

# ENERGIPOLITISK REDEGØRELSE

---

F O R O R D

Handelsministeriet har med henblik på den energipolitiske debat i folketinget i april 1974 og regeringens energipolitiske overvejelser i øvrigt anmodet elværkerne om at redegøre for deres planer om og synspunkter på elforsyningen frem til 1990.

Fra elværkernes energipolitiske udvalg har handelsministeriet herefter i marts 1974 modtaget to redegørelser om henholdsvis "Koordineret kraftværksudbygning i 1980'erne" og "Miljømæssige konsekvenser af nuklear henholdsvis konventionel kraftværksudbygning", som samtidig med handelsministeriets "Energipolitisk redegørelse" fremlægges til orientering for folketinget.

Handelsministeriet, april 1974.

# INDHOLDSFORTEGNELSE

## Side

### I. KOORDINERET KRAFTVÆRKSUDBYGNING I 1980'erne

#### Forord

|                                                     |       |
|-----------------------------------------------------|-------|
| 1. Resumé og konklusion .....                       | 9     |
| 2. Forord .....                                     | 12    |
| 3. Elforbrugets udvikling .....                     | 13    |
| 4. Planlægning af elproduktionsanlæg .....          | 14    |
| 5. Planlægning af transmissionsanlæg .....          | 20    |
| 6. Årlige betalinger til brændsel, drift og anlæg . | 23    |
| 7. Forventet forbrug af valuta .....                | 23    |
| 8. Finansieringsovervejelser .....                  | 24    |
| Bilag .....                                         | 29-41 |

### II. MILJØMESSIGE KONSEKVENSER AF NUKLEAR HENHOLDSVIS KONVENTIONEL KRAFTVÆRKSUDBYGNING

|                                           |       |
|-------------------------------------------|-------|
| 1. Indledning .....                       | 45    |
| 2. Forudsætninger .....                   | 45    |
| 3. Luftforurening .....                   | 45    |
| 4. Termisk udslip .....                   | 47    |
| 5. Vandforurening .....                   | 48    |
| 6. Sikkerhed .....                        | 49    |
| 7. Affald .....                           | 50    |
| 8. Transporter .....                      | 52    |
| 9. Støj .....                             | 53    |
| 10. Værket og det omgivende samfund ..... | 54    |
| 11. Arealbehov, æstetik m.v. ....         | 54    |
| 12. Nedlæggelse af et værk .....          | 55    |
| 13. Konklusion .....                      | 56    |
| 14. Litteraturliste .....                 | 57    |
| Bilag .....                               | 59-61 |

---

I

# Koordineret kraftværksudbygning i 1980'erne

---

ELVÆRKERNES ENERGIUDVALG · MARTS 1974

## 1. Resumé og konklusion

Denne redegørelse er udarbejdet i anledning af handelsministeriets brev af 6. marts 1974 til Kraftimport og ELSAM.

I et forord beskrives de væsentlige hændelser, som har påvirket elværkernes langtidsplanlægning siden ELSAM-KRAFTIMPORT undersøgelsen af november 1965. Vigtigst blandt disse er de meget voldsomme prisstigninger - især på olie og kul - som er indtruffet på det seneste.

Elproduktionen må tilrettelægges efter kundernes behov, som elværkerne ikke har indflydelse på. En langtidsprognose på 8,5 pct. årlig stigning motiveres med, at den i Perspektivplan II antydede svækning af den økonomiske vækst delvis kompenseres af en øget omlægning af energiråstofferne fra olie til kul og uran. Disse kan - navnlig til opvarmningsformål - i praksis kun udnyttes af elværkerne. Elforbrugets vækst medfører en tilsvarende stigning af de årlige maksimalbelastninger, som skal kunne klares af de installerede maskinenheder. Herunder må regnes med en reservekapacitet til dækning af eftersyn, havarier og usikkerhed i prognoseret belastning. Reserveeffekten beløber sig til 15 á 20 pct. af maksimalbelastningen - under hensyntagen til de kraftige forbindelser til naboområderne.

Elværkerne har ved den hidtidige planlægning af produktionsanlæggene tilstræbt at etablere det teknisk og økonomisk set mest fordelagtige system til dækning af forbrugernes behov. Dette er sket dels ved udbygning med anlæg med forskelligt forhold mellem varmeøkonomi og anlægsudgift, afhængig af hvor mange af årets timer der forventes at være behov for produktionen fra de pågældende anlæg, og dels ved etablering af samarbejdsforbindelser og -aftaler med nabolandene. Udbygningen har hidtil været baseret på konventionelle anlæg, d.v.s. olie/kul-fyrede anlæg, og er endvidere sket således, at produktionen ikke er blevet ensidigt afhængig af muligheden for at skaffe enten olie eller kul. - Den seneste tids store prisstigninger på fossilt brændsel og ikke mindst hensynet til forsyningssikkerheden for brændsel har øget interessen for nuklear energi.

For de to områder vest og øst for Store Bælt er til videreføring af allerede besluttede og planlagte udbygninger opstillet to forskellige langtidsplaner, som forudsætter helt koordineret udbygning med en a priori forudsat Store Bælts forbindelse på 500 MW i 1980 udvidet til 1.000 MW i 1985.

I den ene udbygningsplan - den konventionelle - forudsættes ingen kernekraftværker bygget. I den anden - den nukleare - forudsættes kernekraftenheder idriftsat med én enhed hvert andet år fra 1981 og med enhedsstørrelser voksende fra 900 MW til 1300 MW. Det er vist, at forbruget af kul og olie kan stabiliseres på et niveau, der er ca. dobbelt så stort som det nuværende fra de første år i 1980'erne, såfremt udbygningen med nukleare enheder besluttet snart i det ovennævnte tempo. Selv med dette byggeprogram fortsat i 1990'erne vil det først i næste århundrede være muligt at omstille forbruget fra at være hovedsagelig fossilt brændsel til hovedsagelig at være nukleart brændsel.

På basis af bedste skøn over anlægspriser, drifts- og brændselsomkostninger er beregnet de årlige betalinger, som elproduktionen må præstere til disse udgiftsområder. Der er herunder regnet med en årlig prisstigning på 8 pct.

Under de gjorte forudsætninger viser beregningerne, at de pengebeløb, der skal anvendes i den betragtede tidsperiode til udbygningen og driften, er af samme størrelsesorden, hvadenten der udbygges med nukleare anlæg eller alene med konventionelle anlæg. For nukleare anlæg er anlægsudgiften betydelig større end for konventionelle anlæg, hvorimod brændselsudgiften er væsentlig mindre. Med nukleare anlæg sker der således en merinvestering for at opnå besparelser sidenhen under driften, og rentabiliteten af denne merinvestering er vist at være meget betydelig. På grund af den relativt korte tidsperiode, der betragtes, kommer besparelserne ikke helt tydeligt til udtryk i de her viste årlige betalingsopstillinger.

Elværkernes forbrug af udenlandsk valuta til anlæg og brændsel skønnes - efter en opbygningsperiode - at blive væsentlig mindre i den nukleare udbygningsplan end ved fortsat konventionel ud-

bygning. Dette skyldes den store - og fortsat stigende forskel i pris mellem fossilt og nukleart brændsel.

Finansieringsmulighederne for elværkerne er belyst ved gennemregning af to eksempler. I det ene forudsættes fuld selvfinansiering, medens det andet eksempel forudsætter en begrænsning af elprisen ab værk, som nødvendiggør, at en stor del af kapitalbehovet må fremskaffes ved låneoptagning. (I eksemplet fremkommer begrænsningen ved en forudsætning om, at kun 30 pct. af saldoafskrivning kan lægges på elprisen).

Lånefinansieringseksemplet fører til elpriser ab værk, som i 5-6 år ligger 3 á 2 øre/kWh lavere end ved fuld selvfinansiering. Derefter aftager forskellen til 1 øre/kWh og mindre.

Til gengæld oparbejdes en stadigt voksende gældsbyrde, som i slutningen af 1980'erne vil være af størrelsesordenen 20 mia.kr. - lidt mindre ved konventionel udbygning og lidt mere, såfremt den nukleare udbygning forudsættes. Denne kolossale gældsætning, som medfører, at en stigende andel af elpriserne går til rentebetalinger, viser tydeligt, at en begrænsning af produktionsselskabernes kapitaldannelse ved prisindgreb fører til helt urealistiske låneforhold - såvel for selskaberne som for samfundet som helhed.

Som konklusion finder elværkerne det naturligt, at samfundet opstiller målsætningen for det energimønster og den energiudvikling, som skal tilstræbes i fremtiden - herunder den spredning mellem energiråstofferne, som ønskes opnået, og elværkernes opgaver i forbindelse hermed.

Endvidere anser elværkerne det for naturligst, at de selv planlægger og styrer udbygningen af elproduktionssystemet. På baggrund af nærværende redegørelse - og en særskilt redegørelse om miljøproblemer - mener elværkerne, at den nukleare energi såvel økonomisk som miljømæssigt er et velegnet middel til at formindske det danske samfunds afhængighed af olie og kul.

Det anses endvidere som en helt nødvendig forudsætning, at der gives mulighed for en sådan kalkulation af elpriserne, at kapitaldannelsen kan ske gennem selvfinansiering, og at der gives elværkerne adgang til i rimeligt omfang at optage lån i udlandet til dækning af periodevis opstående investeringspukler.

Konsekvensen af, at elværkernes aktiviteter eventuelt tvinges til at skulle afstemmes efter begrænsede finansieringsmuligheder,

vil være, at der inden for en overskuelig årrække må foretages overvejelser over indskrænkninger i elforbruget.

## 2. Forord

I november 1965 præsenteredes en analyse af kraftværksudbygningen i 1970'erne, udarbejdet af ELSAM og KRAFTIMPORT i fællesskab på opfordring af Danske Elværkers Forening.

Hovedafsnittene i denne redegørelse er løbende blevet ajourført siden. Dette gælder prognoserne for elforbrugets udvikling og for brændselspriserne. Udviklingen inden for anlægspriser for konventionelle og nukleare værker er fulgt op, ligesom der har været undersøgelser i gang vedrørende motiveringen for at knytte de to områder sammen elektrisk ved bygning af en Store Bælts forbindelse.

Siden ELSAM-KRAFTIMPORT undersøgelsen er der udarbejdet de to velkendte Perspektivplan-redegørelser i marts 1971 og december 1973 for henholdsvis perioden 1970-85 og 1972-87. Til disse redegørelser har elværkerne bidraget med oplysninger om langtidsplaner og de dertil knyttede kapitalbehov.

I begyndelsen af 1973 etableredes Elværkernes Energiudvalg med den opgave: "at vurdere landets energiforsyning med henblik på el, herunder især hvad angår:

- 1) Miljø med særligt henblik på den nukleare side
- 2) Brændsel, forsyningssikkerhed
- 3) Anlægsudgifter, driftsøkonomi, herunder udveksling af erfaringer, eventuelt samarbejde og herunder Store Bælts forbindelsen".

Udvalget består af 3 politisk udpegede bestyrelsesmedlemmer og 3 elværksdirektører fra hvert af områderne vest og øst for Store Bælt. Til støtte for sit arbejde har udvalget nedsat en planlægningsgruppe samt to arbejdsgrupper for henholdsvis miljø og brændsel. Gennem Elværkernes Energiudvalg er der skabt en bredere baggrund for, at elværkerne på landsbasis kan manifestere

sig i debatten om energipolitiske spørgsmål.

De meget voldsomme prisstigninger - først på anlæg til elproduktion og overføring og siden efteråret 1973 på olie og kul - har aktualiseret en fornyet undersøgelse af kraftværksudbygningen i 1980'erne. Det er hensigten at fremlægge en sådan undersøgelse snarest muligt, bl.a. baseret på det grundlag, som indeholdes i denne redegørelse til handelsministeriet.

### 3. Elforbrugets udvikling

Produktion af elenergi adskiller sig fra anden industriel virksomhed ved, at der er pligt til at levere i det omfang, kunderne ønsker det til alle normale behov. Elværkernes aktivitet bestemmes således af forbrugernes efterspørgsel, og af rent tekniske grunde må denne efterspørgsel dækkes ved øjeblikkelig produktion.

Elenergien er blevet en stadig mere betydningsfuld faktor i samfundet, hvor den har bidraget til at forøge levestandarden. I takt med den tekniske udviklings fremadskriden øges samfundets behov for, at der findes elenergi i tilstrækkeligt omfang og til rimelige priser.

Hidtil har elværkerne kunnet konstatere en vækst i elforbruget på 9 á 10 pct. pr. år - også når hele samfundets energiforbrug kun steg med 5 á 6 pct. om året. I Perspektivplan II påpeges det, at der i perioden frem til 1985 kan forventes en afdæmpning i den økonomiske vækst bl.a. på grund af prisstigningerne på energiråstofferne. Det vides også, at væksten i elforbrug kan føre til, at elværkerne fra at anvende 26 pct. af landets importerede råenergi kan øge sin andel til ca. 40 pct. fra midten af 1980'erne.

Hvorvidt denne tendens skal fremmes bliver delvis et energipolitisk spørgsmål og delvis et spørgsmål om kunders ønsker.

I betragtning af, at ca. 90 pct. af opvarmningsbehovet i landet er baseret på anvendelsen af olieprodukter - og lægger beslag på ca. halvdelen af bruttoenergiforbruget - kan ønsket om en

større forsyningssikkerhed medføre en omlægning til kul og uran. Disse energiråstoffer kan i praksis kun bringes til anvendelse for opvarmningsformål gennem elværkernes produktion - enten i form af direkte elvarme, varmepumper eller eventuel fjernvarmelevering.

En omfattende og bred analyse af de forskellige eneriformers mulige andele i det fremtidige energimønster med fastlæggelse af landets energipolitik herudfra vil blive hilst med glæde fra elværks-side.

Indtil en defineret målsætning for elforsyningen foreligger, må elværkerne fortsat planlægge udbygningen for de kommende 10-15 år efter bedste skøn over kundernes forventede fremtidige behov. Dette indebærer - som tilfældet er i de øvrige skandinaviske lande og inden for EF-området - en fortsat årlig vækstrate.

Størrelsen af denne er som vist i bilag 1 skønnet til 8,5 pct. pr. år frem til slutningen af 1980'erne. Dette betyder en svag afdæmpning i forhold til tidligere langtidsprognoser - også de i PP-II anførte. Den forventede afsvækning i den økonomiske vækst forventes delvis kompenseret ved øget omlægning af energiråstofferne fra olie til kul og uran.

Produktionssystemet må ikke alene kunne levere den forudsatte energimængde, men må også kunne dække årets største belastninger. Maksimalbelastningen i et givet år kan erfaringsmæssigt beregnes således:

$$\text{Maksimalbelastning (MW)} = \frac{\text{Årligt energiforbrug (MWh)}}{5.000 \text{ timer (benyttelsestid)}}$$

I bilag 2 er de således fundne værdier vist forbundet med den nederste jævne kurve.

#### 4. Planlægning af elproduktionsanlæg

##### 4.1 Udbygningsstrategi

Da bygningen af et kraftværk strækker sig over en tidsperiode på mindst 5 år, er planerne frem til 1979 stort set fastlagt.

Den nuværende og planlagte opbygning af kraftværkernes sammensætning er sket under hensyntagen til forbrugets variation over året, ugen og gennem døgnet. Endvidere er der taget hensyn til, at eftersyn og uventede havarier og uforudsete belastningsspidser kræver en vis reserve på kraftværkerne.

Sammensætningen af produktionssystemet er søgt optimeret således, at grundbelastningen dækkes af enheder med bedst mulig varmeøkonomi, der tilstræbes i drift døgnet rundt. Hertil kommer såkaldte mellemlastenheder beregnet for daglige start og stop. Disse får en forholdsvis beskeden produktion, og varmeøkonomien bliver af mindre væsentlig betydning end for grundlastenheder, hvorfor de kan bygges enklere og dermed billigere. Ældre, mindre økonomiske enheder tjener samme formål. Endelig behøves reserve- eller spidslastenheder, som kun indsættes i tilfælde af havarier på de øvrige enheder eller under få timers spidslastperioder. Disse reserveenheder udgøres dels af ældre anlæg og dels af gasturbiner. Inden for ELSAM's område kan der desuden blive tale om luftmagasin-gasturbineenheder baseret på trykluftmagasinering i hulrum af salthorste. Endvidere kan samarbejdet med norsk vandkraft via Skagerak-forbindelsen give særlige muligheder for spidskraftstøtte. Spidslastenheders høje varmekonsum er ret uvæsentligt for den samlede økonomi, da de normalt kun benyttes få hundrede timer pr. år. Anlægsomkostningerne tilstræbes ved disse enheder så lave som muligt.

Forholdet mellem brændselspriser og anlægspriser er afgørende for valget af produktionssystemets sammensætning. Jo højere brændselsprisen bliver i forhold til anlægsprisen, desto større skal andelen af grundlastenheder være.

Produktionssystemet er opbygget således, at der i høj grad er valgmulighed mellem de to indtil nu anvendte brændsler: olie og kul. Skulle naturgas blive tilgængelig som brændsel, kan denne uden væsentlige foranstaltninger anvendes i eksisterende kraftværker. I 1970'erne vil 60 á 70 pct. af energien i de to danske områder kunne dækkes ved kulfyring. Med henblik på en yderligere

diversificering af råstofkilderne til elproduktionen er uran nu blevet aktuelt som en tredje mulig kilde til sikring af energiforsyningen i Danmark.

I udbygningsplanerne for 1970'erne har kernekraft ikke været aktuell. Dels har der med de indtil efteråret 1973 gældende brændselspriser ikke været noget økonomisk incitament til at inkludere kernekraft i planerne, dels har de enheder i størrelsesklassen 1.000 MW, som kan komme på tale, været for store for de danske systemer, og endelig har der kun været meget begrænsede erfaringer med anlæg i denne størrelse. Det har stedse været en erklæret dansk elværkspolitik, at der skulle foreligge et tilstrækkeligt erfaringsmateriale vedrørende bygning og drift af et kernekraftanlæg, førend beslutning om køb af et sådant dansk anlæg blev taget.

De øjeblikkelige meget høje priser for fossilt brændsel fører til variable omkostninger af værk på 10 á 11 øre/kWh. Kernekraftværker har i dag tilsvarende variable omkostninger på mindre end 1,5 øre/kWh. Dette viser, at der er en klar økonomisk motivering for at inkludere kernekraftanlæg i udbygningsplanerne.

Med de i redegørelsen forudsatte 1974-priser vil en merinvestering på 1300 mill.kr. i et 1.000 MW anlæg give årlige besparelser af størrelsesordenen 325 mill.kr. - stigende med inflationen. En vurdering af de indgående prisparametres forløb i fremtiden - ud over de forudsatte 8 pct. inflation - anses for så usikker, at det ikke er fundet relevant at medtage detaljerede rentabilitetsberegninger i redegørelsen.

Stigningen i kapacitetsbehovet vil motivere udbygningen med store enheder. Erfaringsmæssigt er enhedsstørrelsen fordoblet ca. hvert tiende år: i halvtredserne byggedes 60 MW enheder, op til 1967 125 MW enheder, derefter 255-270 MW enheder, og fra 1978 ventes 600-650 MW enheder idriftsat. Fra begyndelsen af 1980'erne vil enheder i størrelsesklassen 900 MW stigende til 1100 MW og 1300 MW derfor være en naturlig udvikling, som i takt med ledningsnetets udbygning kan accepteres i de to danske elforsyningsområder - takket være de stadigt udbyggede overføringsledninger til store udenlandske samkøringsnet.

Det kan endelig forventes, at de bestræbelser, som er i gang med henblik på en mere standardiseret produktion af kernekraftanlæg og ensartede procedurer for disses godkendelse af myndighederne, vil medføre tilfredsstillende overholdelse af idriftsættelses-tidspunkter og forbedret driftspålidelighed.

Ved fastlæggelsen af de nødvendige udvidelser af kraftværkskapaciteten - under hensyntagen til den forudsatte stigning (på 8,5 pct. p.a.) i energiforbruget - er der taget hensyn til, at der må være reservekapacitet til at dække eftersyn, havarier og usikkerhed i den prognoserede belastning. Ud fra skøn over de enkelte enheders fejlrisiko, der til dels afhænger af størrelsen, og ud fra et kriterium om leveringssikkerhed, der højst tillader svigt i elforsyningen nogle få timer pr. år, bliver det nødvendige reserveeffektbehov af størrelsesordenen 15 á 20 pct. af maksimalbelastningen. Herunder er de kraftige forbindelser til nabolandene taget i betragtning.

#### 4.2. Planlægningsforudsætninger

##### Produktionsanlæg

Udbygningen af kraftværker kræver meget store investeringer, specielt i anlæg til dækning af grundbelastningen, og især hvis disse bygges som kernekraftanlæg. Kapitalomkostningerne vil derfor udgøre en betydelig andel af den totale elpris.

For samtlige typer af kraftværksanlæg har der i de seneste år været voldsomme prisstigninger på grund af såvel stigninger på materialer som øgede lønomkostninger.

Ud fra de seneste oplysninger om anlægspriser er der i denne redegørelse forudsat følgende priser og varmemeforbrug:

|                                | <u>Pris</u> | <u>Varmeforbrug</u><br><u>Gcal/MWh</u> |
|--------------------------------|-------------|----------------------------------------|
| Kernekraftanlæg i 1.000 MW     |             |                                        |
| størrelsen                     | 2.500 kr/kW | 2,6                                    |
| 600 MW kul/oliefyret grundlast | 1.600 "     | 2,1                                    |
| 1.000 " " "                    | 1.500 "     | 2,1                                    |
| 150 " oliefyret mellemlast     | 1.000 "     | 2,4                                    |
| 330 " " "                      | 950 "       | 2,4                                    |
| 500 " " "                      | 840 "       | 2,4                                    |
| 300 " luftmagasinanlæg         | 700 "       |                                        |

Til kernekraftanlæggene kommer en investering til første brændselsladning, som er regnet til 300 kr/kW, og som forudsættes betalt med to tredjedele 2 år før idriftsættelsen og én tredjedel året før idriftsættelsen.

De angivne priser er at opfatte som "kontraktpriser" i 1974 og indeholder ikke byggerenter. Betalingen af anlæggene forfalder over en årrække under byggeperioden begyndende op til 6 år før idriftsættelsen - og i øvrigt varierende fra den ene enhed til den anden.

#### Prisudvikling

I redegørelsen er forudsat en årlig prisstigning på 8 pct. Denne stigning forudsættes på såvel anlægspriser som brændsel og drifts- og vedligeholdelsesudgifter.

De anlægsdele, som betales i et givet år, forudsættes at være steget i pris fra 1974 til det pågældende år med 8 pct. p.a.

Et eksempel kan illustrere dette:

Brændselsladningen til et kernekraftværk forudsættes at koste 300 kr/kW i 1974-prisniveau. Ved idriftsættelse i 1983 skal der betales 200 kr/kW i 1981 og 100 kr/kW i 1982. Disse beløb forøges på grund af prisstigningen til  $200 \cdot (1,08)^7 = 342,7$  respektive  $100 \cdot (1,08)^8 = 185,0$  kr/kW, således at den samlede betaling ved idriftsættelsen udgør 527,7 kr/kW.

### Rentefod

For danske låneforhold antages 15 pct. p.a. En noget lavere værdi vil sandsynligvis være berettiget i forbindelse med udenlandske lån, hvorfor 12 pct. p.a. er valgt som gennemsnitlig rentefod.

### Brændselspriser

En afgørende faktor for kraftværksudbygningen og for elproduktionsprisen er prisen for brændsel til de kraftværker, som sættes i drift i 1980'erne, og hvis levetid rækker ind i 2000-årene.

Der er i redegørelsen regnet med, at kul og olie vil få samme prisforløb, begyndende med 30 kr/Gcal i 1974 og underkastet 8 pct. årlig prisstigning. Den for øjeblikket gældende pris er henimod 50 kr/Gcal, der dog skønnes for høj som udgangspunkt for de forventede stigninger i fremtiden.

For kernekraftbrændsel regnes med en pris på 5 kr/Gcal i 1974 - ligeledes underkastet 8 pct. årlig prisstigning. Dette forudsætter en uranpris omkring 8 \$/lb  $U_3O_8$ . Bedømmelsen af den fremtidige uranpris er også usikker, men indvirkningen på kernekraftanlægs variable omkostninger er begrænset, idet uranprisen kun indgår med ca. en fjerdedel. De øvrige tre fjerdedele udgøres af fabrikationsprocesser, hvor stigende automatisering antages til dels at kunne opveje stigninger i lønomkostningerne.

### Drifts- og vedligeholdelsesomkostninger.

Disse omkostninger er afhængige dels af størrelsen og antallet af kraftværksenheder og dels af produktionen på disse. Endvidere spiller lønudviklingen en ret stor rolle for disse omkostninger. Der foreligger et erfaringsmateriale, som muliggør skøn over den fremtidige udvikling.

### 4.3. Udbygningsplaner

På Sjælland idriftsættes to oliefyrede mellemlastenheder på Kyndbyværket i 1974 og 1976. Endvidere indgår i planerne for de nær-

meste år en ombygning af Asnæsværkets blok 4 til kul/oliefyring. Herudover er der for årene 1975/76 - 1978/79 aftalt leverance af 100 MW fra Sydkrafts Barsebäck-kernekræftværk.

Inden for ELSAM's område er der vedtaget en udvidelse i 1974 på Fynsværket med en 265 MW oliefyret grundlastenhet og en udvidelse i 1977 på Vendsysselværket med en 300 MW oliefyret grundlastenhet. I 1979 fås et tilskud på 300 MW fra en 600 MW kul/oliefyret grundlastenhet, som bygges sammen med Nordwestdeutsche Kraftwerke, der disponerer over den anden halvdel.

Ud fra de forventede fremtidige spidsbelastninger er der udarbejdet to forskellige udbygningsplaner for hele landet. Den ene helt uden kernekraft frem til 1991/92: den konventionelle udbygningsplan. Den anden - nukleare plan - forudsætter, at der udbygges med en kernekraftenhet hvert andet år fra 1981 og med stigende enhedsstørrelser 2 x 900, 2 x 1100 og 2 x 1300 MW enheder. Udbygningsplanerne forudsætter fuldstændig koordinering mellem de to områder - og dermed en kraftig Store Bælts forbindelse - og der er ikke gjort forsøg på at placere de enkelte enheder geografisk.

Figuren i bilag 2 viser den installerede effekt år for år i forhold til de forventede årlige maksimalbelastninger.

Der er praktisk taget ingen forskel i de to planers effektforløb.

Tabellen bilag 3 indeholder tallene, som ligger til grund for bilag 2.

I figuren bilag 4 er antydnet, hvilken andel kernekraften vil udgøre af henholdsvis den installerede effekt og den producerede energi.

#### 5. Planlægning af transmissionsanlæg

En detaljeret planlægning af transmissionsanlæg for 400 kV, 150 kV og 132 kV foreligger ikke ud over den nærmeste femårsperiode.

Nettets udformning er meget stærkt afhængig af kraftværksudbygningen. I overensstemmelse med de inden for NORDEL vedtagne regler for dimensionering af overføringsnettet skal dette være så stærkt, at udfald af en vilkårlig ledning eller kraftværksenhed samt uundgåelige kortslutninger, f.eks. efter lynnedslag, skal kunne tåles, uden at det bringer den stabile drift af det samkørende nordiske net i fare.

En mulig udformning af 400, 150 og 132 kV nettene er vist i bilag 5 og 6 for henholdsvis Kraftimport og ELSAM.

Fordelingsanlæg, d.v.s. anlæg for 60 kV og derunder, er ikke medtaget i denne redegørelse.

At der ikke allerede er skabt elektrisk forbindelse mellem landets to store elsamarbejdsområder kan synes ejendommeligt, ikke alene for teknisk usagkyndige, men også for f.eks. udenlandske elteknikere, der ikke kender baggrunden nærmere.

Jylland-Fyn har knyttet sig til kontinentet, fordi det kan gøres med korte luftledninger. Tilsvarende har Sjælland kunnet lægge korte kabler under Øresund til det nærliggende Skåne.

Det 60-årige samarbejde mellem Sjælland og Sverige har muliggjort udbygningen med stedse større og mere økonomiske enheder på Sjælland og har ved aftalen om dansk deltagelse i Barsebäckværket skaffet Sjælland andel i den svenske kernekraft.

Tilsvarende har ELSAM's aftaler med Tyskland og Sverige - og nu senest også med Norge om en Skagerakforbindelse - været fordelagtige for udbygningen af produktions- og transmissionssystemerne i Jylland-Fyn.

Historisk set har rent tekniske årsager medført, at produktions- og transmissionssystemerne inden for ELSAM's og KI's områder har måttet ske uden nogen indbyrdes koordinering.

Det er først efter, at jævnstrømsforbindelser har vist sig teknisk gennemførlige i stor skala, at en sådan koordineringsmulighed har eksisteret, og der har da også siden været foretaget flere undersøgelser med henblik på at studere eventuelle fordele af en intern dansk sammenknytning af de to områder vest og øst for Store Bælt, som er praktisk taget ens med hensyn til produktionsapparat, belastningsforhold og interesser i samarbejde udadtil.

De hidtil foretagne undersøgelser over en Store Bælts forbindelse har ikke kunnet påvise klare økonomiske motiver for etableringen af en kabelforbindelse, der vil koste ca. 350 mill.kr. for en overføringsevne på 500 MW, der i dag er den mindste, man kan forestille sig. De fordele, der har kunnet peges på, har hidtil kunnet opnås billigere ved fortsat udvidelse af de allerede etablerede forbindelser med nabolandene.

Tilbage står betragtninger af mere politisk karakter, som er vanskelige at gøre op i penge. En fælles dansk energipolitik baseret på større uafhængighed af kul og olie - og dermed en beslutning om introduktion af kernekraft - kan tilføre overvejelserne nye momenter.

Elværkernes Energiudvalg har iværksat en undersøgelse over muligheder for og eventuelle fordele ved en koordinering med eller uden en Store Bælts forbindelse. Præliminære resultater tyder på, at der med en Store Bælts forbindelse ved koordinering kan spares investeringer over en længere årrække, og at der ved skiftevis udbygning vest og øst for Store Bælt med store kernekraftværker vil ske betragtelige udvekslinger af energi mellem landdelene. Undersøgelserne er imidlertid ikke afsluttede, og nogen endelig udtalelse om betimeligheden af at knytte ELSAM og KI sammen elektrisk kan ikke afgives på nuværende tidspunkt.

I denne redegørelse forudsættes a priori, at der etableres en forbindelse i 1980 for 500 MW med en forstærkning til 1.000 MW i 1985.

## 6. Årlige betalinger til brændsel, drift og anlæg

På basis af tidligere gennemførte EDB-beregninger af driftsforholdene frem til slutningen af 1980'erne er produktions- og driftsudgifterne bestemt for såvel den rent konventionelle udbygning som for den nukleare udbygningsplan.

Figuren i bilag 7 illustrerer dels de årlige udgifter til drift og vedligeholdelse (nederste kurve) og dels de årlige brændselsudgifter i henholdsvis den konventionelle og den nukleare udbygningsplan.

De årlige betalinger for udbygning af produktions- og transmissionsanlæg er illustreret i bilag 8 (nederste kurvepar) for konventionel henholdsvis nuklear udbygning.

I samme bilag 8 viser det øverste kurvepar de totale årlige betalinger til såvel brændsel og drift som til anlæg. Det skal bemærkes, at de årlige betalinger indeholder den stigning af brændselslageret, som hvert år nødvendiggøres af det voksende forbrug af brændsel. Der er regnet med, at lageret af fossilt brændsel skal udgøre 40 pct. af det årlige brændselsforbrug. I den nukleare udbygningsplan bliver der i visse år tale om en nedgang i det fossile brændselslager, når kernekraftenhederne overtager en del af den på kul og olie baserede produktion. Brændselsladningen til kernekraftanlæg er som omtalt side 18 behandlet som en anlægsinvestering, der dog ikke kan afskrives på. Den kan opfattes som svarende til det fossile brændselslager.

(Talværdier benyttet ved optegning af figurerne i bilag 7 og 8 kan findes i bilag 10).

## 7. Forventet forbrug af valuta

Det fremgår af bilag 4, at ved indførelsen af kernekraft i det forudsatte tempo kan forbruget af konventionelt brændsel fasthol-

des på et nogenlunde konstant niveau på ca. det dobbelt af det nuværende forbrug. I slutningen af 1980'erne vil det samlede forbrug af konventionelt brændsel udgøre ca. 15 mill. tons olieækvivalent, som med den forudsatte udvikling i oliepriserne vil koste omkring 15 milliarder kr. pr. år.

Det forudsatte nukleare udbygningsprogram reducerer behovet for fossilt brændsel til 7 á 8 mill. tons olieækvivalent.

Det forventede samlede årlige forbrug af udenlandsk valuta kan skønnes ud fra bilagene 7 og 8 under følgende forudsætninger:

|                                                               |     |   |   |
|---------------------------------------------------------------|-----|---|---|
| Brændsel (herunder lev.fra Barsebäck): 100% udenlandsk valuta |     |   |   |
| Konventionelle anlæg:                                         | 50% | " | " |
| Nukleare anlæg:                                               | 60% | " | " |
| Transmissionsanlæg:                                           | 60% | " | " |

I bilag 9 er optegnet det samlede årlige valutaforbrug for såvel den konventionelle udbygning (fuldt optrukket) som for den nukleare udbygning (punkteret).

Et merforbrug af valuta til bygning af et 1.000 MW kernekraftværk på  $(2500 \cdot 0,6 - 1500 \cdot 0,5) = 750$  mill.kr. giver en årlig valutabesparelse i brændsel af størrelsesordenen 350 mill.kr. (stigende med inflationen) under de i redegørelsen benyttede forudsætninger.

Der er ikke taget hensyn til, at komponentfremstilling i Danmark indebærer et valutaforbrug. På den anden side kan der for nukleare anlæg og brændsel hertil tænkes noget større andele af dansk-fremstillede komponenter end ovenfor forudsat.

Der er ikke taget hensyn til, at renter af udenlandske lån vil medføre et valutaforbrug.

## 8. Finansieringsovervejelser

Produktionsselskaberne må hvert år skaffe midler til at dække betalinger af brændsel, drifts- og vedligeholdelsesudgifter, an-

lægsbeløb, som forfalder til betaling, samt forøget brændselslager.

Herudover behøves midler til forrentning og afdrag af eksisterende lån.

Midler til frembringelse af et overskud behøves derimod ikke, da elproduktionen hviler i sig selv.

Det skal herunder bemærkes, at visse produktionsselskaber har en beskeden interessentskabskapital - indskudt af distributionsselskaberne - som forrentes. Denne forrentning er ikke medtaget i denne redegørelse; den er i almindelighed væsentligt lavere end den forrentning, som sker af selskabernes fremmedkapital.

Der foreligger ingen samlet oversigt over elværkernes eksisterende lån, men udarbejdelsen af en oversigt over elværkernes kapitalforhold er igangsat. På grundlag af en del selskabers opgivelser over korte og lange lån (ialt godt 900 mill.kr.) og disses forrentnings- og afdragsbetingelser er opstillet et skøn over forløbet af forrentnings- og afdragsforholdene gennem årene. Det skal bemærkes, at eksisterende lån for Københavns Belysningsvæsen (Københavns Kommune) ikke er medtaget. Der forventes i øvrigt her under alle omstændigheder at blive tale om et vist lånebehov i fremtiden til finansiering.

I skemaet bilag 10 er opstillet oversigter over de således bestemte samlede betalinger, som skal præsteres hvert år - dels forudsat konventionel udbygning og dels med nuklear udbygning.

### Selvfinansiering

Ved division med årets produktion fås den elpris ab værk, som i gennemsnit for hele landet må opkræves hos distributionsselskaberne, såfremt elværkerne skal være selvfinansierende.

I bilag 11 er udviklingen i pris pr. kWh ab værk illustreret frem til slutningen af 1980'erne. Det ses, at med den forudsatte introduktion af kernekraft vil prisen i nogle år ligge ca. 2 øre/kWh højere end ved konventionel udbygning, men kort efter idrift-

sættelsen af det første par kernekraftværker kan elprisen holdes lavere end ved konventionel udbygning.

#### Lånefinansiering under forudsætning af en vis saldoafskrivning

Forudsættes som en anden yderlighed, at produktionsselskabernes elpriser af værk fastsættes således, at de kun dækker betalinger af brændsel, drift og vedligeholdelse, renter samt et beløb svarende til 30 pct. saldoafskrivninger, opstår der en difference i forhold til de betalinger, som skal præsteres hvert år. Denne difference forudsættes dækket ved lånoptagelse.

I bilag 12 er i skemaform vist - for begge udbygningsplaner - først de udgifter, som forudsættes dækket af kWh-betalingen (og den dermed sammenhængende gennemsnitspris pr. kWh af værk er beregnet). Derefter er beregnet det hvert år fremkomne lånebehov. Dette findes som differensen mellem de nødvendige betalinger til anlæg plus øget brændselslager og de forudsatte afskrivninger.

Afskrivningerne er i dette eksempel foretaget som 30 pct. saldoafskrivning baseret på en skønnet saldo værdi ved periodens begyndelse på 700 mill.kr. Til denne saldo lægges år for år investeringsværdien af nyanlæg, som idriftsættes det pågældende år. 30 pct. af denne sum afskrives.

Med de voksende investeringer vil afskrivningerne ikke være tilstrækkelige til finansiering af nyanlæg, og resten af kapitalbehovet må derfor dækkes ved lånoptagelse hvert år.

Renterne af disse lån, der er sat til 12 pct. p.a., optræder som en udgift, som belaster energiprisen i de følgende år.

I bilag 13 er vist udviklingen i pris pr. kWh af værk frem til slutningen af 1980'erne. I samme figur er vist den stadigt voksende gældsbyrde med skala i figurens højre side.

Ved jävnføring mellem bilag 11 og 13 ses det, at energiprisen ved lånefinansiering kan holdes lidt under prisen ved fuld selvfinansiering. Forskellen vil være 3 á 2 øre/kWh i en årrække, men

vil gradvis gå ned til nul. Til gengæld oparbejdes en kolossal gældsbyrde: ca. 17 milliarder kr. i 1987 ved konventionel udbygning og ca. 23 milliarder kr. ved nuklear udbygning.

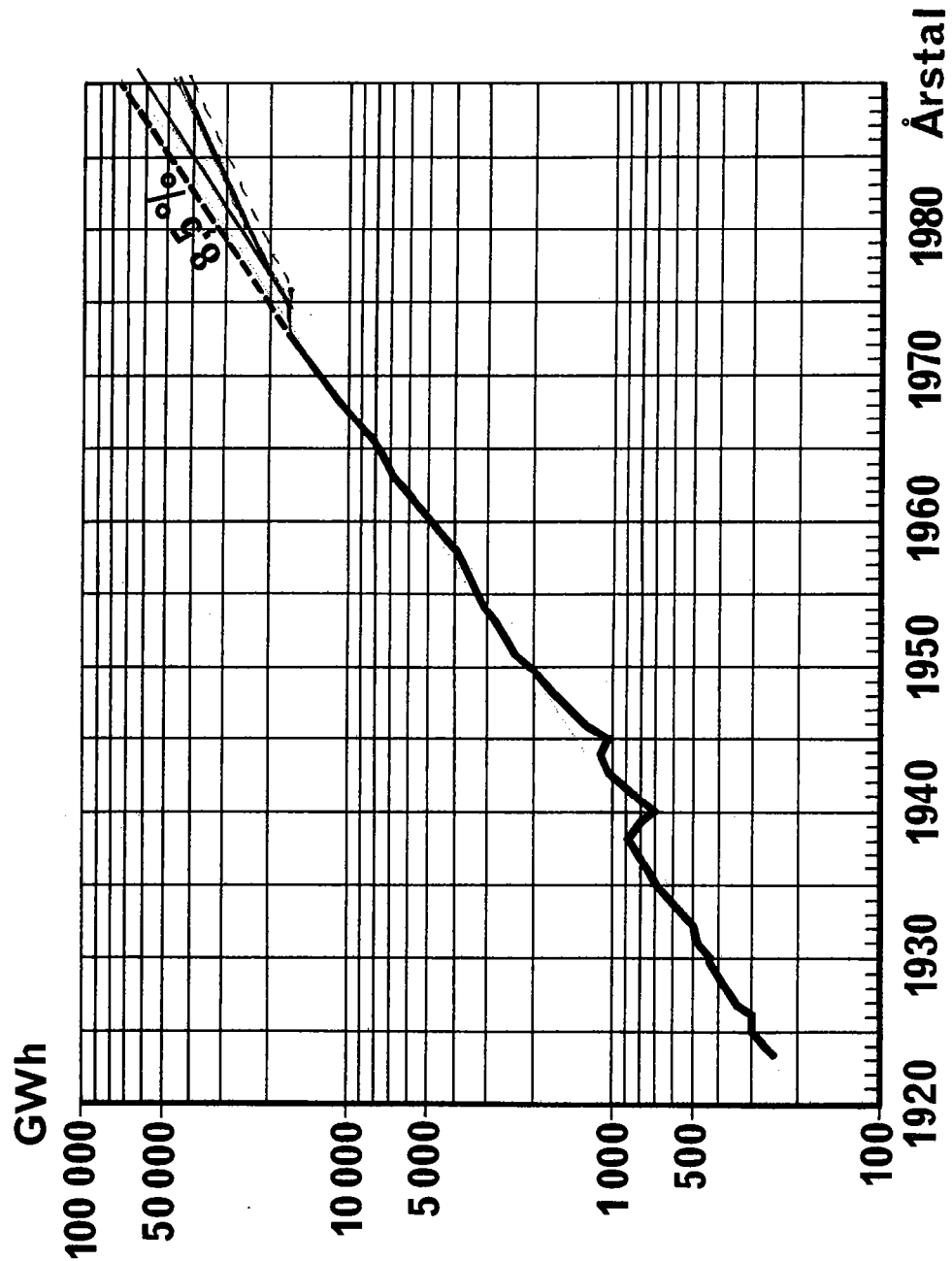
En passende middelvej med lånefinansiering ved korte lån i forbindelse navnlig med kernekraftudbygning er ikke gennemregnet, selv om denne finansieringsform ligger nærmest ved elværkernes hidtidige praksis.

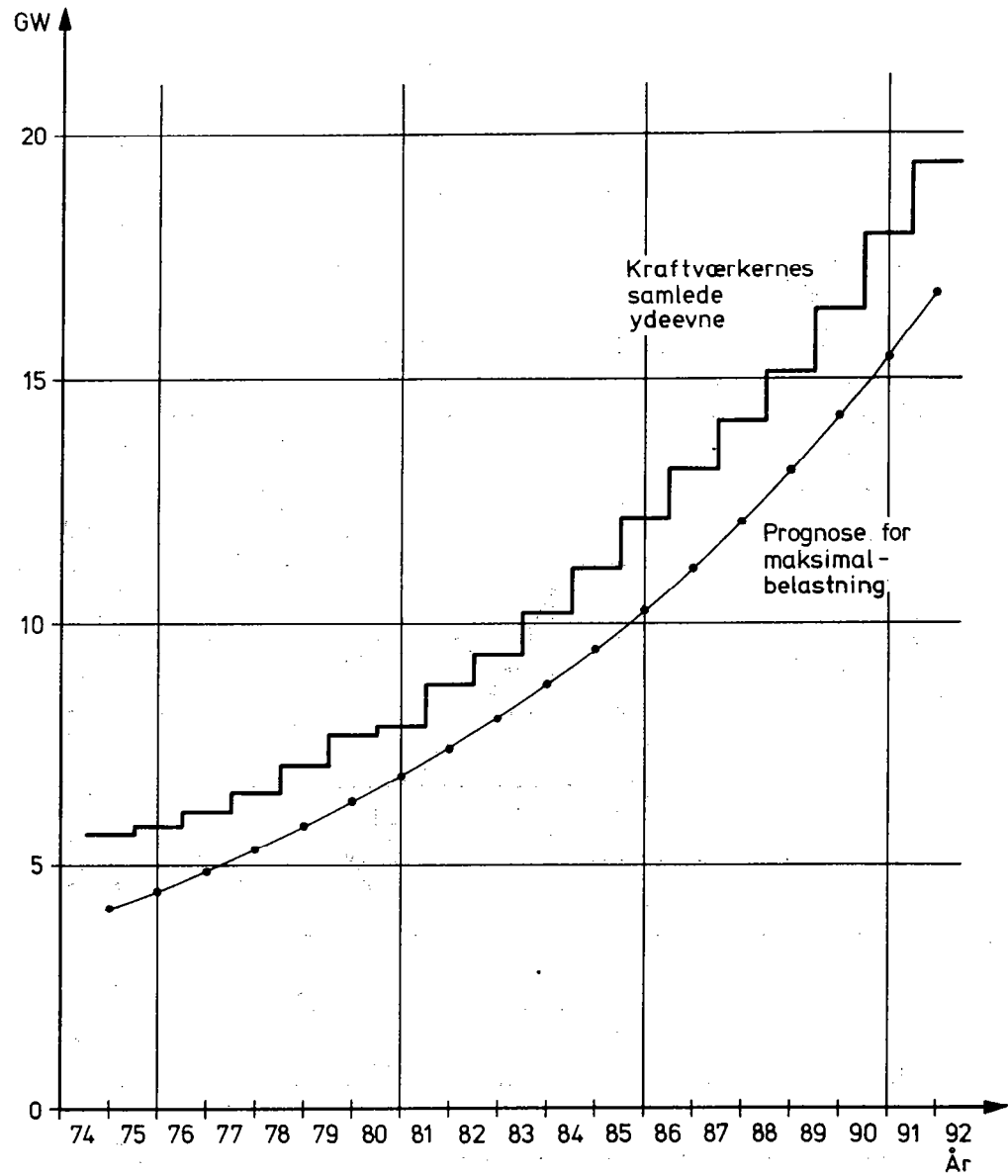
Elværkerne har hidtil fulgt de udtalelser, der gennem årene er fremsat af varierende repræsentanter for statsmagten, og som har fremhævet nødvendigheden af elforsyningens selvfinansiering.

Det kan i øvrigt noteres, at det af Perspektivplan II fremgår, at elforsyningssektoren ikke forventes at påvirke lånemarkedet så meget, at det er fundet værd at omtale. Dette indebærer, at elværkerne er forudsat at være stort set selvfinansierende.



## PRODUCERET OG IMPORTERET ELENERGI TIL RÅDIGHED FOR ELFORSYNINGEN

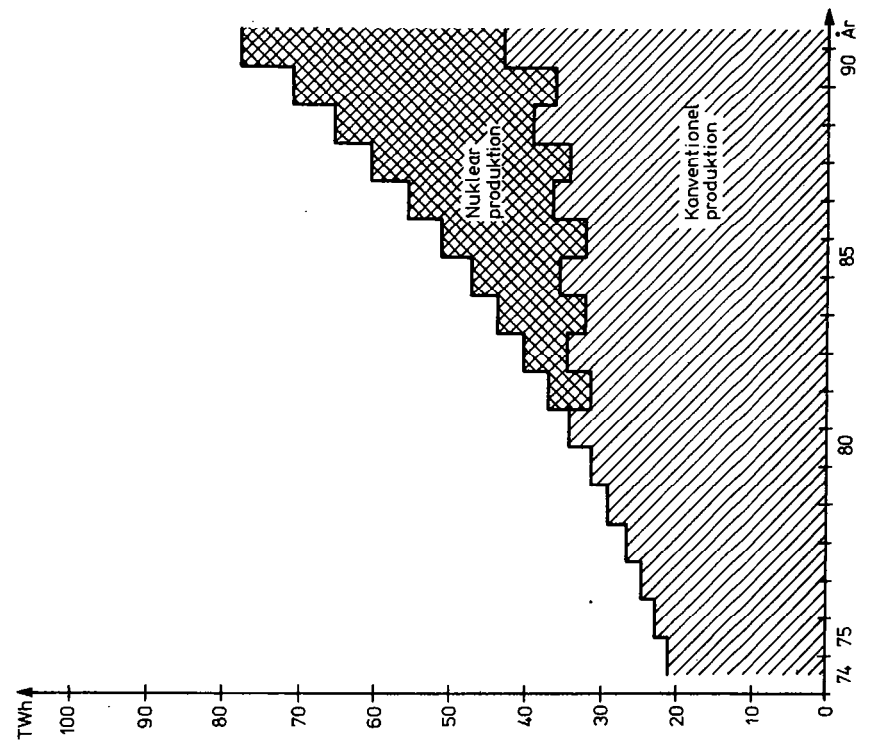


UDBYGNING OG MAKSIMALBELASTNING 1974-1991

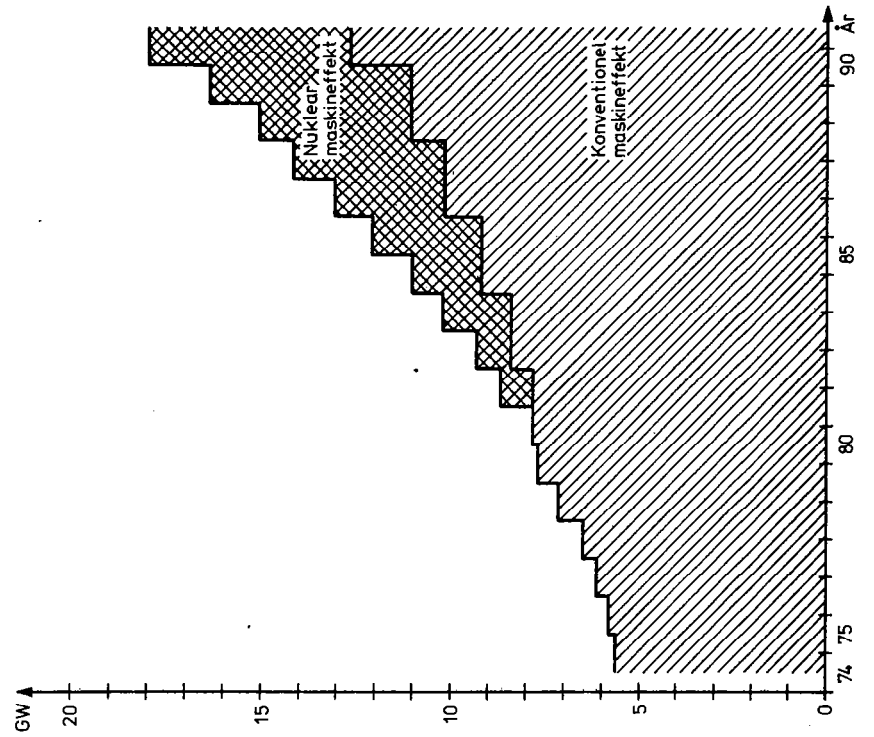
## Maksimalbelastning og årsproduktion samt udbygningsplaner for kraftværker 1974-1990

| År    | Maks.<br>belastn.<br>MW<br>8,5% p.a. | Årsprod.<br>ved<br>5000 h<br>TWh | Uden nuklear udbygning                      |                          |             |      | Nuklear udbygning hvert andet år<br>ab 1981 |                                                            |                   |       |
|-------|--------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------|-------------|------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------|-------|
|       |                                      |                                  | Udbygn.                                     | Yde-<br>evne<br>MW       | Reserveeff. |      | Udbygn.                                     | Yde-<br>evne<br>MW                                         | Reserveeff.       |       |
|       |                                      |                                  | MW                                          |                          | MW          | %    | MW                                          |                                                            | MW                | %     |
| 74/75 | 4180                                 | 20,9                             | Kyndby 21<br>Fynsv.                         | 260<br>265               | 5613        | 1433 | 34,3                                        |                                                            |                   |       |
| 75/76 | 4540                                 | 22,7                             | Barseb.<br>Masnedø                          | 100<br>70                | 5783        | 1243 | 27,4                                        |                                                            |                   |       |
| 76/77 | 4920                                 | 24,6                             | Kyndby 22<br>H.C.Ørsted<br>Masnedø<br>Norge | 260<br>-34<br>-40<br>125 | 6094        | 1174 | 23,8                                        | Identisk<br>med<br>udbygning<br>uden<br>nukleare<br>værker |                   |       |
| 77/78 | 5340                                 | 26,7                             | Vendsys.<br>H.C.Ørsted<br>Norge             | 300<br>-34<br>125        | 6485        | 1145 | 21,4                                        |                                                            |                   |       |
| 78/79 | 5800                                 | 29,0                             | Asnæs 5                                     | 645                      | 7130        | 1330 | 22,9                                        |                                                            |                   |       |
| 79/80 | 6290                                 | 31,5                             | Masnedø<br>Ensted<br>Barseb.                | 330<br>300<br>-100       | 7660        | 1370 | 21,8                                        |                                                            |                   |       |
| 80/81 | 6820                                 | 34,1                             | H.C.Ørsted                                  | 150                      | 7810        | 990  | 14,5                                        |                                                            | 7810              | 990   |
| 81/82 | 7400                                 | 37,0                             | Grundl.<br>Melleml.                         | 600<br>300               | 8710        | 1310 | 17,7                                        | Nuklear                                                    | 900               | 8710  |
| 82/83 | 8030                                 | 40,2                             | Grundl.                                     | 600                      | 9310        | 1280 | 15,9                                        | Grundl.                                                    | 600               | 9310  |
| 83/84 | 8710                                 | 43,6                             | Grundl.<br>Melleml.                         | 600<br>300               | 10210       | 1500 | 17,2                                        | Nuklear                                                    | 900               | 10210 |
| 84/85 | 9450                                 | 47,3                             | Grundl.<br>Luftmag.                         | 600<br>300               | 11110       | 1660 | 17,6                                        | Melleml.<br>Luftmag.                                       | 500<br>300        | 11010 |
| 85/86 | 10260                                | 51,3                             | Grundl.                                     | 1000                     | 12110       | 1850 | 18,0                                        | Nuklear                                                    | 1100              | 12110 |
| 86/87 | 11130                                | 55,7                             | Melleml.<br>do.                             | 500<br>500               | 13110       | 1980 | 17,8                                        | Melleml.<br>do.                                            | 500<br>500        | 13110 |
| 87/88 | 12070                                | 60,4                             | Grundl.                                     | 1000                     | 14110       | 2040 | 16,9                                        | Nuklear                                                    | 1100              | 14210 |
| 88/89 | 13100                                | 65,5                             | Grundl.                                     | 1000                     | 15110       | 2010 | 15,3                                        | Grundl.<br>Luftmag.                                        | 600<br>300        | 15110 |
| 89/90 | 14210                                | 71,1                             | Grundl.<br>Luftmag.                         | 1000<br>300              | 16410       | 2200 | 15,5                                        | Nuklear                                                    | 1300              | 16410 |
| 90/91 | 15420                                | 77,1                             | Grundl.<br>Melleml.                         | 1000<br>500              | 17910       | 2490 | 16,1                                        | Grundl.<br>Melleml.<br>do.                                 | 600<br>500<br>500 | 18010 |
| 91/92 | 16730                                | 83,7                             | Grundl.<br>Melleml.                         | 1000<br>500              | 19410       | 2680 | 16,0                                        | Nuklear                                                    | 1300              | 19310 |

FORDELING AF NUKLEAR OG KONVENTIONEL  
PRODUKTION 1974-1991



FORDELING AF NUKLEAR OG KONVENTIONEL  
MASKINEFFEKT 1974-1991

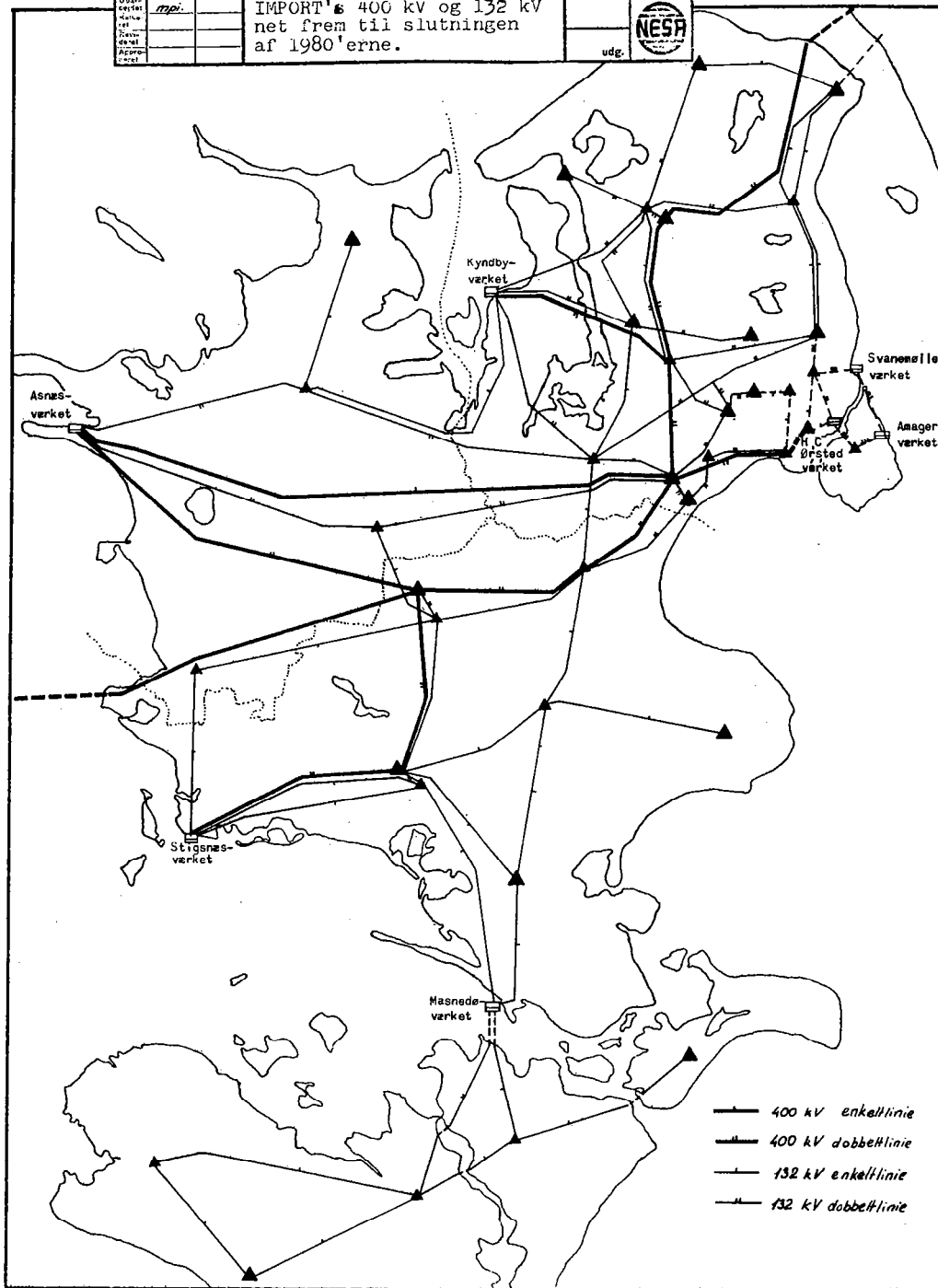


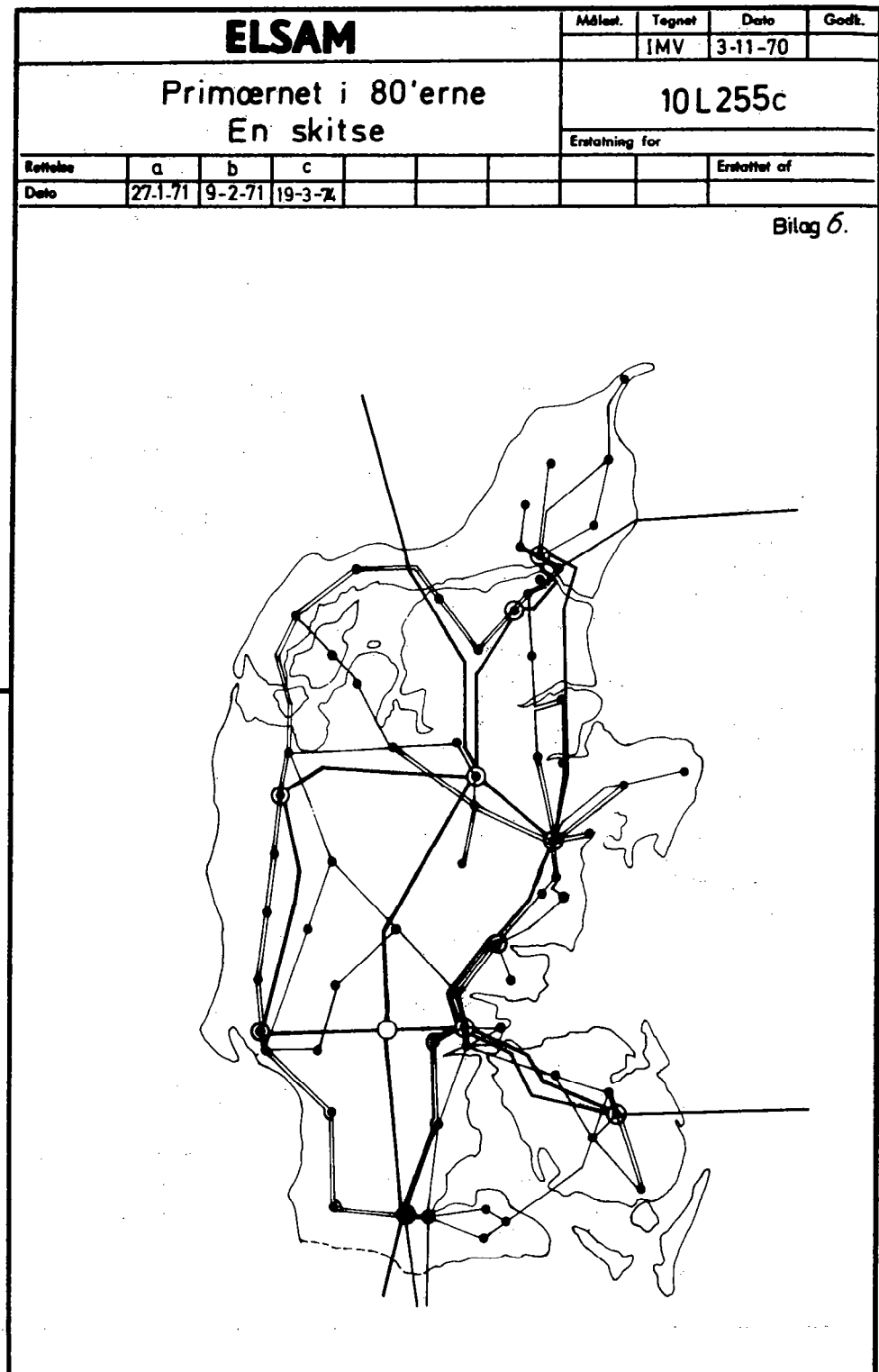
|               | Original | Reviser |
|---------------|----------|---------|
| Dato          | 11.1.74  |         |
| Udarbejdet af | mpi      |         |
| Revideret af  |          |         |
| Godkendt af   |          |         |
| Udg.          |          |         |

Oversigtsplan over KRAFT-  
 IMPORT 400 kV og 132 kV  
 net frem til slutningen  
 af 1980'erne.

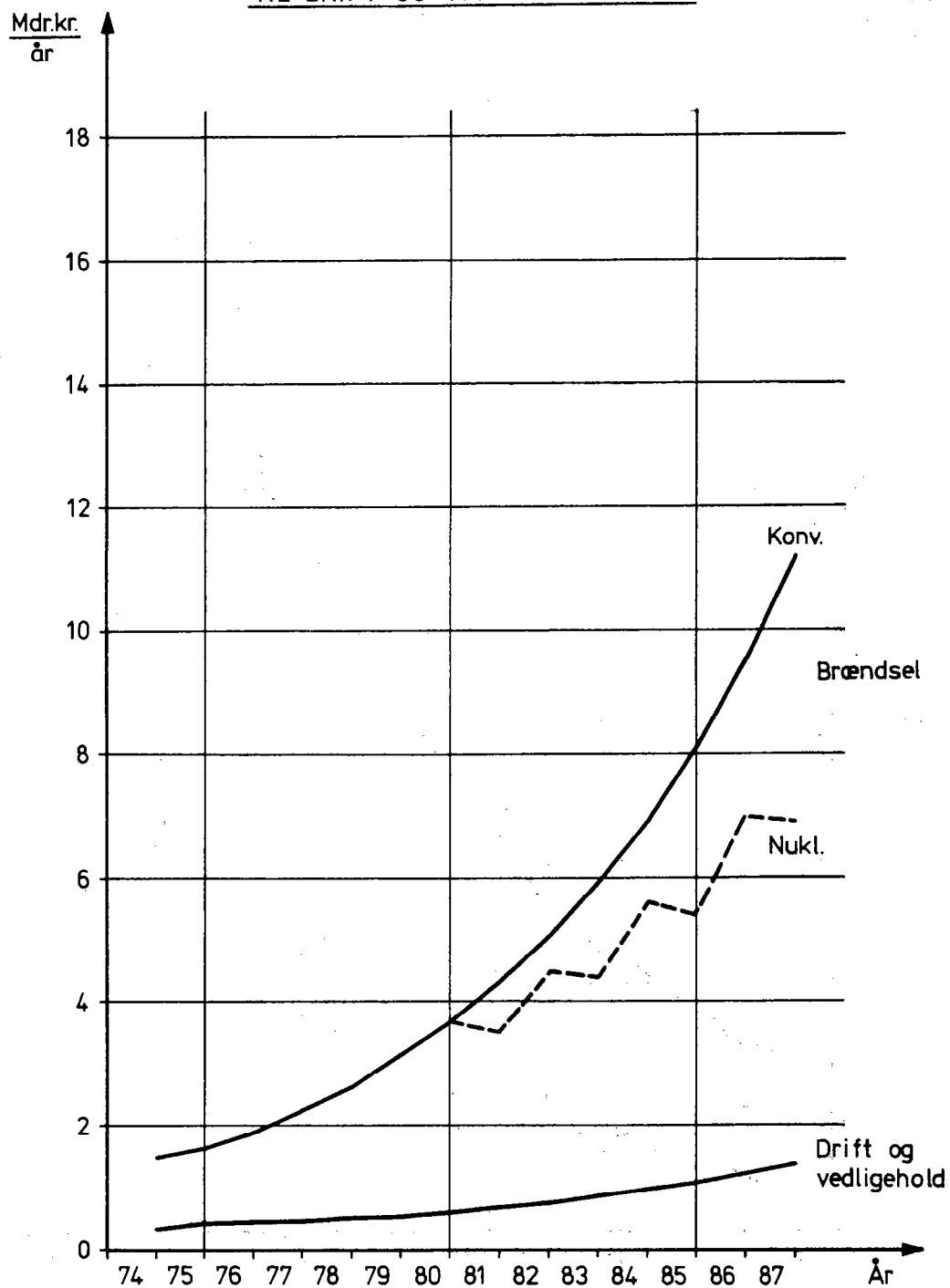


Bilag 5.

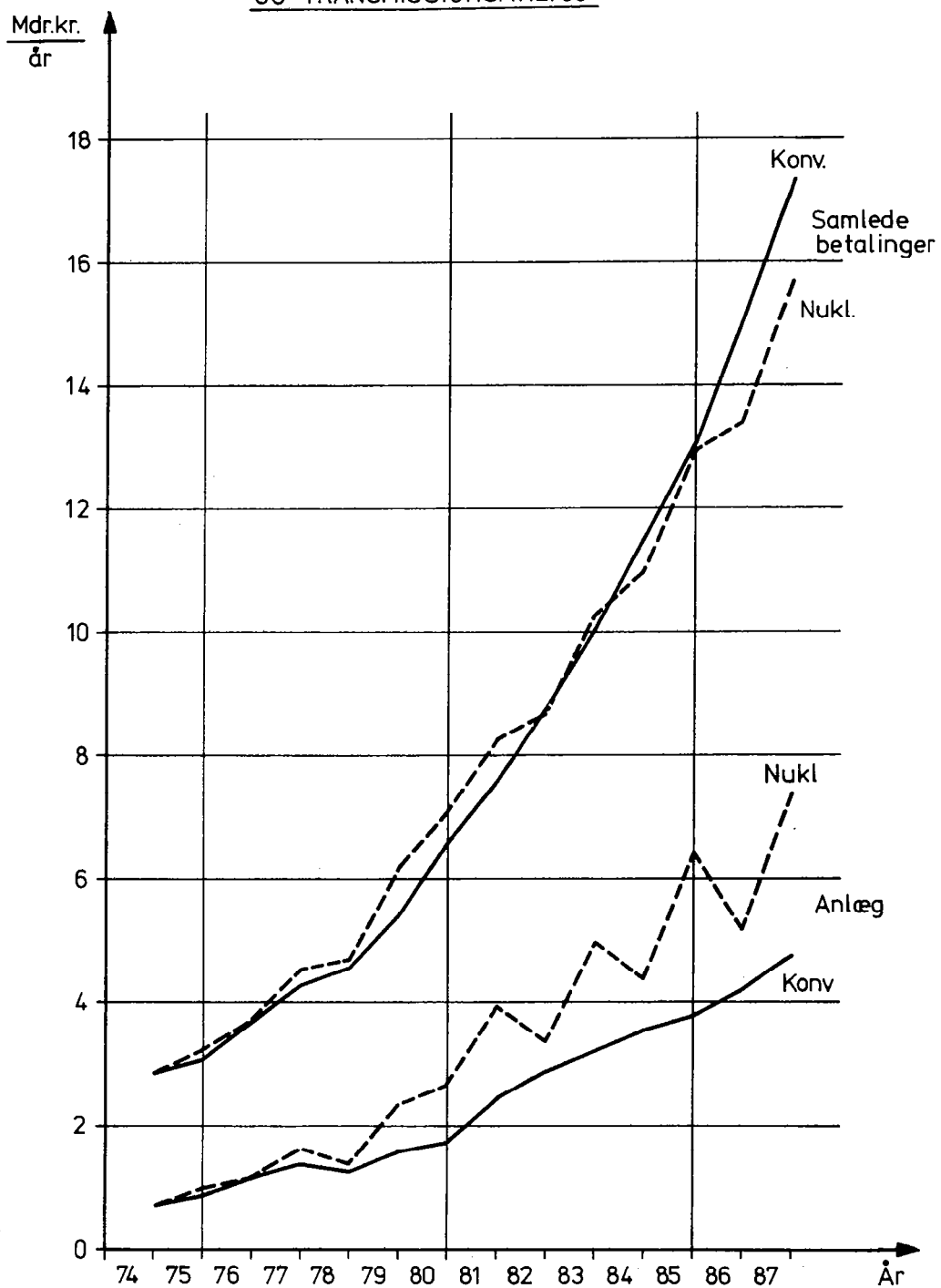


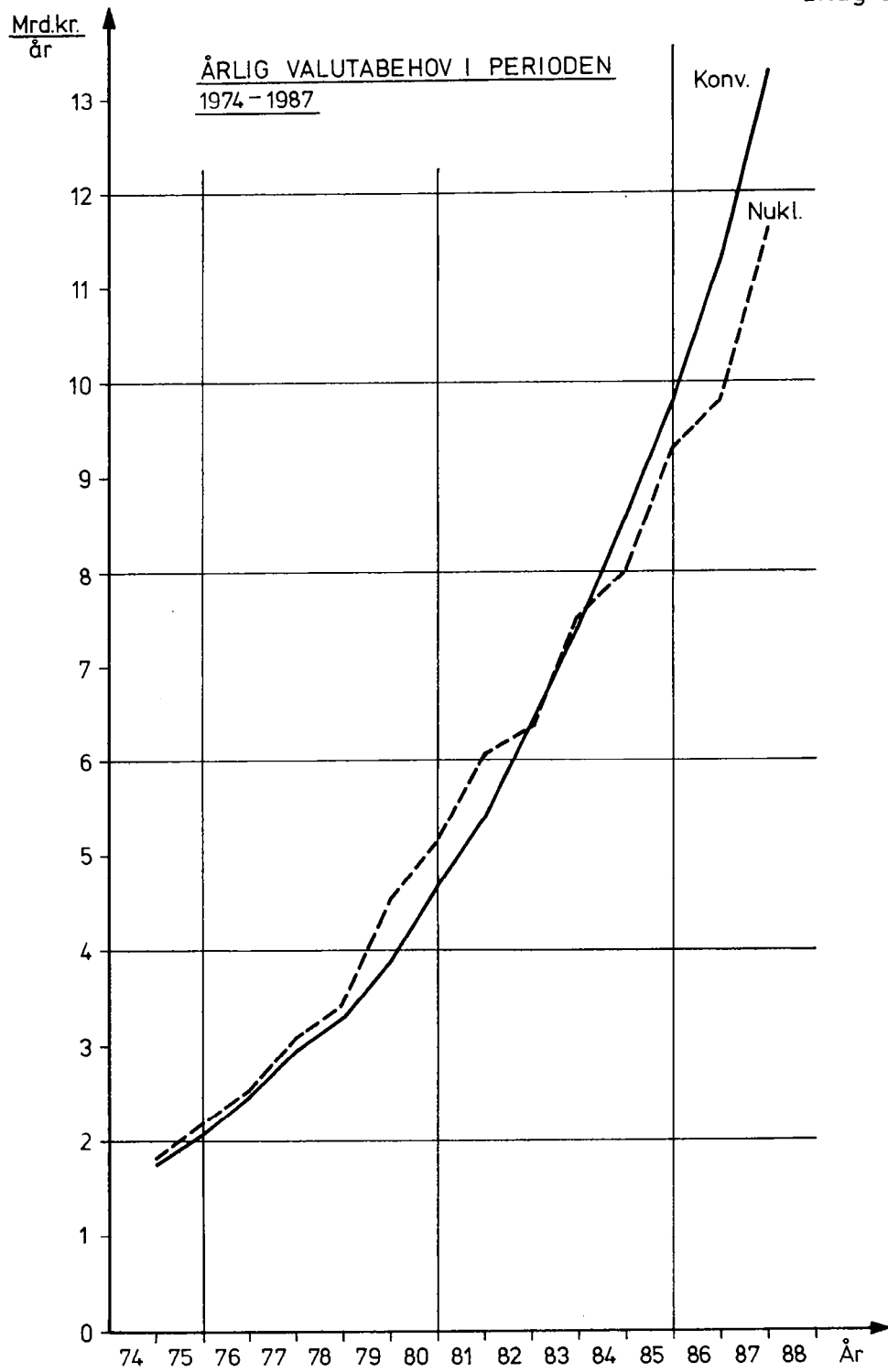


ÅRLIGE BETALINGER TIL BRÆNDELSE OG  
TIL DRIFT OG VEDLIGEHOLDELSE.



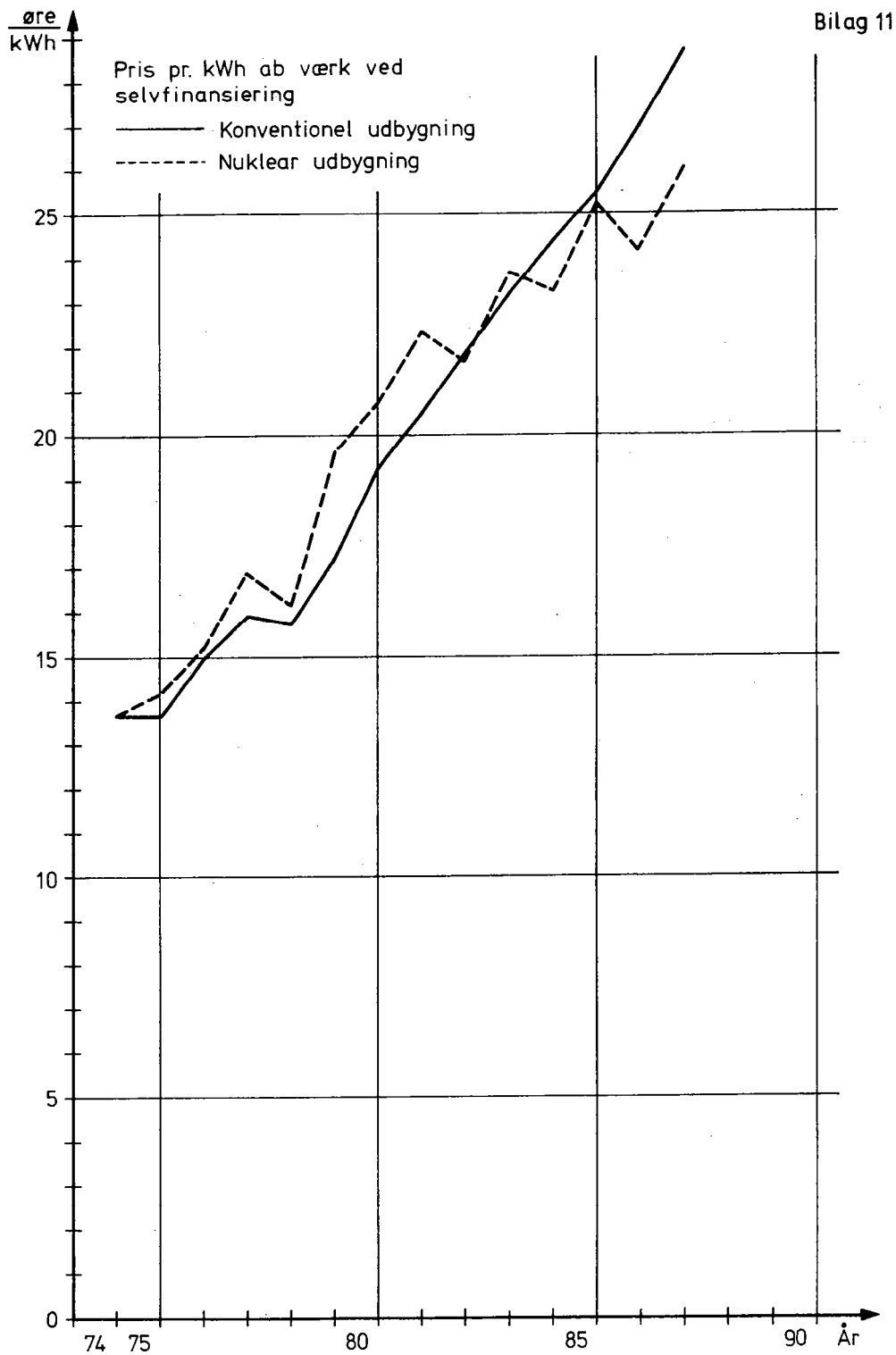
TOTALE ÅRLIGE BETALINGER SAMT  
ÅRLIGE BETALINGER FOR PRODUKTIONS-  
OG TRANSMISSIONSANLÆG





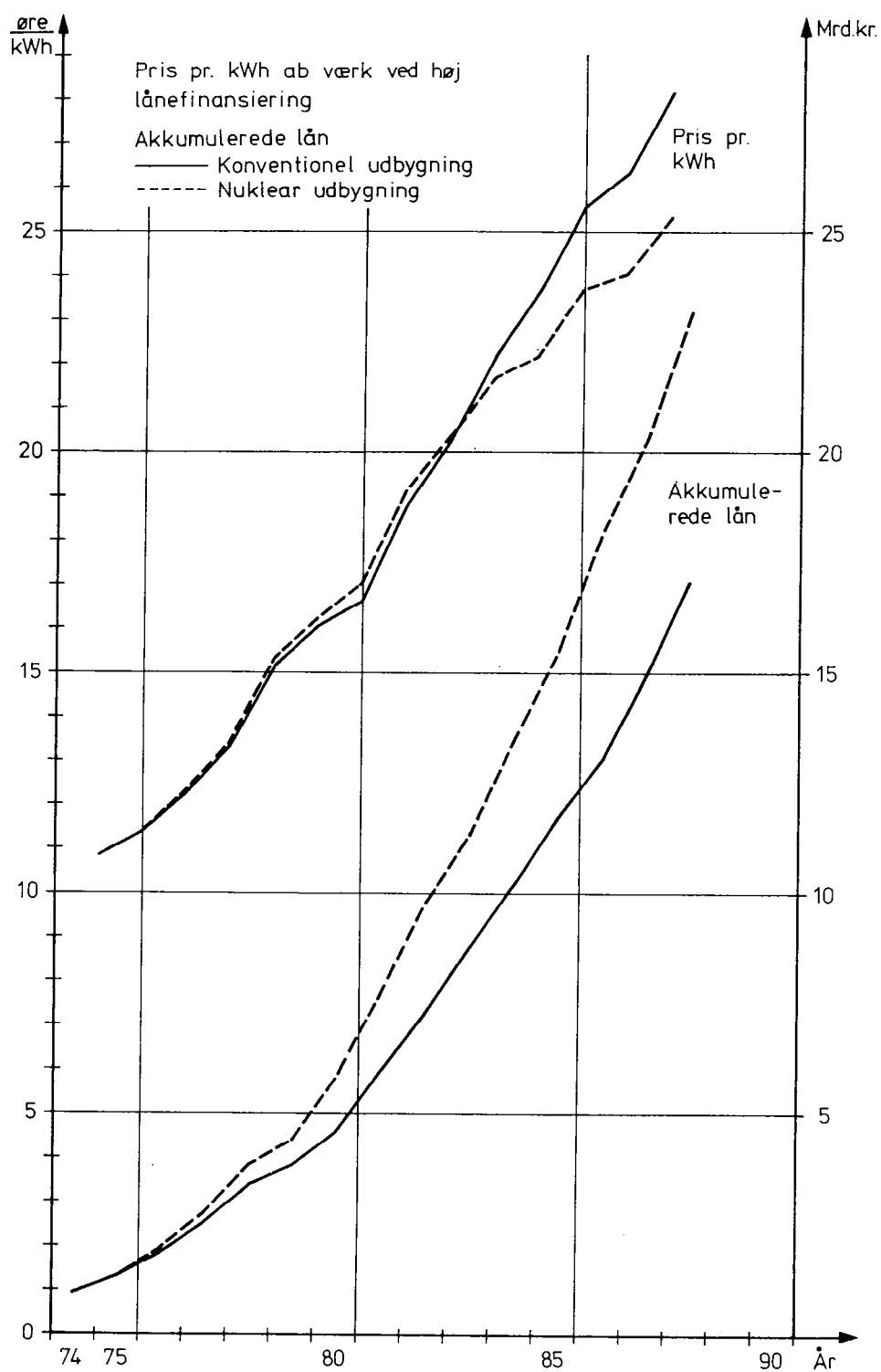
Samlede årlige betalinger og kWh-pris ab værk i perioden 1974/75 - 1987/88

|                                                      | 74/75  | 75/76  | 76/77  | 77/78  | 78/79  | 79/80  | 80/81  | 81/82  | 82/83  | 83/84  | 84/85  | 85/86  | 86/87  | 87/88  |
|------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>Konventionel udbygning</b>                        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Brændselsudgifter .....                              | 1.379  | 1.583  | 1.853  | 2.176  | 2.556  | 3.050  | 3.571  | 4.185  | 4.905  | 5.746  | 6.733  | 7.894  | 9.249  | 10.833 |
| Drift og vedligehold .....                           | 345    | 419    | 453    | 474    | 546    | 553    | 628    | 713    | 766    | 865    | 966    | 1.097  | 1.248  | 1.426  |
| Anlægsbetalinger .....                               | 715    | 880    | 1.131  | 1.384  | 1.262  | 1.581  | 2.163  | 2.470  | 2.829  | 3.231  | 3.577  | 3.810  | 4.227  | 4.773  |
| Stigning i brændselslager .....                      | 120    | 34     | 57     | 70     | 83     | 120    | 111    | 131    | 154    | 186    | 211    | 249    | 289    | 338    |
| Forrentning og afdrag af eksisterende lån .....      | 297    | 179    | 192    | 145    | 122    | 97     | 83     | 80     | 74     | 70     | 27     | 15     | 12     | 8      |
| Samlede betalinger .....                             | 2.856  | 3.095  | 3.686  | 4.249  | 4.563  | 5.401  | 6.556  | 7.579  | 8.722  | 10.092 | 11.514 | 13.065 | 15.025 | 17.358 |
| Produktion .....                                     | 20.900 | 22.700 | 24.600 | 26.700 | 29.000 | 31.450 | 34.100 | 37.000 | 40.150 | 43.550 | 47.250 | 51.300 | 55.650 | 60.350 |
| Pris pr. kWh ab værk .....                           | 13,67  | 13,63  | 14,98  | 15,91  | 15,73  | 17,17  | 19,23  | 20,48  | 21,72  | 23,17  | 24,37  | 25,47  | 27,00  | 28,76  |
| <b>Nuklear udbygning</b>                             |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Brændselsudgifter .....                              | 1.379  | 1.583  | 1.853  | 2.176  | 2.556  | 3.050  | 3.571  | 4.185  | 4.905  | 5.746  | 6.733  | 7.894  | 9.249  | 10.833 |
| Drift og vedligehold .....                           | 345    | 419    | 453    | 474    | 546    | 553    | 628    | 713    | 766    | 865    | 966    | 1.097  | 1.248  | 1.426  |
| Anlægsbetalinger .....                               | 715    | 1.002  | 1.189  | 1.653  | 1.387  | 2.360  | 2.680  | 3.971  | 3.303  | 4.969  | 4.378  | 6.442  | 5.152  | 7.387  |
| Stigning i brændselslager .....                      | 120    | 34     | 57     | 70     | 83     | 120    | 111    | 134    | 154    | 129    | 211    | 191    | 289    | 176    |
| Forrentning og afskrivning af eksisterende lån ..... | 297    | 179    | 192    | 145    | 122    | 97     | 83     | 80     | 74     | 70     | 27     | 15     | 12     | 8      |
| Samlede betalinger .....                             | 2.856  | 3.217  | 3.744  | 4.518  | 4.688  | 6.180  | 7.073  | 8.282  | 8.620  | 10.277 | 10.971 | 12.919 | 13.425 | 15.696 |
| Produktion .....                                     | 20.900 | 22.700 | 24.600 | 26.700 | 29.000 | 31.450 | 34.100 | 37.000 | 40.150 | 43.550 | 47.250 | 51.300 | 55.650 | 60.350 |
| Pris pr. kWh ab værk .....                           | 13,67  | 14,17  | 15,22  | 16,92  | 16,17  | 19,65  | 20,74  | 22,38  | 21,47  | 23,50  | 23,22  | 25,18  | 24,12  | 26,11  |



Udgifter, kWh-pris og værk samt lånebehov ved 30 % saldsafskrivning i perioden 1974/75 - 1987/88

|                                 | 74/75         | 75/76  | 76/77  | 77/78  | 78/79  | 79/80  | 80/81  | 81/82  | 82/83  | 83/84  | 84/85  | 85/86  | 86/87  | 87/88  |
|---------------------------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>Konventionel udbygning</b>   |               |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| <b>Udgifter:</b>                |               |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Brændselsudgifter .....         | Mkr 1.379     | 1.583  | 1.853  | 2.176  | 2.556  | 3.050  | 3.571  | 4.185  | 4.905  | 5.746  | 6.733  | 7.894  | 9.249  | 10.833 |
| Drift og vedligehold .....      | Mkr 345       | 419    | 453    | 474    | 540    | 553    | 628    | 713    | 760    | 865    | 966    | 1.097  | 1.248  | 1.406  |
| Afskrivninger .....             | Mkr 429       | 407    | 481    | 594    | 889    | 974    | 910    | 1.336  | 1.589  | 1.979  | 2.273  | 2.765  | 2.575  | 3.015  |
| Renteudgifter .....             | Mkr 112       | 161    | 222    | 306    | 410    | 464    | 551    | 715    | 867    | 1.034  | 1.266  | 1.387  | 1.550  | 1.783  |
| Samlede udgifter .....          | Mkr 2.265     | 2.570  | 3.009  | 3.550  | 4.395  | 5.041  | 5.660  | 6.949  | 8.121  | 9.624  | 11.178 | 13.083 | 14.622 | 17.037 |
| Produktion .....                | GWh 20.900    | 22.700 | 24.600 | 26.700 | 29.000 | 31.450 | 34.100 | 37.000 | 40.150 | 43.550 | 47.250 | 51.300 | 55.650 | 60.350 |
| Pris pr. kWh af værk .....      | øre/kWh 10,84 | 11,24  | 12,23  | 13,20  | 15,16  | 16,03  | 16,60  | 18,78  | 20,23  | 22,10  | 23,66  | 25,50  | 26,27  | 28,23  |
| <b>Lånebehov:</b>               |               |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Anlægsbetalinger .....          | Mkr 715       | 880    | 1.131  | 1.384  | 1.262  | 1.581  | 2.163  | 2.470  | 2.829  | 3.231  | 3.577  | 3.810  | 4.227  | 4.773  |
| Stigning i brændselslager ..... | Mkr 120       | 34     | 57     | 70     | 83     | 120    | 111    | 131    | 154    | 180    | 211    | 249    | 289    | 338    |
| Kapitalbehov ialt .....         | Mkr 835       | 914    | 1.188  | 1.454  | 1.345  | 1.701  | 2.274  | 2.601  | 2.983  | 3.411  | 3.788  | 4.059  | 4.516  | 5.111  |
| - afskrivninger .....           | Mkr 429       | 407    | 481    | 594    | 889    | 974    | 910    | 1.336  | 1.589  | 1.979  | 2.273  | 2.765  | 2.575  | 3.015  |
| Nettolånebehov .....            | Mkr 406       | 507    | 707    | 860    | 456    | 727    | 1.364  | 1.265  | 1.394  | 1.432  | 1.515  | 1.284  | 1.941  | 2.096  |
| Akkumulerede lån .....          | Mkr 1.339     | 1.846  | 2.553  | 3.413  | 3.869  | 4.596  | 5.960  | 7.225  | 8.619  | 10.051 | 11.566 | 12.920 | 14.861 | 16.957 |
| <b>Kernkraft udbygning</b>      |               |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| <b>Udgifter:</b>                |               |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Brændselsudgifter .....         | Mkr 1.379     | 1.583  | 1.853  | 2.176  | 2.556  | 3.050  | 3.571  | 4.185  | 4.905  | 5.746  | 6.733  | 7.894  | 9.249  | 10.833 |
| Drift og vedligehold .....      | Mkr 345       | 419    | 453    | 474    | 540    | 553    | 628    | 713    | 760    | 865    | 966    | 1.097  | 1.248  | 1.406  |
| Afskrivninger .....             | Mkr 429       | 407    | 481    | 594    | 889    | 974    | 910    | 1.336  | 1.589  | 1.979  | 2.273  | 2.765  | 2.575  | 3.015  |
| Renteudgifter .....             | Mkr 112       | 161    | 222    | 306    | 410    | 464    | 551    | 715    | 867    | 1.034  | 1.266  | 1.387  | 1.550  | 1.783  |
| Samlede udgifter .....          | Mkr 2.265     | 2.570  | 3.009  | 3.550  | 4.395  | 5.041  | 5.660  | 6.949  | 8.121  | 9.624  | 11.178 | 13.083 | 14.622 | 17.037 |
| Produktion .....                | GWh 20.900    | 22.700 | 24.600 | 26.700 | 29.000 | 31.450 | 34.100 | 37.000 | 40.150 | 43.550 | 47.250 | 51.300 | 55.650 | 60.350 |
| Pris pr. kWh af værk .....      | øre/kWh 10,84 | 11,24  | 12,23  | 13,20  | 15,16  | 16,03  | 16,60  | 18,78  | 20,23  | 22,10  | 23,66  | 25,50  | 26,27  | 28,23  |
| <b>Lånebehov:</b>               |               |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Anlægsbetalinger .....          | Mkr 715       | 880    | 1.131  | 1.384  | 1.262  | 1.581  | 2.163  | 2.470  | 2.829  | 3.231  | 3.577  | 3.810  | 4.227  | 4.773  |
| Stigning i brændselslager ..... | Mkr 120       | 34     | 57     | 70     | 83     | 120    | 111    | 131    | 154    | 180    | 211    | 249    | 289    | 338    |
| Kapitalbehov ialt .....         | Mkr 835       | 914    | 1.188  | 1.454  | 1.345  | 1.701  | 2.274  | 2.601  | 2.983  | 3.411  | 3.788  | 4.059  | 4.516  | 5.111  |
| - afskrivninger .....           | Mkr 429       | 407    | 481    | 594    | 889    | 974    | 910    | 1.336  | 1.589  | 1.979  | 2.273  | 2.765  | 2.575  | 3.015  |
| Nettolånebehov .....            | Mkr 406       | 507    | 707    | 860    | 456    | 727    | 1.364  | 1.265  | 1.394  | 1.432  | 1.515  | 1.284  | 1.941  | 2.096  |
| Akkumulerede lån .....          | Mkr 1.339     | 1.846  | 2.553  | 3.413  | 3.869  | 4.596  | 5.960  | 7.225  | 8.619  | 10.051 | 11.566 | 12.920 | 14.861 | 16.957 |





---

## II

# Miljømæssige konsekvenser af nuklear henholdsvis kon- ventionel kraftværksudbygning

---

ELVÆRKERNES ENERGIUDVALG . MILJØGRUPPEN MARTS 1974



## 1. Indledning

Generelt må det konstateres, at al udnyttelse af primær energi medfører forurenings- og sikkerhedsproblemer. Nedenstående giver en kortfattet vurdering af de miljømæssige aspekter ved valg af udbygningsformer (konventionelle eller nukleare) for de danske elværker.

## 2. Forudsætninger

De enkelte elementer i miljøproblematikken er belyst i forbindelse med 2 alternative udbygningsformer.

### a. Konventionel udbygning (Alternativ K)

Der forudsættes ingen a-kraftværker, hverken hos ELSAM eller hos KRAFTIMPORT. Energibehovet regnes dækket af kul/olie i forholdet 80/20 pct.

### b. Kraftig nuklear udbygning (Alternativ N)

Der forudsættes en massiv nuklear udbygning i 80'erne. Det supplerende konventionelle energibehov dækkes af kul/olie i forholdet 80/20 pct.

For begge alternativer er betragtet år 1990, det år, som afslutter den aktuelle 10-års-udbygningsperiode. De grundlæggende data fremgår af bilag 1.

En del af de behandlede miljøproblemer vil blive påvirket af og reduceret ved teknologiske fremskridt, såsom afsvovling af røg, gasificering af kul m.v. En tilsvarende udvikling kan også forudses for nukleare værker, hvorfor en jævnføring ud fra dagens teknologi forekommer rimelig. Der er forudsat udbygning med letvandsreaktorer.

## 3. Luftforurening

### 3.1. Røggasser fra konventionelle værker

Problematikken drejer sig især om udsendelsen af svovldioxyd, kvælstofilter, svævestøv og kuldioxyd. I omstående opstillinger

er forudsat svovlfattige kul med 1,0 pct. svovl og olie med 2,5 pct. svovl. Tallene gælder for hele Danmark.

Ud fra de i litt. (1) givne oplysninger fås, idet der for industri og opvarmning er forudsat en vækstrate på henholdsvis 4 pct. og 2 pct. p.a., for prognoserne for år 1990:

| SO <sub>2</sub> - Emission i tons pr. år |         |                |                |
|------------------------------------------|---------|----------------|----------------|
|                                          | 1970    | 1990<br>Alt. K | 1990<br>Alt. N |
| Industri                                 | 99.000  | 217.000        | 217.000        |
| Elværker                                 | 215.000 | 624.000        | 267.000        |
| Opvarmning                               | 256.000 | 380.000        | 380.000        |
| Ialt                                     | 570.000 | 1.221.000      | 864.000        |

Det bemærkes, at man i det nukleare alternativ kun vil få en moderat stigning i SO<sub>2</sub>-udsendelsen, sammenlignet med dagens forhold. Tallene forudsætter meget svovlfattige kul, som de idag fås fra Polen. Kulfyring medfører samtidig en betydeligt større svævestøvsudsendelse. Ved en beregning ud fra litt. (2), afsnit 4.3 fås:

Røgens indhold af faste partikler  
Enhed: tons pr. år

|          | 1969   | 1990<br>Alt. K | 1990<br>Alt. N |
|----------|--------|----------------|----------------|
| Elværker | 15.000 | 55.000         | 24.000         |

Mængden af CO<sub>2</sub>, udsendt af Elværkerne, vil tilsvarende for Alt. K stige ca. 400 pct. og for Alt. N ca. 160 pct.

Den globale virkning af de udsendte mængder af SO<sub>2</sub> faste partikler, CO<sub>2</sub> og NO<sub>2</sub> kendes ikke, men nævnes i debatten som evt. værende af afgørende betydning.

### 3.2. Luftbårne radioaktive udslip fra a-værker

Luftformige affaldsprodukter dannes inden i brændselselementerne,

urening i ca. 2-5 km afstand fra værket. Som en størrelsesorden får man da nedenstående forhold imellem et konventionelt og et nukleart værks tillægsbelastning til omgivelserne sat i forhold til farlig dosis. Tallene kan dog udmærket variere mindst faktor 10 afhængigt af vejrforhold, usikkerheder m.v. og gælder alene en gennemsnitsbetragtning.

|       | Luftformige udslip                  |                         |                                                                   |
|-------|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------|
|       | 1000 MW elværk                      |                         |                                                                   |
|       | Tillægsbelastning fra udslip        | Farlig dosis            | Tillægsbelastning divideret med farlig dosis. Enhed: milliontedel |
| Konv. | $\frac{1}{300}$ ppm SO <sub>2</sub> | 0,5 ppm SO <sub>2</sub> | 7000                                                              |
| Nukl. | 0,1-0,2 mrem pr. år                 | 300 rad                 | 0,3-0,7                                                           |

Det skal betones, at ovenstående tal ikke siger noget direkte om de to værkstypers relative farlighed. De viser blot den streghed, som ikke mindst er gældende for udslip for a-værker. Begge værks-typer må betegnes som forsvarlige, og de danske vejrforhold er generelt set gunstige.

#### 4. Termisk udslip

Temperaturstigningen i kølevandet er ens for konventionelle og for nukleare værker, d.v.s. 8-10°C. Sidstnævnte enheder har i deres nuværende udformning en lavere virkningsgrad, og mængden af kølevand er derfor godt 50 pct. større. I de to alternativer vil der ved alt. N totalt blive udledt ca. 30 pct. større varmemængder end ved alt. K.

Kølevandsudledning er et velkendt fænomen ved de eksisterende kraftværker. Virkningen er blevet undersøgt ved Kyndby og Asnæs, og i mindre grad ved Åbenrå, jfr. bl.a. litt. (5). Da de danske marine arter er meget modstandsdygtige over for temperaturforandringer (årlige variationer på ca. 20°C er i forvejen almindelige) og da de fleste arter kan flytte sig efter forholdene, er problemerne i reglen overskuelige ved en kystplacering. Dette generelle indtryk bekræftes også af de nævnte undersøgelser. Ved

en åben og dybvandet kystbeliggenhed sker der en ret hurtig opblanding og afkøling, således at områderne for en større temperaturstigning er begrænsede, sammenlignet med kysternes længder. Bilag 2 giver et begreb om størrelsesforholdene.

Tilsvarende forhold kendes fra de eks. værker, blot er udbredelsesområderne af mindre omfang, men principielt kendes de samme zoner.

Diskussionerne og problemerne omkring kølevandsudledning ("termisk forurening") stammer fra udlandet og er knyttet til flod- og søbeliggheder. Uden en nøje planlægning vil varmembalancen i en flod, der passerer et stort industriområde, kunne forrykkes i et skadeligt omfang, bl.a. også fordi man ofte i forvejen har en kraftig kemisk og organisk forurening. Internationalt set er Danmark kølevandsmæssigt i en gunstig situation, og denne problematik bliver næppe afgørende for kraftværksudbygningen. Hermed er ikke ment, at omhyggelige undersøgelser kan udelades, herunder også en overvejelse om at udnytte spildvarmen til fjernvarme, fiskeopdræt o.l. Sådanne planer kendes fra udlandet, og overvejelser herhjemme er igang.

## 5. Vandforurening

På alle typer elværker fremkommer visse alm. kloakudtømmninger (toiletaffald m.v.), som på traditionel vis må føres til et lokalt kloak- eller rensningsanlæg. Herudover må for kraftværker specielt nævnes:

### 5.1. Tilsætning til kølevand

Muslinger m.v. kan danne afsætninger i kølevandssystemerne, som næsten kan stoppe til. Dyrene svømmer ind i systemet som larver, og en bekæmpelse er derfor kun nødvendig sæsonvis, ikke kontinuerligt. Der anvendes i reglen tilsætning af klorforbindelser, og de hidtidige erfaringer fra de eksisterende værker har ikke givet anledning til nævneværdige miljøproblemer. For det betragtede år er der dog tale om godt 3 gange så store kølevandsmængder som idag. Mængden af kølevand er ved alt. N ca. 30 pct. større end ved alt. K.

### 5.2. Vandbårent radioaktivt udslip

Målt i mængder af radioaktivitet (Curie) er det vandbårne udslip fra et a-værk noget mindre end det luftbårne udslip. Udledningen sker under kontrol til værkets kølevand i af myndighederne godkendte mængder og koncentrationer, som er ganske små.

Hovedproblemet består i, at der efter fortyndingen kan ske en genkoncentration i visse organer af dyr eller planter. Generelt er tendensen hertil større i ferskvand end i havvand, hvorfor de danske kystbeliggenheder er gunstige. Alligevel må fødekæder m.v. omhyggeligt klarlægges. Dette sker ved de såkaldte radioøkologiske undersøgelser, der også foretages på landjorden.

Undertiden rejses spørgsmålet: "Hvorfor gennemføres de radioøkologiske undersøgelser, når a-værker er så sikre?" Svaret er, at man herigennem skaffer sig de basisdata, som senere hen gør det muligt at chekke a-værkets drift, og at man kortlægger genkoncentrationsmulighederne, og senere kan afstemme sine udslip derefter.

## 6. Sikkerhed

Uheldsrisikoen for a-værker og konventionelle værker kan ikke bringes ned på nul. Man kan imidlertid fastslå, at chancen for et alvorligt uheld på et a-værk er umådelig lille. Det alvorligst tænkelige uheld på et reaktoranlæg, som medfører en hel eller delvis nedsmeltning af reaktorkernen, vil således højst finde sted en gang pr. 1.000.000-10.000.000 år. Af disse umådeligt sjældne uheld forventes højst hver 1.000-10.000 uheld at få katastrofale følger for værkets omgivelser.

Disse meget lave uheldssandsynligheder svarer til sandsynlighederne for meget store naturkatastrofer og er meget mindre end mange af de uheldssandsynligheder, som samfundet normalt accepterer.

En sammenligning af uheldsrisikoen for a-kraftværker og for fossile værker er af mange grunde vanskelig. En af årsagerne er, at der ikke foreligger så omhyggelige undersøgelser for de konventionelle værkers vedkommende som for a-værkerne.

I litt. (1) har man dog for oliefyrede kraftværker forsøgt at

samle nogle tal for uheldssandsynlighederne. Disse viser, at oliefyrede anlæg skulle frembyde en lidt større risiko for den omkringboende befolkning end et tilsvarende a-værk. Tallene er dog så usikre, at man nok bør nøjes med at konstatere, at uheldsriskoen i begge tilfælde er uhyre ringe.

For en ordens skyld skal det nævnes, at et a-værk under ingen omstændigheder kan eksplodere som en atombombe.

Det bør ligeledes nævnes, at der træffes vidtgående foranstaltninger for at hindre, at flystyrt, jordskælv og sabotage skal få alvorlige følger for reaktoranlægget.

## 7. Affald

### 7.1. Flyveaske (slagge) fra konventionelle værker

Fremkomsten af flyveaske (slagge) er knyttet til de kulfyrede værker, og for begge de behandlede alternativer er der tale om meget store mængder:

Alt. K: 2,7 mio. tons flyveaske pr. år

Alt. N: 1,1 mio. tons flyveaske pr. år.

Såfremt sådanne slaggemængder skal oplagres f.eks. i 2 m tykke fyldlag, bliver det årlige landforbrug 170 ha henholdsvis 70 ha. For et 1000 MW konventionelt værk bliver den årlige flyveaskeproduktion ca. 200.000 tons/år.

Danmarks elproduktion har i de senere år været baseret på olie, hvorfor en større flyveaskeudnyttelse ikke kendes herhjemme. I udlandet ser udnyttelsesgraden for flyveaske således ud:

|                      |         |
|----------------------|---------|
| England:             | 45 pct. |
| Frankrig:            | 60 pct. |
| Vesttyskland:        | 75 pct. |
| Holland:             | 60 pct. |
| Polen:               | 27 pct. |
| Chekoslovakiet:      | 27 pct. |
| Europa i gennemsnit: | 38 pct. |
| USA:                 | 15 pct. |

I 1969 anvendtes i Europa ialt ca. 14 mio. tons, fordelt således:

|                    |             |
|--------------------|-------------|
| Cementfabrikation: | ca. 10 pct. |
| Veje:              | ca. 33 pct. |
| Cellebeton:        | ca. 13 pct. |
| Færdig bl.beton:   | ca. 20 pct. |
| Filler:            | ca. 24 pct. |

Sammenfattende kan det siges, at en rationel og miljøvenlig udnyttelse af flyveaske, herunder mulighederne for jordforbedring, vil blive en udfordring for elværkerne i de kommende år, og at askemængderne er ca. 3 gange større ved alt. K end ved alt. N.

### 7.2. Radioaktivt affald på a-værker

Det faste affald fra a-værker hidrører fra radioaktivt forurenede papir, klude, metaldele m.v., samt fra flydende affald, der indampes. Aktivitetsniveauet er relativt lavt. For et 1000 MW<sub>e</sub> værk drejer det sig om følgende størrelsesordener, der kan variere en del fra værk til værk:

|                         |         |                     |
|-------------------------|---------|---------------------|
| Middel - aktivt affald: | ca. 25  | m <sup>3</sup> /år  |
| Lav - aktivt affald:    | ca. 250 | m <sup>3</sup> /år. |

Til sammenligning af størrelsesforholdene nævnes, at en normal olietank på et elværk idag er ca. 60.000 m<sup>3</sup>.

For at sikre imod opløsning og udsivning indstøbes affaldet i reglen i beton eller asfalt. For alternativ K vil den årlige mængde være ca. 200 m<sup>3</sup>/år henholdsvis 2000 m<sup>3</sup>/år for middel/lav - aktivt affald, der opbevares på værkerne.

### 7.3. Radioaktivt affald på brændselsoparbejdningsfabrikkerne

Det stærkt radioaktive affald, som bliver så kraftigt debatteret, findes i de brugte brændselementer, som behandles på udenlandske oparbejdningsanlæg. Man udvinder dels Uran 235, som genanvendes, dels Plutonium, som skal anvendes i fremtidige formeringsreaktorer eller udnyttes som letvandsreaktorbrændsel og endelig fås en række affaldsprodukter. Disse opbevares (i USA) først på flydende form i 5 år, hvorefter en væsentlig del af radioaktiviteten er klinget af. Resten forudses at indgå i en glasmasse,

som indstøbes i rustfri indkapslinger. Der bliver tale om opbevaring mange år, men mængderne er beskedne. For et 1000 MW<sub>e</sub> værk drejer det sig om ca. 2,5 m<sup>3</sup>/år, der forudses opbevaret i betonbunkere eller bjergrum.

Her i landet findes ingen oparbejdningsfabrikker, så teknisk set er langtidsopbevaring idag ikke højaktuel for Danmark, hvis bidrag til den samlede mængde er uden betydning. Skulle betingelserne blive ændret således, at man engang i fremtiden skal "hjemtage sit eget affald", vil det for alt. N dreje sig om knapt 20 m<sup>3</sup> pr. år, som må oplagres i en betonbunker eller lignende.

## 8. Transporter

### 8.1. Konventionelt brændsel

De årlige tilførte brændselsmængder bliver for de fossile brændsler i mill. tons:

|        | <u>Kul</u> | <u>Olie</u> |
|--------|------------|-------------|
| Alt. K | 22,0       | 3,4         |
| Alt. N | 9,4        | 1,4         |

Mulighederne for skibsanløb ved de forskellige værker er meget varierende. Mange af værkerne kan kun besejles med skibe af 20.000 tons klassen eller mindre, en del kan modtage 40-50.000 tons, og kun de nyeste kan forventes at ville kunne modtage op til 150.000 tons olieskibe.

Regnes groft, at transporten foretages med skibe i 20-40.000 tons klassen, fås følgende antal årlige skibsanløb: Alt. K: 850 og Alt. N: 365.

### 8.2. Nukleart brændsel

Det nukleare brændsel vil i alt. N udgøre 120-160 tons/år, og det radioaktive strålingsniveau vil være lavt og uden betydning, når de specielle pakningsprocedurer overholdes. Denne transport vil kunne foretages såvel over land som ad søvejen.

### 8.3. Konventionelt affald

Fra det fossile brændsel vil det i praksis kun være flyveasken

fra kul, der bidrager til affaldstransporten. Den årlige mængde flyveaske vil i mill. tons udgøre:

|        | <u>Tør</u> | <u>Våd</u> |
|--------|------------|------------|
| Alt. K | 2,2        | 3,3        |
| Alt. N | 0,9        | 1,3        |

Transport af aske i tør tilstand kræver lukkede beholdere, hvorfor den største part må forventes at blive transporteret i våd tilstand. Transport kan foretages såvel pr. bil som pr. båd. Regnes anvendt 10 tons biler eller 5.000 tons skibe, fås flg. 2 alternative muligheder for transport i våd tilstand:

|        | <u>Årligt antal transporter</u> |                 |
|--------|---------------------------------|-----------------|
|        | <u>Pr. bil</u>                  | <u>Pr. skib</u> |
| Alt. K | 330.000                         | 660             |
| Alt. N | 140.000                         | 285             |

#### 8.4. Nukleart affald

Det nukleare affald bestående af udbrændte brændselselementer vil, afhængigt af reaktortypen, for alt. N udgøre ca. 120 tons/år, som emballeret til søtransport vil veje ca. 2.500 tons.

Elementerne transporteres i specielle beskyttelsesbeholdere, der ved søtransport vejer ca. 80 tons, svarende til transport af ca. 30 beholdere pr. år.

### 9. Støj

#### 9.1. Konventionelle værker

De væsentligste støjklender fra et konventionelt værk er forbrændingsluft- og røggasventilatorer, reduktions- og sikkerhedsventiler samt udendørs anlæg såsom kultransportører o.l. Gennem bygningskonstruktionernes udformning og gennem maskin- og procesvalg vil det dog være muligt at reducere støjgenerne til et acceptabelt niveau.

#### 9.2. Nukleare værker

I et nukleart værk forekommer ikke støjklender i samme omfang, og

desuden findes alle støjklender inden for decimeter tykke betonmure, som effektivt dæmper lydmissionen. Støjproblemerne vil derfor være betydeligt mindre end for et konventionelt værk.

#### 10. Værket og det omgivende samfund

Antallet beskæftigede under opførelsen af et a-værk, som for et 1000 MW anlæg vil vare 5-6 år, vil beløbe sig til ca. 800 mand. Forudsætter man, at to enheder bygges på samme plads med ca. 3 års mellemrum, vil der i nogle år være beskæftiget over 1000 mand på pladsen. Af de beskæftigede vil ca. 2/3 være specialister, som kun i begrænset omfang kan rekrutteres lokalt.

Når værket er i drift, vil den første enhed give permanent beskæftigelse til 80-90 personer, hvoraf omkring 3/4 må betegnes som specialister. Det er ikke tanken at etablere en speciel "funktionærby" i nærheden af værket.

Opførelsen af et konventionelt værk vil påvirke det omgivende samfund i langt mindre grad. Byggetiden for et 1000 MW anlæg kan angives til 3½-4 år, og antallet af beskæftigede vil kun være ca. halvt så stort som ved et tilsvarende a-værksbyggeri.

Efter idriftsættelsen vil antallet permanent beskæftigede på værket være ca. 40-50 mand.

#### 11. Arealbehov, æstetik m.v.

##### 11.1. Konventionelle værker

Af bilag 3 fremgår, at pladsbehovet for et konventionelt kraftværk på 3000 MW vil være mindst 70 ha. På skitsen er afsat plads til kul- og olielager til 3 mdr's forbrug. Slaggepladsen rummer kun et halvt års produktion af slagge og flyveaske, idet dette forudsættes bortkørt kontinuert.

Konventionelle enheder af den størrelse, der her er tale om, vil være meget dominerende, idet kedelhusene kan være over 100 m høje.

Ligeledes vil omgivelserne i nogen grad skæmmes af de store kul- og olielagre samt slaggepladsen.

#### 11.2. Nukleare værker

På tegningen er det minimale pladsbehov for et a-værk i 3000 MW's størrelsen angivet til ca. 60 ha eller lidt mindre end for et konventionelt værk. Af flere forskellige grunde er i realiteten de områder, som erhverves for a-værker, betydeligt større. Den væsentligste grund til, at kraftværksområderne for det meste er af størrelsen 100-200 ha og undertiden endnu mere, er ønsket om at have fuld kontrol over det område, som ligger nærmest selve anlægget. I USA opereres med et område med en radius på 1-2 km fra værket (exclusion area). Herudover må man regne med en vis regulering - men ikke nødvendigvis fastfrysning - af bebyggelsen indenfor en radius på 5-10 km fra anlægget for at forhindre direkte befolkningskoncentrationer i nærheden af værket.

I sammenligning med et konventionelt værk må et a-værk siges at være æstetisk mere tiltalende. Bygningerne er noget lavere, ligesom skorstenene er mindre og kun tjener som ventilationsskorstene.

#### 12. Nedlæggelse af et værk

##### 12.1. Konventionelt værk

Nedrivningen af et konventionelt værk kan ske umiddelbart efter, at driften af værket er ophørt og vil ikke byde på nogen tekniske problemer. Omkostningerne vil være meget afhængige af, om bygningerne er opført som lette pladebygninger eller i beton, men skønnes til 10 á 20 mio. kr.

##### 12.2. Nukleart værk

Driftstiden for et a-værk angives undertiden til mindre end 30 år. Dette er dog kun at betragte som den økonomiske afskrivningstid, og det er ikke usandsynligt, at det kan være lønnende at drive værket i længere tid.

Ved a-værkets nedlæggelse fjernes brændselelementerne som ved et almindeligt brændselsskift. Derefter findes der ikke længere

nogen fissionsprodukter tilbage i reaktoren. Reaktortanken og visse andre komponenter er dog så radioaktive, at man kun kan fjerne dem med en større teknisk og økonomisk indsats. Man vil derfor ofte vente til aktiviteten er klinget af. Ventetiden drejer sig om ca. 30 år, hvis man vil undgå større problemer med strålingsbeskyttelsen under demontagen. Omkostningerne for at fjerne et 1000 MW a-værk helt skønnes til ca. 25 pct. af omkostningerne for bygningsarbejderne, d.v.s. størrelsesordenen 50 mio. kr.

### 13. Konklusion

I ovenstående fremstilling er de miljømæssige konsekvenser af konventionel og nuklear elværksudbygning sammenlignet på lige fod i det omfang, hvori det er muligt. Konklusionen er, at atomkraftværkerne må betragtes som de mest miljøvenlige, men at begge værkstyper med dagens udformning må anses for forsvarlige og brugbare.

I dag er der i udlandet ca. 140 a-værker i drift, og de betragtes som baseret på en gennemprøvet teknologi. Det er et gennemgående træk, at de enkelte problemstillinger er mere metodisk og grundigt gennemgået for de nukleare værker, end tilfældet er for de konventionelle.

Endelig er dele af en række problemer (strålingspåvirkning, radioaktivt affald m.m.) af global karakter, og derfor ret uafhængige af de danske udbygningsplaner. Ovenstående oversigt er et udtryk for, at elværkerne er opmærksomme på og vil søge at løse de lokale problemer.

LITTERATURLISTE

1. Meteorologisk Institut: Antropogen Svovldioxidemission fra Danmark, 1970.
2. Forureningsrådets Publikation nr. 5.
3. Nuclear News, October 1972.
4. Nuclear Safety Vol 14., no. 5 1973.
5. Dansk Hydraulisk Institut: Kalundborg Fjord som Kølevandsrecipient, Nov. 1973.  
Vandkvalitetsinstituttet: Vandkvalitetsundersøgelser i Kalundborg Fjord m.m. Dec. 1973.
6. Ing. Ugeblad nr. 8, 1974: "Også uden a-værker i Danmark får vi forøget strålingen", dr.med. J.Schultz-Larsen.
7. UCLA-ENG-7242. University of California May 1972: "Public Health Risks of Thermal Power Plants", C. Starr and M.A. Greenfield.

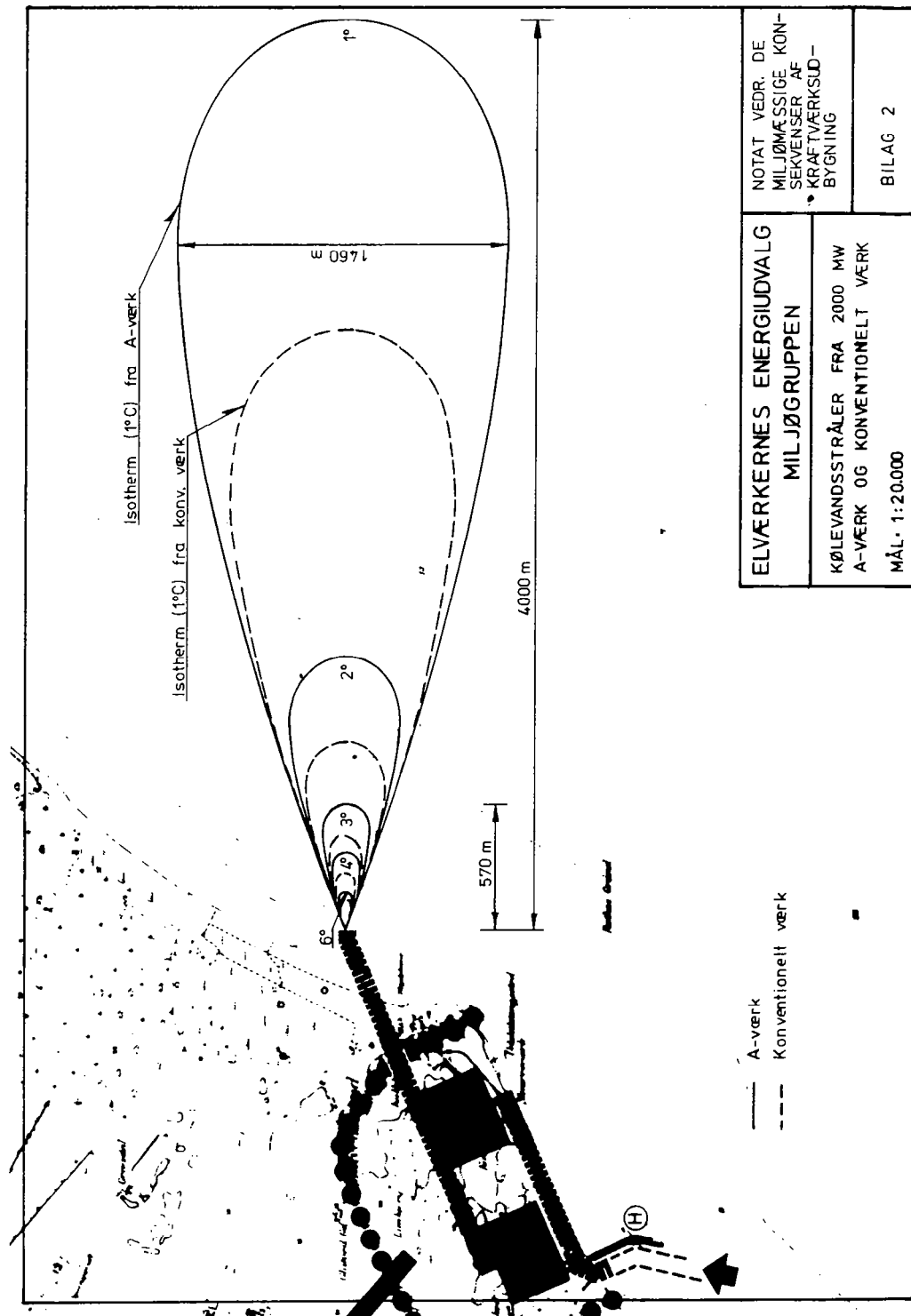


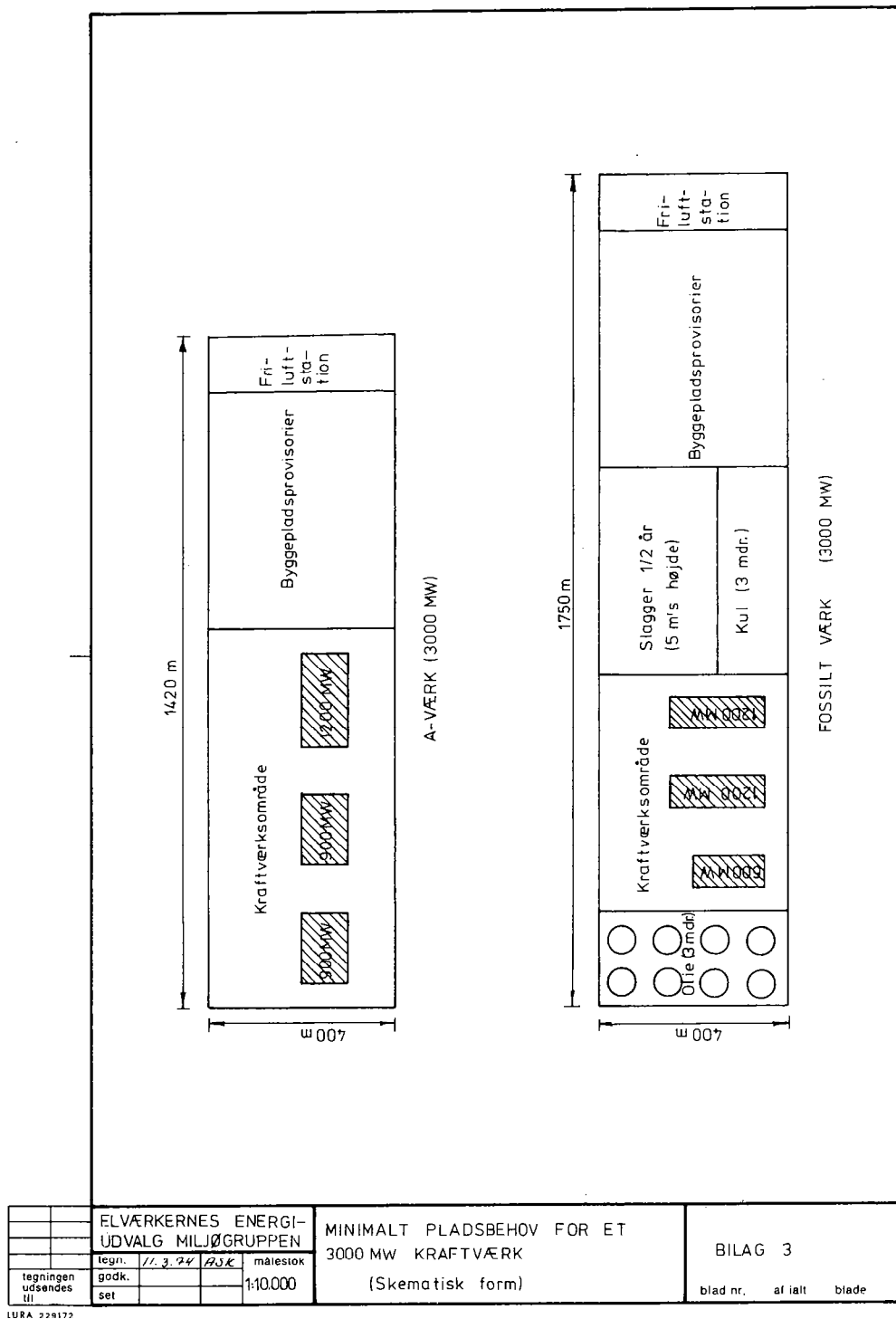
ELVÆRKERNES ENERGIUDVALG  
MILJØGRUPPEN

Notat vedrørende de miljømæssige konsekvenser af  
 nuklear henholdsvis konventionel kraftværksudbygning

| År 1990 |             |                    |             |                    |              |                           |               |  |  |
|---------|-------------|--------------------|-------------|--------------------|--------------|---------------------------|---------------|--|--|
|         |             | Install.<br>Effekt |             | Prod.<br>El-energi |              | Forbrugt<br>Primær-energi |               |  |  |
|         |             | Konv.<br>MW        | Nukl.<br>MW | Konv.<br>TWh       | Nukl.<br>TWh | Konv.<br>Tcal             | Nukl.<br>Tcal |  |  |
| Alt. K: | ELSAM       | 9600               | 0           | 38                 | 0            | 85                        | 0             |  |  |
|         | KRAFTIMPORT | 9000               | 0           | 38                 | 0            | 80                        | 0             |  |  |
| Alt. N: | ELSAM       | 5000               | 4000        | 13                 | 25           | 29                        | 63            |  |  |
|         | KRAFTIMPORT | 6000               | 3000        | 19                 | 19           | 40                        | 48            |  |  |

MW = Megawatt =  $10^6$  Watt  
 TWh = Terawatttimer =  $10^9$  kWh  
 Tcal = Teracalorier =  $10^{12}$  Kcal  $\sim$  167.000 tons kul.







2000

