vil alle de andre metoder kræve en længere udvikling strækkende sig over flere årtier.

En undersøgelse af et 500 MW gasfyret kraftværk ved et gasfelt i Nord- søen og med kabelforbindelse til land, har vist, at det sandsynligvis er billigere at transportere gassen i land med en rørledning og konver- tere til el på traditionel måde.

Endelig kan energi-akkumuleringsmulighederne have betydning for udbygningen. Allerede med Norgesforbindelsen får vi mulighed for energiakkumulering i form af vandmagasiner, det er tænkeligt, at man senere skal forsøge at udvide kontrakten til en større effekt. Af andre akkumuleringsmetoder kan luftmagasiner komme til at spille en rolle, især såfremt der kommer billig natenergi fra kernekraftværker, og hvis man får et evt. naturgasnet i nærheden. Endelig kan varmeakkumulatorer i form af varmtvandstanke ved decentrale diesel- eller modtryksturbinekraftvarmeværker medvirke til at mindske de driftsulemper for elproduktionssystemet, som forskellen i døgnbelastningskurverne for el og varme giver.

Når man sammenholder de teknisk/økonomisk realisable udbygningsmuligheder med det energipolitiske ønske om totalt bedst mulig udnyttelse af råenergien og en rimelig stor uafhængighed af olie, vil rent olie- eller naturgasfyrede kondensationskraftværker i den hidtil kendte form ikke komme på tale, medens kulfyrede blokke vil være en mulighed, dog især såfremt de kan kombineres med fjernvarmeproduktion, helst i modtryksdrift. I denne sammenhæng optræder også muligheden for ombygning af eksisterende større blokke til kulfyring i den udstrækning, de er forberedt hertil. Som et eksempel på en mulig lokalitet for et nyt modtryksanlæg kan nævnes Århusværket, hvor den mulige fjernvarmeproduktion er begrænset i forhold til afsætningsmulighederne. Modtryksturbineanlæg har i bedstpunktet et varmeforbrug på 12-1300 kcal/kWh el. Endvidere kan man i havnebyer (og måske også i større indlandsbyer) med over 8-10.000 boliger tænke sig installeret mindre modtryksturbiner i størrelsen 20-30 MW elektrisk. Da kedlerne af energipolitiske årsager helst skal være kulfyrede, kan nye forbrændingsformer, som f.eks. fluidised-bed, der giver en miljøvenlig forbrænding af et stort brændselspektrum, blive attraktive. I mindre bysamfund med 4-5.000 boliger, og især sådanne, der ligger tæt på et evt. kommende naturgasledningssystem, vil opstilling af dieselmotorer med fjernvarmeproduktion være en mulighed, den temporært større olieafhængighed vil forsvinde, hvis der kommer naturgas og udnyttelsen af råenergi vil være væsentligt bedre end ved de bestående rent oliefyrede kondensationsblokke, der derefter i en krisesituation kan overgå til spidslastkørsel. Dieselanlæg til heavy fuel olie har i bedstpunktet et varmeforbrug på 11-1200 kcal/kWh el, når de udnyttes samtidig til fjernvarmeforsyning.

Sidst, men derfor ikke som en energipolitisk dårligere mulighed, skal selvfølgelig nævnes kernekraftværker, for hvilke der dog politisk endnu ikke er givet grønt lys. Selv såfremt de bebudede love herom måtte blive vedtaget, og et dansk (Jylland-Fyn + Sjælland) kernekraftselskab søger eneretsbevilling og opnår byggetilladelse til et kernekraftværk, kan byggetiden for et sådant meget vel blive så lang, at der inden i-driftsættelsen skal udbygges med nogle af de ovenfor nævnte muligheder, ligesom de kan komme ind imellem en evt. række af kernekraftværker. Det udbygningsmønster, der bedst opfylder de energipolitiske mål, vil sandsynligvis vise sig at være en kombination af de forskellige muligheder. Det er derfor vigtigt, at der arbejdes seriøst med alle alternativerne og med kombinationer af disse.

2.3 - Reservekrav

De almene principper for et systems reserveeffektdimensionering er udmærket beskrevet af Nordels planlægningskomité [5]. Rapporten indeholder en række beregninger, men på grund af det jysk-fynske områdes særlige placering mellem 2 store blokke kræver forholdene her en særskilt overvejelse.

Spørgsmålet er desuden behandlet af handelsministeriets analyse- og prognoseudvalg [2], men uden tilstrækkelig forståelse af de særlige vilkår, som må iagttages for små delsystemer.

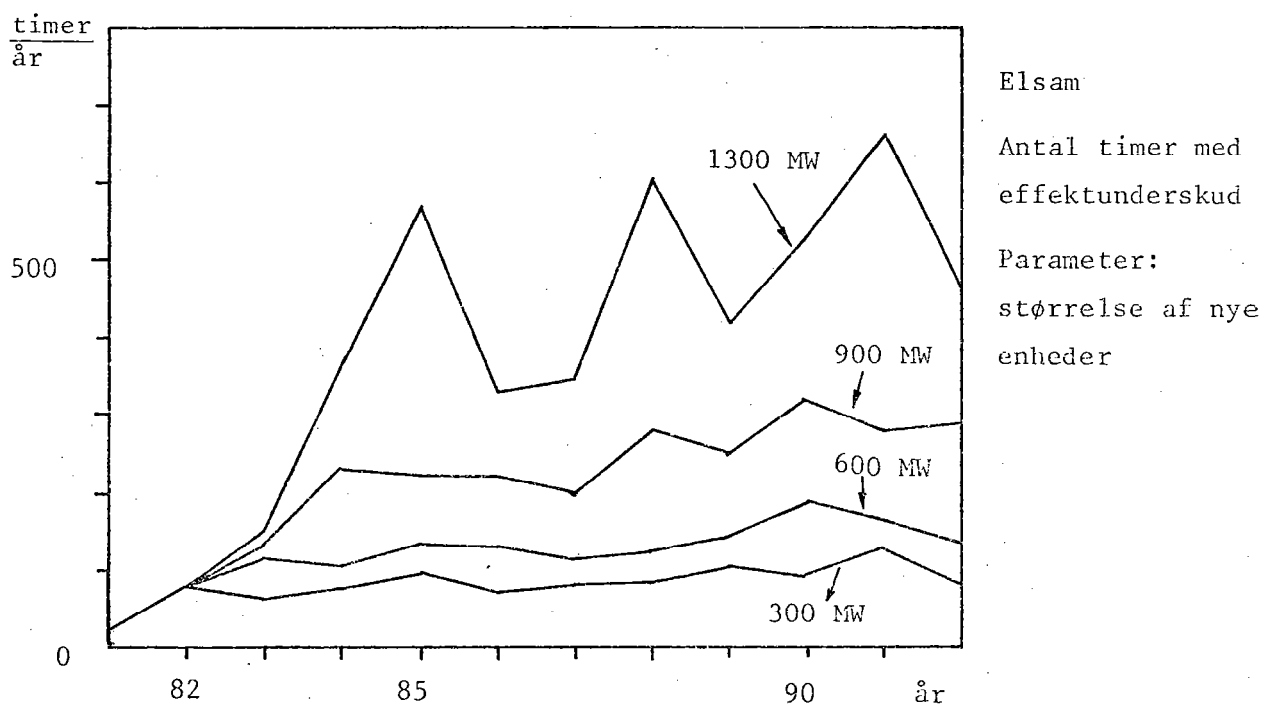
Hovedsynspunktet må være, at delsystemet mindst skal bidrage til totalsystemets installerede reserve med en forholdsmæssig andel.

Hertil kommer et mindre veldefineret hensyn. Et delsystem bør ikke påføre nabosystemerne sådanne driftsmæssige gener, at delsystemet på baggrund af gældende samarbejdsaftaler må vurderes som en belastende part i samarbejdet. Medfører en udbygning større gener, bør den derfor suppleres med nye aftaler med naboerne.

De driftsmæssige gener viser sig fortrinsvis som havarihjælp til delsystemet. Det er derfor vigtigt at kunne foretage en realistisk beregning af omfanget af nødvendig havarihjælp i forskellige udbygningsplaner.

I de danske systemer er det fortrinsvis udsigten til nye værker med forholdsvis langt større ydeevne end hidtil, der nødvendiggør en genoptagelse af disse overvejelser.

En række beregninger er under udførelse i samarbejde med Kraftimport. Et enkelt eksempel kan illustrere sammenhængen. For det jysk-fynske system forudsættes en udbygning med enheder på enten 300, 600, 900 eller 1300 MW. Forudsætninger iøvrigt som KK II. Installeret reserve ca. 20%. Figuren viser det antal timer pr. år, hvor der må importeres havarihjælp. Beregningen tager hensyn til eftersyn, men ikke til opstarttid for kold reserve, hvorved resultaterne må betegnes som optimistiske.



I 80'erne vil enhedsstørrelsen 600 MW svare nogenlunde til 250 - 300 MW i 70'erne. I forhold til hidtidig praksis kan 600 MW-kurven derfor betragtes som norm. Af økonomiske grunde må det anses for udelukket at kompensere for de store enheders resultater ved forøgelse af den installerede reserve. Derimod skulle det jysk-fynske område have gode muligheder for at sikre sig den nødvendige støtte fra Tyskland, Norge, Sverige og evt. Sjælland.

I NWK's område er enheder på 1300 MW planlagt og under bygning (Unterweser, Krümmel, Brockdorf). NWK har dog ikke større andel end 658 MW i nogen enhed. Alligevel skønnes det, at NWK uden ændrede aftaler vil acceptere enheder på op mod 900 MW i Elsams område.

En beregning for hele Danmark giver noget gunstigere resultater. Set fra Elsams side vil samarbejdet med NWK dog altid indtage en særstilling på grund af vekselstrømsforbindelsen. NWK bør derfor under alle omstændigheder orienteres ^{om} ~~for~~ en væsentlig ændring af udbygningspolitiken i det jysk-fynske område.

Fjernvarmeproduktionen indgår som hidtil i elbelastningen ved halvdelen af den ækvivalente elproduktion (bilag 8). Dette er en rimelig tommelfingerregel ved udtagsproduktion i det hidtidige omfang. Med maksimal mulig fjernvarmeproduktion, evt. baseret på rene modtryksenheder, bliver det nødvendigt at udarbejde bedre reserve-effektkriterier.

2.4 - Effektudbygning

Denne udvidelsesplan skal indeholde endeligt forslag vedr. 1982 og vejledende forslag vedr. perioden 1983-86.

På bilagene 12-14 er beregnet den nødvendige effekttilgang for de 3 belastningsprognoser, henholdsvis regressionslinie, øvre og nedre prognose. Bilagene sammenfattes således:

	Nødvendig effekttilgang MW pr. år ved 20% installeret reserve.		
År	Regressions- linie 6,85% stign.	Øvre grænse 8,6%	Nedre grænse 6%
1982	51	174	
83	264	336	
84	286	378	
85	301	400	202
82-85 ialt	902	1288	202
86-90 ialt	1839	2029	1338

Ud fra disse forudsætninger bliver tilgang af ny effekt nødvendig tidligst i 1982 og senest i 1985.

Med denne udvidelsesplan skal der kun tages endelig stilling til effekttilgang frem til 1982. På baggrund af at det formentlig kun vil kunne blive aktuelt med en forholdsvis lille effekttilgang i dette år og med mulighederne for installation af effekt med relativt kort varsel, anses det for forsvarligt at indstille:

at der med denne udvidelsesplan ikke tages endelig stilling til ny effekt for 1982.

For den efterfølgende 5-års periode gælder, at folketinget endnu ikke har taget stilling til, om der må bygges nukleare anlæg i Danmark. Endvidere anses det for sandsynligt, selv med en hurtig stillingtagen i folketinget, at nukleare anlæg først vil kunne idriftsættes i 1985. Der bliver derfor behov for anden effekt inden dette tidspunkt, og det indstilles:

at de igangværende undersøgelser vedrørende kombineret produktion af el og varme i samarbejde med Kraftimport færdiggøres snarest muligt.

at NWK's bygning af et luftmagasinkraftværk fremdeles følges opmærksomt i overensstemmelse med vedtagelse af udvidelsesplan 1975.

at de i udvidelsesplan 1974 vedtagne indledende undersøgelser vedrørende udvidelse på Studstrupværket, Skærbækværket og Vestkraft videreføres.

at arbejdet med nukleare anlæg videreføres med henblik på at kunneordre det første nukleare anlæg, så snart de nødvendige beslutninger herom er truffet i folketinget.

Det må desuden påpeges, at det på baggrund af elværkernes hidtidige erfaringer ikke kan udelukkes, at der en overgang forekommer væsentligt større belastningsstigninger end forudsat i de viste prognoser. Det kan herved blive nødvendigt med kort varsel at tilføre ny effekt eller begrænse belastningen.

Efter regressionslinien skal der inden 1985 installeres ca. 600 MW. Det afhænger af de igangværende undersøgelser, hvilken type effekt der vil være den bedst egnede som tilgang i 1983.

Undersøgelserne omfatter, som nævnt i afsnit 2.2, bl.a.:

- centrale modtryksenheder (100 - 300 MW)
- decentrale modtryksanlæg (20 - 30 MW)
- dieselenheder
- kombinationer, f.eks. diesel/damp
- luftmagasinanlæg

2.5 - Brændselslagre og havne

Nuværende tankkapacitet og udbygningsplan

Fra myndighedernes side er der stillet en række krav med hensyn til den fornødne tankkapacitet og opretholdelse af minimumslagre for at imødegå afbrydelser af brændselsforsyningen. Over for Handelsministeriet er kravet til minimumslagre af kul og olie $5\frac{1}{2}$ mdr.s forbrug pr. 1. januar i tilfælde af isvinter, $4\frac{1}{2}$ mdr. pr. 1. februar og 3 mdr. resten af året.

Derudover skal EF-reglerne om min. beredskabslagre overholdes. Disse foreskriver for øjeblikket, at den totale beholdning af olie på ethvert tidspunkt skal være mindst 25% af det foregående års olieforbrug (90 dage). Fra 1978 er kravet skærpet til $97\frac{1}{2}$ dages olieforbrug. De ovennævnte minimumslagre er normalt ikke tilstrækkelige til at kunne udnytte de sæsonmæssige svingninger i brændselspriserne.

Den nuværende tankkapacitet opfylder for øjeblikket dette ønske ved den ret høje kulfyrringsgrad, der anvendes, idet det udnyttelige arbejdslager svarer til ca. 8 mdr.s gennemsnitligt olieforbrug.

Pr. 1.1.1976 vil den samlede tankkapacitet for Elsam-området beløbe sig til ca. 1.4 mill. tons brændselsolie. I bilag 15 er de enkelte værkers tankkapaciteter vist.

Den planlagte tankudbygning indebærer en udvidelse af tankanlæggene ved SH og NE med henholdsvis 560.000 m^3 og 110.000 m^3 . Disse tankanlæg vil blive færdiggjort inden 1979 og vil bringe den totale tankkapacitet op over 2 mill. tons. Udbygningstakten fremgår af bilag 15. Sammen med idriftsættelsen af 600 MW-enheden ved SH vil NWK kunne disponere over to af tankene med en kapacitet på 160.000 m^3 . Elsams totale kapacitet vil dermed blive reduceret til ca. 1,9 mill. tons.

Lagerkapacitet for kulpladserne

Elsams samlede oplagringsmuligheder for kul udgør ca. 2 mill. tons og fordeler sig på de enkelte værker, som vist i bilag 16.

I forbindelse med bygningen af EV 3 udvides kulpladsen fra de nuværende 500.000 t til en kapacitet på ca. 800.000 tons. Heraf regnes der reserveret en lagerkapacitet på 250.000 t til dækning af NWK's behov. For Elsam bliver der således kun tale om en udvidelse af de udnyttelige kulpladsers kapacitet på i alt 50.000 t.

Ved en ombygning af en 250 MW-enhed ved SV eller VK vil det eventuelt blive nødvendigt at udvide kulpladsens kapacitet.

Havneforhold

I bilag 17 er vist de væsentlige data for de enkelte kraftværkers havne. Det efterfølgende er således kun en gennemgang af de specielle forhold, der gør sig gældende for værkernes besejling.

På grund af de dårlige besejlingsforhold af Odense kanal kan FV kun anløbes af små skibe (maks. 5.500 t). Odense havnevæsen har dog oplyst, at efter de forestående oprensningsarbejder vil vanddybden i Odense kanal forøges til 24 fod. Selv efter den planlagte oprensning vil det dog ikke være muligt at besejle FV med større skibe, men derimod vil sejladsen lettes.

For Studstrupværkets vedkommende indebærer de gældende restriktioner for sejlads gennem Koraldybet en begrænsning i skibenes maks. tilladte dybgang. Ved den tilladte dybgang på 27 fod for tankskibe og 30 fod for kulbåde kan Studstrupværket besejles af partlastede skibe med en maks. størrelse på ca. 30.000 t. Senere bliver der givet fri for besejling for skibe med en dybgang på 33-35 fod, således at havnen kan anløbes af fuldtlastede 30.000 tonnere.

NE's og NK's besejling er mulig med partlastede 80-100.000 t skibe. Den maksimale dybgang må dog ikke overstige 26-28 fod ved passage af Hals Barre. Det kan ikke forventes, at den tilladte dybgang vil blive forøget. Lossekapaciteten for kul er ret beskeden ved NK, men er uden betydning på grund af kraftværkets minimale kulforbrug.

Skærbækværkets havneforhold, lagerkapacitet og ringe afstand fra Odense gør havnen egnet også som fremtidig transithavn af olie til FV.

Enstedværkets nye oliehavn åbnes i sommeren 1976 for 125-150.000 t tankskibe. Der er mulighed for at uddybe havnen til 200-250.000 t skibe. Fra sommeren 1979 er vanddybden ved kulkajen 15-16 m, svarende til 80.000 t kulkibe. Både Enstedværkets og Skærbækværkets havne vil blive benyttet til at tage toppen af store skibe, inden de anløber de andre havne.

VK kan besejles af 20.000 t tankskibe fuldtlastede og 35.000 t tankskibe partlastede. Kulhavnen uddybes muligvis således, at den kan modtage kulkibe af samme størrelse som tankskibene.

3 - DRIFTSFORHOLD

3.1 - Udlandet

Fast kraft leverance

Indtil 30.9.1977 er der aftalt en fast effektleverance til NWK på 200 MW i 6 timer på alle hverdage.

For perioden 1.10.1977 - 30.9.1978 er der aftalt en fast effektleverance til NWK på 300 MW.

For perioden efter 1.10.1978 er det tvivlsomt, om der bliver mulighed for at afsætte faste leverancer til udlandet, men afhængig af belastningsudviklingen i Tyskland kan der eventuelt være en vis interesse for en aftale for perioden frem til EV 3's idriftsættelse i eftersommeren 1979.

Fast kraft aftaler med udlandet vil dog i hvert enkelt tilfælde skulle godkendes af NVE.

Aftalerne med NVE indebærer for perioden 1.9.1976 - 1.9.1977, at Elsam inden for 6 timer/døgn kan disponere over 0.6 GWh/døgn i Kristianssand med en maksimaleffekt på 135 MW. Fra 1.9.1977 - 1.7.1992 kan Elsam inden for 6 timer/døgn disponere over 1,2 GWh/døgn i Kristianssand med en maksimaleffekt på 270 MW. Aftalen bringes til ophør pr. 1. juli 5 år efter, at opsigelsen har fundet sted, dog tidligst pr. 1.7.1992.

Principielt skal Elsam tilbagelevere den med spidskraften forbundne energi på samme sted inden for samme driftsdøgn, idet der er visse muligheder for NVE til at senerelægge returleverancen.

Hvis NVE ikke ønsker returleverancen, betaler Elsam den modtagne energi med tillæg af mertab med den pris, som returleverancen ville have kostet at producere i det for Elsam gunstigste tidsrum inden for samme driftsdøgn.

Energileverancer

Det er næppe sandsynligt, at der bliver nogen energileverance til NWK udover ovennævnte fastkraftleverance, med mindre der kan blive tale om en "transit"-leverance fra Norge, idet brændselsprisudviklingen sammen med udbygning af de nukleare kraftværker i Tyskland har medført, at vi ikke som tidligere kan levere til konkurrencedygtige priser.

Udvekslingen med Norge og Sverige er stærkt afhængig af

- nedbørsforholdene i Norge, Sverige og Finland
- de nukleare anlægs pålidelighed
- belastningsudviklingen

Generelt set vil der dog normalt være en leverance til Elsam i forårs- og sommermånederne.

Statistisk må der regnes med, at der i maksimalt 2 ud af 10 år bliver tale om en egentlig tørårsleverance til Norge og evt. Sverige, hvilket vil indebære en leverance på op til overføringsevnen på 750 MW.

3.2 - Brændselsforsyning og brændselsbeholdninger

Brændselsforsyningen

Olie

Verdens kendte anvendelige oliereserver er pr. 1. januar 1976 på ca. 90 Gt, og det skønnes, at de totale anvendelige ressourcer er 2-3 gange så store. Til sammenligning var forbruget i 1975 ca. 2,6 Gt. Olie-selskabernes planer for produktionsudvidelser tyder på, at der ikke vil opstå fysiske hindringer for, at vi på denne side af 1990 kan få den olie, vi skal bruge. Derimod er faren for forsyningssvigt af politiske årsager som i 1973/74 stadig til stede, specielt da USA's afhængighed af OPEC-olie i dag er større end under oliekrisen, og der ingen tegn er på, at den vil falde i de nærmeste år.

Heavy fuel er et raffinaderirestprodukt, hvorfor det er raffinaderiernes placering, der afgør, hvorfra vi skal få olien. Det hidtidige transportsystem for olien har i overvejende grad været baseret på transport af råolien med store tankskibe fra producentland til forbrugerområdet, hvor den er blevet raffineret og videretransporteret i mindre skibe. Det har for Elsam betydet, at den overvejende del af olien (ca. 75% i de sidste par år) er kommet fra europæiske raffinaderier, medens resten er kommet fra Caribien, Mellemøsten, Nordamerika og fra Østlandene.

Dette transportsystem er under ændring, idet der bygges og planlægges 4 gange så mange raffinaderier i Afrika og Mellemøsten som i resten af verden med undtagelse af kommunistiske lande, ligesom de arabiske lande for tiden er ved at opbygge en stor tankerflåde. Vi kan derfor regne med at kunne få en større del af vore olieforsyninger direkte fra producentlandene; først og fremmest fra Mellemøsten på grund af den store olieproduktion, og fordi råolien derfra giver en stor andel heavy fuel. Med de gode havneforhold i Ensted skulle vi have mulighed for at få oversøisk olie, der er billigere end den europæiske.

Kul

Der er påvist reserver på ca. 1000 Gt, og det skønnes, at de udnyttelige ressourcer ligger på 7-10 gange dette tal. Til sammenligning var forbruget i 1974 ca. 2,2 Gt. Der er for tiden overproduktion af kul med mange igangværende produktionsudvidelsesprojekter, hvorfor vi ikke forventer nogen produktionsmangel inden for en overskuelig tid.

Ifølge OECD fremgår det, at det europæiske behov for dampkul udgør 870 mill. tons pr. år i 1985, d.v.s. 400 mill. tons mere end i 1972. U.S.A., Australien og Canada ventes at kunne dække deres eget kulforbrug, mens Europa og Japan må importere henholdsvis 73 mill. tons og 19 mill. tons om året. Da U.S.A. sandsynligvis ikke vil være i stand til at eksportere væsentligt større mængder på grund af sin selvforsyningspolitik, må det øgede vesteuropæiske kulbehov dækkes ved hjælp af import fra Polen, Rusland, Australien, Sydafrika, Indien og Columbia.

I det følgende gives der en kort omtale af de væsentligste kulproducerende lande.

Polen er den nærmeste og må derfor normalt formodes at være den billigste leverandør. Polen producerede 165 Mt i 1975 med en eksport på 45 Mt. Polen råder over kulressourcer på ca. 45 Gt og regner med at kunne forøge sin eksport med 2-3 Mt pr. år. Landet har dog vanskeligheder med at få finansieret de nødvendige investeringer i mineudstyr og havneanlæg. Leverancer fra Polen kan i den næste 10-års periode ske med skibe på 3-60.000 t, idet dog skibe over 25.000 t ikke er lønsomme på de korte afstande til Danmark.

U.S.A. skønnes (OECD) at have kulressourcer på 3200 Gt, hvoraf ca. 200 Gt for tiden er økonomisk udnyttelige. Produktionen var i 1975 627 Mt (incl. brunkul) med en eksport på 80 Mt. U.S.A. satser meget på en produktionsforøgelse, der hovedsagelig skal bruges til at mindske afhængigheden af olie, hvorfor U.S.A. næppe vil kunne blive en større eksportør før efter 1985. Der er i øjeblikket mulighed for eksport med 60.000 tonnere, men senere vil 80.000 tonnere kunne anvendes.

Canada råder over totale ressourcer på omkring 110 Gt. Produktionen var 21 Mt i 1974, og der er mulighed for en kraftig forøgelse. Den anvendelige skibsstørrelse er i øjeblikket fra Østkysten ca. 20.000 t og fra Vestkysten maks. 100.000 t.

Australien har totale ressourcer på ca. 200 Gt, hvoraf 13 Gt er kendte forekomster, der p.t. er økonomisk udnyttelige. Eksporten var i 1973 27 Mt, og den ventes forøget til 52 Mt i 1985. Den maksimale skibsstørrelse for Australien er op til 120.000 t.

Sydafrika råder over reserver på 70 Gt og er nu ved at udbygge transport- og havnefaciliteter til en forøget produktion og eksport. Således har firma Amcoal, der i fremtiden vil råde over 25% af landets produktion, fået tilladelse til eksport af 100 Mt i de næste 20 år. Maks. skibsstørrelse er i øjeblikket ca. 35.000 t.

Indien regner med at kunne øge sin eksport fra 0,5 Mt til 7 Mt ved store investeringer i transport- og havneanlæg. Den maksimale skibsstørrelse er i øjeblikket 20.000 t.

U.S.S.R. råder over ressourcer på over 4000 Gt, men hovedparten ligger midt i Sibirien, hvilket vanskeliggør produktionen og transporten. De leverancer, vi har fået, har været fra Østersøhavne, der maksimalt kan tage 22.000 tonnere.

Columbia råder over 80% af de totale kulforekomster i Sydamerika, d.v.s. ca. 30 Gt. Produktionen ligger i øjeblikket på kun 4 Mt/år, men i de sidste 5 år har landet gjort meget for at øge produktionen med eksport for øje. Der investeres derfor i transportsystemer og havnefaciliteter.

Brændselsforbrug og beholdninger

For at vurdere, om tankanlæggene på længere sigt er tilstrækkelige til at opretholde de nødvendige olielagre, er der gennemført beregninger over de kommende års brændselsforbrug. Ved nødvendige olielagre forstås her de af myndighederne krævede beredskabslagre samt de arbejdslagre, der er nødvendige for at udnytte de sæsonmæssige svingninger i brændselspriserne.

Grundlaget for beregningerne udgøres af den prognose over elforbruget, som anvendes andre steder i effektudvidelsesplanen. Der regnes med en årlig forbrugsstigning på 8,6% (øvre grænse) og 6% (nedre grænse).

På grund af den korte byggetid for olietankanlæg (1-2 år) strækker undersøgelsen sig kun til 1981/82, idet forbrugene i senere udvidelsesplaner kan justeres efter den konstaterede stigningstakt i elforbruget, d.v.s. det har ikke været nødvendigt i denne undersøgelse at skelne mellem nuklear og konventionel kraftværksudbygning.

I beregningerne skelnes der mellem forskellige kul- henholdsvis oliefyringsgrader spændende fra maksimal kulfyring til maks. oliefyring. Ved maks. kulfyring forstås her maksimalgrænser bestemt ud fra teknisk-økonomiske kriterier. Hvis der ikke tages hensyn til driftsøkonomien, kan der bruges væsentligt mere kul. Desuden medtages en eventuel ombygning af en 250 MW-enhed til kulfyring i undersøgelsen. Der regnes med følgende fem muligheder (med faldende kulforbrug):

- A. Maksimal kulfyring og ombygning af en 250 MW-enhed til kulfyring i 1977/78.
- B. Maksimal kulfyring uden ombygning af 250 MW-enhed.
- C. Forventet kulfyring baseret på det nuværende forhold (1.1.1976) mellem kul- og oliepriser og ombygning af en 250 MW-enhed til kulfyring i 1977/78.
- D. Forventet kulfyring baseret på det nuværende forhold (1.1.1976) mellem kul- og oliepriser uden ombygning af 250 MW-enhed.
- E. Maksimal oliefyring.

Det årlige kul- og olieforbrug er beregnet ved hjælp af en EDB-model, i hvilken der foretages en fordeling af produktionen ud fra økonomisk hensyntagen til enhedernes marginalforbrug samt kul- og oliepriser. Der er regnet med en maksimal benyttelsestid på 5700 timer/år.

På basis af det beregnede olieforbrug er det til rådighed værende arbejdslager af olie, udtrykt som måneders gennemsnitsforbrug, udregnet. Arbejdslageret er defineret som:

total tankkapacitet ÷ beredskabslager (EF-krav),

hvor beredskabslageret er fastsat til 25% af det foregående års olieforbrug. For at kunne udnytte de sæsonmæssige svingninger, d.v.s. differencen mellem sommer- og vinterpriser på brændselsolie, er det nødvendigt at have et arbejdslager til rådighed, der dækker forbruget i den dyreste periode, d.v.s. fra 1.10. til 1.6., svarende til 8,3 mdr.s gennemsnitsforbrug. Den nuværende tankkapacitet giver mulighed for at disponere over et arbejdslager af denne størrelse ved den nuværende kulfyringsgrad.

Da en udvidelse af tankkapaciteten ikke er nødvendig inden for de nærmeste år, kan der på et senere tidspunkt tages stilling til, om 8,3 mdr.s ønsket skal opretholdes. Økonomien i fortsat at have lagerkapacitet af denne størrelse bør dog løbende eftervises.

I bilag 18 er vist det til rådighed værende arbejdslager ved de forskellige kulfyringsgrader og stigningstakter. Som reference er 8,3 mdr.s. linien indtegnet.

Kurverne viser, at ønsket kan opfyldes i næsten hele den undersøgte periode for mulighederne A og B, d.v.s. maks. kulfyring. Ved maksimal oliefyrring kan ønsket derimod ikke opfyldes på noget tidspunkt, heller ikke ved den lave stigningstakt. Ved en kulfyringsgrad, der er skønnet ud fra det nuværende forhold (1.1.1976) mellem kul- og oliepriser (kurve D), vil tankkapaciteten ikke være tilstrækkelig fra år 1980/81. For at kunne opfylde ønsket om et arbejdslager, svarende til forbruget i tiden fra 1.10. til 1.6., må der ske en tankudbygning i 1980/81, 1981/82 og 1982/83 på henholdsvis 140.000 t, 200.000 t og 240.000 t. Ved ombygning af en 250 MW-enhed til kulfyring kan tankudvidelsen udskydes ca. 1 år (kurve C).

Ved en stigning af elforbruget på kun 6% pr. år, d.v.s. den nedre prognose, vil den nævnte tankudvidelse kunne udskydes yderligere 2 år (kurve C₁ og D₁).

I bilag 19 er vist kulpladsernes kapacitet udtrykt ved måneders gennemsnitsforbrug. Af figuren ses det, at kapaciteten, selv ved maksimal kul-fyring (kurve A), ikke på noget tidspunkt i den undersøgte periode betyder, at arbejdslageret reduceres til under 8 mdr.s gennemsnitsforbrug. (Det bemærkes, at der for kul i øjeblikket ikke findes et EF-beredskabskrav).

Den ovenstående undersøgelse kan udelukkende anvendes som grundlag for en beslutning om det. udvidelse af Elsams totale tankkapacitet og kapacitet for kulpladserne. Når der viser sig behov for en udbygning, må der foretages en detaljeret undersøgelse omkring transportøkonomien for brændsel og elektricitet for derved at bestemme, hvor udbygningerne skal foretages. Dog vil en ombygning ved SV eller VK evt. kræve udvidelse af disse kulpladser.

3.3 - Anlæg i langtidsreserve

I foråret 1975 besluttedes at overføre ca. 350 MW gamle anlæg til langtidsreserve, hvilket indebar, at anlæg ikke ville blive startet op af Elsam for korttidsdrift, idet opstart ville kræve en forudgående behandling i PDU.

I enkelte tilfælde har det været nødvendigt at indsætte en del af de langtidskonserverede anlæg (FV, MK og VK), men i alle tilfælde af hensyn til en fjernvarmeleverance.

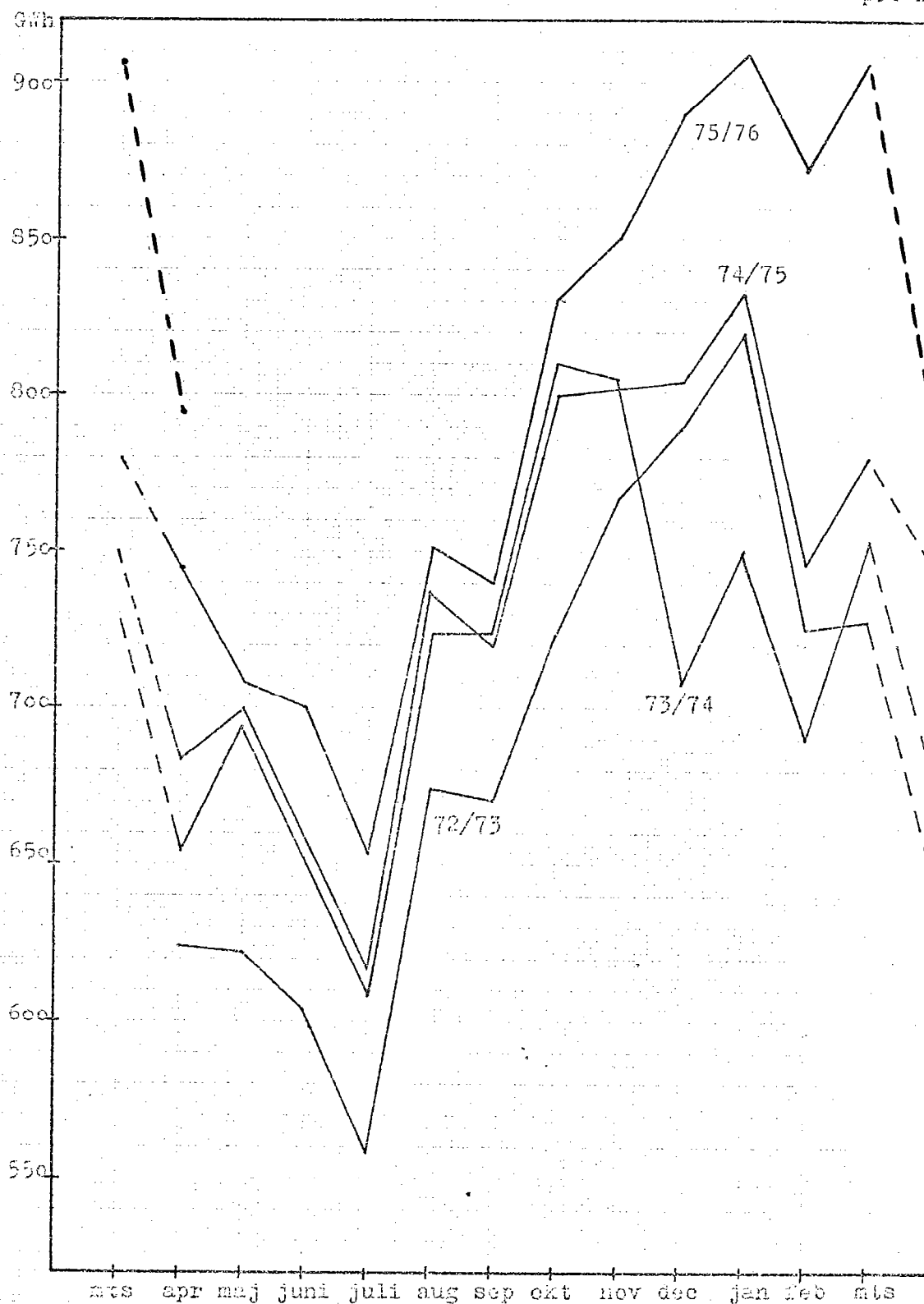
I enkelte tilfælde har det været nødvendigt at købe spidseffekt i udlandet, hvilket dog er sket til sådanne priser, at det er tvivlsomt, om ovennævnte maskineri var blevet startet op.

For såvel 1976 som 1977 skulle der med nuværende prognoser og planlagte revisioner ikke være behov for at indsætte langtidskonserverede anlæg.

Langtidsreserven udgør pr. 1.4.1976:

FV	38 MW	
MK	10 MW	(idet sektion 2 excl. T8 er skrottet)
NK	71 MW	
SV	62 MW	
SH	57 MW	
VK	<u>51 MW</u>	
Σ	289 MW	

Elsam

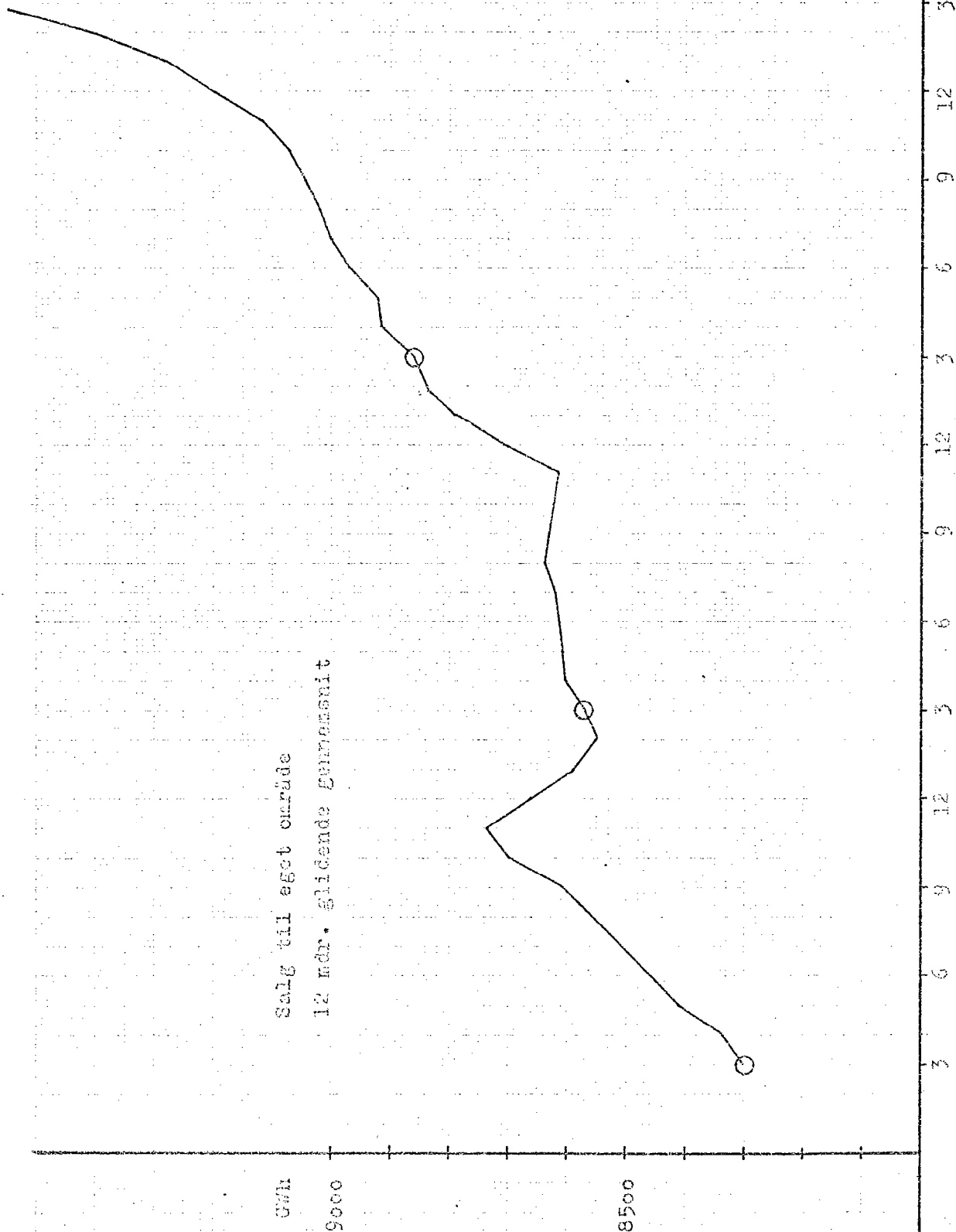
Salg til eget område
pr. måned

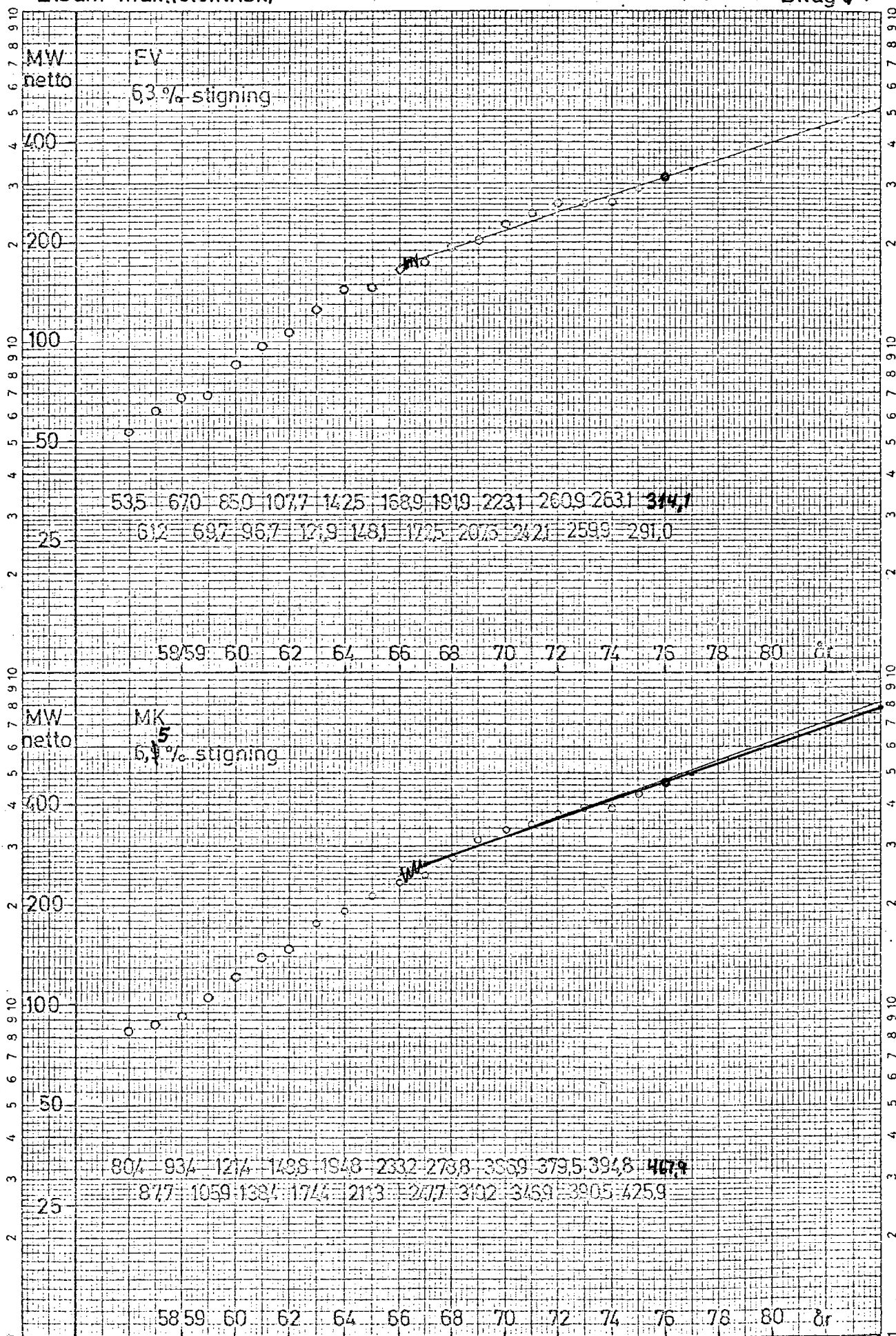
72/73: 8.313 GWh

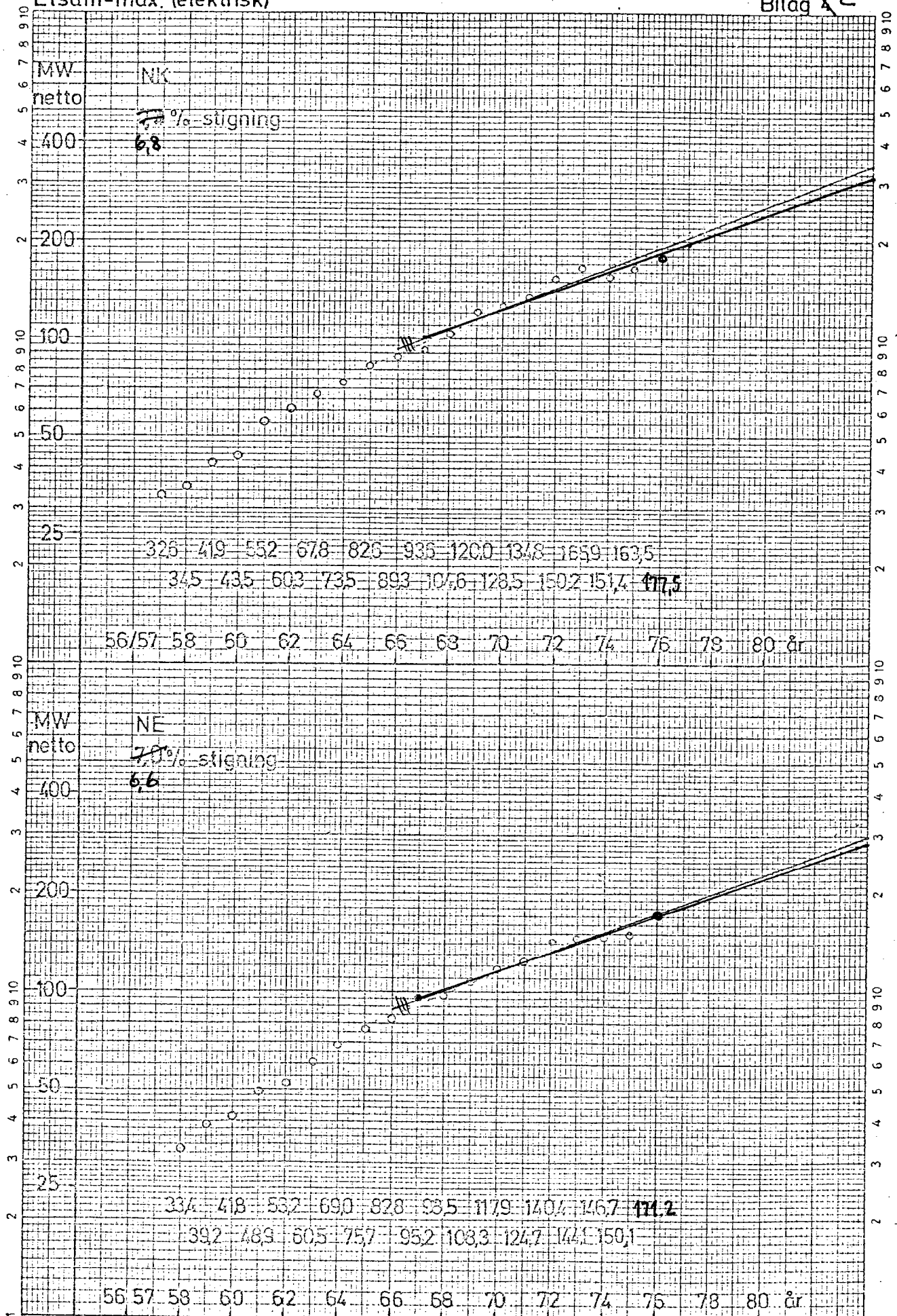
73/74: 8.578 GWh

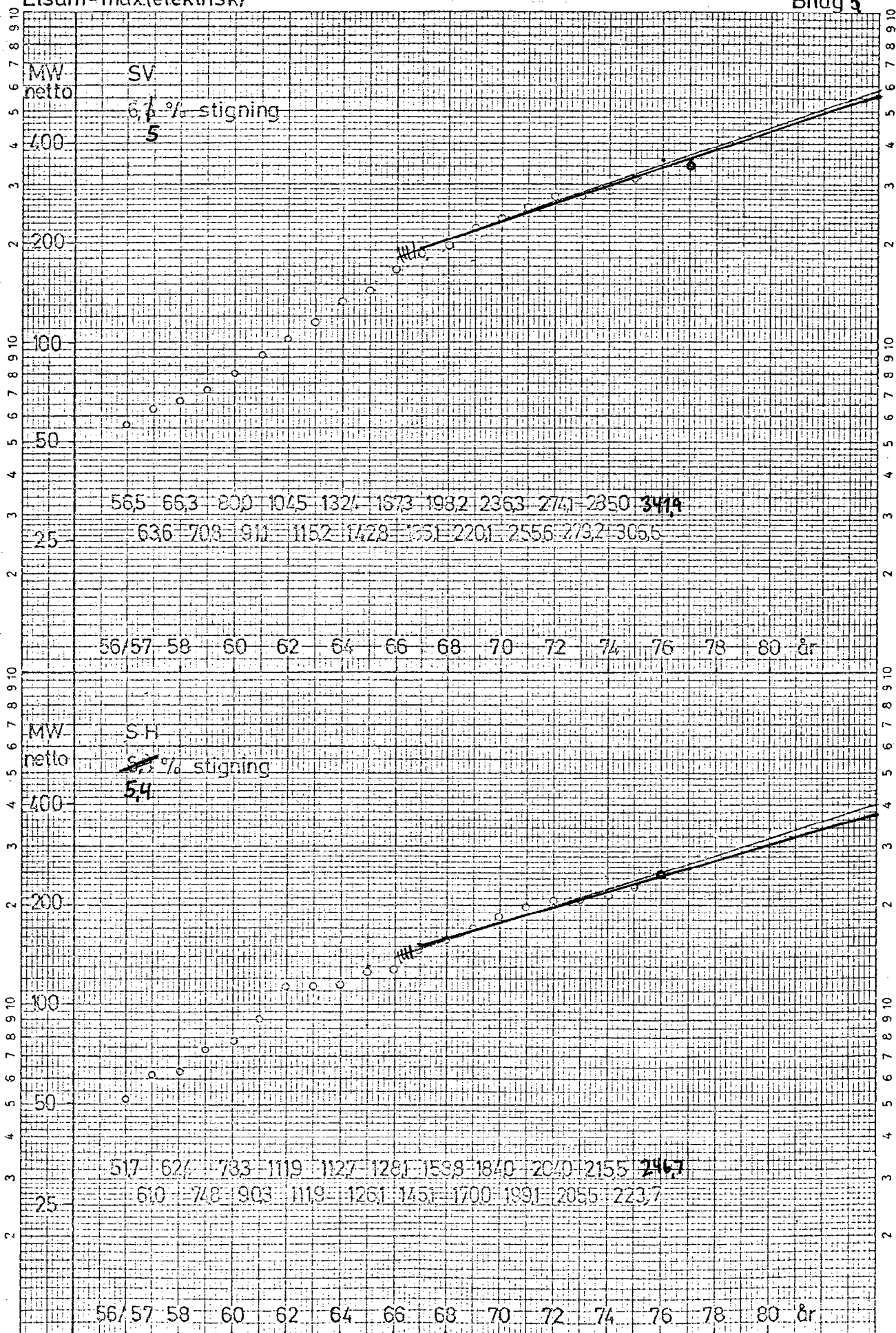
74/75: 8.853 GWh

Salg til eget område
12 mdr. glidende gennemsnit

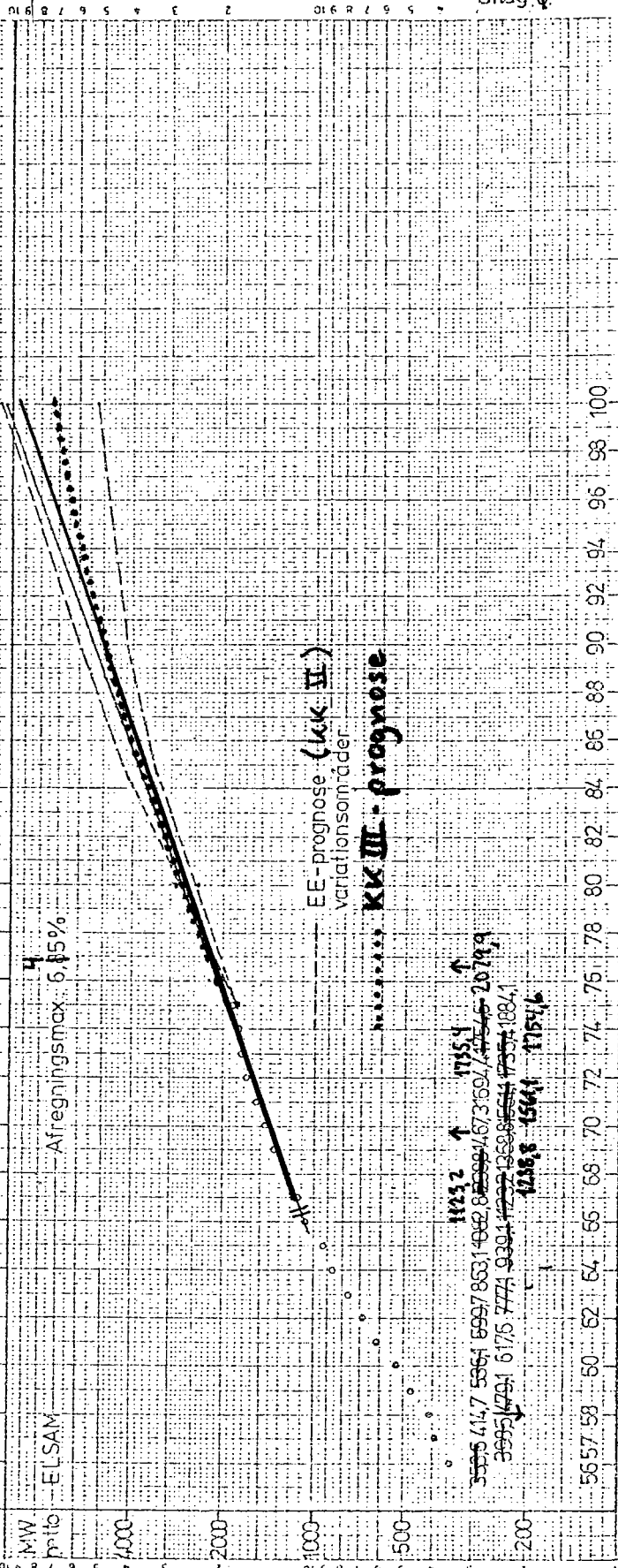
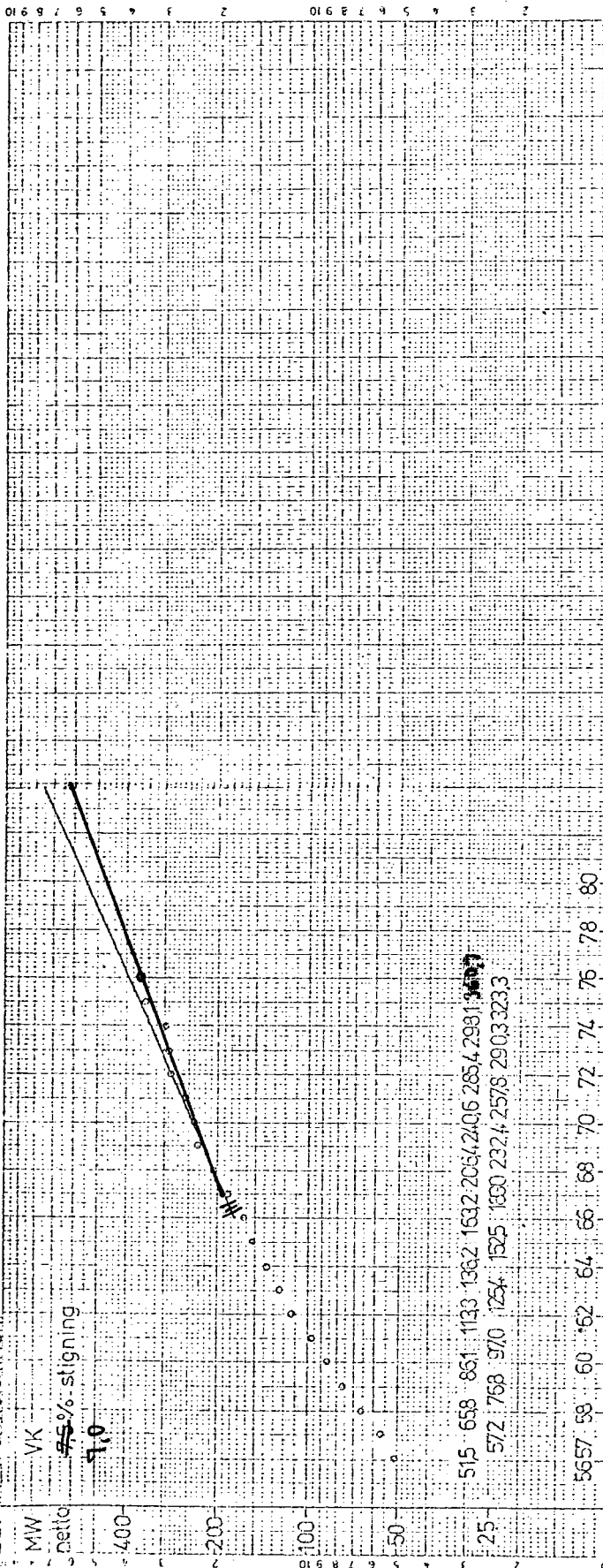








Udvikelsesplan 1978 **7** ELSAM_max (elektrisk)



Bilag 4

Benyttelsestiden for belastningen (salg til eget område/Elsam maks) fra 1951/52 til 1975/76

timer

5000

4500

4000

1951/52

55/56

60/61

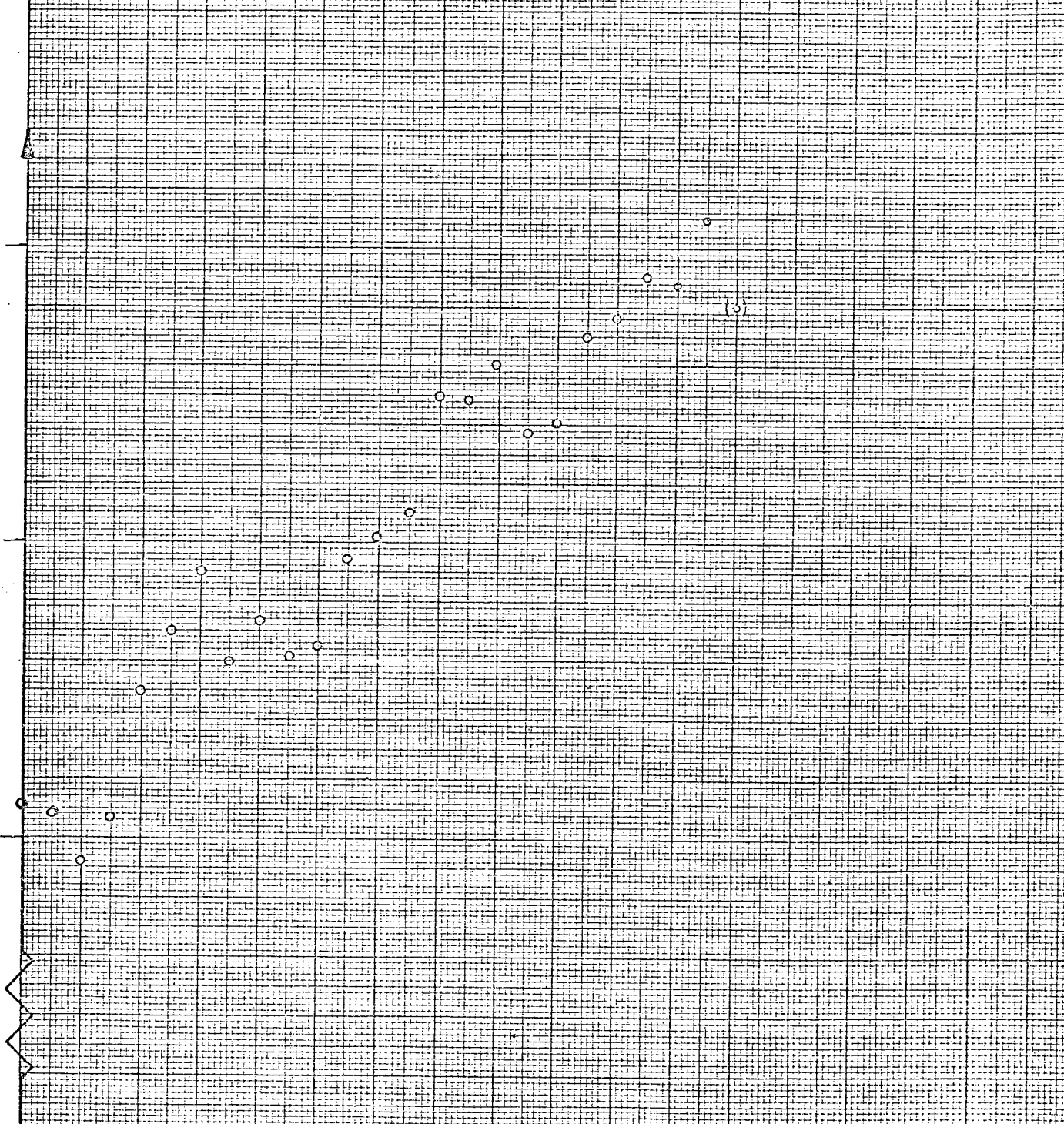
65/66

70/71

75/76

80/81

85/86



Belastningsprognose efter regressionslinje

	FV el ½fjv	MK el ½fjv	NE	NK el ½fjv	SV	SH	VK el ½fjv	ELSAM max ½fjv	Ialt Øvre grænse	Ialt Nedre grænse
75/76	291.0	425.9	150.1	163.5	306.6	223.7	323.3	1884.1		
76	315	474	172	189	340	250	362	2102	78	2180
77	335	506	184	203	363	265	389	2245	84	2329
78	356	541	197	218	388	281	418	2399	89	2488
79	378	579	210	234	414	298	449	2562	94	2656
80	402	619	225	252	443	316	483	2740	97	2837
81	428	661	241	270	473	335	519	2927	99	3026
82	455	707	257	291	505	355	559	3129	102	3231
83	484	756	275	312	540	377	601	3345	102	3447
84	515	808	295	335	576	400	646	3575	107	3682
85	547	863	315	360	616	424	694	3819	110	3929
86	582	923	337	387	658	450	746	4083	110	4193
87	619	986	361	416	702	477	802	4363	110	4473
88	658	1055	386	447	750	506	863	4665	110	4775
89	699	1127	413	480	802	536	928	4985	110	5095
90	744	1205	441	516	856	569	997	5328	110	5438

Data vedrørende eksisterende og besluttede kraftværksanlæg inden for ELSAM 1976
(anlæg under 10 MW medregnes ikke)

Værk	nr.	Effekt		Brændselsforbrug			Drift & vedl.		Fjv	Periode		Effekt ved			
		** Enhed	Værk MW	kcal kWh	kul max%	olie max%	AT kW-år	AT MWh		Gcal h	fra år	til år	max MW	kul. ΣMW	max MW
FVO	1	38		3267	o	100	2	0.50	60	53	88	o		38	
	2	38		3267	o	100	2	0.50	60	53	88	o		38	
	B 1	73		2127	75	100	2	0.50	85	61	96	55		73	
	B 2	195		2106	100	100	1,3	0.15	200	68	03	195		195	
	B 3	269	613	2126	o	100	0,8	0.10	240	74	09	o	250	269	613
MKA	8	42*	150	2884	100	30	2	0.50	20	53	88	20		20	
	9	70		2500	o	100	2	0.50	80	60	95	o		70	
	10	70		2690	100	30	2	0.50	80	65	00	70		21	
MKS	1	152		2060	100	100	1,6	0.15		68	03	152		152	
	2	263	575	2126	o	100	0,8	0.10		72	07	o	242	263	526
NEV	1	133		2170	o	100	1,3	0.15		66	01	o		133	
	2	300	433	2126	o	100	0,8	0.10		77	12	o	o	300	
MKA	Gas	25		-	o	100	-	-		76	11			25	458
	3	29		3600	100	25	2	0.50		50	85	29		7	
	4	29		3380	100	25	2	0.50		54	89	29		7	
	5	41		2750	80	100	2	0.50	50	58	93	33		41	
	6	69		2650	80	100	2	0.50	100	62	97	55		69	
	B 1	269	437	2126	o	100	0,8	0.10	235	73	08	o	146	269	393
SVS	1	31		3740	o	100	2	0.50		51	86	o		31	
	2	31		3740	o	100	2	0.50		51	86	o		31	
	3	59		3350	100	o	2	0.50		55	90	59		o	
	B 1	102		2260	100	100	2	0.15		64	99	102		102	
	B 2	269	492	2126	o	100	0,6	0.10		71	06	o	161	269	433
SHA	5	58		3430	o	100	2	0.50		68	03	o		58	
SHE	1	57		3100	100	30	2	0.50		58	93	57		17	
	2	144		2310	100	70	1,7	0.15	(+)	65	00	144		101	
	3	300	559	2126	100	100	1	0.10	(+)	79	14	300	501	300	476
VKE	3	17		3620	100	o	2	0.50	+	50	85	17		o	
	4	34		3550	100	o	2	0.50	+	53	88	34		o	
	5	61		2745	100	o	2	0.50	70	58	93	61		o	
	B 1	131		2325	100	75	1,9	0.15	150	65	00	131		98	
	B 2	257	500	2100	o	100	0,8	0.10	170	69	04	o	243	257	355
	ELSAM ialt			3634						1540				1543	
Norge			250												
Ialt 1979			3884												

270 uden
T8
Ellers 225

32
64
86
160
160

*) 90 MW indtil 1.okt.1976

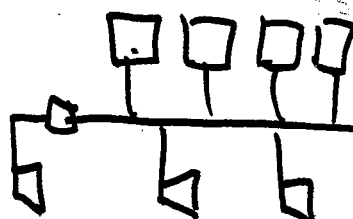
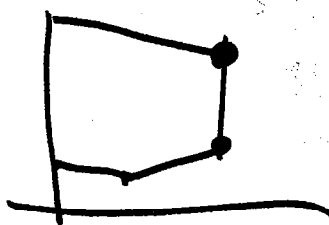
**) Ifølge notat af 18.2.1974, udsendt til PDU

(+) Fjernvarmeproduktion uden fortrinsstilling

Brændselsforbrug opgives i bedstpunkt incl. korrektionsfaktor

o) Let olie

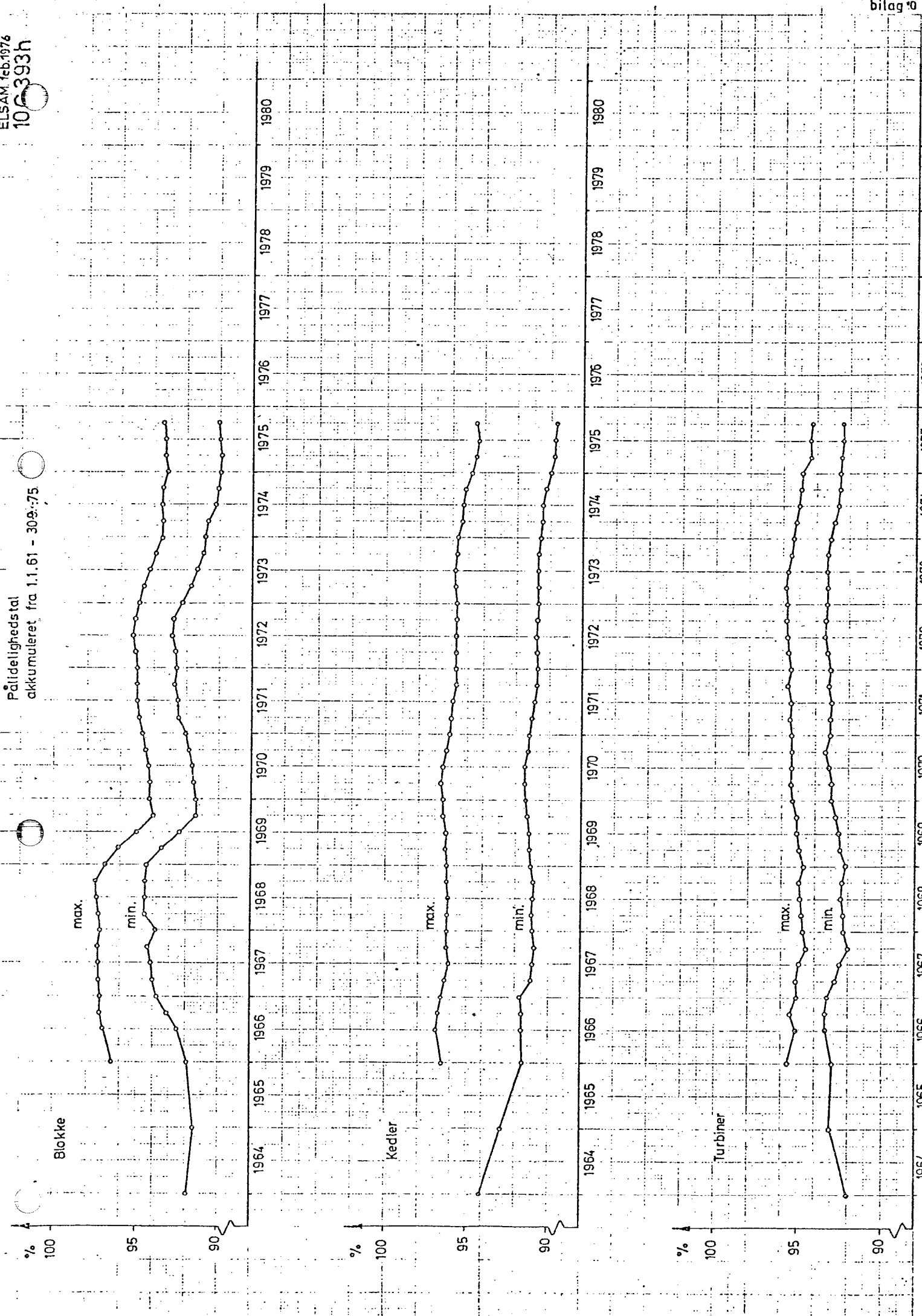
2
195
152
102
444
439
724



19.2.76

3084
1327
1707

195
152
133
102
157
1327



Energikilde	Brændsels- oparbejdning	El produktion	Transmission og Distribution	Energi- akkumulering	Forbrug	Miljø påvirkning
Olie Kul Gas Atom Fission Fusion Vind Sol Vandkraft Tidevand Bølgeslag Jordvarme Affald Halm Træ	Berigning Afsøvling Forgasning Omdannelse til væske Raffinering Brintproduktion Methanol produktion	Nukleare Reaktorer: LWR HWR HTGR LMFBR Fusion Magnetisk laser Damp turbine Gasturbine Vand turbine Dieselmotorer MHD-generatorer Brændselsceller Vindmøller Solceller Solfangere Termoelektrisk Kombinerede enheder: Nuklear-gas- turbiner Dieselmotor- damp turbine MHD-generatorer- damp turbine Kombineret varme- og el-produktion	Luftledning Kovv. Kabel SF ₆ -kabel Supralede- nde kabel Mikrobølge Laser - Bøl Tog Skib Rørledning	Vandmagasin Luftmagasin El-akkumu- latorer varmeakkumu- latorer Brint Methanol Svinghjul Supralede- nde magnet	Industri Transport Bolig Midler til opbevaring af energi besparelse: - Bedre processer - Bedre isolering - Påvirkning af degnkurven ved f.eks. tarif- politik - Indførelse af el-biler i transportsektoren - Indførelse af varmepumper i opvarmingssektoren	- Luft SO _x NO _x CO _x Svavestøv Radioaktivt udslip - Fast stof Slagger Flyveaske Radioaktivt affald - Støj - Syndtryk Master Stationer Værker - Termisk Opvarmning af havet

Nødvendig effekttilgang

Belastning efter regressionslinie

	Maksimal belastning incl. $\frac{1}{2}$ fjv. + $1\frac{1}{2}\%$ MW	Install. effekt MW	Nødvendig effekttilgang (20% res.) MW	Akkumuleret nødv. effekt- tilgang MW	Install. reserve %	Maksimal belastn. + aftalt salg MW	Reserve %
75/76		3079					
76	2213	3159	{ Gas + 25 N + 125 MK - 70		42.7	2413	30.9
77	2364	3584	{ N + 125 NE + 300		51.6	2664	34.5
78	2525	3584			41.19		
79	2696	3884	SH + 300		44.1		
80	2880	3884			34.19		
81	3071	3884			26.5		
82	3279	3935	51	51	20		
83	3499	4199	264	315	20		
84	3737	4484	286	601	20		
85	3988	4786	301	902	20		
86	4256	5107	322	1223	20		
87	4540	5448	341	1565	20		
88	4847	5816	368	1933	20		
89	5171	6205	389	2322	20		
90	5520	6624	419	2741	20		
Σ 81-85			902				
Σ 86-90			1839				

Nødvendig effekttilgang

Øvre grænse

	Maksimal belastning incl. $\frac{1}{2}$ fjv.	Install. effekt	Nødvendig effekttil- gang (20% res.)	Akkumuleret nødv. effekt- tilgang	Install. reserve	Maksimal belastn. + aftalt salg	Reserve
	MW	MW	MW	MW	%	MW	%
75/76							
76							
77							
78							
79							
80							
			SE BILAG 12				
81	3119	3884			24.5		
82	3382	4058	174	174	20		
83	3662	4394	336	510	20		
84	3977	4772	378	888	20		
85	4310	5172	400	1288	20		
86	4604	5525	353	1641	20		
87	4919	5903	378	2019	20		
88	5255	6306	403	2422	20		
89	5615	6738	432	2854	20		
90	6001	7201	463	3317	20		
Σ 81-85			1288				
Σ 86-90			2029				

Nødvendig effekttilgang

Nedre grænse

	Maksimal belastning incl. ½ fjv.	Install. effekt	Nødvendig effekttilgang (20% res.)	Akkumuleret nødv. effekttilgang	Install. reserve	Maksimal belastn. + aftalt salg	Reserve
	MW	MW	MW	MW	%	MW	%
75/76		3079					
76	2028	3159	{ Gas + 25 N + 125 MK - 70		55.8	2228	41.8
77	2154	3584	{ N + 125 NE + 300		66.4	2454	46.0
78	2279	3584			57.3		
79	2414	3884	SH + 300		60.9		
80	2557	3884			51.9		
81	2709	3884			43.4		
82	2873	3884			35.2		
83	2992	3884			29.8		
84	3218	3884			20.7		
85	3405	4086	202	202	20		
86	3603	4324	238	440	20		
87	3812	4574	251	691	20		
88	4034	4841	266	957	20		
89	4270	5124	283	1240	20		
90	4520	5424	300	1540	20		
Σ 81-85			202				
Σ 86-90			1338				

Nuværende tankkapacitet og udbygningsplan (1000 t)

	1975/76	1976/77	1977/78	1978/79	1979/80
FV	228				
MKA	24				
MKS	184				
NE	173	102			
NK	240				
SV	277				
SH	84	149	298	74	- 149
VK	207				
Total	1417	1668	1966	2040	1891

Lagerkapacitet for kulpladserne (1000 t)

	1975/76	1976/77	1977/78	1978/79	1979/80
FV	400				
MKA	120				
MKS	450				
NK	115				
SV	250		Evt. udvidelse (1)		
SH	500			300	- 250
VK	180		Evt. udvidelse (1)		
Total	2015	2015	2015 + evt. udvidelse	2315 + evt. udvidelse	2065 + evt. udvidelse

(1) I forbindelse med ombygning af 250 MW-enhed til kulfyring.

Havneforhold

	Vanddybde ved kulkaj (meter)	Vanddybde ved oliekaj/-pier (meter)	Maks. skibsstør- relse ved kulkaj (DWT)	Maks. skibsstør- relse ved olieka- j/-pier (DWT)	Samtidig losning af kul og olie
FV	7,0	7,0	5.500	5.500	Ja
MKA	8,3	8,3	15.000	15.000	Nej
MKS	11,3	11,3	30.000	30.000	Ja
NE	-	10,0	-	80.000 partlastet	-
NK	8,0	8,8	80.000 partlastet	80.000 partlastet	Ja
SV	7,0	11,9	5.500	100.000 partlastet	Ja
SH	10,0	17,0	20.000 ⁽¹⁾	150.000	Ja
VK	6,7	10,5	5.500	35.000 partlastet	Ja

(1) Fra 1.6.1978 80.000 DWT

Elsams tankkapacitet

17 Arbejdslager i mdrs. gennemsnitsforbrug

Stigningsstakt: 8,6%

16

15

14

13

12

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

0

-1

-2

-3

År

82/83

81/82

80/81

79/80

78/79

77/78

76/77

A: Maks. kulfyring og ombygning af 250 MW enhed til kulfyring i 1977/78

B: Maks. kulfyring uden ombygning

C/C₁: Forventet kulfyring baseret på det nuværende forhold mellem kul- og oliepriser og ombygning af 250 MW enhed

D/D₁: Forventet kulfyring baseret på det nuværende forhold mellem kul- og oliepriser uden ombygning

E/E₁: Maks. oliefyring

Lagerkapacitet for kulpladserne

Arbejdslagerets størrelse i
måneders gennemsnitsforbrug

Stigningstakt: 8,6%

