

ELSAM

Febr.1973
JH-73/12b

Bestyrelsesmøde, den 8.marts 1973
Punkt 2

Effektudvidelsesplan 1973

=====

Tekst

Resumé (fra effektudvidelsesplan 1973)

Da der først kan tages endelig stilling til Norgesforbindelsen omkring juni 1973, er NE blevet anmodet om at have deres nye enhed i drift til 1977/78, og der er derefter ikke behov for yderligere effekttilgang til dette tidspunkt, selvom MK ønsker at skrotte sektion II på Århusværket. - Hvis Norgesforbindelsen ikke etableres, må der snarest muligt tages stilling til køb af effekt fra udlandet for 1978/79 eller fremrykning af en af de nedenfor for 1979/80 eller 1980/81 nævnte enheder.

For 10-års perioden 1979-1988 er det vigtige spørgsmål introduktionen af de første nukleare anlæg. Der er udført en række beregninger for at få belyst, ved hvilke anlægspriser og brændselspriser det kan betale sig at gå over til nukleare anlæg. Det omtales, at et af de væsentlige formål med det nukleare forprojekt er at skaffe et mere sikkert grundlag for vurderingen af de nukleare anlægspriser. For at få den bedst mulige bedømmelse af det optimale tidspunkt for introduktion af nukleare anlæg er en langtids brændselsprisprognose nødvendig. Der bør gøres mest muligt for at der dannes en mening herom inden for Elsam området.

For den første 5-års periode 1979/80 til 1983/84 foreslås følgende langtidsplan:

1979/80 : 5-600 MW grundlastenhed hos SH
 1980/81 : 250-300 MW luftmagasinanlæg ved Vejrum
 1981/82 : 5-600 MW grundlastenhed
 1982/83 : 8-900 MW nuklear enhed (eller anden effekt)
 1983/84 : ingen effekttilgang (tilføjet i bestyrelsen)

For den næste 5-års periode 1984/85 til 1988/89 kan forventes følgende effekttilgang:

ca. 300 MW (luft)magasineffekt
 ca. 300 MW mellemlasteffekt
 2 x ca. 600 MW grundlasteffekt
 ca. 900 MW nuklear effekt

Dersom det af en eller anden grund beslattes at udskyde den nukleare effekt, skal der i stedet bygges 2-3 konventionelle anlæg på hver ca. 600-900 MW.

De forudsætninger og indbyrdes prisrelationer, der ligger til grund for langtidsplanen, skal tages op til revision hvert år for at vurdere, om eventuelle ændringer kan få indvirkning på det foreslåede udbygningsmønster, men planen bør kun ændres ved væsentlige ændringer i forudsætningerne eller prisrelationerne. Specielt vil resultaterne fra det i 1975 foreliggende nukleare forprojekt, og de kommende års vurdering af udviklingen i brændselssituationen, være af stor betydning i denne sammenhæng.

Fastsættelse af effektbetaling for 1977/78 og 1978/79 foreslås udsat til næste udvidelsesplan.

1. Belastningsprognose

1.1 Elbelastningen

På bilagene 1-4 er afbildet de sidste 17 års afregningsmaksimum for Elsam og deltagernes andele heri.

I sidste år udvidelsesplan blev der redegjort og argumenteret for en mindre ændring i den hidtidige prognoseringsmetode. Der er ikke siden sket sådanne ændringer i forudsætningerne eller synspunkterne på dette spørgsmål, at det anses for nødvendigt at foretage yderligere ændringer i metoden. Den i bilag 6 viste prognose er derfor udarbejdet på følgende måde: med de sidste 10 års Elsam maks.-belastninger som grundlag er der (ved regressionsanalyse) beregnet en stigningslinie, ud fra hvilken de kommende forventede Elsam maks.-belastninger bestemmes. Disse værdier øges med 1,5% for at give den forventede absolutte maks. belastning. I ca. 1985 stemmer den således beregnede maks. belastning overens med den effektprognose, der blev udarbejdet på grundlag af Elsam-Kraftimportprognosen fra 1965 (om denne se udvidelsesplan 1972). For de efterfølgende år d.v.s. efter 1985 anses det for rimeligt, at den i Elsam-Kraftimportprognosen indeholdte årlige stigning på 8,6% reduceres til 8%.

De enkelte deltageres andel i det samlede maks. er frem til 1978/79 bestemt ved ekstrapolation af de enkelte deltageres andel i Elsam maks. i de foregående 10 år. Fra 1978/79 er der regnet med, at hver deltager har samme procentiske andel i det samlede maks. som i 1978/79.

Regressionsanalysen giver et forventet "absolut maks." for 1978/79 på 2957 MW. Sammenholdt med sidste års udvidelsesplan er den forventede stigningsprocent d.v.s. hældningen af regressionslinien igen faldet lidt nemlig fra 9,4% til 9,1%. I udvidelsesplan 1971 var den 10%.

I år har DEFU på primærværkerne bestilling afsluttet arbejdet med en "Elforbrugsprognose 1970-90". Effektprognosen er i denne rapport fundet ved at udarbejde en energiprognose, stort set baseret på regressionsanalyse, og så dividere de fundne forventede energiproduktioner med den forventede benyttelsestid. Som der blev redegjort for i sidste års udvidelsesplan, er det uheldigt at anvende en energiregressionsanalyse baseret på energiproduktionen i 60'erne, som udgangspunkt for en effektprognose. Dette skyldes, at der netop i dette tidsrum var en stor stigning i Elsams benyttelsestid, hvorved der blev stor forskel på stigningen i energisalget og maks. belastningen. Det viser sig da også, at DEFU's

prognose for 1978/79 er ca. 12% højere end den i bilag 6 viste, der som nævnt er baseret direkte på en regressionsanalyse af maks. belastningerne i 60'erne. For at nå den i DEFU's rapport prognoserede værdi skal den årlige stigning fra 1972/73 til 1978/79 være ca. 12% p.a. i stedet for de ovenfor nævnte 9,1%. I dette års udvidelsesplan er effektprognosen derfor baseret på den hidtidige praksis, medens der ved de i senere afsnit omtalte simuleringsberegninger er anvendt den i DEFU's rapport anslåede benyttelsestid for hele landet på ca. 5000 timer, da dette også er i god overensstemmelse med de sidste års udvikling i Elsam's benyttelsestid, som det fremgår af bilag 5. I sidste års udvidelsesplan blev benyttelsestiden på Elsam's maks. belastning anslået til 4800 timer.

1.2 Fjernvarmetillægsproduktionen

Der er i denne udvidelsesplan regnet med samme prognose for fjernvarmetillægsproduktionen som i sidste års udvidelsesplan.

2. Reservekrav

Ved behandlingen af sidste års udvidelsesplan var der enighed om indtil videre at tilstræbe en effektreserve på mellem 15 og 20%.

En af de parametre, som er bestemmende for, om dette er en rimelig reserveprocent at tilstræbe, er pålidelighedstallet for kedler og turbiner. På bilag 7 er vist, hvorledes pålidelighedstallene, bestemt ud fra den kraftværksstatistik, der føres, har varieret i tiden fra 1961 til 1972. Tallene er akkumulerede værdier fra den nævnte periodes begyndelse. Det ses, at de tal, der er tilkommet siden sidste års udvidelsesplan, ikke giver anledning til ændring af de hidtil anvendte pålidelighedstal, og da der i de nærmeste år ikke sker afgørende ændringer i størrelsen af de enheder, der installeres, eller udlandsforbindelsernes størrelse i forhold til disse, vil det være rimeligt fortsat at tilstræbe en reserveprocent på mellem 15 og 20.

For de mere langsigtede betragtninger, som er indeholdt i denne udvidelsesplan, er der ligeledes regnet med en reserveprocent mellem 15 og 20. Dette er gjort ud fra den betragtning, at dels vil overføringsevnen på vore udlandsforbindelser, med Norgesforbindelsen og 400 kV forbindelsen til Tyskland, stadig øges, og dels vil nye anlægstyper i lang tid udgøre en lille del af den samlede installerede effekt. Endvidere vil nye anlægstyper ikke blive installeret, med mindre der er rimelig sikkerhed for, at de får pålidelighedstal, der ikke afviger meget fra dem, der er gældende for de nuværende konventionelle anlæg.

3. Nødvendig effekttilgang

I bilag 8 er vist, hvor stor en effekttilgang, der er nødvendig for at dække den forventede belastning med den ønskede reserveprocent. Effektkøbet fra Norge og NE's nye enhed er begge medregnet fra 1977/78.

MK påtænker at indstille til sin bestyrelse, at sektion II på Århusværket (ca. 90 MW) skrottes i 1975, idet det ikke hverken fra et MK- eller helheds-synspunkt kan betale sig at installere de nye kedler, som er nødvendige for at kunne holde sektionen i fortsat drift. - Denne skrotning er der taget hensyn til i bilag 8. Yderligere skrotninger er ikke medtaget; til orientering kan nævnes, at inden 1983/84 vil effekt på ialt ca. 20 MW være over 35 år gammel og i perioden 1983/84 til 1988/89 vil yderligere ca. 150 MW være så gammel.

For årene fra og med 1979/80 er anført et interval for den nødvendige effekttilgang for at opnå den ønskede reserve på henholdsvis 15 og 20%. Tabellen på bilag 9 angiver deltagerens over- og underskud i effekt fra 1978/79-1983/84 ud fra den forudsætning, at hver deltager skal have samme reserveprocent som den, der er gældende for det samlede område. Deltagerens over- og underskud er kun udregnet for 15% reserve for ikke at komplicere opstillingen, og effekttilgangen er ikke indregnet hos nogen enkelt deltager.

4. Effektforhold til og med 1978/79

Som det fremgår af bilag 8 er der i årene til og med 1975/76 og i 1977/78 en meget rigelig reserveprocent, i 1976/77 og 1978/79 ligger reserven inden for det tilsigtede område på 15-20%. Det forventes dog, at Norgesforbindelsen er etableret allerede i 1976/77, således at der også i dette år bliver en større reserveprocent end nødvendig. For 1978/79 må reserveforholdene anses for tilfredsstillende, således at der ikke er behov for at tage stilling til ny effekt for dette år.

Skulle Norgesforbindelsen mod forventning ikke blive etableret, vil det i løbet af sommeren 1973 blive nødvendigt at tage stilling til evt. køb af effekt fra udlandet for 1978/79 eller til en fremrykning til dette år af det i næste afsnit omtalte luftmagasinanlæg eller den konventionelle enhed hos SH, afhængigt af hvilken af disse to anlæg det er muligt eller mest hensigtsmæssigt at fremrykke.

De meget rigelige reserveforhold i 1973/74 og 1974/75 reduceres med ca. 10% ved de salg, der allerede er aftalt med NWK. En yderligere reduktion af reserveprocenten ved salg enten til NWK eller Sverige vil kunne tolereres, sålænge den resulterende reserveprocent for vore egne forhold ikke kommer under ca. 20%. For 1977/78 er også aftalt salg til NWK, forudsat Norges-forbindelsen etableres.

5. Effektudbygningsforholdene på længere sigt (fra 1979/80 til 1988/89)

I henhold til vedtagelse på bestyrelsesmødet den 29. marts 1972 er der i dette års udvidelsesplan søgt opstillet en mere konkret langtids-effektudbygningsplan opdelt på to perioder: 1979/80-1983/84 og 1984/85-1988/89. Planen er opstillet ud fra en række forudsætninger, herunder også forudsætninger om anlægsudgifterne for forskellige anlægstyper og priserne på konventionelt (fossilt) og nukleart brændsel.

Meningen med at opstille en sådan mere konkret langtidsplan er, at tilrettelæggelse af effektudbygningen kan gøres bedre og mere rationel end hidtil. De forudsætninger og indbyrdes prisrelationer, der er lagt til grund for langtidsplanen, skal naturligvis tages op til revision hvert år, for at vurdere, om eventuelle ændringer kan få indvirkning på det foreslåede udbygningsmønster, men planen bør kun ændres ved væsentlige ændringer i forudsætningerne eller prisrelationerne.

Et stort ^{og} meget vigtigt spørgsmål i forbindelse med planlægningen af denne periode er introduktionen af de første nukleare anlæg.

Der kan være flere grunde til at bygge nukleare anlæg:

- a) Dersom prisen på konventionelt brændsel stiger hurtigere end anlægsprisen for nukleare anlæg, vil det på et eller andet tidspunkt være økonomisk rigtigt at introducere nukleare anlæg. Indflydelsen af de to vigtigste parametre nemlig olieprisen og anlægsomkostningerne for nukleare anlæg er belyst i et senere afsnit.
- b) Energipolitiske forhold kan være afgørende for beslutningen, idet det i det lange løb kan være betænkeligt at være ensidigt afhængig af olie eller evt. af kul.
Disse betragtninger har såvel en sikkerhedsmæssig side, jvf. Suez-konflikten i 1956, som en økonomisk side, idet den stærkt stigende efterspørgsel på olie fremover kan presse priserne op.
- c) Kravene om skærpede foranstaltninger mod forurening vil givetvis øges i de kommende år jvf. de for nylig vedtagne lovbestemmelser

angående svovlindhold i olie. Da nukleare kraftværker er betydeligt mere miljøvenlige end konventionelle kraftværker, kan forureningsproblematikken få en afgørende indflydelse på beslutningerne om det fremtidige kraftværksudbygningsmønster.

Ifølge prognoser forventer man, at ca. 40% af den samlede installerede effekt i EF-landene og USA i 1990 vil være nukleare anlæg. Det må antages, at A-kraft også er introduceret i Danmark til den Tid. Der kan være betydelige fordele forbundet med at starte i god tid, således at personale i projektering og drift får lejlighed til at uddanne sig. Ved gradvis start af det nukleare program opnås, at man erhverver sig så megen viden, at man med større sikkerhed kan vælge den for danske forhold mest velegnede type.

5.1 Teoretiske betragtninger vedrørende optimalt udbygningsmønster

Som udgangspunkt for opstillingen af en langtidsplan er der udført en række tilnærmede teoretiske beregninger af, hvor stor en andel de forskellige anlægstyper (konventionelle grundlastanlæg, nukleare anlæg m.v.) bør udgøre af det samlede produktionssystem for at få den billigst mulige samlede produktionsudgift.

Forudsætningerne for disse beregninger og resultaterne er vist i appendix I.

Ud fra det nuværende prisniveau for de for os mere traditionelle anlægstyper og de anslåede priser for nukleare- og luftmagasinanlæg kommer, som det fremgår af appendix I, følgende anlægstyper på tale ved opstilling af en langtidsplan:

luftmagasinanlæg
 mellemøkonomiske anlæg
 konventionelle grundlastanlæg
 nukleare anlæg

Det nuværende prisniveau for diesler (og gasturbiner) er så højt, at det ikke vil være rimeligt at medtage disse i langtidsplanen. Anlæg af denne type kan dog, som det har været nævnt i tidligere udbygningsplaner, stadig blive aktuelle, hvis det skulle blive nødvendigt med relativt kort varsel at skaffe effekt, f.eks. på grund af fejlprognosering.

De væsentligste konklusioner af de teoretiske betragtninger under de gjorte forudsætninger fremgår af bilag 7 i appendix I og er følgende:

- 1: mellemøkonomiske anlæg fortrænges praktisk taget fuldstændigt af luftmagasinanlæg, og den optimale andel af luftmagasinanlæg

ligger stort set inden for 20-25% ved alle de undersøgte parametre.

(NB: Den forudsatte anlægspris for luftmagasinanlæggene er baseret på en genereringstid på 4 á 6 timer daglig. Jo større andel luftmagasinanlæggene udgør af den installerede effekt, desto større bliver imidlertid benyttelsestiden på anlæggene, og dermed behovet for magasinvolumen pr. installeret MW. Dette forhold vil forringe anlæggenes konkurrenceevne. Modsat vil adgang til billig natenergi, ved import eller fra egne nukleare anlæg, forbedre konkurrenceevnen. Der har dog ikke været de nødvendige data til og heller ikke, som det fremgår af næste afsnit, behov for en nærmere undersøgelse af disse forhold i denne udvidelsesplan.)

- 2: nukleare anlæg bliver konkurrencedygtige ved en konv. brændselspris på 14 kr/Gcal og med en anlægsudgift på 1500 kr/kW ved såvel 9% som 13% til forrentning og afskrivning, medens de ved en anlægspris på 2000 kr/kW kun er konkurrencedygtige ved 9%
- 3: en nuklear andel på mere end ca. 35% er optimal, såsnart de nukleare anlæg er konkurrencedygtige.

Af bilagene 3 og 4 i appendix I ses, at typekurverne skærer hinanden under en meget lille vinkel. Dette betyder, at man uden større økonomiske konsekvenser kan afvige noget fra den teoretisk optimale effektsammensætning;

5.2 Praktiske betragtninger vedrørende effektuering af et optimalt udbygningsmønster

For den 10 års periode, der betragtes, er der imidlertid en række praktiske forhold, som sætter en grænse for, hvilket effektmønster det er muligt at effektuere inden for dette tidsrum:

- 1) der er ikke økonomisk motivering for at erstatte eksisterende anlæg med nye, sålænge de gamle kan vedligeholdes med rimelige udgifter. (i de nedennævnte beregninger er der regnet med en levetid på 35 år).
- 2) et luftmagasinanlæg på 250-300 MW kan formentlig tidligst idriftsættes omkring 1980. Desuden vil det være rimeligt at have 1 á 2 års driftserfaring med et sådant anlæg, inden der tages stilling

til et nyt anlæg af denne type. Dette betyder, at der for den første 5 års periode (1979-83) maksimalt kan regnes med ca. 300 MW luftmagasineffekt. I den efterfølgende 5-årige periode (1984-88) vil driftserfaringerne med de første anlæg og udviklingen i belastningsmønstrer være bestemmende for, hvormeget luftmagasineffekt der kan installeres. Ca. 300 MW skønnes at kunne blive aktuel.

Dersom de geologiske undersøgelser, der nu forestår, skulle vise, at det er teknisk uforsvarligt at bygge luftmagasinanlæg, eller skulle anlægsprisen efter nærmere undersøgelser vise sig at blive så høj, at det ikke er økonomisk at gå ind for denne anlægstype, selv under hensyntagen til de store driftstekniske fordele, disse anlæg byder på, må det overvejes, om den effekt, der forudsættes installeret i form af luftmagasinanlæg, skal erstattes med mellem-lastanlæg eller mere deciderede spidslastanlæg såsom gasturbiner. Disse overvejelser bør gøres, såsnart resultatet af de forestående geologiske undersøgelser foreligger, d.v.s. i vinteren 1973/74.

- 3) det første nukleare anlæg vil tidligst kunne idriftsættes i 1982, og en hensigtsmæssig udnyttelse af projekteringsstaben (og formodentlig også af kapitalressourcerne) gør det rimeligt at regne med omkring 3-4 år mellem idriftsættelse af efterfølgende nukleare anlæg. Det må forventes, at de to første nukleare anlæg, hvis de bygges for Elsam området alene, vil blive på hver 800 á 900 MW af følgende grunde. 1: Det gælder normalt, at anlægsudgiften pr. MW mindskes med voksende enhedsstørrelse; ved en vis enhedsstørrelse kan den opnåede besparelse pr. MW imidlertid ikke opveje den merudgift, der fås ved, at effekttilgangen med en ny stor enhed væsentligt overstiger det, der er nødvendigt af hensyn til belastningsstigningen. Denne øvre grænse for enhedsstørrelsen er højere for nukleare anlæg end for konventionelle. For Elsam området i 1980'erne skønnes grænsen at ligge ved de 8-900 MW, 2: En sådan enhedsstørrelse vil endvidere være nødvendig, hvis en nuklear andel på mere end 35% af den samlede effekt skal kunne udbygges på et rimeligt åremål.

Ud fra disse begrænsninger er der i appendix II vist opstillinger over den bedst mulige tilpasning til det teoretisk optimale udbygningsmønster ved de variable parametre for forrentning og afskrivning, konv. brændselspris og anlægsudgiften for nukleare anlæg. Resultaterne i

appendix II viser, at det inden for den betragtede periode ikke er muligt at nå op på den optimale nukleare effektandel, når nukleare anlæg er konkurrencedygtige med de konventionelle grundlastanlæg. Resultaterne viser endvidere, at behovet for mellemlastanlæg ved næsten alle parametrene er 0 MW frem til 1983/84 og mellem 250-500 MW i tiden fra 1983/84-1988/89.

Med den store usikkerhed, der er omkring udviklingen i prisen for konventionelt brændsel og det risikomoment, der ligger i ved en fortsat udbygning med konventionelle anlæg at blive så ensidigt afhængig af konv. brændsel, er det rimeligt at overveje en introduktion af nukleare anlæg, selvom der ikke med sikkerhed kan påvises en økonomisk gevinst herved. Som det fremgår af det tidligere, er det optimalt med en stor procentisk andel i form af nukleare anlæg, såsnart disse anlæg er konkurrencedygtige med konventionelle grundlastanlæg. Det tager imidlertid tid at opbygge en sådan andel, og man vil i en årrække få et tab i forhold til den optimale udbygning, hvis man først påbegynder en nuklear udvikling, når brændselsprisen er blevet så stor, at de nukleare anlæg er konkurrencedygtige. Dette betyder, at en nuklear udbygning under forudsætning af en i forhold til de øvrige parametre stadigt stigende brændselspris må forventes med fordel at kunne påbegyndes, inden der er økonomisk ^{balance} med konventionel effekt, idet de tab, der fås i de første år på et nukleart anlæg i forhold til et konventionelt, skulle kunne opvejes af den gevinst, der senere kan hentes på grund af den større nukleare andel som følge af den "for tidlige" nukleare udbygning.

App. III indeholder nogle betragtninger og beregninger vedrørende dette forhold. Det fremgår heraf, at der, stadig forudsat en relativ stigning i den konv. brændselspris, ikke er nogen risiko ved at påbegynde en nuklear udbygning, før de nukleare anlæg er konkurrencedygtige. Et eventuelt ønske om at have flere brændselsalternativer kan derfor opfyldes uden større økonomisk risiko under de gjorte forudsætninger.

5.3 Forslag til langtidsplan

1: Effekttilgang:

På baggrund af ovenstående betragtninger og med de anførte forbehold foreslås følgende:

For 5 års perioden 1979/80-1983/84 er den nødvendige effekttilgang
 ca. 1800-2000 MW, dækkes med: 250-300 MW luftmagasineffekt
 800-900 MW konv.grundlasteffekt
 800-900 MW nuklear effekt

For 5 års perioden 1984/85-1988/89 er den nødvendige effekttilgang
 ca. 2700 MW, dækkes med: ca. 300 MW luftmagasineffekt
 " 300 MW mellemlastanlæg
 2 x " 600 MW konventionel grundlasteffekt
 " 900 MW nuklear effekt

Dersom det af en eller anden grund bliver besluttet at udskyde bygningen af de to foreslåede nukleare anlæg, skal den tilsvarende effekt installeres i form af konventionelle anlæg. Det vil i denne forbindelse dreje sig om 2-3 anlæg af 600-900 MW fyret med olie og/eller kul.

2: Tidsmæssig fordeling:

Under hensyntagen til de i forrige afsnit nævnte praktiske begrænsninger vil følgende tidsmæssige fordeling af anlæggene være rimelig:

luftmagasineffekt : 1980, 1986-87
 nukleare anlæg : 1982, 1985-86
 konventionel effekt : indplaceres herimellem efter behov

Placering af effekttilgangen i perioden 1979/80-1983/84:

Som bekendt føres der for tiden forhandlinger med NWK om et fælles 5-600 MW anlæg i 1979/80, hvoraf NWK skal eje halvdelen. NWK er kun interesseret i et sådant samarbejde, hvis enheden kan placeres i Sønderjylland, hvorved kun en placering hos SH kommer på tale. Placering af effekt hos SH i 1979/80 passer godt ind i det jysk-fynske udbygningsmønster, da der er stort behov for effekt i det sydlige område dette år. - Skulle forhandlingerne med NWK resultere i, at der ikke opnås enighed om et fælles anlæg, vil det (jvf. appendix I) fortsat være økonomisk fordelagtigt for Elsam området som helhed at gå ind for en 5-600 MW enhed i dette år hos SH.

Herved bliver der kun behov for yderligere 300-400 MW grundlasteffekt i 5 års perioden, men under hensyntagen til prognoseusikkerhed og på baggrund af, at der planlægges for nye effekttyper, luftmagasinanlægget i 1980 og et nukleart anlæg i 1982, foreslås det, at der i langtidsplanen regnes med en 5-600 MW også i 1981. Forudsat at det nukleare anlæg i 1982 placeres centralt i nettet, vil enheden i 1981 med fordel kunne placeres på Studstrupværket.

Placeringen af luftmagasinanlægget er bundet til salthorsten ved Vejrum d.v.s. i VK's nordlige område.

