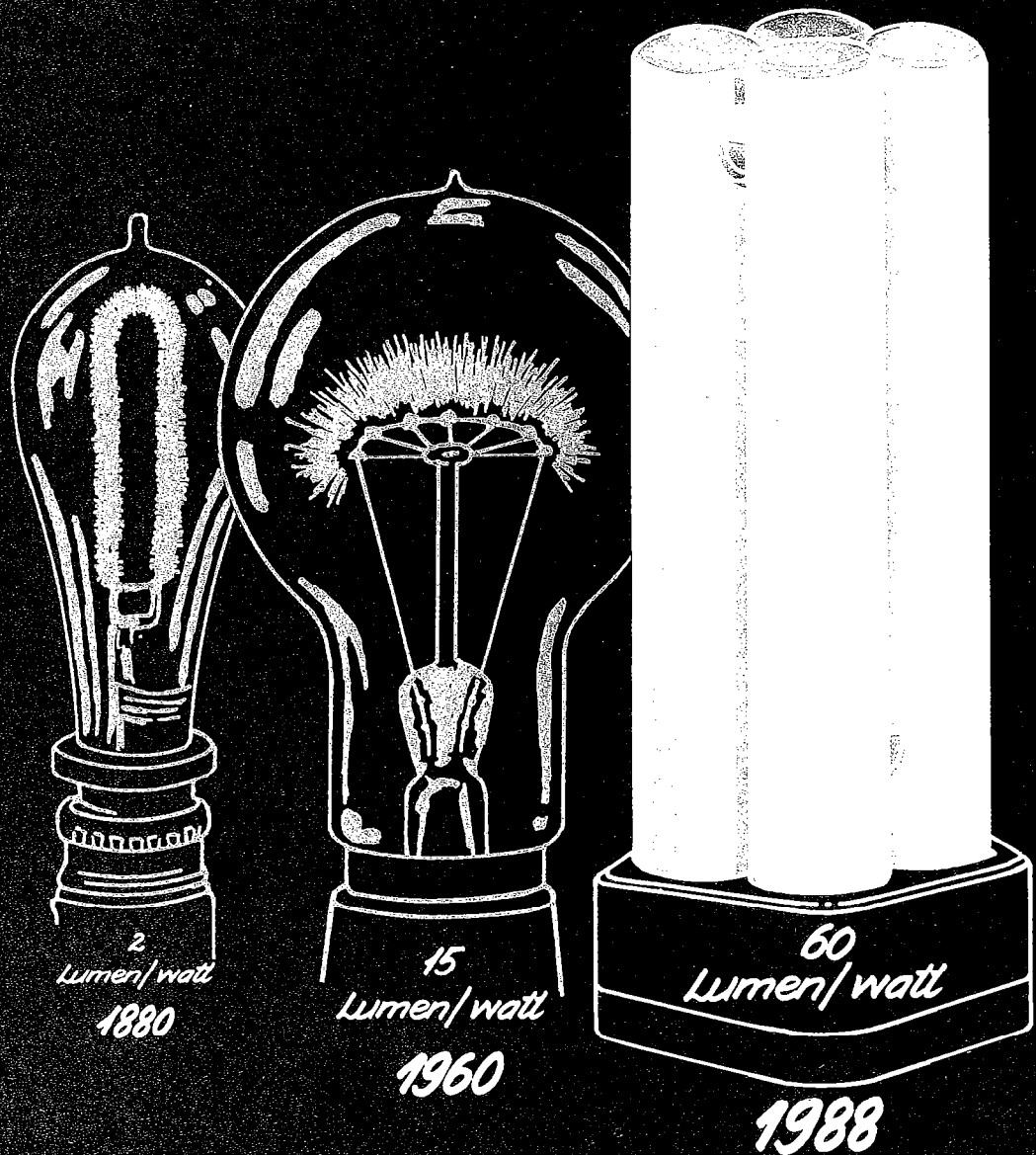


Indstilling og udredning Udvidelsesplan 88



ELSAM

Det jysk-fynske elsamarbejde

UDVIDELESPLAN 1988

INDSTILLING OG UDREDNING

Notat S88-150

(Teknikerudvalg: 1988.03.22)

(Direktørudvalg: 1988.04.20)

(Bestyrelsen : 1988.04.27)

Udvidelsesplan 1988 består af:

- Indstilling og udredning (Notat S88-150)
- Datagrundlag (Notat S88-151)
- Efterspørgsel efter el (Notat S88-119)
- Elbesparelser (Notat S88-092)

E L S A M

Planlægningsafdelingen

Indhold:

Side:

0. RESUME OG INDSTILLINGER	0-1
1. PERIODEN 1988-2000 ifølge UP87	1-1
1.1 Forudsætninger	1-1
1.2 Udbygningsplan	1-4
1.3 Konsekvenser	1-6
2. REVURDERINGER AF PERIODEN 1988-2000	2-1
2.1 Rammer og forudsætninger for planlægningen	2-1
2.2 Efterspørgsel efter el	2-8
2.3 Kapacitetsbehov	2-14
2.4 Ny kapacitet	2-23
2.5 Brændselsforsyning og deponering af restprodukter ..	2-52
2.6 Miljø	2-59
2.7 Forskning og udvikling	2-66
3. VURDERING AF UDBYGNINGSPLAN 1988-2000	3-1
3.1 Beregningsforudsætninger.....	3-1
3.2 Beregningsmæssige konsekvenser.....	3-13

Bilag:

- 2.1 : Elprognoser
- 2.2 : Effektudbygning
- 2.4 : Potentielle lokale kraftvarmeværker
- 3.1 : Data for produktionsenheder
- 3.2 : Kraftvarmeprognoser
- 3.3 : Historiske brændselspriser
- 3.4 : Brændselsprisprognose
- 3.6 : Investeringsoversigt

Bilagsrapporter:

- Datagrundlag (Notat S88-151)
- Efterspørgsel efter el (Notat S88-119)
- Elbesparelser (Notat S88-092)

UDVIDELESPLAN 1988

0. RESUME OG INDSTILLINGER

Udvidelsesplanen udarbejdes som led i en rullende planlægning. En årlig planlægningsrapport behandles af ELSAM's bestyrelse (ifølge vedtægternes §10) og udsendes til brug for centrale og regionale myndigheder.

UP87 blev, som den første udvidelsesplan, udarbejdet med en tidshorisont på 13 år. Det skete efter aftale med myndighederne, som en forsøgsordning, med henblik på den bedst mulige samordning med den offentlige planlægning.

Forsøgsordningen indebærer, at der hvert fjerde år laves en udvidelsesplan med 12/13 års rækkevidde. Disse planer (UP87, UP91 osv.) kan indgå i udarbejdelsen af regionplantillæg. De mellemliggende udvidelsesplaner (som UP88) skal først og fremmest være ajourføringer, dvs. de skal lægge særlig vægt på de områder, hvor der er sket væsentlige ændringer.

Blandt de væsentlige ændringer, som UP88 har i forhold til 1987 kan nævnes elbesparelsernes øgede vægt. Elbesparelser var et led i den politiske aftale om kraftværksudbygning mellem regeringen og socialdemokratiet. Ifølge denne aftale sker der nu en intensiveret satsning på elbesparelser med det mål, at potentielle elbesparelser indgår parallelt med bygningen af nye kraftværker, når fremtidige kapacitetsbalancer planlægges. Emnet behandles i en bilagsrapport til UP88.

"Efterspørgsel efter el" er udarbejdet for anden gang, men udsendes i år som bilagsrapport til UP88. Heri afvejes forventede tendenser til en resulterende elprognose.

Elforsyningssystemets videreudvikling mod bedre energiudnyttelse og lavere miljøbelastninger fordrer nye teknologier. Det bliver nødvendigt at vælge mellem vidt forskellige muligheder og at stimulere den udvikling, der skal satses på. For at stå

bedst muligt rustet overfor denne nye udfordring, har ELSAM-værkerne i fællesskab iværksat en bred vifte af forsknings- og udredningsaktiviteter, som tillægges strategisk betydning.

0.1 Resumé

Rammer og forudsætninger

Elselskaberne går ind for at stimulere elbesparelser med det mål, at der opnås en samfundsøkonomisk balance mellem omkostningen ved tilgang af ny kapacitet og nytteværdien af elforbruget. Besparelsesindsatsen rettes mod det forbrug, hvis nytteværdi er mindre end omkostninger til ny kapacitet.

UP87 fastlagde størrelser og rækkefølge for følgende nye enheder:

FVO 7
VKE 8
SVS 31
NE/NK
SHE 9

Idriftsættelsestidspunkterne fastlægges på grundlag af en reserveeffektvurdering samt andre forhold af betydning for effektbalancen, herunder:

- udbygning af decentrale kraftvarmeværker.
- udrangering af skrottede enheder.
- midlertidig mangel af enheder ved levetidsforlængelse eller renovering.
- ophør af effektaftale med Norge.

Udbygningen af decentrale kraftvarmeværker forudsættes planmæssigt gennemført i overensstemmelse med aftalen mellem regeringen og socialdemokratiet. Det indebærer for ELSAM-området bygning af 300 MW inden 1996.

Skrotning, levetidsforlængelse og renovering planlægges i overensstemmelse med en politik, hvis hovedtræk refereres i afsnit 2.1.2.

Effektaftalen med Norge er opsagt fra norsk side til ophør, den 1.9.1992.

Endelig kræver bestående og kommende lovgivning på miljøområdet en omfattende tilgang af røgrensningsanlæg, både på bestående og på nye anlæg.

Efterspørgsel efter el og varme

I 1987 voksede det jysk-fynske elforbrug med 3,9%.

UP87 forventede en vækst på knapt 3% i 1987. Når prognosen korrigeres for både det koldere vejr og den lavere økonomiske vækst i 1987, når man ikke op på den konstaterede stigning på 3,9%. Elforbruget voksede altså lidt mere end forventet.

Den seneste økonomiske fremskrivning fra myndighederne venter økonomisk stagnation eller tilbagegang i 1988. På dette grundlag forventes det jysk-fynske elforbrug at ligge på et niveau, som er ca. 3,5% lavere end UP87-prognosen i første halvdel af 90'erne.

Prognosen for fjernvarmebehovene er baseret på oplysninger fra de enkelte interessenter, som igen har deres oplysninger fra varmeselskaberne og den aktuelle varmeplanlægning.

år	El			Fjernvarme	
	Leverance ab værk	Stigning pr. år	Største kvarters belastning (december)	Belast- nings- grundlag (*)	Stigning pr. år
	TWh	%	MW	TJ/år	%
1988	16,59		3295	40481	
1989	16,96	2,2	3378	41836	3,3
1990	17,45	2,9	3473	43081	3,0
1991	17,92	2,7	3568	44453	3,2
1992	18,43	2,8	3674	45154	1,6
1993	19,01	3,2	3794	45761	1,3
2000	23,93		4757	47738	

*) Excl. decentrale værker, skønnet leverance 14-15 PJ ved 300 MW.

Kapacitetsbehov

I UP88 foreslås kapaciteten fremdeles udbygget på grundlag af et krav om 20% fuldgod reserve. Virkningen af denne dimensionering analyseres ved konsekvensberegninger. Samtidig lægger UP88 op til det mål, at dimensioneringen i højere grad skal foregå ud fra samfundsøkonomiske kriterier, som også omfatter de økonomiske resultater fra elbesparelsesindsatsen. Værdisætning af udveksling med udlandet udgør et væsentligt problem i sådanne beregninger.

Den planlagte reserveeffekt er beregnet til dækning af:

- planlagte ombygninger (miljøanlæg, fjernvarme, renoveringer)
- planlagte eftersyn
- havarier

men ikke:

- belastningsudviklingens usikkerhed
- forsinkede nyanlæg
- forsinkede eftersyn og ombygninger
- ekstrem kulde
- ekstreme havarisituationer.

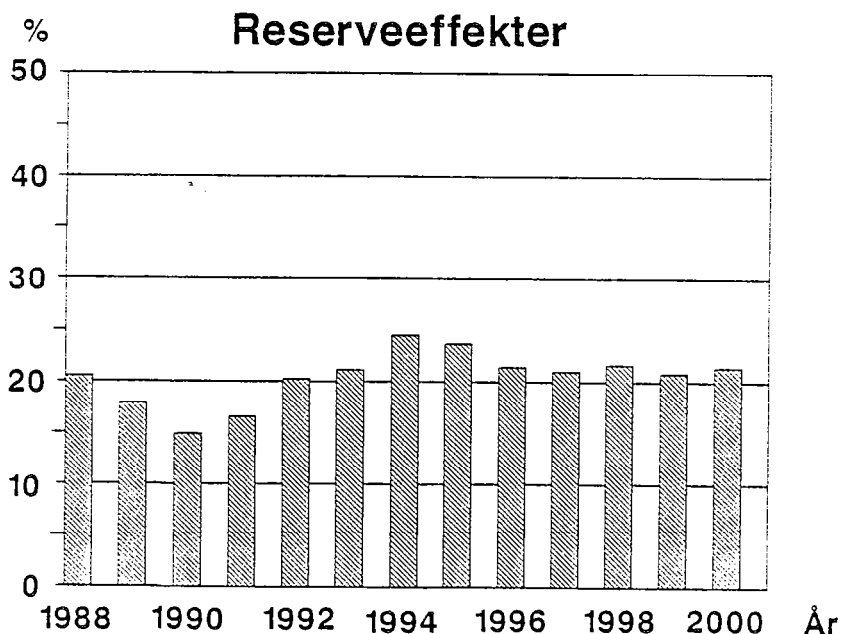
Det er ikke nødvendigvis ønskeligt at imødegå disse usikkerheder med nye kraftværker, men det er påkrævet, at de nødvendige forholdsregler tilrettelægges i god tid.

På grund af den lavere prognose foreslås Nordjyllandsværket og SHE 9 udskudt et år i forhold til UP87. For SVS 31 kan der forudses forsinkelser, fordi tilbudsfasen afventer en industripolitisk afklaring. En 12 måneders udsættelse bedømmes dog som risikabel, hvorfor beslutningsprocessen bør fremskyndes mest muligt. Tidligste idriftsættelse skønnes at være 1.1.1994. Effektforholdene i begyndelsen af 90'erne vil fortsat være betænkelige, selv med fastholdt tidsplan for FVO 7 og VKE 8. Derfor undersøges det også, hvilke muligheder der er for tilvejebringelse af effekt i elsystemet med kort varsel, hvis udviklingen gør dette nødvendigt.

De reviderede tidsplaner bliver:

FVO 7 : 1.7.1991
 VKE 8 : 1.7.1992
 SVS 31: 1.1.1994
 NE/NK : 1.7.1995
 SHE 9 : 1.7.1997

Reserveprocenten bliver på dette grundlag følgende:



Figur 0.1 Forventede reserveprocenter.

Kraftværkstekniske alternativer

De kraftværker, som nu er under projektering, er resultatet af årtiers stabil udvikling i retning af bedre brændselsøkonomi, pålidelighed og miljøegenskaber.

Disse kraftværker repræsenterer på næsten alle områder veletableret teknologi, og er baseret på kulfyring. Der er stor sikkerhed for, at de foretagne investeringer kan nyttiggøres planmæssigt.

Heroverfor står en række nye teknikker, hvor bl.a. anvendelse af gas kan blive aktuel. I mange henseender betegner disse nye teknikker afgørende brud med hidtidige tendenser.

Det er ELSAMS udbygningsstrategi at stimulere de nye teknologier gennem udviklingsstøtte, men at begrænse risikoen for fatale fejlinvesteringer ved, at de nye anlægstyper skal demonstrere overbevisende resultater, før de sættes ind i stor målestok.

Skrotning, levetidsforlængelse og renovering

Tidligere undersøgelser har vist, at det økonomisk og miljømæssigt vil være lønsomt at skrotte de ældre enheder under 100 MW og bygge ny kapacitet. Denne udvidelsesplan indeholder derfor også en skrotningsplan, se afsnit 0.2, side 0-10.

Enheder mellem 100 og 200 MW er i denne plan antaget levetidsforlænget. En nærmere anlægsanalyse samt miljøforhold kan medføre, at også enheder i denne gruppe skal erstattes af ny kapacitet.

Enheder over 200 MW antages renoveret i slutningen af 90'erne med en udetid på 1,5 år.

Miljøanlæg

Afsvovlingsanlæg på Studstrupværkets to 350 MW-enheder er under etablering.

Det er tidligere besluttet, at også Vendsysselværkets sektion 2 (NEV 2) skulle udbygges med afsvovlingsanlæg. ELSAMs bestyrelse har i 1987 godkendt, at dette afsvovlingsanlæg kunne bygges som et kombineret anlæg til fjernelse af SO_2 og NO_x , forudsat tilfredsstillende resultater fra igangværende forsøg på Skærbækværket. Endelig beslutning om valg af anlægstype ventes truffet i slutningen af 1988 med idriftsættelse i 1991/92.

Alle nye store produktionsanlæg forudsættes bygget med afsvovlingsanlæg.

Der er gennemført undersøgelser af mulige teknologier for fjernelse af kvælstofilter (NO_x 'er). Plan for rensning af NO_x 'er er under diskussion.

Det er ELSAMs politik, at dansk industri i videst muligt omfang inddrages i udviklingen af ny miljøteknologi.

0.2 Indstillinger

Indstillingerne omfatter følgende temaer:

- Undersøgelser
- Vindkraftudbygning
- Lokale kraftvarmeværker
- Tilgang af større produktionsanlæg
- Tilgang af afsvovlingsanlæg
- Udbygningsmuligheder i slutningen af 90'erne
- Skrotninger
- Kapacitet til deponering af restprodukter
- Ledningsanlæg.

Undersøgelser

- Værkerne og ELSAM medvirker i kraftværkernes og elforsyningsvirksomhedernes samarbejde med kommuner, amter og Energistyrelsen om varmeplanlægningen.
- Værkerne indleder myndighedsbehandling og hermed forbunden projektering for lokale kraftvarmeanlæg i de byer, hvor der opnås enighed mellem den pågældende interessent, den lokale myndighed og varmeaftageren, og hvor dette er i overensstemmelse med de overordnede varmeplaner og "kraftvarmepakken".

Værkerne betaler selv for forprojektering. Forelæggelse af projekterne for ELSAMs bestyrelse til godkendelse sker i hvert enkelt tilfælde, i overensstemmelse med gældende regler.
- Alle øvrige anlæg behandles som hidtil via udvidelsesplanen.
- Værkerne fortsætter de tekniske levetidsundersøgelser på ældre produktionsanlæg over 100 MW med rimelig økonomi og miljøbelastning.
- Værkerne og ELSAM fortsætter vurderingen af skrotning/levetidsforlængelse/renovering af ældre produktionsanlæg.

- Værkerne og ELSAM fortsætter miljøarbejdet med særlig indsats på SO_2 , NO_x og restproduktspørgsmål, bl.a. gennem måleprogrammer og teknologiundersøgelser.
- Værkerne og ELSAM vurderer anlægspriserne for afsvovlings- og DeNO_x -anlæg.
- Sønderjyllands Højspændingsværk undersøger projekter for afsvovling og DeNO_x på EV 3.
- Værkerne og ELSAM fortsætter vindkraftarbejdet, herunder deltagelse i elværkernes og Energiministeriets vindkraftprogram, i overensstemmelse med bestyrelsens retningslinier.
- Værkerne og ELSAM vurderer fortsat mulighederne for energilagring og behovet for reguleringskapacitet.
- Værkerne og ELSAM vurderer behovet for specielle nødplaner i tilfælde af ekstreme havari- og kuldesituationer.
- Værkerne og ELSAM udarbejder planer for genanvendelse og deponering af restprodukter.

Vindkraftudbygninger

Vindmøller bygges i henhold til aftale med Energiministeriet.

Lokale kraftvarmeværker

Kraftvarmeværker, der anvender indenlandsk brændsel, bygges i henhold til aftale med Energiministeriet. I forhold til UP87 er der enkelte forskydninger, de enkelte år imellem i tilgang af lokale kraftvarmeværker.

Tilgang af større produktionsanlæg

Med UP87 blev der besluttet nye udbygninger på Skærbækværket, på Vendsysselværket og på Enstedværket. Tidligste idriftsættelse for ny enhed på Skærbækværket er 1.1.1994. På grund af

en reduceret belastningsprognose er idriftsættelsestidspunkterne for de to sidste enheder rykket 1 år. Tidsplanen er herafter:

Værk	Idriftsættelse
FVO	1.7.1991
VKE	1.7.1992
SVS	1.1.1994
NK/NE (NEV)	1.7.1995
SHE	1.7.1997

Blokprisen og de pladsafhængige omkostninger er blevet revideret, jf. datagrundlaget. Der er konstateret forøgelse i de samlede pladsafhængige omkostninger.

Tilgang af afsvovlingsanlæg

Etablering af afsvovlingsanlæg på Vendsysselværkets sektion 2 (NEV 2) udskydes til 1991/92. Herved bliver der mulighed for bygning af et kombineret afsvovlings- og DeNO_x-anlæg, baseret på dansk teknologi, såfremt igangværende forsøg bedømmes som tilfredsstillende.

Udbygningsmuligheder i slutningen af 90'erne

Ud over de allerede besluttede udbygninger indstilles det,

- at der sikres pladsreservationer til yderligere udbygninger på Skærbækværket, Vendsysselværket og Vestkraft (Esbjerg)
- at der fortsat sikres pladsreservation til ny kraftværksbyggeplads med tilhørende kulhavn ved Glatved

for mulig udbygning inden år 2000.

Skrotninger

Det indstilles, at værkerne indgiver skrotningsansøgning til Energistyrelsen med de i nedenstående tabel anførte år og med forudsætninger, der er gjort i denne udvidelsesplan. Der er hermed anført en skrotningsplan.

Værk	Enhed	Kapacitet	Sidste fulde driftsår i afregnings-systemet	Tidligste skrot-ningsår (ultimo)	Seneste skrot-ningsår (udgår ultimo)
FV	FV01	38	1988 ⁶⁾	1990	1992
	FV02	38	udgået	1)	1)
	FV03	73	1990	1992 ²⁾	1992 ²⁾
MK	MKA8	42	udgået	1990 ⁵⁾	1992 ⁵⁾
	MKA9	70	1990	1995	1995 ⁵⁾
	MKA10	70	1994	1995	1995
NK	NKA1	5	udgået	1988	1992
	NKA2	5	udgået	1988	1992
	NKA3	29	udgået	1988	1992
	NKA4	29	udgået	1988	1992
	NKA5	41	1989	1996 ⁴⁾	1996 ⁴⁾
	NKA6	69	1991	1996 ⁴⁾	1996 ⁴⁾
	NKA7	7	udgået	1988	1992
SV	SVS3	29	1987	1988	1992
SH	SHE6	57	1987	1)	1)
VK	VKE4	34	udgået	1988	1992 ⁷⁾
	VKE5	57	1988	1992 ³⁾	1992 ³⁾

1) Energistyrelsen har givet skrotningstilladelse.

2) Forudsætter ny kraftvarmehenhed i 1991 på FV.

3) Forudsætter ny kraftvarmehenhed i 1992 på VK.

4) Bibeholdes indtil ny fjernvarmeproduktionskapacitet er fremskaffet.

5) Bibeholdes på grund af fjernvarmen.

6) Bibeholdes af hensyn til nettet.

7) Skrotningsansøgning indsendt til Energistyrelsen.

Kapacitet til deponering af restprodukter

Det indstilles, at den enkelte interessent til enhver tid har tilstrækkelig sikker kapacitet til deponering af restprodukterne flyveaske, slagge og afsvovlingsprodukter.

Dette anses for opfyldt, såfremt der er deponeringskapacitet svarende til det pågældende værks produktion af restprodukter i tre år, idet der ikke indregnes nogen afsætning af restprodukterne.

Ledningsanlæg

Udbygning af primærnettet er behandlet i en separat netudvikelsesplan NUP87.

1. PERIODEN 1988 - 2000 IFØLGE UP87

1.1 Forudsætninger

1.1.1 Overordnede rammer

UP87 var den første udvidelsesplan, hvor myndighedernes ønsker til såvel form som planperiodens længde var søgt imødekommet så godt som muligt.

Dette medførte, at UP87 skulle tage stilling til efterspørgsel og effektbehov i en 13-års periode i stedet for som normalt en 8 års periode, svarende til bygge- og myndighedsbehandlings-tiden for en ny enhed.

Desuden blev teksten, hvor det umiddelbart var muligt, opdelt i statusdel, forudsætningsdel, programdel og perspektivdel.

Energipolitisk redegørelse 1981 formulerede de energipolitiske målsætninger som:

- energi til lavest mulige omkostninger.
- øget forsyningssikkerhed.
- effektiv energiudnyttelse.

Folketinget fandt det ved flere lejligheder nødvendigt at fravige disse målsætninger og pålægge elværkerne forskellige begrænsninger og rammer, indenfor hvilke udbygningen skulle foregå.

Nævnes kan områder som vindkraftudbygning, brugen af indenlandsk brændsel i decentrale kraftvarmeværker, brændselsindkøbspolitik og miljø.

ELSAM-værkernes planlægning formuleredes med følgende generelle sigt:

- overensstemmelse med den officielle energi- og miljøpolitik.

- opretholdelse af tilstrækkelig produktions- og transmissionskapacitet således, at forsyningen er sikret overalt, selv ved en meget skævt fordelt produktionskapacitet på grund af maskinhavari og således, at behovet for havarihjælp fra udlandet ikke får et uacceptabelt omfang.
- at holde produktionsprisen så lav som muligt og minimere kapitalbehovet, idet det dog må accepteres, at opfyldelse af visse energi- og miljøpolitiske målsætninger kan medføre, at der foretages mindre lønsomme investeringer.
- at udbygningsstrategier udformes, så der er en tilfredsstillende reservekapacitet til rådighed i ELSAMs eget system, samt at produktionskapaciteten til stadighed fornyes, så den er tidssvarende med hensyn til energikøkonomi og miljøkrav, og at udbygningen sker på en måde, så varmeproduktionskapaciteten opretholdes i de store kraftvarmeområder.

1.1.2 Efterspørgsel i perioden 1988-2000

Elforbrugsudviklingen er nært knyttet til konjunkturudviklingen i samfundet i almindelighed. Resultater fra beregningerne med de nationaløkonomiske analysemodeller (ADAM) indgår da også direkte som en del af datagrundlaget for efterspørgselsprognoserne.

Derudover spiller prognoser for boligbyggeri, omstilling til elvarme og effektiviteten af elforbrugernes apparater en rolle.

Ved udarbejdelsen af prognosen benyttes to uafhængige metoder:

- statistisk model for det samlede elforbrug.
- sektorinddelt forbrugsfremskrivning

hvor den sidste støtter sig til et rundspørge blandt de jyske-fynske forsyningsselskaber.

UP87's prognose for perioden 1988-2000 viste en årlig vækst i elforbruget på omkring 3% de første 7 til 8 år, hvorefter væksten ville falde til omkring 2,5% de sidste år. Største kvartersbelastning forventedes at stige fra 3273 MW i 1987 til 4753 MW i år 2000.

Der var i UP87 forudset en forstærket indsats på elbesparelsesområdet de nærmeste år, ikke mindst rettet mod erhvervssektoren. Det bemærkedes, at det dog ofte vil være sådan, at en mere effektiv energiudnyttelse og en øget miljøindsats medfører et øget elforbrug.

Efterspørgselsfremskrivningen byggede på den forudsætning, at der hvert år iværksættes nye sparetiltag, ud over den opsamlede indsats fra foregående år således, at disse opvejer den indbyggede tendens til en afsvækket effekt af yderligere energisparetiltag. Ikke blot elforbrugsniveauet, men også elforbrugstilvæksten antages således beskåret gennem elbesparelser i samme takt som den, der gælder i dag.

Kraftvarmebehovet i de store kraftvarmebyer ville, ifølge varmeprognoserne, vokse fra ca. 39 PJ i 1987 til ca. 48 PJ i 2000. Derudover forventedes en kraftvarmeleverance fra centrale kraftvarmeværker voksende til ca. 15 PJ i 1995 og fremover.

1.1.3 Primærbrændsel

Prisfaldet på olie i 1986 påvirkede også kulprisen i nedadgående retning. Dette kombineret med et øget udbud medførte, at kulprisen var den laveste siden 1979.

I UP87 forventedes der i de nærmeste år ingen radikale ændringer i markedsforholdene; de største leverandører antoges fremover at være Australien, Colombia, USA, Storbritannien og Kina.

Nye større leverandører forventedes ikke de første 10 år. Projekter i Kina og Venezuela blev vurderet som de mest aktuelle.

Det bemærkedes, at ELSAM dog løbende vil vurdere nye forsyningsmuligheder og er åben overfor at stimulere igangsættelsen af nye miner, som det er sket med aftalen om levering af colombianske kul.

For oliens vedkommende fastsloges i UP87, at ELSAMs forbrug er så lavt, at der ikke er behov for langtidskontrakter for at sikre forsyningerne. Al olie købes på spotmarkedet fra uafhængige internationale olie- og handels-selskaber.

Der forventedes, at der i fremtiden vil være et stort udbud på naturgasmarkedet i Europa. Specielt Norges beslutning om at producere fra Trollfeltet vil øge udbudet, men også D.U.C. har mulighed for at øge produktionen.

Brændselspriserne har generelt været lave de seneste år, og prognosen for forbrug og produktion af kul og olie indikerede, at der ikke ville opstå længerevarende mangelsituationer på denne side af år 2000.

Politisk bestemte energikriser som i 70'erne, ansås nu for mindre sandsynlige på grund af den større spredning af energiproduktionen.

Der forventedes en realprisstigning i USD pr. ton for kul på 2% og for olie på 2,5% p.a.

1.2 Udbygningsplan

1.2.1 Udbygningsrammer

I UP87 var største kvarters belastning prognosticeret til 3273 MW i 1987 og 4753 MW i år 2000. Indregnes en effektreserve på 20%, blev effektbehovet 3928 MW og 5704 MW. Den disponible effekt udgjorde ultimo 1986 4417 MW, og fuldgyltig effekt skønnedes i 1987 i gennemsnit at udgøre 3897 MW.

Vedrørende den eksisterende maskinpark, blev der antaget skrotning af enheder under 100 MW i den takt, systemets behov for dem ophører, mens enheder over 100 MW levetidsforlænges til 10 års ekstra drift efter en driftsperiode på 30 år.

Det konstateredes, at Norges-aftalen på 250 MW/1200 MWh/døgn udløber 1. september 1992 og ikke forventes fornyet.

Kraftvarmepakkens ramme på 300 MW antoges i planlægningssammenhæng udfyldt med 30 MW i årene 1988 til 1990, 40 MW i årene 1991 til 1994 og 50 MW i 1995.

Der forudsattes en effekttilgang fra elværksejede vindmøller på 55 til 60 MW. Denne effekt var ikke tillagt nogen effekt-værdi i effektopgørelser.

De besluttede 350 MW udtagsværker i Odense og Esbjerg forventedes som planlagt etableret medio 1991 og medio 1992.

1.2.2 Udbygningssplan

Fra 1987 og frem til år 2000 bedømtes behovet for ny kapacitet til omkring 2500 MW.

Dette behov skyldtes:

- | | |
|---------------------------------|-----------|
| - forventet belastningsstigning | : 1400 MW |
| - reserve, 20% af stigningen | : 280 MW |
| - bortfald af Norges-kontrakt | : 280 MW |
| - skrotninger | : 500 MW |

Heraf forudsattes 1000 MW dækket af decentrale værker og de to besluttede enheder.

Det foresloges, at manglende effekt i første omgang fremskaffes ved etablering af yderligere to 350 MW enheder og en 600 MW enhed.

Ud fra en vurdering af de aktuelle udbygningsmuligheder og med hensyntagen til effektbehovet i de enkelte år, indstilledes til bestyrelsen som udbygningsplan for nye grundlastenheder:

1991:	FVO 7	350 MW, besluttet med UP85
1992:	VKE 8	350 MW, besluttet med UP86
1993:	SVS 31	350 MW, besluttet med UP87
1994:	NE/NKA 9	350 MW, besluttet med UP87
1996:	EV 4	600 MW, besluttet med UP87

Derudover kunne der, hvis belastningsudviklingen krævede det, blive behov for yderligere udbygning på eksisterende pladser, eller etablering af et nyt værk med tilhørende kulterminal ved Glatved.

1.3 Konsekvenser

En reserveeffekttopgørelse med den prognosticerede belastningsudvikling og den indstillede udbygningsplan viste for årene 1990-1996

1990:	13,9%
1991:	12,1%
1992:	17,5%
1993:	19,2%
1994:	22,0%
1995:	22,8%
1996:	24,3%

altså i flere af årene langt under de 20%, som gør ELSAM til ligeværdig samarbejdspartner, internationalt.

Den dårlige reservesituation bekræftedes af beregninger af behovet for havaristøtte fra udlandet. Beregningerne viste, at der i 1990 til 1994 vil være effektunderskud i 750 til 1000 timer om året eller 3 til 4 timer om dagen på alle hverdage.

Ifølge UP87 stiger energiudnyttelsen svagt hen gennem perioden og stabiliserer sig ved omkring 57%. Ud over de almindelige forbedringer som erstatning af ældre værker med nye medførere, kunne det på miljøområdet konstateres, at svovldioxidudslippet i perioden 1988 til 1996 falder fra 137.000 t/år til 76.000 t/år som følge af det afsvovlingsprogram, der gennemføres i perioden. De samlede investeringer i dette program udgør, frem til år 2000, tæt ved 3 mia.kr., og de årlige driftsudgifter 250 mio.kr.

2. REVURDERINGER AF PERIODEN

1988 - 2000

2.1 Rammer og forudsætninger for planlægningen

2.1.1 Samfundsøkonomisk balance mellem elforbrug og elforsyning -----

El er en vigtig produktionsfaktor. Ønskes produktionen af varer og tjenesteydelser forøget, må man regne med, at det kræver en øget indsats af produktionsfaktorer, herunder el.

Det er vigtigt for ethvert samfund, at der økonomiseres mest muligt med produktionsfaktorerne, herunder også el.

Der er udbredt bekymring for elproduktionens påvirkninger af miljøet. Der arbejdes derfor målbevidst med en nedbringelse af miljøbelastningen.

Elsystemet er hidtil planlagt alene ud fra forbrugernes behov for en rimelig sikker og billig elforsyning. Der har således ikke været lagt vægt på, om forbrugernes dispositioner har været økonomisk rationelle.

Meget tyder imidlertid på, at der er en vis mangel på rationalitet i forbrugernes valg således, at der ved optimale elbesparende foranstaltninger kan opnås såvel privatøkonomiske som samfundsmæssige fordele.

For at realisere noget af denne gevinst, uden at komme i konflikt med forbrugerne, må elsystemet revidere målene for sin planlægning.

Man må stræbe mod en samfundsøkonomisk balance, hvor de samlede omkostninger ved at øge elproduktionen ikke overstiger værdien af et øget elforbrug.

Man har hidtil søgt at imødekomme forbrugernes ønsker så billigt som muligt. Derved er der opbygget et detaljeret kendskab til elsystemets økonomi.

Vi ved forholdsvis mindre om den samfundsmæssige nytteværdi af elforbrugets enkelte dele. Derfor bør elselskaberne forstærke indsatsen for at kortlægge de områder, hvor en rationel elanvendelse kan føre til lønsomme besparelser.

Man må forestille sig en gradvis udvikling af planlægningsprocessen i takt med:

- kortlægningen af mulighederne for at opnå samfundsøkonomiske elbesparelser og
- udviklingen af midler, incl. tariffer, til påvirkning af elforbruget på en sådan måde, at forbrugerne ikke oplever deres interesser gået for nær.

Med denne udvidelsesplan stilles der forslag om aktiviteter, som skal forberede denne udvikling.

2.1.2 Udbygningsrammer

Ved udbygningsrammer forstås de krav og begrænsninger, der gælder for systemet samt de aktuelle muligheder på det anlægstekniske område.

Der er i UP88 ikke forudsat økonomiske begrænsninger i form af kapitalknaphed og offentlige restriktioner.

De anlægstekniske udbygningsrammer for elproduktionskapaciteten bestemmes i det væsentlige af:

- decentrale kraftvarmeværker
- vindmølleparker
- konventionelle enheder

- skrotninger, levetidsforlængelse, renoveringer
- ophør af Norges-kontrakt
- SO₂
- NO_x
- el-lager og reguleringskapacitet.

Tabel 2.1.1 og og tabel 2.1.2 giver en oversigt.

Der er følgende bemærkninger til de enkelte kategorier:

a. Decentrale kraftvarmeværker

Som følge af aftalen mellem elværkerne og regeringen/Socialdemokratiet, skal der i ELSAM-området til og med 1995 etableres decentrale kraftvarmeværker på i alt op til 300 MW.

Ved anvendelse af tredelt betaling for elproduktion, er der motivering for at anvende varmeakkumulator. Dette vil forhøje den fuldgode effekt (værdien for elsystemet). Det antages, at to tredjedele af de decentrale værker udføres med akkumulator.

Efter 1995 regnes der ikke med yderligere tilgang af decentrale kraftvarmeværker på grund af manglende varmegrundlag.

b. Vindmølleparker

ELSAMs forpligtelse ifølge aftalen mellem elværkerne og regeringen om vindkraftudbygning er på 55 MW. De 55 MW, svarende til en elproduktion på ca. 0,1 TWh, ventes etableret inden 1991.

Der findes ingen aftaler for resten af 90'erne. Der kan eventuelt ske en yderligere udbygning af elværksejede mølleparker, lønsomheden ved anvendelse af vindkraft er dog ikke helt afklaret. Der er derfor ikke anført talværdier for vindkraftudbygningen i perioden 1991 til år 2000.

Effektværdien for vindmøller sættes til 30% for en udbygning op til 100 MW. Ved større vindkraftudbygning er effektværdien faldende. Desuden må det forudsættes, at det øvrige elsystem har tilstrækkelig regulerings- og lagerkapacitet, f.eks. som gasturbinekapacitet.

Forsøgsanlæg (prototypemøller) er ikke medtaget i denne oversigt.

c. Konventionelle enheder

UP87 udbygningsskitserne er anvendt med hensyn til rækkefølge og enhedsstørrelse. Planen bør dog være åben for, at der kan vælges andre anlægstyper end kulstøvfyrede grundlastværker ved SV, NE/NK og SH. Igangsatte skitseprojekter for kombianlæg, fyret med naturgas eller forgasset kul eller kulfyrede PFBC-anlæg kan medføre valg af anden anlægstype, men næppe ændre anlægsstørrelsen. (Se i øvrigt afsnit 2.4.1).

Idriftsættelsestidspunkterne er bestemt af bl.a. elprognosen.

d. Skrotninger, levetidsforlængelser, renoveringer

For nedslidte anlæg foreligger tre muligheder:

- skrotning
- levetidsforlængelse (løbende udskiftning af de mest kritiske komponenter således, at enheden er disponibel i op til 10 år).
- renovering (gennemgribende anlægsændringer, f.eks. ny turbine således, at enheden er disponibel i op til 30 år mere).

Der arbejdes ud fra følgende politik for skrotning, levetidsforlængelse og renovering:

Enheder under 100 MW:

Skrottes tidligst muligt.

Enheder på 100-200 MW:

Mulighederne for levetidsforlængelse tages op i hvert enkelt tilfælde. Da det er tvivlsomt, om disse enheder med rimelige midler kan bringes i overensstemmelse med fremtidens miljøkrav, vil man sandsynligvis foretrække at skrotte dem, såfremt der er mulighed for tilgang af tidssvarende erstatningseffekt.

Enhederne forudsættes dog, i denne Udvidelsesplan som arbejds-hypotese, levetidsforlænget efter 30 års drift med yderligere 10 driftsår, jf. bilag 6.2.

Enheder over 200 MW:

Denne gruppe forudsættes renoveret, når det er nødvendigt ifølge restlevetidsundersøgelserne. I forbindelse med renoveringen, forventes disse anlæg udbygget med yderligere røggasrensning.

År	PRODUKTIONSANLÆG					
	Tilgang			Afgang		Renoveringer
	Decentral kraftvarme 1)	Vindmølleparker 2)	Konventionelle enheder	Skrotning, reduktion, pr. ultimo	Udlands-kontrakter	
1988	30	29		86		
1989	27	13		7		
1990	10	13		7		
1991	26	0	3) 385 + 45	6		
1992	56	0	350 + 30	73	250	
1993	61	0	350 + 30	57		
1994	40	0				244
1995	50	0	350 + 30	140		125
1996	0	0		110		133
1997	0	0	600 + 54			347
1998	0	0				
1999	0	0				257
2000	0	0				

1) To tredjedele af produktionsanlæggene udføres med varmeakkumulator.

2) Effektivværdien af vindmølleparker skønnes til 30% ved en lille udbygning.

3) Yderligere fradrag på 10 MW til Deso_x.

Tabel 2.1.1 Udbygningsrammer for produktionsanlæg, MW

Til tabel 2.1.1 skal bemærkes, at kolonnen under "skrotninger" også omfatter nedskrivninger på grund af etablering af miljøanlæg.

Det er i tabel 2.1.1 af praktiske grunde ikke anført, at den fuldgode effekt reduceres i årene under ombygningen.

Der er desuden anført levetidsforlængelse af seks anlæg i klassen 100 til 200 MW. Da det er tvivlsomt, om de kan bringes i overensstemmelse med fremtidens miljøkrav, vil man sandsynligvis foretrække at skrotte dem. Det er afgørende for valget, om det bedømmes som sandsynligt, at myndighederne vil tillade skrotning og bygning af nyanlæg.

I UP87 er der regnet med 6 måneders udetid til såvel levetidsforlængelse som renovering. Renovering sættes nu til 1 1/2 års udetid.

e. Ophør af Norges-kontrakt

Norges-kontrakten ophører efter aftale mellem parterne i 1992.

f. SO₂

Myndighederne har udmeldt bindende SO₂-kvoter frem til 1993 og foreløbige kvoter frem til 1996, idet en foreløbig kvote for 1997 afventer et igangværende udvalgsarbejde.

Udbygningen med afsvovlingskapacitet er fastlagt i perioden med bindende kvote. Såfremt det planlagte nybygningsprogram for ny kraftværkskapacitet gennemføres til tiden, skønnes afsvovlingskapaciteten, incl. de besluttede ombygninger, at være tilstrækkelig til at overholde de bindende kvoter.

På alle nyopførte konventionelle enheder, etableres fremover afsvovlingsanlæg. Denne kapacitetsforøgelse skønnes tilstrækkelig til at overholde de i øjeblikket kendte kvoter.

År	MILJØANLÆG				EL-ENERGILAGER OG REGULERINGSKAPACITET	
	Tilgang				Tilgang	Afgang
	DeSO _x - kapacitet	Akkumuleret DeSO _x - kapacitet	Lav-NO _x *)	DeNO _x *)	Pumpe- kraft	Norgeskontrakt
1988	0	0				250
1989	350+30	350+30				
1990	350+30	700+60				
1991	385+45	1085+105	385+ 45			
1992	655+40	1740+145	735+ 75	↑	↑	
1993	0	1740+145	735+ 75			
1994	350+30	2090+175	1083+105	↑	↑	
1995	350+30	2440+205	1435+135	?	0	
1996		2440+205	1435+135			
1997	600+54	3040+259	2035+189	↓	↓	
1998	?	3040+259	2035+189			
1999	?	3040+259	2035+189			
2000	?	3040+259	2035+189			

*) Afventer kommende lovgivning.

Tabel 2.1.2 Udbygningsrammer for miljøanlæg m.m., MW

For årene 1997 til 2000 er der ikke aftalt nye afsvovlingsanlæg på eksisterende anlæg.

Indtil videre antages der ikke yderligere afsvovlingsanlæg.

g. NO_x

På NO_x-området er de præcise krav til røgrensningen endnu ikke kendt. På baggrund af en redegørelse fra elværkerne i marts 1987, har miljøministeren udarbejdet en handlingsplan for området, som forventes fulgt op af en lovgivning i indeværende folketingsår.

h. El-lager og reguleringskapacitet

Det er sandsynligt, at det stigende antal driftsbindinger medfører behov for øget fleksibilitet. Det kan f.eks. opnås ved etablering af pumpekraft (luftmagasin, vandmagasin).

2.2 Efterspørgsel efter el

2.2.1 Indtrufne ændringer i løbet af 1987

Det jysk-fynske elforbrug voksede 3,9% i 1987.

I UP87 (nov. 1986) blev der forudset en vækst på knap 3%. Noget af forskellen skyldes vejrforholdene - herunder især den ekstreme kulde i januar 1987. På den anden side bør det nævnes, at konjunkturudviklingen i 1987 efter de foreliggende skøn blev endnu mere negativ end forventet, hvilket trækker i modsat retning. Det må altså endnu engang konstateres, at det faktiske elforbrug er steget lidt mere end forudsagt.

Allerede i efteråret 1986, da der sidst udarbejdedes elprognoser for ELSAM-området, blev det antaget, at den danske konjunkturudvikling ville vende brat i forhold til den forudgående flerårige højkonjunktur - bl.a. som en konsekvens af den såkaldte "kartoffelkur". Konjunkturdykket er altså delvis indregnet i de forrige fremskrivninger af elefterspørgslen (UP87). I dag er det imidlertid den udbredte opfattelse, at forholdene næppe bedres før ind i 1990'erne. Hertil er betalingsbalanceproblemerne for alvorlige.

Dette er en skærpelse jævnført med UP87-forudsætningene. En lavvækst-periode af denne varighed er uden fortilfælde i efterkrigstiden.

Myndighederne har i en periode været tilbageholdende med offentliggørelse af økonomiske fremskrivninger. Efter finanslovsforliget og vedtagelsen af eksportpakken foreligger imidlertid nu et officielt gennemregnet udviklingsforløb. Hvis dette økonomiske forløb realiseres, må man formode, at det jysk-fynske elforbrug vil ligge på et niveau, der er ca. 3 1/2% lavere end UP87-prognosen i første halvdel af 1990'erne. Så sent som i foråret 1987 forventede jysk-fynske forsynings-

selskaber en elforbrugsvækst i 1988 på 4%. Hvis elforbruget skulle stige 4% i år, bringes de nye fremskrivninger næsten tilbage til niveauet fra UP87.

2.2.2 Elbesparelser - elementer af en strategi

Med baggrund i et udbredt politisk ønske, er der både indenfor og udenfor elforsyningen startet en række energi-spare-projekter og oplysningskampagner. Det nye er, at disse initiativer især er rettet mod forbrugere i erhvervslivet. Desuden indtager elbesparelser en særlig central plads i projekterne.

Det er fremført, at elbesparelser generelt kan siges at være billigere end nyinvestering i elsystemet. Dette er dog udtryk for en fejlagtig sammenkædning af begreberne. Synspunktet er eksempelvis i strid med elprisberegningen, forudsat forbrugerne handler logisk og økonomisk velovervejset (rationelt). At forbrugeren er rationel, betyder i denne sammenhæng, at forbrugeren kun bruger el og dermed er villig til at dække omkostningerne i det omfang, nytten overstiger omkostningerne.

Denne antagelse er kun delvis opfyldt i praksis; men man har ment, at afvigelserne her - som på talrige andre områder i samfundet - lå indenfor det spillerum, hvor forbrugernes egne valg kan træffes.

Dette anfægtes i dag.

Fra forskellig side peges på elbesparende foranstaltninger, hvor de tilknyttede investeringer skulle kunne tjenes ind på 1 til 3 år, hvis de da ikke er helt udgiftsfri. Hvis brugstiden er hen mod en halv snes år, bliver der tale om meget høj rentabilitet i sådanne tilfælde. Den tåler sammenligning med gevinsten ved kraftværkernes ombygning til kulfyring.

Spørgsmålet om, hvorvidt forbrugeren af egen drift handler helt så rationelt - samfundsmæssigt set - som forudsat, er

hermed blevet et fremherskende tema i tidens debat. I erkendelse heraf, opstilles i forbindelse med UP88 en samlet plan for den jysk-fynske elforsynings engagement på el-spare-området. En separat bilagsrapport til UP88, "Elbesparelser - elementer af en strategi", redegør detaljeret for planen.

Det er hensigten at arbejde for, at forbrugernes faktiske adfærd i deres omgang med el kommer tættest muligt på idealet om den rationelle forbruger.

Elforsyningen bør næppe drive fordelingspolitik. Elselskaberne administrerer i almindelighed ikke økonomiske midler, der kan gives som tilskud eller lignende. Indenfor de givne rammer er der imidlertid mange muligheder for at tilskynde til økonomisk sunde, rationelle el-spare-tiltag.

Elsektoren har i en årrække generelt distanceret sig fra markedsføringsaktiviteter med henblik på mersalg. El-spare-initiativet fordrer imidlertid fornyet forståelse for markedsføringens arbejdsredskaber. Elbesparelser stiller først og fremmest krav til den enkelte forbruger. Uden ændret adfærd ude blandt forbrugerne kan man ikke håbe på tilvejebringelse af varige besparelser ud over dem, som på en måde "kommer af sig selv" gennem normal markedsfunktion, simpel information og teknologisk dynamik. Elforsyningens opgave bliver så at sige at markedsføre besparelserne bedst muligt.

Som en konsekvens har elselskaberne i stigende grad engageret sig i information, undervisning og rådgivning.

En kortlægning af aktivitetsomfanget i de jysk-fynske elselskaber blev tilvejebragt gennem et rundspørge i februar måned, 1988.

Samtlige jysk-fynske elselskaber har givet oplysninger til rundspørget. Undersøgelsen viste, at rundt regnet 1/3 af elforbrugerne i 1988 har mulighed for at få råd fra deres lo-

kale elselskab om husholdningsapparaters elforbrug m.v. Dækningen med energikonsulenter til rådgivning af virksomheder om rationel elanvendelse ventes at nå op over 80% inden udgangen af 1988, mens ca. halvdelen af selskaberne løbende informerer leverandører og forbrugere om el-spare-muligheder.

For alle områder, er der tale om en kraftig forøgelse af indsatsen, set i forhold til 1987. Sammenlagt afsætter elselskaberne i 1988 45 mandeår til konsulenttjeneste og omkostningerne til de forskellige former for information og rådgivning beløber sig til godt 18 mio.kr.

Der vil være dele af det mindst attraktive spare-potentiale, som næppe nås gennem traditionelle virkemidler. Befolkningens holdning kan sikkert påvirkes gennem kampagner; men måske vil kampagnerne vise sig mest virksomme, hvis de effektivt følges op på anden vis. Derfor kunne man overveje behovet for at i-gangsætte udvikling af egnede og realisable økonomiske virkemidler. Disse skal i givet fald være udformet i overensstemmelse med elværkernes overordnede principper for tarifiering og omkostningsfordeling. Forbrugere, der sparer på strømmen, bør ikke kunne hæve gevinsten to gange - altså både som tilskud og fald i elregningen - på bekostning af de øvrige forbrugere, som måske ikke kan spare yderligere.

Dele af det foreslåede el-spare-program vil næppe komme i gang, med mindre en række tvivlsspørgsmål afklares, og operative metoder opstilles. Gennemførelsen af en forsknings- og udviklings-indsats (F&U) kan derfor ses som en forudsætning for efterfølgende handling.

Der kan peges på en bred vifte af emner:

- kortlægning af elanvendelse
- udvikling af måleapparatur
- EDB-værktøjer til organisering af erfaringsopsamlingen
- optimering af industriel produktionsgang

- udvikling af energistyringsudstyr samt lav-energi komponenter og apparater
- adfærdsundersøgelser mv.

Der bliver behov for en prioritering.

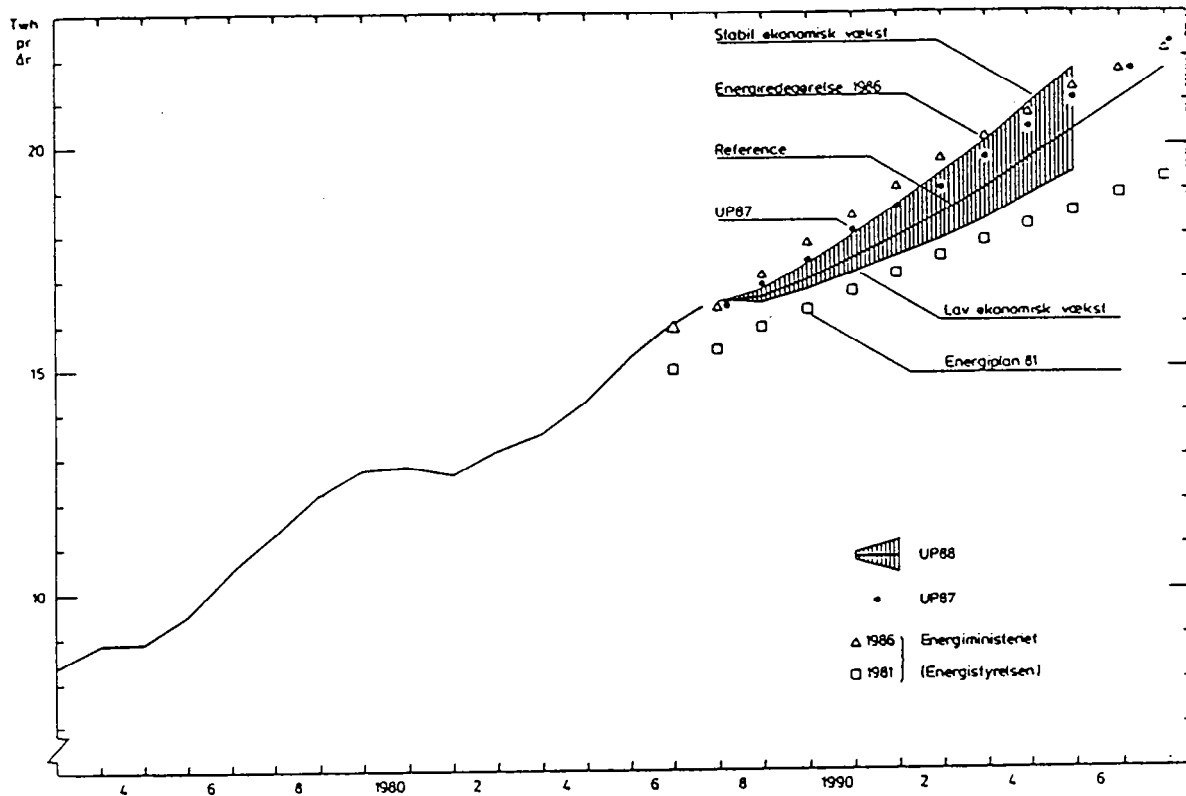
Som et middel til at få de nødvendige initiativer bragt på bane foreslås, at der ud af ELSAMs fælles F&U-pulje stilles midler til rådighed for projekter af generel interesse for ELSAM-området og eventuelt med projektansvar hos et forsyningsselskab.

2.2.3 UP88 - Prognose for elforbrug

Planlægningen af produktionssystemets udbygning skal ske under hensyntagen til såvel de senest realiserede elbesparelser som de resultater, der er i udsigt under "normale markedsmæssige vilkår", hvor priser, information og rådgivning er bestemmende for forbrugernes dispositioner. Brugen af helt utraditionelle virkemidler med delvis ukendt virkning - baseret på beslutninger, som endnu ikke er i udsigt, - kan i følge sagens natur ikke indregnes.

I rapporten "Efterspørgsel efter el", som er en bilagsrapport til Udvidelsesplan 1988, redegøres der for elforbrugets udvikling i bred almindelighed. Her sker der en generel afvejning af elbesparelserne mod indflydelsen af de mange andre faktorer, som bestemmer elforbrugsniveauet i fortid, nutid og fremtid. Andre vigtige emner er automation, effektivisering gennem indførelse af ny elektro-teknologi og frem for alt væksten i økonomisk aktivitet og komfort.

Figur 2.2.1 og bilag 2.1 præsenterer det endelige resultat af fremskrivningen. I bilagsrapporten "Efterspørgsel efter el" vises, hvorledes forbruget er opdelt i forbrugskategorierne.



Figur 2.2.1 Løbende 12 måneders elforbrug af værk.
Jylland-Fyn.

2.2.4 Usikkerhed

Ved at sammenligne prognoserne fra de seneste otte udvidelsesplaner kan det konstateres, at alle referencefremskrivningerne har bevæget sig indenfor et bånd med en bredde på 6-8%. De skiftende konjunkturer bærer hovedansvaret for denne usikkerhed. Vejrforholdene giver anledning til en helt anden type usikkerhed, som helt uundgåeligt og altid er nærværende. Variationer på op til 3% hører til dagens orden, mens vejrbetingede belastningsudsving op til 10% kan forekomme 0-3 gange pr. årti.

2.3 Kapacitetsbehov

2.3.1 Principper

I afsnit 2.1.1 er anført, at man i elsystemets planlægning stræber mod en samfundsøkonomisk balance, hvor de samlede omkostninger ved at øge elproduktionen ikke overstiger værdien af et øget elforbrug. Der er således tale om en ønskelig balance mellem på den ene side de udgifter, elsystemet og det øvrige samfund har i forbindelse med leveringen af el, og på den anden side den samfundsmæssige nytteværdi af elforbruget.

Balancen opstår i praksis som et resultat af mange udviklinger i begge retninger, både for efterspørgsel og produktion.

Balancen kan forskydes i en ønsket retning ved hjælp af langsigtede marginalpriser. Sådanne priser opgøres mest veldefineret på grundlag af forholdene i produktion og transmission. Priserne kan bidrage til rationel afstemning af elbesparelserne og således indgå som bestanddel af elprognoserne.

Den ønskede balance skal altså opnås ved en afstemt indsats på henholdsvis efterspørgselssiden (Demand-Side Options) og forsyningssiden (Supply-Side Options).

Til en sådan ideel betragtning vil være knyttet antagelser om hyppigheden af forsyningsafbrydelser og rationeringer samt disses omfang, varighed og samfundsøkonomiske omkostninger. Idet en kvantificering sker ud fra samfundets værdisætning af manglende el (tabet af nytteværdi) sammenholdt med samfundets omkostninger til opretholdelse af denne sikkerhedsgrad, kan bestemmes den sikkerhed, hvormed elforbruget skal dækkes.

De beskrevne betragtninger kan (formelt) føre til dimensionering af et samfundsøkonomisk forsyningssystem, når en række forudsætninger ligger fast, herunder prognoser for økonomi, priser og efterspørgsel.

Som erfaringen har vist, må man imidlertid være forberedt på betragtelige afvigelser mellem estimat og den virkelighed, som kan konstateres 5-10 år senere. Derfor må planlægningen også tage stilling til, hvilke usikkerheder der skal indgå i dimensioneringen samt, hvorledes man afhjælper konsekvenserne af de afvigelser, der ikke er taget hensyn til på forhånd.

Planlægningen kan herved opdeles på følgende etaper:

- Analyse af langsigtede marginale omkostninger ved et forøget elforbrug.
- Bestemmelse af samfundsøkonomisk optimale elbesparelser.
(Svarende til Demand-Side Options).
- Udarbejdelse af prognoser for elforbrug, evt. med andel af afbrydeligt forbrug.
- Dimensionering af forsyningssystemet under hensyntagen til omkostninger ved afbrydelser, rationering og havariimport.
(Svarende til Supply-Side Options).
- Udarbejdelse af forholdsregler mod de mulige situationer, som ikke er dækket gennem dimensioneringen.

Der er iværksat programmer til udvikling af planlægningen i denne retning. Der forventes stadige fremskridt i de kommende år, og det må forudses, at der altid vil være motiver til en videreudvikling.

2.3.2 Udbygningskriterier

Den omtalte balancebetragtning indebærer, at den samfundsøkonomiske værdi af en udbygning af elsystemet skal sammenholdes med omkostningerne ved udbygningen. Værdien kan sammensættes af elsystemets reduktion af driftsomkostninger, herunder reducerede omkostninger til træk på udlandet, og samfundets reducerede afbruds- og rationeringsomkostninger.

I balancen skal også indbefattes samfundets udgifter til reduktion af miljøbelastninger. Disse miljøudgifter vil være nytteværdier, henholdsvis udbygningsomkostninger i afhængighed af, om driften af ældre utidssvarende produktionsanlæg indskrænkes, eventuelt ophører, eller fortsættes uændret.

Et væsentligt problem ligger i at fastlægge samfundets omkostninger som følge af forsyningsafbrydelser eller rationeringer. I Danmark foreligger der ikke anerkendte værdisætninger heraf. Ligeledes vil en bestemmelse af miljøudgifterne blive overordentlig vanskelig. For de emissionsbegrænsende anlæg, som installeres på kraftværkerne, er anlægs- og driftsudgifterne veldefinerede, men nogen omkostningsværdi for den forsuring og andre belastninger, som er påført det omgivende samfund, lokalt og globalt, kendes ikke.

For det danske elsystem har den primære opgave hidtil været defineret ret enkelt som

at producere og fordele den elenergi, der efterspørges, til så lav en pris som muligt, samtidigt med, at leveringssikkerheden holdes på et passende niveau.

Minimering af elprisen søges gennemført ved den politik for anlægsetablering og drift, herunder indkøbspolitik og taring, som praktiseres i de forskellige organisatoriske afsnit af elsystemet.

Leveringssikkerheden er ikke entydigt defineret. På de forskellige trin i elsystemet (produktion, transmission, distribution) findes der imidlertid deterministiske dimensioneringsregler, som i praksis synes at give accepterede leveringssikkerheder. De forskellige regelsæt justeres i takt med indvundne erfaringer.

For produktionssystemets vedkommende er det afgørende, at ELSAM-området deltager i den internationale samkøring med Norge, Sverige og Tyskland. I dette større samarbejde indgår

ELSAM-området som et mindre system. Der er normalt så store leveringsmuligheder fra naboerne, at en teknisk beregning af leveringssikkerheden ikke kan anvendes som dimensioneringsgrundlag. Men gældende aftaler om gensidig havaristøtte forudsætter, at aftaleparterne kan anses for ligeværdige, d.v.s., at hver part bidrager med sin forholdsmæssige andel af den samlede reserveeffekt. Derfor bør ELSAM-områdets reservepolitik ikke afvige for stærkt fra naboernes. Det er muligt at sammenligne direkte med naboerne mod syd (UCPTE-området med PreussenElektra som nærmeste nabo), mens der ved sammenligninger med Sverige og Norge skal tages hensyn til disse landes særlige struktur med henholdsvis stor og enerådende vandkraftandel. Endvidere gælder, at ELSAM-området ikke må påføre samarbejdspartnerne unødvendige driftsgener under effektmangel. Sidstnævnte bestemmelse stiller et pålidelighedskrav til ELSAM-områdets produktionsanlæg og transmissionssystemer.

ELSAM har stort udbytte af det internationale samarbejde og må lægge den største vægt på opretholdelse af en status som ligeværdig deltager. Derfor er det vigtigt at holde reservebidraget på et passende gennemsnitligt niveau, som sikrer, at effektoverskud forekommer en passende del af tiden.

Den installerede reserve bestemmes som systemets fuldgode effekt (produktionskapacitet) med fradrag af belastningens årsmaksimum. Den fuldgode effekt indeholder ikke fradrag for havari eller revision. De effektandele, som af forskellige andre årsager ikke er til rådighed døgnet eller hele året rundt, omregnes til fuldgod effekt ved hjælp af et effektfradrag, udjævnet over året.

Denne betragtningsmåde er under diskussion. F.eks. kan der i vinterperioden være større effektfradrag på grund af kraftvarmeproduktion, og hvis revisionsbehovet udstrækkes til vinterperioden, gælder ovennævnte betragtning heller ikke. Ny effekt, som tilgår midt i et år, medregnes kun med 50% i årets december måned. Til gengæld sker den samme effektmedregning i årets januar måned, uanset den nye effekt endnu ikke er disponibel.

Ved samkøring mellem varmekraftssystemer finder man de fleste steder, at en installeret reserveeffekt på 20% af årsmaksimum må betragtes som et minimum for tilfredsstillende deltagelse i et samarbejde.

Som eksempel kan anføres følgende reserveeffektkrav i beslægtede systemer.

New York Power Pool (NYPP)	18%
Deutsche Verbundgesellschaft (DVG)	25%
UCPTE	25%

Reserveprocenten er ikke noget decideret dimensioneringskriterium. Den er i ELSAMs udvidelsesplaner anvendt som udgangspunkt for en planlægning. Den egentlige bedømmelse foregår ved konsekvensberegning, hvor der lægges særlig vægt på omfanget af udenlandsk havaristøtte, som ved isoleret drift ville føre til leveringsbegrænsninger.

På denne måde undersøges, om reserveeffekten er tilstrækkelig til dækning af

- planlagte ombygninger
- planlagte eftersyn
- havarier

Erfaringerne har hidtil bekræftet, at en effektreserve på 20% er i underkanten af det forsvarlige.

Det forventede behov for udenlandsk støtte svarende til 20% reserve ligger på gennemsnitligt ca. 2 timer på hverdage. Denne størrelsesorden, svarende til 400-600 timer på årsbasis, må bedømmes som betænkeligt høj og kan blive belastende for det fremtidige samarbejde.

Reserveprocenten kan opgøres på flere måder.

Udvidelsesplanens effektbalancer baseres traditionelt på forskellige årsgennemsnit ud fra den antagelse, at effektproble-

merne kan fordeles jævnt over året ved eftersynsplanlægningen. Med en stærkt stigende kraftvarmeproduktion øges effektfradragene i de koldeste perioder mærkbart. Dette indebærer, at effektbalancerne bør undersøges separat for vintermaksimum.

Den nordiske samarbejdsorganisation, NORDEL, har opgjort effektbalancer for perioden 1985-95. For Norden som helhed kendetegnes perioden 1985-90 ved en stærkt forringet effektbalance. For perioden 1990-95 ventes en svag forbedring, fortrinsvis som følge af, at forbrugets vækst forudsættes nedbragt.

Tilsvarende oversigt er udarbejdet til denne udvidelsesplan for ELSAM-området (se tabel 2.3.1).

2.3.3 Effektbalancens usikkerhed

Som allerede nævnt, er den installerede reserveeffekt beregnet til dækning af

- planlagte ombygninger
(miljøanlæg, fjernvarme, renoveringer)
- planlagte eftersyn
- havarier

Virkeligheden kan afvige væsentligt fra planlægningen på følgende områder:

- Belastningsudvikling.
(mange stigende og faldende tendenser med stor usikkerhed på resultatet, $\pm 6\%$ ved en tidshorisont på 6-8 år).
- Forsinkede nyanlæg
(forsinkelser mulige, fordi vanskelige godkendelsesprocedurer kan lægge beslag på alle tidsreserver).
- Varighed af eftersyn og ombygninger.

(mange års erfaringer viser, at især eftersyn tager længere tid end planlagt, fordi der under eftersynet kan vise sig uventede skader).

- Ekstrem kulde

(fordi elsystemet er reserve for andre varmesystemer).

Systemet dimensioneres ikke med henblik på at imødegå disse usikkerheder.

Når problemerne erkendes, må de imødegås på hver sin måde, fordi de indtræffer med længere eller kortere tidshorisont.

Uforudset belastningsudvikling og forsinkede nyanlæg konstateres oftest som en langtidstendens. De må i givet fald imødegås ved etablering af effekt med kortvarig byggetid (gasturbiner), indgåelse af kortvarige effektaftaler med udlandet eller, om nødvendigt, restriktioner.

Ved forlængede eftersyn kan varslet være et par uger eller mindre. Her vil man søge at klare problemet ved køb i udlandet og, hvis dette ikke er muligt, ved koordineret aflastning.

Elforsyningen er ikke dimensioneret til at være reserve for andre varmesystemer under ekstrem kulde. Her kan en aflastning blive nødvendig, evt. med ret kort varsel.

En aflastning under ekstrem kulde kan være ret ubekvem for de ramte. Det bør derfor overvejes, i hvilket omfang særligt følsomme forbrugere kan sikres.

2.3.4 Opgørelse af effektbehov

Bilag 2.2 viser den traditionelle beregning af reserveprocenter, idet et minimum på 20% søges overholdt.

På grund af en årrække med belastningsstigninger over det forventede ligger reserven i 1990 og 1991 fremdeles noget under

de 20%, hvilket må bedømmes som foruroligende (se konsekvensberegning i afsnit 3.2).

Som supplement opgøres i tabel 2.3.1 en effektbalance efter Nordel-modellen for hvert års januarmaksimum.

Effektbalance under maksimum i januar

		88	89	90	91	92	93	94	95
Installeret effekt incl. overbelastningsevne	MW	4745	4696	4719	4751	5203	5422	5660	5630
Fradrag:									
Konserveret	MW	262	262	0	0	0	0	0	0
Planlagt ombygget o.lign.	MW	0	0	0	0	0	0	0	0
Fjernvarme fradrag	MW	423	438	450	466	474	480	487	492
Andet	MW								
Ej tilgængeligt i alt	MW	685	200	450	466	474	480	487	492
Internt disponibel i alt	MW	4060	3996	4269	4285	4729	4942	5173	5138
Effektaftaler									
Norge	MW	250	250	250	250	250	0	0	0
Tyskland	MW	-327	-327	-327	-327	-327	-327	-327	-327
Fast kraft udland i alt	MW	-77	-77	-77	-77	-77	-327	-327	-327
Disponibel effekt i alt	MW	3983	3919	4192	4208	4652	4615	4846	4811
Forventet årsmax.	MW	3295	3378	3473	3568	3674	3794	3923	4056
Forventet max. reserve	MW	688	541	719	640	978	821	923	755
	%	20.9	16.0	20.7	17.9	26.6	21.6	23.5	18.6
Forventet havari (9.7%)*	MW	-429	-424	-426	-429	-466	-487	-511	-514
Forventet reservebidrag	MW	259	117	293	211	512	334	412	241
	%	7.9	3.5	8.4	5.9	13.9	8.8	10.5	5.9

*) kl. 8-statistikken.

Tabel 2.3.1 Effektbalance under maksimum i januar.

Reserveeffektberegningen på bilag 2.2 er gennemført med den forudsætning at det planlagte NE/NK fællesværk kan udskydes et år ligesom SHE9 kan udskydes et år uden at reserveeffekten af den grund kommer under 20%.

Udskydelserne skal ses som en konsekvens af den forventede mere afdæmpede udvikling i elforbruget.

Idriftssættelsestidspunkterne for de nye enheder som omfattes af denne udvidelsesplan bliver herefter:

FV07:	1/7 1991
VKE8:	1/7 1992
SVS31:	1/1 1994
NE/NK:	1/7 1995
SHE9:	1/7 1997

2.4 Ny kapacitet

2.4.1 Moderne kul/oliefyrede kraftværker

De kraftværker, som nu er under projektering, er resultatet af årtiers stabil udvikling i retning af bedre brændselsøkonomi, pålidelighed og miljøegenskaber.

Disse kraftværker repræsenterer på næsten alle områder veletableret teknologi, og der er stor sikkerhed for, at de foretagne investeringer kan nyttiggøres planmæssigt.

Heroverfor står en række nye, lovende teknikker, som i mange henseender betegner afgørende brud med hidtidige tendenser. Disse interessante muligheder beskrives i afsnit 2.4.2.

Det er ELSAMs udbygningsstrategi at stimulere de nye teknologier gennem udviklingsstøtte, men at begrænse risikoen for fatale fejlinvesteringer ved, at de nye anlægstyper skal demonstrere overbevisende resultater, før de sættes ind i stor målestok.

Et typisk kraftværk består af nogle blokenheder til produktion af el og varme samt en række nødvendige faciliteter, som kan være fælles for flere blokke.

Af hensyn til forsyningssikkerhed og økonomi skal en blok kunne fyres med fast brændsel (et passende spektrum af kul) samt olie og eventuelt naturgas. Dette forudsætter havn, kultransportanlæg og kulplads.

Luftforurening begrænses ved rensning af røggassen for partikler og svovldioxid. Udslip af kvælstofoxider begrænses ved forbrændingstekniske foranstaltninger samt eventuelt yderligere ved røggasrensning.

Ved forbrænding og røggasrensning fremkommer affaldsstoffer, som så vidt muligt nyttiggøres, og ellers må deponeres betryggende.

En moderne kraftværksblok (eksempelvis 350 MW) kan karakteriseres ved følgende omtrentlige nøgletal:

		Kondensations- drift	Modtryks- drift
Eleffekt, netto	MW	350	275
Fjernvarmeeffekt	MW	0	450
Teknisk minimum	MW	70	-
Specifikt forbrug			
- uden $\text{DeSO}_x/\text{DeNO}_x$: MJ/kWh		8.20	
- med $\text{DeSO}_x/\text{DeNO}_x$: MJ/kWh		8.35	
Kulforbrug	t/h	120	120
Aske	t/h	16	16
SO_2 -udslip (med DeSO_x)	t/h	0.4	0.4
Restprodukt DeSO_x	t/h	6	6
NO_x -udslip (lav- NO_x 280 mg/MJ)	t/h	0.9	0.9
NO_x -udslip (med DeNO_x , SCR-teknik)	t/h	0.2	0.2
CO_2	t/h	300	300
Tab til kølevand	TJ/h	1.5	0

Tabel 2.4.1 Nøgletal for en moderne kraftværksblok.

2.4.2 Kraftværkstechnik, nye alternativer

Afgrænsning

Den foretrukne kraftværkstype i det danske elsystem har gennem mange år været kul/oliefyrede kondenskraftværker med fjernvarmeudtag.

Denne anlægstype er, specielt i de sidste årtier, blevet forbedret betydeligt i bestræbelserne på at udnytte brændslet bedst muligt, og at forbedre produktionsøkonomi, forsyningspålidelighed og miljøpåvirkning. Denne udvikling er beskrevet i et tidligere afsnit.

De seneste år har også vist en stor interesse for udvikling af alternative teknikker. Denne udvikling behandles i dette afsnit.

Der er tale om meget forskelligartede teknikker, hvorfor der er forsøgt en vis systematisering.

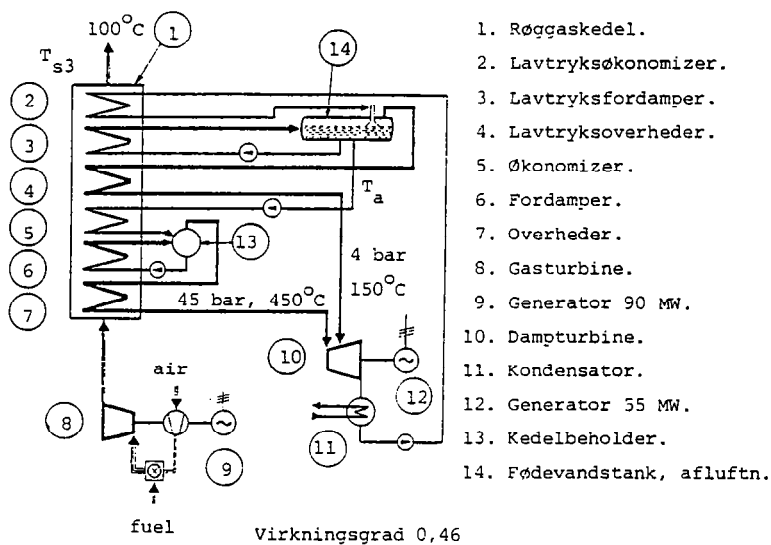
Kombinerede gas/dampturbine-anlæg kan karakteriseres ved, at en gasturbine overlejres det traditionelle dampturbinekredsløb. Gasturbinen udnytter temperaturintervallet mellem forbrændingstemperaturen, og damptemperaturen til produktion af elektricitet og forøger dermed virkningsgraden. Andre anlæg af denne kategori er metaldampturbineanlæg og magneto-hydrodynamiske generatorer (MHD), hvor henholdsvis metaldampturbinen og MHD-generatoren overlejres dampturbinekredsløbet.

Desuden behandles nye forbrændingsteknikker i form af fluidbed, helt andre produktionsmetoder i form af brændselsceller, og endelig gennemgås mulighederne for anvendelse af vedvarende energi.

Kombianlæg med gas-/vanddampturbine-kredsløb

Et principskema for et kombianlæg, hvor naturgas er anvendt som brændsel er vist på figur 1. Forbrændingen af gassen fore-

går i brændkammeret foran gasturbinen, og udstødningsgasserne, der typisk kan have en temperatur på 500-600 °C, passerer en røggaskedel, der producerer damp til dampturbinen. Med helt moderne gasturbiner og sædvanlig omhu ved udformningen af dampkredsløbet, synes det muligt at opnå virkningsgrader på ca. 50% ved ren elproduktion.



Figur 1: Gas-/dampturbine-kombianlæg.

Med naturgas som brændsel, er teknikken fuldt anvendelig i dag, og den har været anvendt i adskillige år i USA, Tyskland, m.fl. steder. Anlægsudgifterne for sådanne anlæg vil være meget små, på grund af et simplere kedelanlæg. Egentlig røggasrensning vil normalt heller ikke være påkrævet.

Der findes mange forskellige varianter af denne anlægstype. Med få ændringer af brændkammeret, er det således muligt at anvende gasolie som brændsel, i stedet for gas. En anden variant er tilsatsfyring i røggaskedlen. Med tidligere gasturbinedata havde det bl.a. virkningsgradsmæssige fordele. Med moderne gasturbiner er disse fordele dog til dels forsvundet.

En tredje mulighed, som fortsat kan være interessant under særlige omstændigheder, er at anvende en naturgasdreven gasturbine foran et normalt kulfyret grundlastværk. Gasturbinens udstødsgas anvendes da til forvarmning og som forbrændingsluft i kedlen. Dette princip vil også kunne anvendes ved renovering af ældre anlæg. Den samlede effekt vil herved kunne forøges med 20-25%, uden at de miljømæssige forhold ændres væsentligt.

En indirekte metode til udnyttelse af kul eller andet fast brændsel i kombianlæg, er at anvende syntetisk gas fremstillet i forgasningsanlæg. Den syntetiske gas vil ofte indeholde flere forurenende forbindelser end naturgas, men en rensning vil normalt kunne foretages forholdsvis let og effektivt inden forbrændingen. Selv om forgasningsanlæg har været anvendt i mange år, må teknikken i denne sammenhæng anses for endnu at være på afprøvningsstadiet. Udsigterne for en lønsom realisering inden for nogle år er dog lovende. Det komplette anlæg vil kunne opbygges succesivt, startende med et gasturbineanlæg baseret på naturgas, efterfulgt af røggaskedel og dampturbine-kredsløb, og slutteligt suppleret med et kulforgasningsanlæg. Flere parallelle gas/dampturbine-kredsløb kan eventuelt fødes fra samme forgasningsanlæg.

En helt speciel form for kombianlæg, som vil blive omtalt senere, er tryksatte fluid-bed-anlæg. De frembyder en mere direkte metode til udnyttelse af kul som brændsel. Forbrændingen foregår her i en tryksat kedel, der producerer damp til dampturbinen, mens røggassen ekspanderes direkte igennem en gasturbine. Røgrensningen foregår internt i kedlen. Det er en teknik, som har været forsøgt med mellemrum, men atter opgivet på grund af erosion i gasturbinen fra askeindholdet i røgen. I dag ser det ud som om disse problemer er ved at være løst, og fuldskala-demonstrationsanlæg er under opførelse forskellige steder i verden.

Mulighederne for at anvende gasfyrede kombianlæg, kulforgasningsanlæg og tryksatte fluid-bed-anlæg vurderes for tiden hos henholdsvis Skærbækværket, Sønderjyllands Højspændingsværk og NEFO/Nordkraft.

Kombianlæg med metaldamp/vanddamp-turbiner

Andre kombinationer end gas-/vanddampturbiner kan også anvendes til udnyttelse af forbrændingstemperaturer. En kviksølvdampturbine foran dampkredsløbet har været anvendt så tidligt som i 1920'erne, men blev opgivet på grund af korrosion, da temperaturområdet blev drevet op mod 500 °C. Ideen er anvendt igen til rumfartsformål, men med eksotiske og dyre materialer som Tantal, der kan tåle 675 °C.

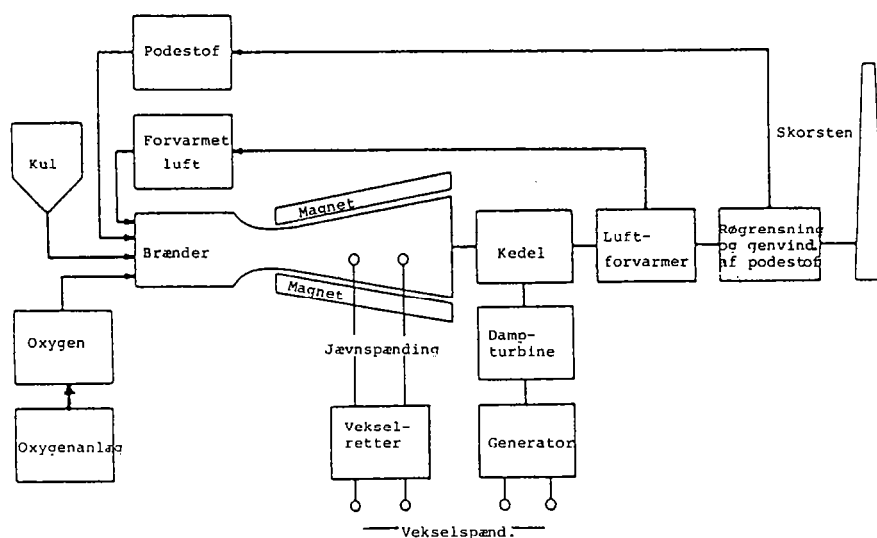
Et kalium-kredsløb er en anden mulighed, som er blevet undersøgt de seneste år. Kalium har et kogepunkt ved atmosfæretryk på 774 °C og kan udnytte temperaturområdet op til ca. 850 °C til elproduktion med forholdsvis almindelige materialer. Yderligere et kredsløb, f.eks. bi-fenyl, der udnytter kondenseringsvarmen fra kalium, er foreslået placeret mellem kalium og vandkredsløbet. En sådan tredelt proces menes at kunne give virkningsgrader ved ren elproduktion på op til ca. 55%, mens virkningsgraden ved to kredsløb kan blive omkring 50%.

Selv om teknikken med metaldampkredsløb har været anvendt, må den nok karakteriseres som kompliceret og uprøvet, og uden større fremtidsmuligheder for anvendelse ved kommerciel elproduktion.

Magneto-hydrodynamisk generator (MHD)

Produktion af strøm ved hjælp af et ledende materiale, der bevæges igennem et magnetfelt, er en metode, der har været kendt siden begyndelsen af dette århundrede. De praktiske problemer har imidlertid forhindret en kommerciel anvendelse. Magnetfeltet skal være så stærkt, at det kræver superledende magneter, og det ledende materiale skal enten være flydende metaller eller, hvis det er gasser f.eks. forbrændingsgasser, være i plasmatilstand og strømme med hastigheder omkring lydhastigheden.

I de seneste år er der imidlertid sket store fremskridt på området, specielt i forbindelse med superledende materialer og viden om plasmaers opførsel. Også arbejdet med de mere praktiske problemer er genoptaget. Etableringen af plasmatilstande i forbrændingsprodukterne kræver temperaturer på op mod 2500 °C. Ved iltberigning af forbrændingsluften har det vist sig muligt at opnå sådanne temperaturer i kulstøvsbrændere, og en yderligere forøgelse af ledningsevnen kan opnås ved tilsætning af alkalimetalsalte. Dette indebærer samtidigt, at eventuelt svovl i kullene bindes. Et andet kritisk problem har været levetiden af elektroderne i brændkammeret (MHD-kanalen); den er i de sidste år forøget fra 1 time til mere end 1 år.



Figur 2: Principskema for kraftværk med MHD-generator.

MHD-generatoren kan typisk anvendes som tilsats til et kulfyret kraftværk, eventuelt ved renovering af ældre anlæg (figur 2). Interessen vil være en forbedret virkningsgrad, en meget lille mængde af uforbrændte materialer og en reduceret svovl-emission. Emissionen af kvælstofilte vil formentlig fortsat være et problem, måske endda forstærket.

Med en teknik, der kan forudses i dag, vil det være muligt at udtage omkring 15% af den tilførte energi som el i MHD-kanalen, og den totale virkningsgrad ved ren elproduktion kan måske blive ca. 50%. Selv om der endnu synes at være lang vej til en kommerciel udnyttelse, er teknikken formentlig værd at følge.

Fluid-bed-anlæg

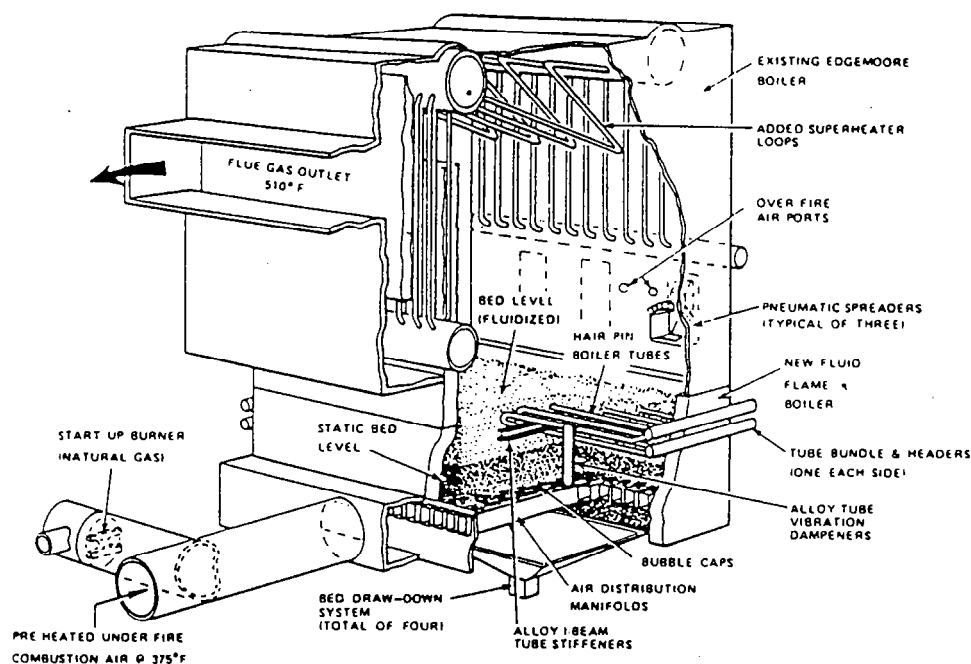
Alternative forbrændingsmetoder, der kan lette røggasrensningen, er et andet hovedområde, som trænger sig på. Specielt på fluid-bed-området er der sket store fremskridt. Metoden er baseret på, at et inaktivt materiale, f.eks. sand eller aske fra forbrændingen, blandes med pulverformet brændsel og kalk, og gennemblæses med en jævn fordelt luftstrøm således, at partiklerne løftes fra hinanden og holdes svævende på luftstrømmen. Forbrændingen sker ved 800-900 °C, hvorfor der kun dannes meget lidt kvælstofilte, og kalktilsætningen binder de dannede svovloxider. Emissionen af disse stoffer bliver derfor lille.

Fluid-bed-anlæg kan opdeles i to hovedtyper, atmosfæriske og tryksatte svarende til, at forbrændingen foregår ved atmosfæretryk eller under tryk.

I et atmosfærisk fluid-bed-anlæg er kedlen omtrent som en sædvanlig kulstøvsfyret kedel, når bortses fra, at kulstøvsbrænderen er erstattet med en anden form for brændselstilførsel, og fluid-bed-anlægget desuden er udstyret med en fordelingsplade, der skal fordele luftstrømmen jævnt over fyrrummet, og med varmevekslerrør i forbrændingszonen.

Ud over den lette adgang til røggasrensning, var interessen for denne type fluid-bed-anlæg oprindeligt især knyttet til muligheden for at anvende et bredt spektrum af brændsler, rækende fra affald og gamle bildæk over træflis og lignende til kul af forskellig kvalitet.

I de senere år er muligheden for at anvende fluid-bed-konceptet ved renovering af ældre kul- og oliefyrede anlæg blevet undersøgt nøje, specielt i USA. Den atmosfæriske fluid-bed er i denne sammenhæng særlig interessant, da den ikke forudsætter radikale ændringer af kedelanlægget og samtidig giver mulighed for en effektiv røgrønsning. Northern State Power Company (NSP) i USA gennemførte i 1981 en sådan ombygning af et gammelt 15 MW kulfyret anlæg fra 1948 (figur 3). Erfaringerne herfra har fået NSP til at fortsætte med ombygning af et 100 MW anlæg fra midten af 50'erne. Ombygningerne indebar samtidigt en forøgelse af effekten til 125-130 MW. Anlægget har været i drift siden midten af 1986. Prisen for ombygningen angives til 50 millioner USD. I samarbejde med EPRI udvikles desuden et reference-design for ombygning af denne størrelse anlæg, hvoraf der findes ganske mange i USA.



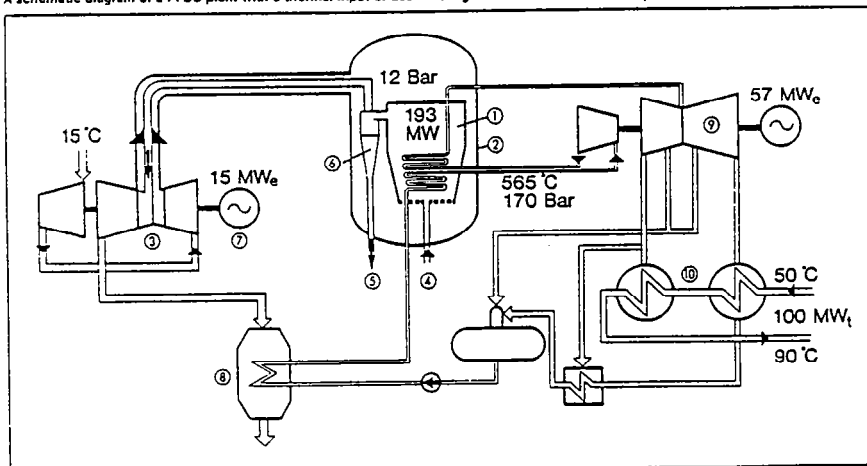
Figur 3: Ombygget 15 MW kulfyret anlæg.

Disse anlæg benytter en såkaldt boble-bed, hvor brændslet forbliver i fluidiseringszonen under hele forbrændingen. Det giver et kompakt anlæg, men med meget begrænsede muligheder for regulering af effekten. Denne vanskelighed overvindes i et cirkulerende fluid-bed-anlæg, hvor bed-materialet tillades at cirkulere gennem brændkammeret, og fordamperrørene placeres i cirkulationszonen. Effekten reguleres let og hurtigt ved at regulere mængden af cirkulerende materiale. For at styre processen tilføres der luft, både under og over fluidiseringszonen.

Teknikken må anses for anvendelig i dag og kommercielt tilgængelig for mindre anlæg. Ekstrapolationer til større anlægsstørrelser, 100-200 MW, kan give vanskeligheder, f.eks. med stabiliteten af den fluidiserede brændselszone. Der findes dog, som nævnt ovenfor, idriftsatte demonstrationsanlæg i denne størrelsesklasse.

En tryksat fluid-bed er i princippet en videreudvikling af den atmosfæriske fluid-bed, men adskiller sig i udformning væsentligt fra denne. Forbrændingen foregår i en tryksat (turboladet) kedel, og systemet er baseret på, at forbrændingsgassernes øvre temperaturområde udnyttes i en gasturbine. Kedlen holdes tryksat ved hjælp af en kompressor, som trækkes af gasturbinen.

A schematic diagram of a PFBC plant with a thermal input of 200 MW. It generates 68 MW of electric power and 100 MW of heat.



1. Fluid bed kedel
2. Brændkammer
3. Gasturbine/kompr.
4. Kultilførsel
5. Gips/askeudtag
6. Cykloner
7. Generator
8. Fødevandsforv.
9. Damp turbine
10. Kondensator

Figur 4: Tryksat fluid-bed-anlæg, ASEA/STAL-koncept.

Ligesom i en atmosfærisk fluid-bed med boble-bed, produceres der desuden damp til et normalt dampkredsløb via varmeveksler-rør i forbrændingszonen (figur 4).

Ved at tryksætte kedlen bliver dimensionerne små, og gasturbinen sikrer en god, samlet virkningsgrad. Anlægget sigter mod fabriksfremstilling og modulopbygning af kedler og gasturbiner. Herved bliver byggetiden kort, men enhedsstørrelserne begrænset til de foreliggende moduler.

Teknikken anses for interessant og lovende, men kan endnu ikke betegnes som fuldt afprøvet. ASEA, i samarbejde med STAL, har imidlertid gjort et stort arbejde for markedsføring af to koncepter med henholdsvis 200 og 800 MW indfyret effekt (80 og 350 MWe). De er nået et stort skridt videre mod en kommerciel anvendelse gennem tre ordrer på 200 MW moduler til henholdsvis Spanien, USA og Sverige. Den spanske og amerikanske ordre forudsætter idrifttagning i 1990, men omfatter kun kedel og gasturbine.

Mulighederne for at anvende et cirkulerende fluid-bed-anlæg, baseret på kul/halmfyring til decentral kraftvarmeproduktion, undersøges hos Midtkraft, mens undersøgelser af en tryksat fluid-bed er iværksat hos NEFO/Nordkraft.

Brændselsceller

Brændselsceller er en teknik, som adskiller sig helt fra de hidtil omtalte, hvor brændsel ved høj temperatur reagerer med luftens ilt, og energifrigørelsen ved den kemiske reaktion omsættes til varme. I brændselsceller sker de kemiske reaktioner ved hjælp af elektrokemiske processer, og energifrigørelsen omsættes direkte til elektrisk energi, som ved afladning af et batteri. Blot er brændselscellen et åbent system, der fungerer så længe, der tilføres brændsel. Den termodynamiske virkningsgrad for energiomsætningen i en brændselscelle kan teoretisk blive omkring 100%, da den ikke er underlagt Carnot-processens begrænsninger.

Forudsætningen for at få de elektrokemiske processer til at forløbe er, at de opdeles i en anode- og en katodeproces, der holdes adskilte af en elektrolyt, som tillader ioner at passere, men leder elektroner dårligt. Elektroderne skal normalt være podet med en katalysator, for at processerne kan foregå ved lave temperaturer. Processen forløber ved, at brændsel, i reglen brint, tilføres anoden og reagerer med elektrolyten under medvirken af katalysatoren. De elektroner, der herved frigøres, overføres til katoden gennem et ydre kredsløb. Et iltningsmiddel, i reglen luft, tilføres katoden. S sammensætningen af elektroder og elektrolyt er afgørende for brændselscellens funktion. Der findes i dag flere forskellige cellyper, som kan tænkes anvendt til kommerciel elproduktion. Navngivet efter den anvendte elektrolyt, er de mest interessante:

- fosforsyrecellen,
- karbonatsmelte-cellen og
- fastoxid-cellen.

Brændslet i alle tre typer er brint, eventuelt kulilte. Det fremstilles i en reformer på basis af et primært brændsel, der normalt er gas, på langt sigt måske også kul. Til anlægget hører desuden en inverter, der omsætter den producerede jævnstrøm til vekselstrøm. Typiske tab i reformer og inverter er henholdsvis 15 og 4%.

Fosforsyrecellen er den, der er nærmest kommerciel anvendelse. Specielt i mindre størrelser på til 200 kW, som for tiden udbydes af Internationale Fuel Cells, USA. Større demonstrationsanlæg på 4,8 MW er blevet opført i New York og Tokyo. Anlægget i Tokyo blev sat i drift i 1983, mens anlægget i New York aldrig blev idriftsat. På basis af erfaringerne herfra udarbejdede EPRI og United Technologies i samarbejde et standard design på 11 MW, som Tokyo Electric synes at have en vis interesse for.

Forsforsyrecellen har en forholdsvis lille virkningsgrad, typisk 48%, dvs. en virkningsgrad for de komplette anlæg på ca.

40%. Anlæggene er velegnede til kombineret el- og fjernvarme-produktion. Virkningsgraden (brændselsudnyttelse) kan herved bringes op på ca. 85%. De andre celletyper må nærmest anses for at være på laboratoriestadiet, og formentlig 10-15 år fra kommerciel anvendelse. Interessen for dem er imidlertid vokset kraftigt de seneste år.

Karbonatsmelte-cellen anvender smeltede Li- og K-karbonater som elektrolyt. Den arbejder ved væsentligt højere temperatur end fosforsyrecellen ($600-700^{\circ}\text{C}$ mod 200°C), og giver løfter om virkningsgrader på 60-70%. Desuden åbnes mulighed for intern omdannelse af primærbrændslet i cellen således, at den eksterne reformer kan undværes. Det synes også muligt at udnytte både brint og kulilte i cellen. Korrosion og levetid af elektroderne er et af de væsentlige problemer.

Fastoxid-cellen anvender en fast elektrolyt i form af zirkoniumoxid, blandet med små mængder af andre oxider. Den skal arbejde ved endnu højere temperaturer end karbonatsmelte-cellen (1000°C), og har i øvrigt samme fordele som den. Desuden elimineres korrosionsproblemerne med den faste elektrolyt.

Formentlig vil der gå adskillige år, før brændselsceller er konkurrencedygtige med andre produktionsmetoder. Alligevel er der så mange positive perspektiver i anvendelse, at udviklingen bør følges nøje. Der er bestræbelser i gang i Danmark på at etablere et nationalt dansk samarbejde mellem interesserede parter på området.

Desuden har Sønderjyllands Højspændingsværk, i samarbejde med Naturgas Syd, ordret et fosforsyre-anlæg på 200 kW el/900 kW varme hos International Fuel Cell, for at få praktisk erfaring med drift af denne type anlæg.

Vedvarende energi. Mulighederne for anvendelse af en række forskellige former for vedvarende energi, er blevet undersøgt i de seneste årtier:

- Vandenergi (bølger, saltgradienter, temperaturgradienter, tidevand og havstrømninger).
- Geotermisk energi.
- Solenergi.
- Vindenergi.

Ud fra en ren energibetragtning, må interessen for vandenergi i Danmark fortrinsvis samle sig om bølgeenergi og saltgradienter. Ressourcerne, der er forbundet med de øvrige vandenergi-former, temperaturgradienter, tidevand og havstrømme, vurderes til at være så små, at en udnyttelse i Danmark alene af den grund er uinteressante.

Bølgeenergi er undersøgt, specielt i lande som England, Norge, Japan og USA, som alle er omgivet af havområder, hvor energiindholdet i bølgerne er ganske stort. Ved Hebriderne i England, er middelenergiindholdet således 50 kW/m bølgefront, og ud for Norges vestkyst ca. 20 kW/m. Også i Danmark har der været interesse for emnet, og der er udført forskellige eksperimentelle undersøgelser. Energiindholdet i bølgerne i danske havområder er ikke helt så stort, måske 5-10 kW/m, afhængigt af stedet.

Der har vist sig at være mange praktiske problemer med udførelsen, og i de fleste lande er indsatsen blevet nedprioriteret. Erfaringerne fra de førende lande på området tyder ikke på, at der skulle være særlige perspektiver i en dansk udnyttelse.

Saltgradienter i havene forekommer i Danmark, især ved Østersøens udstrømning i Kattegat. Rent teoretisk kan denne saltgradient udnyttes til opbygning af en elektrisk spænding eller en trykgradient, f.eks. ved hjælp af en selektiv membran. Svenske studier peger på, at adskillige TWh/år skulle kunne produceres på denne måde. Der er dog slet ikke taget hul på den praktiske udformning af en sådan udnyttelse, og mulighederne anses for meget usikre.

Geotermisk energi er baseret på varmeudviklingen i jordens indre. Den bevirker, at temperaturen i de øverste jordlag stiger med dybden. I Danmark er temperaturstigningen generelt ca. $25^{\circ}\text{C}/\text{km}$, men kan være noget større, måske op til $40^{\circ}\text{C}/\text{km}$, afhængigt af jordlagenes beskaffenhed. I vulkanske og seismiske områder kan temperaturstigningen være langt større. Ved temperaturer over 150°C kan energien udnyttes til elproduktion via varmevekslere. Det sker i flere lande, som USA, Japan, Mexico, Island, New Zealand m.fl.

I Danmark ville det kræve urealistisk dybe borer. Det højst opnåelige synes at være temperaturer på $40-70^{\circ}\text{C}$, der bedst kan udnyttes til varmforsyning, eventuelt i forbindelse med en varmepumpe. I Thisted er et sådant forsøgsanlæg blevet etableret af D.O.N.G. En videre udnyttelse ved hjælp af en dieselgenerator, der trækker varmepumpen, og samtidigt producerer strøm har også været diskuteret.

Det viser sig imidlertid ofte, at gennemtrængeligheden af de dybtliggende jordlag er lille, og de vandmængder, der kan pumpes op, er små. Mulighederne for udnyttelse af denne energiform til elproduktion anses for små i Danmark.

Solenergi kan udnyttes dels til varmforsyning ved hjælp af solfangere, dels til elproduktion ved hjælp af solceller. Solfangere med hulspejle, der koncentrerer solenergien, og producerer elektricitet via en dampkedel, er blevet bygget i mere solrige lande. Solceller må dog nok anses for den mest realistiske mulighed i forbindelse med elproduktion ved hjælp af solenergi, specielt i et land som Danmark.

Fordelen ved solceller er, at de omsætter solstrålingen direkte til elektricitet, og ikke nødvendigvis forudsætter direkte sollys, men også kan udnytte den diffuse solstråling i tilfælde af et vist skydække. Desuden er der ingen umiddelbare miljøproblemer, der er ingen bevægelige dele, og cellerne har en potentiel lang levetid.

En af de væsentlige ulemper er, at energikoncentrationen er lille. Selv om solindstrålingen i Danmark ikke er så dårlig som man umiddelbart skulle tro, sammenlignet med andre lande, så andrager den alligevel kun ca. 100 W/m^2 i årsgennemsnit (ca. 200 W/m^2 i Italien). Da samtidigt effektiviteten er lille, 5-10% i dag, på længere sigt måske 15-20%, bliver et solcelleanlæg meget omfangsrigt, hvis det skal have en rimelig effekt. Udgifterne til stativer, elektriske forbindelse, omformer for jævn-vekselspænding m.v., angives ofte at repræsentere et så stort beløb, at det alene vil give en produktionspris, der væsentligt overskrider den samlede produktionspris for andre metoder.

Det store kapitalforbrug, der synes at være forbundet med installation af solcelleanlæg, gør det vanskeligt at se, at de kan få nogen væsentlig betydning ved kommerciel elproduktion. Desuden vil langt den største del af produktionen være placeret i sommermånederne, hvor forbruget under danske forhold er mindst.

Vindmøller kan egentlig ikke betegnes som ny kraftværksteknik. De findes allerede i systemet i ganske stort omfang. I 1987 var der i ELSAM-området installeret ca. 60 MW vindmøllekapacitet, fortrinsvis på privat basis. Aftalen mellem elværkerne og Energiministeriet indebærer, at der i elværksregi bygges yderligere 55 MW vindmøller inden 1990. Udbygningen med vindmøller vil formentlig fortsætte både i privat- og i elværksregi.

En meget kraftig udbygning med vindkraft kan give problemer både med forsyningen til forbrugerne, og i forhold til udlandssamkøringen, da elproduktionen på vindmøller ikke kan reguleres i takt med forbruget, og kan ændre sig meget hurtigt.

Undersøgelser af mulighederne for at anvende ellagre i form af luftmagasinværker, eventuelt i kombination med hurtigt regulerende gasturbineanlæg, til imødegåelse af sådanne problemer

er væsentlige for en mere omfattende udnyttelse af vindkraft.

Udviklingen af større vindmøller til kommerciel elproduktion er et andet område, som har betydning for udnyttelsen af vindkraft. Det sikrer en mere effektiv udnyttelse af de mest vindrige lokaliteter. Denne udvikling fortsætter både blandt leverandører og i elværksregi. De største kommercielle tilgængelige møller er i dag på 600-700 kW og de største forsøgsmøller på 2-3 MW.

2.4.3 Udbygninger og forprojekter

Decentrale kraftvarmeværker

I efteråret 1987 afleverede ELSAM en redegørelse til Energiministeriet, hvori der blev redegjort for det hidtidige arbejde med kraftvarmeprogrammet og hvori et forsøgsprogram indeholdende ca. 120 MW eleffekt blev skitseret.

Programmet spænder over enhedsstørrelser fra 0.5 til 22 MW og dækker alle indenlandske brændsler fordelt på forskellig anlægstyper. Da ELSAMs kvote af forsøgsprogrammet må forventes at udgøre 60-80 MW, indeholder programmet således en vis overkapacitet, hvilket kan være hensigtsmæssigt, da ikke alle anlæg kan forventes etableret inden for forsøgsperioden.

Anlæg inden for forsøgsprogrammet tilstræbes at være elværksejede.

I aftalen mellem regeringen og socialdemokratiet er det forudsat, at andre end elværkerne kan etablere elproduktionskapacitet. Det nævnes, at afregning fra disse værker sker til elsystemets omkostningsbaserede afregningsprincipper.

Et udredningsarbejde mellem elværkerne og energimyndighederne har for ELSAMs område udmøntet sig i en afregningsaftale for ikke-elværksejede anlæg.

Hovedprincippet i denne aftale er en identifikation af de sparede omkostninger fordelt på tre forskellige timekategorier: lavlast, højlast og spidslast og en energibetaling som svarer til de sparede omkostninger i de respektive perioder.

Året indeholder, med de nuværende belastningsforhold, 5060 lavlasttimer, 2430 højlasttimer og 1270 spidslasttimer. Med de aktuelle brændselspriser kan der forventes en betaling på 13.5 øre/kWh i lavlast, 31 øre/kWh i højlast og 54 øre/kWh i spidslast, hvor de højere priser i højlast og spidslast hovedsageligt skyldes betaling for sparet kapacitetsudbygning for elproduktionsanlæg, net og afsvovling.

Da det hverken er muligt eller hensigtsmæssigt, at inddrage alle mindre kraftvarmeanlæg i den daglige lastfordeling, forventes det, at den nævnte afregningsaftale vil tilskynde til at placere hovedparten af elproduktionen, når den har størst værdi for elsystemet.

Aftalen er principielt udarbejdet til brug for ikke-elværksejede anlæg, men kommer i praksis, med visse modifikationer, også til at omfatte elværksejede anlæg, som er indeholdt i kraftvarmeprogrammet.

Der er opnået enighed mellem naturgasselskaberne og elværkerne om vilkår for køb af naturgas til decentrale værker, herunder opdelingen af gasforbruget til el og til varmeproduktion samt priser og rabatordninger for de to forbrugskategorier.

I løbet af 1988 forventes idriftsat gasturbinedrevne kraftvarmeværker i Søby og Ringkøbing.

For fastbrændselsfyrede anlæg er såvel myndighedsbehandling som byggefasen af længere varighed end for gasdrevne anlæg, og de første fastbrændselsfyrede anlæg forventes først etableret i 1989 eller 1990.

En oversigt over de anlæg, som er aktuelle pr. 1.4.1988 i såvel fase 1 som fase 2 fremgår af bilag 2.4.

Efter afleveringen af den tidligere nævnte redegørelse til Energiministeren, er arbejdet i kontaktgruppen mellem myndighederne og elværkerne indtil videre stillet i bero.

Gruppens arbejde forventes dog videreført i løbet af 1988, hvor Energistyrelsen vil beklæde formandsposten, og med en begrænset myndighedsrepræsentation.

Udbygningstakten for det decentrale forsøgsprogram er i høj grad bestemt af, hvornår der opnås enighed med de lokale varmekøbere. Retningslinierne for salg af varme fremgår af afta-

len mellem regeringen og socialdemokratiet, men ofte er situationen den, at varmetafterne har et bedre alternativ, eller at forhold vedrørende erhvervskunder eller etablering af transmissionssystemer kan vanskeliggøre indgåelse af endelige aftaler.

Udbud, tilbudsindhentning og ordreafgivelse har hidtil fulgt elværkernes normale procedure. Det har vist sig lidt problematisk, at få etableret et samarbejde med dansk industri omkring udvikling af danske produkter, da industrien ikke ser større perspektiver i at gå ind i udviklingsprojekter, som ud over det danske marked ikke har større afsætningsmulighed.

ELSAM er dog i vid udstrækning opmærksom på de eksport- og beskæftigelsesmuligheder, der ligger i kraftvarmeprogrammet og vil i størst muligt omfang tilgodese danske produkter, når indkøb skal foretages.

Der vil derudover være en vis mulighed for at støtte udviklingsprojekter i industrien via ELSAMs forsknings- og udviklingsprogram.

Vindkraftudbygningen i 1988

Gennemførelsen af første fase af vindkraftaftalen af 20. december 1985, som indebar etablering af 26 MW vindmølleeffekt (incl. ca. 3 MW fra enkeltstående prototypemøller) i 1987, er som følge af langtrukken myndighedsbehandling blevet forsinket.

I 1987 idriftsattes således kun 3,5 MW i vindmølleparken Velling Mærsk 1. I følgende skema er angivet tilgangen af vindkraftanlæg i 1988 sammensat af det resterende 1987-program og et forventet 1988-program.

Værk	Parker		Prototypemøller	
	Effekt MW	Lokalitet	Antal	Effekt MW
FV	2,0	Dræby Fedsodde	2	0,38
MK	4,5	Hollandsbjerg	1	0,40
NE	2,6	Ryå	1	0,26
NK	4,7 ¹⁾	Nørrekær Enge	2	0,31
SH	2,3	Brøns	2	0,90
SV	2,2	Torrild	1	0,2
VK	6-7,5 ²⁾	Velling Mærsk 2	2	0,38
I alt			11	2,8

1) incl. 0,8 MW, hørende til 1988-programmet.

2) 1988-program, effekten er afhængig af miljøgodkendelse.

Tabel 2.4.2 Oversigt over vindmølleudbygningen.

Aftalen mellem Energiministeriet og elværkerne af 20. december 1985 om udbygning med vindkraft indebærer, at der i årene 1987-1990 i ELSAM-området udbygges med 55 MW installeret vindmølleeffekt. Investeringen vil være af størrelsen 500 til 550 mio.kr.

Til at varetage aftalens iværksættelse er der i ELSAM-området nedsat et udvalg med en deltager fra hver af de syv interessenter og med sekretariatsfunktion hos ELSAM. De syv interessenter gennemfører udbygningen med og driften af vindkraftanlæggene i eget forsyningsområde for ELSAMs regning.

Aftalen indebærer, at det er fundet hensigtsmæssigt at opdele udbygningen i to faser. Første fase omfatter udbygningen i 1987 og 1988, og anden fase udbygningen i 1989 og 1990.

Udbygningen med vindmøller i 1987 er besluttet i 1986, og udbygningen i 1988 ventes besluttet primo 1988.

Udbygningen i 1988 skal betragtes som et kompromis mellem ønsket om en jævn udbygningstakt, og ønsket om at indsamle erfaringer med første fase, inden man lægger sig fast på udbygningen i anden fase.

Den samlede udbygning ved udgangen af 1988 forventes at udgøre omkring 30 MW, fordelt på 7 vindmølleparker og 11 enkeltstående udviklingsmøller med en samlet investering på ca. 300 mio. kr.

Den planlagte placering og størrelse af vindmølleparkerne i første fase fremgår af tabel 2.4.2.

I 1988 forventer ELSAM indenfor 55 MW-kvoten at overtage og renovere Nibe-møllerne, som p.t. ejes af Energiministeriet. De renoverede Nibe-møller forventes idriftsat i første halvdel af 1989 og giver et bidrag på i alt 1,2 MW.

Udbygningen med vindmøller i anden fase påregnes at forløbe jævnt med ca. 12 MW pr. år således, at aftalen om 55 MW installeret vindmølleeffekt inden udgangen af 1990 overholdes.

Som led i Folketingets ønske om at udvikle alternative energikilder, har værkerne og ELSAM besluttet at etablere en 2 MW/60 m forsøgsmølle syd for Esbjerg. Møllen idriftsættes, efter en afprøvningsperiode, primo 1988. Projektet beløber sig, incl. et toårigt måleprogram, til ca. 70 mio.kr. og finansieres af EF, Energiministeriet og ELSAM.

Gasfyrede kombianlæg

Gasfyrede kombianlæg er omtalt i i afsnit 2.4.2.

Denne anlægstype kan i ren kondensationsdrift opnå en virkningsgrad på ca. 50%. Til gengæld skal der anvendes gas som brændsel. Gas vil normalt være dyrere end kul.

For stadig at have fleksibilitet ved valget af primærenergi, kan kombianlægget kombineres med et kulforgasningsanlæg. Kulforgasningsanlæg er endnu ikke kommercielle i kraftværksstørrelse.

For nærmere at belyse kombianlæg og kulforgasning er følgende igangsat:

- Skærbækværket udarbejder et skitseprojekt for et kombianlæg på ca. 350 MW_{el} med fjernvarmeudtag.
- Sønderjyllands Højspændingsværk gennemfører undersøgelse af kulforgasningsmuligheder.

Undersøgelserne ventes afsluttet medio 1988.

Fluid-bed forbrænding

Fluid-bed forbrændingsteknikken er beskrevet i afsnit 2.4.2. Denne forbrændingsteknik er interessant ud fra

- miljømæssige aspekter (afsvovling og lav-NO_x-emission).
- fleksibilitet overfor sammensætning af brændsel.
- kompakt anlægsudformning.

For at kunne belyse muligheder i den kommende kraftværksudbygning, er der igangsat følgende:

- NEFO/Nordkraft udarbejder et skitseprojekt for en 350 MW_{el} kraftvarmeanhed, baseret på ASEA's koncept for tryksat fluid-bed.
- fyringsforsøg gennemføres på Risø med cirkulerende fluid-bed anlæg (F&U-projekt). Forsøget koordineres med Midtkrafts forprojekt om et decentralt kraftvarmeanlæg i Grenå med en kedeffect på 100 MW.

Undersøgelserne ventes afsluttet i løbet af 1988.

Energilagring/reguleringskapacitet

Behovet er stigende for fleksibilitet i produktionsenhedernes evne til at følge efterspørgslen. Grunden hertil er bl.a.:

- Større andel af bunden elproduktion på kraftvarmeenheder.
- Øget andel af vindkraft, som medfører en uforudsigelig og meget varierende produktion.
- Mindre fleksibilitet på eksisterende produktionsenheder, på grund af tilbyggede miljøanlæg og miljøbegrænsninger.
- Ophør af Norges-aftale.

Hertil kommer, at der på tidspunkter, hvor elbelastningen er lav, kan være situationer med større elproduktion end elbelastning. Dette ville medføre energioverløb. I praksis vil noget sådant naturligvis ikke optræde, idet "energioverløbet" vil blive en ikke aftalt eksport eller søges afhjulpet på anden måde. Situationen er især aktuel i nattetimer samt på weekender.

Regulerings- og lavlastforholdene har medført, at der er i-gangsat undersøgelse af, hvilke muligheder der findes for at forbedre driftsfleksibiliteten. Af muligheder kan nævnes en række som vist i tabel 2.4.3.

	Øget re- gulerings- evne	Øget el- belastning under lav- last	Reduceret bunden pro- duktion og tekn. min.
- Ny Norges-aftale	x	x	
- Hurtigregulerende spids- og mellem- lastenheder, f.eks. gasturbiner	x		x
- Luftmagasinkraftværk	x	x	
- Pumpekraft	x	x	
- Varmeakkumulatorer på modtryks- og ud- tagsenheder	(x)		x
- Fleksible elbelast- ninger	(x)	x	

Tabel 2.4.3

I denne udvidelsesplan er medtaget data for et luftmagasinværk (se bilag 2.3.3 i datagrundlaget).

Den udførte vurdering af mulighederne for etablering af et luftmagasinværk i Danmark peger på salthorstene i Thostrup og Vejrum som de bedst egnede lokaliteter.

Det indstilles i denne udvidelsesplan, at dette arbejde videreføres med det formål at finde frem til den gunstigste placering, ud fra en samlet vurdering af økonomiske, belastningsmæssige og forsyningsmæssige forhold. Heri indgår også en undersøgelse af muligheden for, enten at få en aftale i stand med D.O.N.G. om at etablere et sådant værk i Thostrup-horsten, eller at reservere Vejrum til formålet.

Desuden afventes resultater fra et pumpekraftprojekt, der er igangsat under Energiministeriets forskningsprogram. Undersøgelsen vurderer mulighederne for at etablere vandmagasiner nær kysten. Projektet gennemføres af COWIConsult og ventes afsluttet i efteråret 1988.

Anvendelse af varmeakkumulatorer til forbedring af driftsfleksibiliteten har tidligere været vurderet. Det viste sig, at energivirkningsgrader og dermed driftsøkonomien blev forringet i en sådan grad, at løsningen ikke var interessant.

Der er ikke foretaget en samlet afvejning af de forskellige projektmuligheder.

2.4.4 Levetidsforlængelse/renovering/skrotning

Senest 7 år inden et produktionsanlæg opnår en levealder svarende til, hvad der var forudsat ved dimensioneringen, foretages en anlægsvurdering. Denne vurdering medfører, at anlægget går over i en af følgende tilstande:

- anlægget fortsætter sin hidtidige driftsform i op til 10 år.
- hvis der påvises svage steder, der kan begrænse driften i en periode op til 10 år, foretages en udbedring. Disse handlinger kaldes levetidsforlængelser og vil medføre udetider. I planlægningssammenhæng sættes disse til et halvt år.
- anlægget tages ud af drift i f.eks. halvandet år til en gennemgribende renovering. Renoveringen kan omfatte udskiftning af kedlen og af turbinen.
- anlægget er, ifølge driftsledelsen bedømmelse, ikke tilstrækkeligt sikkert med hensyn til personsikkerhed eller er ikke i stand til at kunne idriftsættes. Anlægget har ikke nogen driftsmæssig værdi, men er ikke nedrevet og fjernet. Anlægget er på papiret skrottet.
- Anlægget skrottes og fjernes fysisk.

Der er tidligere gennemført vurderinger af, hvor meget der samfundsøkonomisk må ofres på en renovering, når alternativet er bygning af en ny enhed.

Disse vurderinger bør suppleres med vurderinger af miljøforholdene. De nuværende og kommende miljøkrav vil forstærke behovet for skrotning af ældre, uøkonomiske enheder.

Det vil uden tvivl være en fordel at skrotte de ældste enheder og erstatte dem med ny tidssvarende kapacitet.

I følgende tabel er vist en sammenstilling over en række ældre enheder:

Værk	Enhed	Kapacitet	Sidste fulde driftsår i afregnings-systemet	Tidligste skrotningsår (ultimo)	Seneste skrotningsår (udgår ultimo)
FV	FV01	38	1988 ⁶⁾	1990	1992
	FV02	38	udgået	1) 1992 ²⁾	1) 1992 ²⁾
	FV03	73	1990		
MK	MKA8	42	udgået	1990 ⁵⁾	1992 ⁵⁾
	MKA9	70	1990	1995	1995
	MKA10	70	1994	1995	1995
NK	NKA1	5	udgået	1988	1992
	NKA2	5	udgået	1988	1992
	NKA3	29	udgået	1988	1992
	NKA4	29	udgået	1988	1992
	NKA5	41	1989	1996 ⁴⁾	1996 ⁴⁾
	NKA6	69	1991	1996 ⁴⁾	1996 ⁴⁾
	NKA7	7	udgået	1988	1992
SV	SVS3	29	1987	1988	1992
SH	SHE6	57	1987	1)	1)
VK	VKE4	34	udgået	1988	1992 ⁷⁾
	VKE5	57	1988	1992 ³⁾	1992 ³⁾

1) Energistyrelsen har givet skrotningstilladelse.

2) Forudsætter ny kraftvarmehenhed i 1991 på FV.

3) Forudsætter ny kraftvarmehenhed i 1992 på VK.

4) Bibeholdes indtil ny fjernvarmeproduktionskapacitet er fremskaffet.

5) Bibeholdes på grund af fjernvarmen.

6) Bibeholdes af hensyn til nettet.

7) Skrotningsansøgning indsendt til Energistyrelsen.

Tabel 2.4.4 Skrotningsplan.

Der er ud for de enkelte enheder anført såvel et tidligste som et seneste skrotningsår. Disse årstal er bestemt af bl.a.:

- hensynet til fjernvarmeproduktionskapacitet.
- hensynet til elsystemets samlede kapacitetssituation.

Det indstilles, at værkerne indgiver skrotningsansøgning til Energistyrelsen med de i tabel på side 2-49 anførte år og med de forudsætninger, der er gjort i denne udvidelsesplan. Der er hermed anført en skrotningsplan.

Det er væsentligt for diskussionen omkring produktionsudbygning, at de gamle anlæg også fjernes fysisk, når de skrottes. Anlæg, der på papiret er skrottet og reelt heller ikke kan anvendes i driften, er med til at skabe en usikkerhed.

I UP87 var der på side 6-5 anført en række enheder, som ikke er til disposition for lastfordelingen. Denne gruppe er nu opdelt i:

- enheder i skrotningsplanen.
- nødstartanlæg.

Nødstartanlæggene omfatter gasturbineanlæg på Studstrupværket og på Vendsysselværket samt to ældre dieselanlæg på Fynsværket. Disse anlæg er bygget eller bibeholdt af hensyn til nødsituationer, f.eks. systemsammenbrud, hvor nettet er blevet spændingsløst. Nødstartsanlæggene skal sikre, at forsyningen kan genopbygges.

2.4.5 Udlandssamarbejde

Aftalen om effektlevering fra Norge er opsagt fra norsk side til ophør 1.9.1992.

Mulighederne for at købe effekt i udlandet vil være dårlige i 90'erne. I Tyskland udrangeres en væsentlig del af den ældste kapacitet 1.3.1993 på grund af skærpede miljøkrav. For Nordelområdet viser en opgørelse over kapacitetsplaner og belastningsprognoser, at den samlede reserveeffekt er aftagende. Når dette sammenholdes med usikkerheden om afvikling af kernekraft i Sverige, er det forståeligt, at der også blandt Nordel-landene er tilbageholdenhed med hensyn til at påtage sig effektforpligtelser for denne periode.

2.5 Brændselsforsyning og deponering af restprodukter

Kul

Kulpriserne har været presset i den første halvdel af 1987, men fragtmarkedsstigninger og et stærkere sammenhold mellem australske producenter har betydet, at priserne er steget noget i løbet af året.

Der er fortsat rigeligt udbud på markedet, men de lave priser, der blev set i 1986, er ikke realistiske under de nuværende markedsforhold.

Da ELSAM er afskåret fra at købe kul hos den næststørste eksportør, Sydafrika, er vi yderligere udsat for pression med hensyn til prisen på kul fra øvrige leverandører.

De kulleverandører, der vil få størst betydning for ELSAM i den kommende år, er Australien, Colombia, Kina, Polen, Storbritannien, USA og USSR. Dertil kommer Canada og Venezuela som mindre betydende eksportører.

Australien er verdens største eksportør af kraftværkskul. Hovedparten af produktionen ventes forsat afsat på det fjernøstlige marked på grund af den korte transportvej og dermed lave fragtomkostninger. Eksporten til Europa er udbygget de seneste år, hjulpet af et lavt fragtmarked og en svag australsk valuta. Det forventes, at Australien fortsat vil afsætte en del af sin produktion i Europa, men mængden vil blive stærkt afhængig af det aktuelle fragtmarked.

Prisniveauet for australske kul forventes på længere sigt at ville ligge tæt på prisen for amerikanske kul.

Colombia ligger gunstigt for eksport til Europa, USA og Karibien. Kuleksporten ventes at nå op på over 15 mio. ton pr. år i begyndelsen af 1990'erne, og landet bliver derved en betydende faktor på markedet.

ELSAM har i 1987 importeret over 2 mio. ton fra Colombia og forventer også i de kommende år at få betydelig mængde herfra.

Kina har en kulproduktion på 900 mio. ton pr. år og ekspanderer denne kraftigt i disse år. Kuleksporten er forsvindende lille i sammenligning med produktionen (under 10 mio. ton pr. år). Der etableres imidlertid flere deciderede eksportminer i samarbejde med udenlandske firmaer i disse år, og det forventes, at Kinas kuleksport i løbet af få år vil nå op på 20 mio. ton pr. år. Hovedparten af eksporten vil på grund af transportafstanden gå til fjernøsten, men som for Australiens vedkommende ventes det, at op til 25% vil gå til Europa af markedsmæssige årsager. Fragtmarkedsudviklingen er også her en afgørende faktor. På længere sigt ventes det, at prisen på kinesiske kul vil ligge under gennemsnittet.

Polen har haft en stigende kulproduktion de senere år, mens eksporten til de vestlige lande er faldet. Det skyldes hovedsageligt, at hjemmeforbruget er voksende, men også at USSR importerer større mængder polske kul. I stigende grad vælger Polen at satse på importører, der er afhængige af leverancer i små skibe, og som derfor er villige til at betale højere priser. Der forventes derfor ikke større mængder polske kul til ELSAM i de kommende år.

Storbritannien er i gang med en omfattende rationalisering af kulmineindustrien, som betyder lukning af ældre, urentable miner og åbning af nye effektive miner. Produktionen vil i højere grad blive tilpasset det aktuelle behov på hjemmemarkedet, og der er derfor kun begrænsede mængder til rådighed for eksport. Da Vestkraft ligger gunstigt for de engelske eksporthavne, ventes det, at en del af forbruget her fortsat kan dækkes med engelske kul.

USA er p.t. ikke konkurrencedygtige på det internationale kulmarked og spiller derfor kun en sekundær rolle. Såfremt søfragterne stiger og dermed gør australske og kinesiske kul mindre interessante, vil de amerikanske kul igen kunne gøre sig gældende. USA må på kortere sigt anses for at være margi-

nal leverandør til ELSAM. På længere sigt kan USA få betydning som væsentlig leverandør.

USSR eksporterer kun mindre mængder kraftværkskul til vestlige lande. ELSAM har i de senere år fået under 0,5 mio. ton fra forskellige små havne i Østersøen, og der er ikke udsigt til en større eksport herfra.

Nye betydende leverandører ventes ikke de kommende år. Der er et kulmineprojekt i gang i Venezuela, hvorfra ELSAM får en prøvelast i 1988, men man forventer en langsom opstart af produktionen, som højst ventes at nå op på 5-6 mio. ton pr. år i løbet af en ti-årig periode.

Olie

Efter et kraftigt olieprisfald i 1986 er oliepriserne stabiliseret i området 16-18 US dollar pr. tønde, hvilket svarer til en fuel-oliepris på omkring 100 US dollar pr. ton.

Selv om OPEC-landenes andel af markedet er faldet i takt med olieudvindingen i Nordsøen, er det stadig i høj grad udfaldet af OPECs hyppige aftaler og produktionsbegrænsninger, der bestemmer markedsudsvingene.

Medmindre der sker uventede afbrydelser i det nuværende produktionsmønster, er der intet, der taler for en ændring af de nuværende prisforhold i den kommende tid.

For ELSAMs vedkommende er olieforbruget så lavt, at der ikke er behov for kontrakter om køb af olie, som derfor købes på spotmarkedet.

Naturgas

Aftalen mellem Dangas og elværkerne om at aftage den gas, der ikke kunne afsættes, udløber i 1991, men allerede fra vinteren 1988/1989 forventes der praktisk taget ingen overskudsmængder,

idet Dangas i dag har kontrakter om salg for 2,7 mia. m³ naturgas (inkl. eksport).

Dangas arbejder med flere muligheder for at ekspandere. Bl.a. forhandles der med DUC om øget produktion fra Nordsøen, og med Statoil om import af naturgas fra den norske del af Nordsøen. Årsagen til denne aktivitet er et forventet stort marked i Sverige, som skal afvikle kernekraft over en årrække, og som derfor nu ser sig om efter alternativer. Et større salgsgrundlag fra Dangas' side kan betyde, at ELSAM vil få tilbudt overskydende gas til brug i kraftværkerne.

I "Energipolitisk redegørelse 1987" oplyses det, at med en forøget produktion på f.eks. 5 mia. m³ årligt, vil de totale reserver i den danske sektor række til 25 års produktion.

Der er store mængder gas til rådighed i andre lande, f.eks. Norge og USSR, og markedspriserne ventes derfor på kortere sigt at blive lave.

På længere sigt er det sandsynligt, at naturgassen kan finde afsætning på områder, hvor alternative brændsler har en højere pris.

ELSAMS muligheder for at udnytte gassen som et reelt alternativ til kul, anses dog for begrænsende under de nuværende markedsforhold i Danmark. Ved vurderingen af, om gas kan indgå i den fremtidige brændselsforsyning, må følgende spørgsmål afklares, før en egentlig prisprognose kan opstilles:

- Vil det blive tilladt for elværkerne at importere gas selvstændigt, eller skal Dangas fortsat have monopol på det danske marked?
- Kan man acceptere, at elværkerne udnytter Dangas' transmissionsnet for en rimelig betaling?
- Såfremt Dangas fortsat skal have monopol på køb og salg af gas, er det da sandsynligt, at elværkerne kan opnå en kon-

kurrencedygtig gaspris set i lyset af, at Dangas' priser til øvrige formål må forventes at ligge betydeligt over denne pris.

- Hvilke salgspriser kan Dangas opnå i specielt Sverige?
- Kan man forvente, at det nuværende danske højprissystem for energi (herunder naturgas) ændres til et normalprissystem? Disse spørgsmål søges belyst inden UP89.

For ELSAMs vedkommende er det i dag muligt med kort varsel at brænde naturgas på Fynsværket. Det har hidtil ikke været muligt at få tilbudt gas fra Dangas til en konkurrencedygtig pris til dette formål.

Brændselspriser

De realiserede priser og en prisprognose for de kommende år er revideret som vist i bilag 3.4. Priserne er angivet som gennemsnitlige cif-priser i faste 1987-kroner leveret til en storhavn. Der skal derfor tillægges de omkostninger, som indgår i elprisens brændselsandel (brændselshåndtering, transitomkostninger m.v.), og de finanseringsomkostninger, der kan relateres til brændslet (forrentning og afskrivning af havne- og håndteringsanlæg samt forrentning af brændselslageret).

Brændselsprisprognosens "dødbånd", som illustreret på bilag 3.4, viser den store usikkerhed, der er i de enkelte års prisprognose. At disse store udsving i brændselsprisen reelt kan forekomme illustreres af, at de sidste års brændselspriser har ligget under prisniveauet fra 1974-78. Forskellen mellem kul- og olieprisen skønnes at ligge mellem 8 kr/GJ i 1988 og 15 kr/GJ i år 2000.

Udgangspunktet for den nye kulprisprognose er det nuværende brændselsprisniveau. Fra 1989 og fremefter er der forudsat en realprisstigning i USD pr. ton på 2% for både kul og olie. Prognosen er foretaget på basis af den forventede pris i dollar og omregnet via ELSAMs dollarkursprognose til kr/GJ.

Brændselstransport

Der er leveret to nye pramme med en lasteevne på 10.800 ton, og de tre gamle pramme er blevet forlænget, så de har samme kapacitet.

ELSAMs flåde består herefter af kulkibene "ELSAM JYLLAND" og "ELSAM FYN", der hver er på 137.000 dwt, samt prammene "WILLY", "THORVALD", "ERIK L.", "POUL" og "SVEND ÅGE".

Hos Dannebrog Værft er der bestilt to skubbebåde, som skal indgå i pramsystemet.

Reserver for deponering af restprodukter

Det påhviler den enkelte interessent til enhver tid at have etableret en tilstrækkelig sikker reserve for deponering af restprodukterne flyveaske, slagge og afsvovlingsprodukter.

DU har vedtaget, at en tilstrækkelig sikker reserve defineres som en deponeringskapacitet svarende til det pågældende værks produktion af restprodukter i tre år, idet der ikke indregnes nogen afsætning af restprodukterne.

Der eksisterer begrænsede muligheder for, gennem koordinering af afsætningerne, at give værkerne afsætningspræferencer med henblik på at lempe deponeringsbehovet i tilfælde, hvor deponiernes restkapaciteter måtte være kritiske.

Denne mulighed må, af hensyn til fællesskabets totale deponeringsikkerhed, ikke få karakter af en varig løsning for den enkelte interessent.

Der er i dag stor variation i, hvilken deponeringskapacitet, den enkelte interessent råder over. Der er desuden stor variation med hensyn til, hvor stor en andel af restprodukterne, der afsættes fra de enkelte kraftværker.

Af bilag 4.5 i datagrundlag fremgår det ved betragtning af de etablerede og igangsatte deponiforanstaltninger, at de ønskede deponireserver snart vil være til stede.

. Dette gælder dog ikke for FV0, hvis deponeringssituation er særdeles kritisk.

2.6 Miljø

2.6.1 Nye lovgivningstiltag

Den 14. januar 1988 har miljøministeren fremsat lovforslag om begrænsning af udledningen af svovldioxid og kvælstofoxider fra kraftværker. Vedrørende svovldioxid ophæves samtidigt den allerede eksisterende lov om svovldioxid således, at myndighedernes regulering af kvælstofoxider og svovldioxid fremover vil ske på ensartet måde på basis af landsomfattende emissionskvoter, som fastsættes for fire-årsperioder. Der er endvidere i bemærkningerne til lovforslaget understreget, at en begrænsning af den regionale og langtransporterede svovldioxid- og kvælstofoxidforurening sker ved hjælp af kvoteloven, som administreres af de centrale myndigheder. Spørgsmål vedrørende luftkvalitet og nærmiljøet hører som hidtil under de lokale myndigheder. Denne deling af administrationen af bestemmelserne er vigtig for elværkerne. En konsekvent overholdelse af kompetencefordelingen er nemlig en afgørende forudsætning for, at elværkernes satsning på forskellige tiltag, med hensyn til udvikling af alternative røgrensningsprocesser, ikke skal blive et økonomisk fejlgreb.

Kvælstofoxider

Ifølge lovforslaget er målet, at kraftværkernes emission af kvælstofoxider skal være nedbragt til højst 57.000 tons pr. år inden år 2005, hvilket svarer til en reduktion på ca. 50% i forhold til niveauet i 1980. Indregnes imidlertid den forventede stigning i elforbruget i samme periode, skal emissionerne reduceres med over 70%.

De fireårige kvoteperioder er 1990 til 1993, 1994 til 1997, 1998 til 2001 og 2002 til 2005 etc. Der er endnu ikke fastsat kvote for den førstkommande periode, men af lovforslaget fremgår, at miljøministeren senest den 1. juli 1989 vil træffe bestemmelse om kvoten for 1990 til 1993, og samtidigt træffe foreløbig bestemmelse om kvoten for perioden 1994 til 1997.

Svovldioxidemissionen

Som nævnt i foregående afsnit, vil den eksisterende lov om begrænsning af svovldioxidforurening fra kraftværker blive sat ud af kraft af den nye lov om begrænsning af udledning af svovldioxid og kvælstofoxider fra kraftværker. Dette indebærer, at de hidtidige årlige kvoter for svovldioxidudslippet fremover bliver erstattet af fireårige kvoter, gældende i samme tidsrum som for kvælstofudledningen.

Fastsættelsen af kvoterne efter den hidtil gældende lov skulle ifølge Miljø- og Planlægningsudvalgets betænkning administreres sådan, at den samlede emission af svovldioxid skulle være nedbragt til 125.000 tons pr. år i 1995. Det fremgår ikke af betænkningen, hvilken størrelse kvoten skal have efter 1995. Efter den sidste kvotefastsættelse, er de endeligt fastsatte kvoter for perioden 1986 til 1993 af følgende størrelse:

1988	205.000 t
1989	205.000 t
1990	195.000 t
1991	175.000 t
1992	165.000 t
1993	145.000 t

De foreløbigt fastsatte grænser for kraftværkernes svovldioxidudledninger i årene 1994 til 1996 er:

1994	135.000 t
1995	125.000 t
1996	100.000 t

Under forhandlingerne om fastsættelse af den foreløbige kvote for 1996-lov, blev det besluttet at nedsætte et udvalg med repræsentanter for Energiministeriet, Miljøministeriet og elværkerne, som skulle belyse de forskellige konsekvenser ved en yderligere nedsættelse af kvoten.

Udvalget konstaterede, at det med udgangspunkt i den foreliggende elprognose og med gennemførelse af de deraf følgende udbygningsplaner, vil være muligt at nedbringe kraftværkernes svovldioxidemission til 85.000 t i år 2005. Dette svarer til en reduktion på 60% i forhold til 1980-niveauet.

Med den i dag aftalte fordelingsnøgle mellem ELSAM og ELKRAFT, vil den del af landskvoten, som tilfalder ELSAM, være ca. 51.000 t (58%) i år 2005. Dette betyder, at det, ud over de allerede besluttede afsvovlingsanlæg (MKS 3 og 4 og NEV 2) samt alle kommende større enheder, vil blive nødvendigt at iværksætte en række yderligere foranstaltninger.

2.6.2 Teknologiske tiltag

På baggrund af det foranstående, har elværkerne derfor taget initiativet til et samarbejde med dansk industri omkring udvikling og afprøvning af nye emissionsbegrænsende processer. Sigtet Med projekterne er:

- at inddrage dansk industri i den teknologiske udvikling på miljøområdet.
- at udvikle mere miljøvenlige teknikker.
- at udvikle et bredere spektrum af anlæg med hensyn til rensningseffekt og driftsøkonomi, samt
- at udvikle processer, som også i et internationalt perspektiv kan blive interessante.

Herudover har ELSAM igangsat en række projekter med henblik på at finde områder for nyttiggørelse af restprodukterne fra de forskellige processer.

I det følgende er beskrevet de projekter, som ELSAM har igangsat eller har besluttet at påbegynde vedrørende emissionsbegrænsning.

Set på lidt længere sigt, kan der meget vel tænkes at ske et gennembrud for de såkaldte integrerede processer, hvor man ved at ændre kraftværksprocessen og forbrændingsprocessen på en

gang søger at forbedre både energiøkonomien og miljøforholdene. Eksempler herpå er den tryksatte fluid-bed, og den såkaldte Integrated Gasification Combined Cycle, hvor kullene forgasses inden afbrændingen i et kombianlæg, bestående af en gasturbine og et dampproducerende kedel. Også udviklingen på disse områder følges tæt af ELSAM.

Reduktion af svovldioxid

Der findes et stort antal teknikker til rensning af røggasserne for svovldioxid og kvælstofoxider. De tilgængelige teknikker indenfor røggasafsvovling kredser om to processer, der kort kaldes vådprocessen henholdsvis tørprocessen. Den førstnævnte proces giver som regel gips som slutprodukt, medens anvendelsesmulighederne for slutproduktet fra den tørre proces endnu ikke er fuldt dokumenterede, men kan forventes at ligge hovedsageligt indenfor bygge- og anlægsindustrien. De første afsvovlingsanlæg i ELSAM-området bygges på MKS 3 og 4 og bliver af tørprocestypen.

En svovlbalance for år 2005 viser imidlertid, at der under alle omstændigheder er stort behov for dels at udvikle nye processer med nye anvendelsesmuligheder, dels at få dokumenteret nyttiggørelsesmulighederne for restproduktet fra tørprocessen.

ELSAM deltager derfor aktivt i bestræbelserne på at udvikle andre processer med andre slutprodukter til fjernelse af svovlet i kraftværkernes røggasser. Haldor Topsøe har således udviklet en proces, hvorved der dannes svovlsyre. Et forsøgsanlæg, baseret på denne proces og som samtidigt fjerner kvælstofoxid, er installeret i samarbejde med Haldor Topsøe på Skærbækværkets blok 1.

ELSAM har endvidere indgået et samarbejde med F.L. Smidth om udvikling af en afsvovlingsproces, hvorved der dannes kunstgødning ved samtidig fjernelse af røgens indhold af svovldioxid og kvælstofoxider. Processen sker i et elfilterlignende anlæg og bliver kaldt Coronox-processen.

Endelig kan nævnes, at der foregår et samarbejde mellem Sønderjyllands Højspændingsværk og Niro/Fläkt omkring det såkaldte Compact-koncept, som er en videreudvikling af Niro/Fläkt's nuværende tørproces. I forbindelse hermed er det målet at udvikle et regenerativt koncept, baseret på MgO som absorbent og med et anvendeligt restprodukt som f.eks. svovlsyre, ren svovl eller gødning.

Af speciel interesse er processer, der billigt og simpelt kan installeres på eksisterende anlæg, selv om det bliver på bekostning af afsvovlingseffekten. Således overvejer ELSAM at gennemføre forsøg i de kommende to år med et demonstrationsanlæg i fuld skala, baseret på den såkaldte "In-duct-proces". Anlægget opføres i givet fald på Studstrupværkets blok 1. In-duct-processen kan især få betydning på eksisterende kraftværker, fordi man ved en relativ billig og enkel løsning skønsmæssigt kan opnå en afsvovlingsgrad på omkring 50%. Dette vil medføre en forholdsvis beskedne specifik afsvovlingspris målt i kr/kg SO₂ fjernet. Restproduktet fra in-duct-processen kan enten deponeres eller genanvendes i en tør afsvovlingsproces, svarende til den, der er ved at blive installeret på MKS 3 og 4.

Reduktion af kvælstofoxider

Emissionen af kvælstofoxider kan begrænses på to forskellige måder:

- a - ved gennem passende valg af fyringsmetode m.v. at undgå eller mindske NO_x-dannelsen.
- b - ved rensning af røggassen.

ELSAM har valgt at satse udviklingsmæssigt på begge muligheder. På baggrund af den foreslåede kvotaordning for begrænsning af kvælstofoxiderne, har elværkerne frihed til at vælge den bedst egnede teknologi. Da de foreliggende muligheder har vidt forskellig økonomi og reduktionseffekt, er der således mulighed for at anvende de kombinationer af reduktionsprocesser, som giver det bedste og billigste resultat.

Allerede foranlediget af miljøministerens handlingsplan for NO_x -forureningen i Danmark (maj 1985) har ELSAM således startet en række aktiviteter på NO_x -begrænsningsområdet. Dette gælder både forsøg med forskellige former for røggasrensning og forsøg med lav- NO_x -fyring. Forsøgsprogrammet er fortsat og udbygget, bl.a. med flere udviklingsprojekter i samarbejde med dansk industri. På Nordkraft (blok 1) og NEFO (blok 2) gennemføres således fuldskalet forsøg med lav- NO_x -fyring og på NEFO (blok 1) er installeret et fuldskalet anlæg baseret på den såkaldte SNR-metode (Selective Noncatalytic Reduction) til reduktion af NO_x -emissionen. Endvidere er der på Skærbækværket, som ovenfor nævnt, installeret et demonstrationsanlæg til samtidig fjernelse af svovldioxid og kvælstofoxider, ligesom ELSAM, som tidligere nævnt, er gået ind i udviklingen af Coronox-processen.

2.6.3 Skrotning af gamle anlæg

Systemet af kraftværker i ELSAM-området indeholder anlæg, som er over 30 år gamle. Kraftværksudformningen har gennemgået en kraftig teknisk udvikling i denne periode, hvilket indebærer, at de ældre værker er væsentligt mere miljøbelastende end de nyere anlæg.

		Enhed fra 1950'erne	Enhed fra 1960'erne	Moderne enhed
Energiforbrug,	MJ/kWh	12	9,6	8,2
Kulforbrug,	kg/kWh	0,56	0,38	0,34
Emission af røggas,	Nm ³ /kWh	5,6	3,8	3,4
Emission af SO ₂ ,	g/kWh	10,0	6,8	6,1
		1,5 ¹⁾		0,9 ¹⁾
Emission af partikler,	g/kWh	0,84 ³⁾	0,57 ³⁾	0,17 ²⁾
Emission af NO _x ,	g/kWh	5,6 ⁵⁾	3,8 ⁵⁾	2,4 ⁴⁾
		1,6 ⁶⁾		0,7 ⁶⁾
Aske ⁷⁾ ,	g/kWh	67	46	41
Emission af CO ₂ ,	g/kWh	1232	836	748

- 1) Afsvovlingsanlæg med 85% virkningsgrad
- 2) 50 mg/Nm³
- 3) 150 mg/Nm³
- 4) 280 mg/Nm³
- 5) 400 mg/Nm³
- 6) Katalytisk DeNO_x-anlæg med 72% virkningsgrad
- 7) Askeindhold i kul: 12%.

Tabel 1

Således har de ældre anlæg et meget højere energiforbrug pr. produceret kWh elektricitet, så alene af den grund vil miljøpåvirkningen være større. De ældste enheder har et energiforbrug på ca. 12 MJ/kWh sammenlignet med 8,2 MJ/kWh for en moderne enhed. Det betyder et større kulforbrug af røggas og restprodukter, når elektriciteten skal producere på en gammel enhed. Selv om begge typer forsynes med røggasrensning med høj effektivitet, vil det alligevel gælde, at emissionen pr. kWh vil være størst fra den gamle enhed. Af tabel 1 fremgår, hvordan emissionen omtrentlig varierer med anlæggets alder. Hertil kommer, at også belastningen af luftkvaliteten i nærmiljøet er væsentligt højere fra en gammel enhed. De ældste enheder er nemlig forsynet med skorstene på 80-120 m højde, medens moderne enheder har skorstenshøjder på 180-190 m, hvilket på grund af den bedre spredning af røggasserne betyder en mindre belastning af nærmiljøet. Påvirkningen på nærmiljøet fra emissionen fra en skorsten på 190 m er kun ca. 10% af påvirkningen fra en skorsten på 100 m med samme emissionsmængde.

Der vil derfor være væsentlige miljøforbedringer at hente ved at erstatte gamle anlæg med nye moderne enheder. De forudsatte begrænsninger i kraftværkernes fremtidige emissioner, således om de fremgår af lovforslaget om begrænsning af svovldioxid og kvælstofoxider fra kraftværker, medfører derfor, at det er økonomisk mere optimalt at bygge nye miljøvenlige og effektive enheder end at placere kostbare på udtjente og ineffektive produktionsanlæg.

2.7 Forskning og udvikling (F&U)

De danske elselskaber har gennem mange år engageret sig i den tekniske udvikling. Forud for udbygningen af de maskinelle og elektriske anlæg er nye koncepter og muligheder inddraget i vurderingerne, og ofte er, som resultat heraf, indført forbedrede anlægsudformninger.

Det har dog gennemgående været en forudsætning for sådanne fornyelser, at det har drejet sig om principper og konstruktioner, hvis nytte og holdbarhed var veldokumenteret, eksempelvis med udenlandske referencer.

Situationen er anderledes i dag. Nye krav om øget miljøbeskyttelse og ønsker om alternative produktionsanlæg er blevet så påtrængende, at elselskaberne selv må igangsætte forskning og udvikling og f.eks. bygge og drive pilotanlæg for i tide at skaffe dokumentation for fremtidige indkøb.

Til baggrund ligger den kendsgerning, at elselskabernes sædvanlige leverandørkreds ikke har haft lejlighed til at løse opgaver af tilsvarende art for deres øvrige kundekreds så betids, at de uden videre har kunnet tilbyde nye anlæg og maskiner med fornødne referencer.

Inden for områderne decentral kraftvarme og vindmøller kommer hertil, at elselskaberne direkte har forpligtet sig til at iværksætte udviklingsarbejder med henblik på styrkelse af dansk industri.

For 1987 var ELSAMs samlede F&U-indsats budgetteret til 62 mio.kr. Heraf gik hovedparten, godt 70%, til opgaver af miljømæssig art. Ca. 20% blev anvendt på vindkraftudvikling, mens de resterende knap 10% dækkede et meget bredt spektrum af opgaver vedrørende fyringsteknologi, kedelkontrol, vandkemi, restlevetid af højtemperatur-komponenter samt elektrotekniske problemer.

Nogle eksempler på de F&U-projekter, der har været arbejdet med i 1987, kan illustrere ELSAMs F&U-engagement:

I samarbejde med Haldor Topsøe A/S er der færdigbygget et pilotanlæg på Skærbækværket, som skal anvendes til at udvikle en katalytisk røgrensning. Processen udmærker sig ved blot at kræve tilførsel af ammoniak og eneste restprodukt er koncentreret svovlsyre. Der fjernes ca. 95% af røgens svovlindhold og 80-90% af kvælstofilterne. Prøvekørsler i 1988 skal danne beslutningsgrundlag for eventuelt at bygge et fuldskalaanlæg ved NEFO.

I samarbejde med F.L. Smidth A/S er det besluttet at søge udviklet en alternativ røgrensningsproces, baseret på indblæsning af ammoniak i et særligt udlagt elektrofilter, hvor gaskomponenterne omdannes til ammoniumsalte, der kan sælges som gødningsstof. Før der eventuelt kan bygges et pilotanlæg i 1989, skal der udføres laboratorieforsøg igennem 1988 hos F.L. Smidth A/S.

I en bredt anlagt forundersøgelse er det blevet vurderet, hvorledes restprodukterne kan udnyttes fra Niro A/S-røggasafsvovlingsanlægget, der går i drift ved Studstrupværkets blok 3 og 4 fra midt i 1989. For de mest lovende projektforslag udvides arbejdet i 1988. Der satses mest på at undersøge, hvorledes restprodukterne kan anvendes om fyldmaterialer ved f.eks. vejbyggeri. Men der arbejdes også på områder, hvor restproduktet har en højere erstatningsværdi, eksempelvis som fyldstof i maling, plast, tør mørtel og gasbeton.

Ved Esbjerg er 2 MW-møllen bygget færdig og idriftsat. Den skal nu igennem en toårig prøveperiode, hvor der er planlagt en række undersøgelser, hvis resultater skal danne grundlag for fremtidige mølleprojekter. Væsentligt er det at få verificeret og eventuelt modificeret det beregningsgrundlag, som er anvendt i konstruktionen.

I den forløbne periode er valget af nye F&U-opgaver og ambitionsniveauet for dem, som er sat i gang, blevet drøftet på

baggrund af de generelle ønsker til formålet med F&U-virksomheden. Det er især forbedring af produktionsøkonomi, forbedret miljøbeskyttelse og forbedret driftssikkerhed, som blev beskrevet i udvidelsesplan 1987.

I stigende grad har tidsperspektivet i de forskellige forslag til F&U-opgaver vist sig at være betydningsfuld i overvejelserne om, hvor ressourcerne skal tildeles. Til belysning heraf tjener følgende fire eksempler, hvoraf de to første er sat i gang:

- 1 - Konkrete opgaver i ELSAM-interesse, som løses her og nu uden industrideltagelse, eksempelvis røggasafsvovlingsforsøg på Fynsværket.
- 2 - Konkrete opgaver i ELSAM-interesse, som har en måske fem-årig horisont, og som rummer udviklingsstøtte til dansk industri, eksempelvis røgrensningsforsøg på Skærbækværket.
- 3 - Konkrete opgaver - vel stadig i ELSAM-interesse - som har en ti- til femtenårig horisont, med tilhørende langsigtet udviklingsstøtte til dansk industri, eksempelvis udvikling af avancerede brændselsceller.
- 4 - Konkrete opgaver, som delopgaver i et meget langsigtet - femten- til tyveårigt udviklingsprojekt i samarbejde med Universitetet, DTH, Risø og dansk industri, eksempelvis opgaver vedrørende eventuel praktisk udnyttelse af de nye materialer, der udviser superledning ved temperaturer, der nås med flydende kvælstof.

Under ELSAM-interesse hører ikke blot kraftværker og transmissionssystemet, men også distributionsanlæg, f.eks. elbesparelser.

3. VURDERING AF UDBYGNINGSPLAN 1988 - 2000

3.1 Beregningsforudsætninger

3.1.1 Ændringer i forhold til UP87 som følge af ----- revurderingen

Afsnit 1 indeholder en kort gennemgang af de væsentligste elementer af UP87.

Afsnit 2 består af nyvurderinger af nogle vigtige områder, hvor der er forandringer i forhold til UP87.

Flere af nyvurderingerne har resulteret i ændringer i forhold til UP87.

I afsnit 2 berøres en række hovedtemaer, som skønnes at have betydning for udformning og indhold af UP88, og fra behandlingen af disse kan følgende nævnes:

Rammer og forudsætninger

Elforbruget har hidtil været betragtet som summen af samtlige forbrugeres rationelle valg. De igangværende besparelsesundersøgelser tyder dog på, at valgene ikke altid er lige rationelle. Åbenlyse besparelsesmuligheder bliver ofte overset.

Elforsyningens hidtidige planlægningsarbejde har resulteret i et detaljeret kendskab til elsystemets økonomi, den samfundsmæssige nytteværdi af elforbruget er derimod mindre kendt.

Det tilstræbes, at der opnås en samfundsøkonomisk balance mellem elforbrug og elforsyning.

Med denne udvidelsesplan, startes en udvikling inden for:

- kortlægning af mulighederne, for at opnå samfundsøkonomiske elbesparelser.

- stimulering af elbesparelser på en sådan måde, at forbrugerne ikke oplever deres interesser gået for nær.

Det må konstateres, at udbygningen, gennem forskellige rammer, aftaler og lovgivning, er pålagt nogle begrænsninger inden for hvilke, systemets opretholdelse og udbygning kan ske.

Direkte i form af:

- aftale om decentrale kraftvarmeværker
- vindmølleparker
- miljøkrav

og indirekte i form af:

- skrotnings-/renoveringsproblematik
- opretholdelse af reguleringsevne
- reserveeffektkrav.

I planlægningssammenhæng regnes der fortsat med, at rammen for decentral udbygning på 300 MW fyldes helt ud. Det udmeldte forsøgsprogram indeholdt en vis overkapacitet. Efter aftale med Energiministeriet er der derfor, i forbindelse med budgetdepartementets ønsker om besparelser på investeringerne, udskudt ca. 30 MW til bygning i 1992 og 1993.

Vindmølleprogrammet gennemføres som planlagt. I effekttopgørelsen er programmets 55 MW tillagt 30% effektværdi. Denne værdi skønnes gyldig, så længe udbygningen er under 100 MW.

Enheder under 100 MW skrottes fortsat efter planen; i forhold til rækkefølgen i UP87, angiver UP88 enkelte ændringer.

Der skelnes klart mellem levetidsforlængelse og renovering.

Ved levetidsforlængelse gennemgås anlægget, og enkelte kritiske dele udskiftes. Det forudsættes, at anlægget miljømæs-

sigt kan køre videre. Udetiden skønnes til et halvt år, og der er i investeringsplanen medtaget 100 mio.kr. til hver levetidsforlængelse.

En egentlig renovering indebærer udskiftning af større dele af anlægget, f.eks. kedlen samt foranstaltninger på miljøområdet. Udetiden skønnes til halvandet år og investeringsplanen medtaget 300 mio.kr. pr. renovering.

Afsvovlingsanlæggene bygges som planlagt, nye tekniske overvejelser om kombineret NO_x/SO_2 -rensning medfører dog, at idriftsættelse af miljøanlægget på NEV 2 udskydes i et år.

I forbindelse med UP89 forventes det, at der skal tages stilling til et udbygningsprogram for rensning for kvælstofoxider.

Efterspørgsel

Blandt andet som følge af den afmatning i samfundsøkonomien, som kommer til udtryk i de officielle økonomiske fremskrivninger, udviser elprognosen, som ligger til grund for denne udvidelsesplan, en tendens til faldende efterspørgsel de første 5 til 7 år.

Dette indebærer, at der i forhold til prognosen for UP87 er en reduceret maksimumbelastning på 100-150 MW i begyndelse af 90'erne.

Prognosen tager hensyn til de elbesparelser, som følger af den normale markedsfunktion, simpel funktion og teknisk dynamik.

Prognosen tager ikke hensyn til de elbesparelser, som kun opnås ved en indsats ud over de førnævnte.

På sidstnævnte område har et samarbejde med forsyningsselskaberne resulteret i udgivelsen af rapporten "Elbesparelser, -elementer af en strategi", som er bilagsrapport til denne udvidelsesplan.

Rapporten redegør for de tiltag, der hidtil er gennemført på besparelsesområdet samt diskuterer, hvor indsatsen kan forstærkes, og hvad der kan opnås. Der peges på nogle konkrete emner, egnet for F&U-området og det anbefales, at der stilles F&U-midler til rådighed for forsyningsselskaberne til disse formål. Endelig opfordres der til en vis realisme med hensyn til, hvad der kan opnås.

Den anvendte elprognose er som alle prognoser behæftet med en vis usikkerhed, bl.a. kunne der tages hensyn til konjunkturusikkerhed, brændselsusikkerhed og virkning af ekstreme vejr-situationer. De konsekvenser af de anvendte forudsætninger, som rapporteres, gør ikke rede for virkningen af disse usikkerheder.

Kapacitetsbehov

Kapacitetsbehovet opgøres ved hjælp af et udbygningskriterie, som blandt andet tager hensyn til det reserveeffektkrav, som elsystemet skal leve op til.

ELSAM-systemets kapacitetsbehov bestemmes traditionelt, ud fra det i Nordel normalt accepterede 20%-krav. Dette kriterie er dog for tiden under revurdering i Nordel-regi.

Andre opgørelsesmåder tyder da også på, at 20% er for lidt, hvis en betryggende forsyningssikkerhed skal opretholdes; 25% anses nok for mere rimeligt, og anvendes da også i andre af vore nabosystemer.

Det er i afsnit 2.3 forsøgt at opregne de forskellige usikkerhedsmomenter, som påvirker effektbalancen.

Forventet lavere vækst i elforbruget har gjort det muligt at udskyde idriftsættelse af NE/NK og SHE 9 hver med et år.

Den indstillede udbygningsrækkefølge medfører, at ELSAM-systemet fra 1993 og fremover lever op til 20%-kravet, i visse år, dog med en meget lille margen.

Den forhåndenværende reserveeffekt skal dække effektmangel, som følge af planlagte revisioner og kortvarige havarier.

I de situationer, hvor reserven er brugt op, må der skaffes havaristøtte i udlandet.

Udarbejdelsen af aflastningsplaner er under overvejelse.

Ny kapacitet

Som alternativ til de traditionelle kulfyrede udtagsværker kunne andre enhedstyper komme på tale.

Der sigtes her mod enheder, der enten i miljømæssig eller energiøkonomisk henseende kan være de traditionelle anlæg overlegne; flere af de aktuelle teknologier som tryksat fluid-bed eller kulforgasning er dog knap nok kommercielt tilgængelige i den ønskede størrelse, men forventes at blive det inden for få år.

Der er igangsat forskellige udredningsarbejder på området. Indtil videre arbejdes der dog, af forsyningssikkerhedsmæssige grunde, videre under den forudsætning, at den aktuelle udbygningsmulighed i de store kraftvarmeområder, fortsat er den kulfyrede 350 MW udtagsenhed.

Brændselsforsyning

Energimarkedet for kul og olie udviser stor stabilitet, og der er ingen udsigt til kriser i den nærmeste fremtid.

Priserne har en vis tendens til stigning, som i nogen grad opvejes af en svagere dollar; på lidt længere sigt opereres der dog med fortsat stigende priser.

Der hersker fortsat stor usikkerhed omkring naturgassens fremtidige rolle som brændsel for større kraftværksenheder; usikkerheder gælder såvel mængder som priser.

For de mindre, decentrale kraftvarmeværkers vedkommende har en vis afklaring fundet sted med indgåelsen af rammeaftalen mellem naturgasselskaberne og elværkerne.

Miljø

På miljøområdet er der fremlagt forslag om lov, som skal begrænse udslip af såvel SO₂ som NO_x for elværkerne.

Lovforslaget skal erstatte den nugældende lov på SO₂-området. Indtil lovens ikrafttræden arbejdes der under den "gamle" SO₂-lov.

Et igangværende udvalgsarbejde, igangsat af Miljøministeriet, har bevirket, at der ikke fra myndighedernes side er udmeldt nye kvoter pr. 1.7.1987.

UP88 forudsætter, at de nu kendte kvoter fastholdes, idet dog muligheden for en yderligere reduktion til 60% af 1980-udslippet overvejes seriøst.

Forskning og udvikling

En væsentlig del af ELSAMs forsknings- og udviklingsindsats ligger på det forbrændingstekniske område og på miljøområdet. Dette vil sandsynligvis også være tilfældet fremover.

Konkrete projekter enten på værkerne, hos leverandører eller på højere læreanstalter, støttes økonomisk og resultaterne følges.

Det samme vil gælde projekter, iværksat af forsyningsselskaberne.

Organisatoriske procedurer for tildeling af ressourcer og vurdering af projekter er indarbejdet.

3.1.2 Kapacitetssituationen

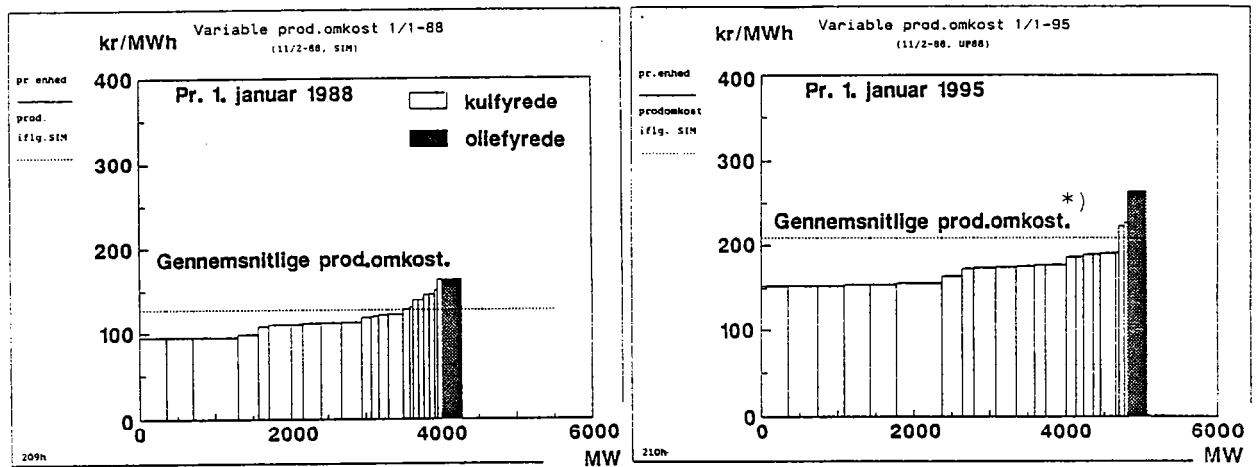
ELSAM-områdets produktionskapacitet er sammensat af:

- enheder, som er til rådighed for disposition i den daglige drift af systemet.
- enheder, som ikke kan disponeres af elsystemet og som ikke indgår i den daglige drift, men som af forskellige årsager bevares fysisk.
- decentrale kraftvarmeværker (elværksejede eller ikke-elværksejede), vindmøller, egenproducenter m.m., som ikke disponeres af elsystemet, men hvor effekt og energi aftages efter forskellige afregningsregler.

Bilag 3.1, side 1 og 2 viser en oversigt over de to første kategorier.

Ud over den nævnte kapacitet, medtages i effektopgørelser 250 MW, svarende til aftalen med Norge. Denne aftale er dog af begge parter opsagt til udløb pr. 1. september 1992.

På grund af forskelle i virkningsgrad og brændselstype, er der en del variation i prisen pr. produceret MWh. I figur 3.1.1 er vist produktionsprisen i bedstpunktet for de anlæg, som er til rådighed i den daglige produktion.



*) Incl. decentrale kraftvarmeværker.

Figur 3.1.1 Variable produktionsomkostninger ab værk. Gennemsnitlige omkostninger er incl. startomkostninger og omkostninger til drift og vedligeholdelse.

De benyttede brændselspriser ¹⁾ er:

1988: Kul 9,40 kr/GJ

 Olie 17,30 kr/GJ

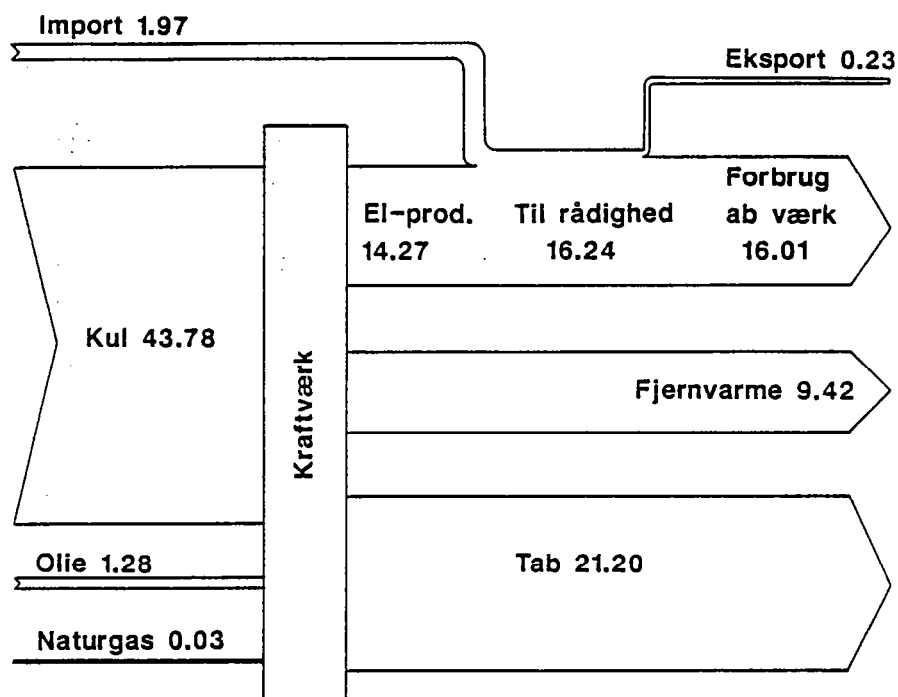
1995: Kul 16,40 kr/GJ

 Olie 28,70 kr/GJ

Timeløn: 78 kr.

¹⁾ cif-priser, hertil kommer et lokalitetsbestemt tillæg.

På figuren er også angivet den gennemsnitlige produktionspris for hele elproduktionen i systemet. Denne afviger noget fra de laveste produktionspriser som følge af, at nogle enheder indimellem kører i dellast og dermed ikke energioekonomisk optimalt. Systemets samlede energioekonomi fremgår af figur 3.1.2, som viser energibalancen for ELSAM-systemet, excl. Randers, i 1987.



Figur 3.1.2 Energibalance, ab værk for 1987 for ELSAM-området.
Alle enheder i TWh.

Det kan nævnes, at der ultimo 1987 idriftsattes et 17 MW decentralt kraftvarmeværk i Frederikshavn, baseret på en naturgasdrevet gasturbine, og at der i 1988 yderligere forventes idriftsat gasturbinedrevne enheder i Hanstholm, Sæby og Ringkøbing.

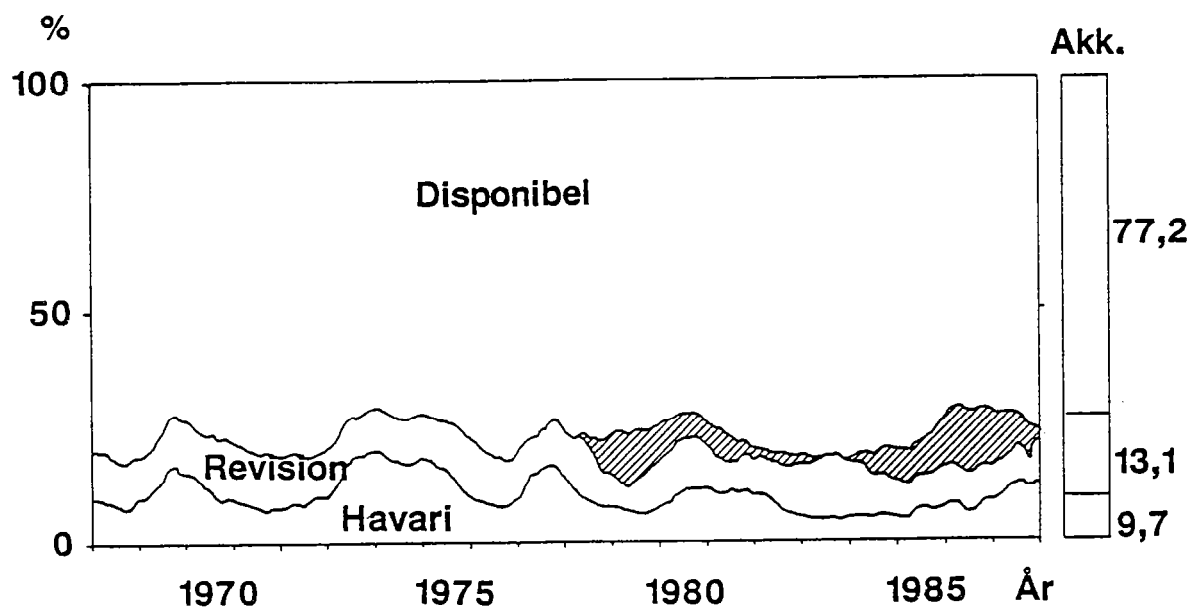
Disse enheder udgør en del af det forsøgsprogram, som er aftalt med regeringen og socialdemokratiet.

For nye store anlægs vedkommende er en 385 MW udtagsenhed på Fynsværket og en 350 MW udtagsenhed på Vestkraft godkendt af Energiministeriet og arbejdet igangsat, mens nye enheder på Skærbækværket, i Nordjylland og i Ensted stadig afventer godkendelse.

For at kunne dække elbelastningen, må den kapacitet, der er til rådighed i produktionssystemet til enhver tid være større end belastningen.

Hele produktionssystemet er imidlertid ikke til rådighed samtidigt. Dels kan noget af systemet være havareret og dels kan nogle enheder være indisponible på grund af planlagt revision. Revisionen fordeles over året, under hensyntagen til elbelastningen og varmeproduktionsbehovet, hvorimod havarierne er tilfældige.

I figur 3.1.3 er vist den procentiske sammensætning af disponibel effekt, effekt til revision og havareret effekt, angivet som 12 måneders glidende gennemsnit og opgjort hver morgen kl. 8.



Figur 3.1.3 ELSAM's kl. 8-statistik. 12 måneders glidende gennemsnit. Procent af installeret effekt. Y-aksen i %. X-aksen i år. Skravering viser kul-og fjernvarmeombygning. Søjlen til højre angiver den procentiske fordeling for perioden 1978-1987.

Såfremt elsystemet ikke på egne maskiner kan tilfredsstille den aktuelle belastning, må der importeres havaristøtte fra udlandet, indføres rationering eller iværksættes nødplaner.

I den internationale samkøring udgør ELSAM et mindre system i et større samarbejde. For at forpligtelsen som samarbejdspartner er opfyldt, forudsættes 20% reserve for maksimumbelastningen at være tilstrækkelig.

Det er således nødvendigt, at den fuldgældige effekt mindst er af samme størrelse som forventet maksimumbelastning plus 20% over hele den betragtede planperiode.

Effekt, som af forskellige årsager ikke er til rådighed hele døgnet rundt og hele året rundt, bortset fra revision og haverier, omregnes til fuldgældig effekt ved hjælp af et effektfradrag.

I tabel 3.1.1 er opgjort effektforholdene frem til år 2000.

Tabellen medtager afgang og reduktion for enheder, for hvilke dette er besluttet, udbygning for decentrale kraftvarmeværker og vindmøller frem til 1991 samt de godkendte anlæg FVO 7 og VKE 8.

I den installerede effekt foretages fradrag som følge af, at overbelastningsevnen er indregnet i den installerede effekt og som følge af, at varmeproduktionen beslaglægget en vis energimængde, som ellers kunne være brugt til elfremstilling.

Derimod er der ikke foretaget fradrag på grund af installationstidspunkt, idet en enhed enten er til stede eller ikke til stede, med sin fulde effekt på et givet tidspunkt.

År	Elprognose for maks. elbelastning MW	Maks. el- belastning + 20% reserve MW	Skrotning/ reduktion MW	Tilgang MW	Installeret effekt ultimo MW	Effekt- fradrag MW	Eksisterende og besluttete enheder regnet som fuld- gyldig effekt MW	Differens mellem fuldgældig effekt og belastning +20% MW
1988	3295	3954	86	37	4369	352	4017	63
1989	3378	4054	7	27	4392	355	4034	-20
1990	3473	4168	7	19	4424	365	4039	-119
1991	3568	4282	73	431	4796	387	4395	113
1992	3674	4409	131	380	5045	359	4686	277
1993	3794	4553	182		4863	326	4537	-16
1994	3923	4708			4863	344	4519	-184
1995	4056	4867	140		4723	363	4360	-507
1996	4192	5030	110		4613	378	4245	-785
1997	4331	5197			4613	378	4245	-952
1998	4474	5369			4613	377	4246	-1123
1999	4621	5545			4613	378	4245	-1300
2000	4757	5708			4613	377	4246	-1462

Tabel 3.1.1 Effektforhold 1988-2000; excl. SVS 31, NE/NK og SHE 9.

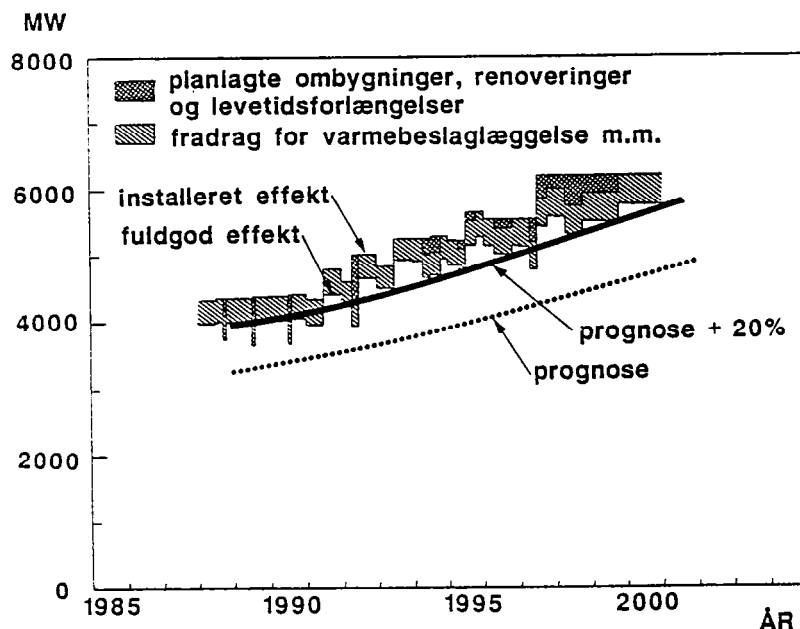
Af tabellen, sidste søjle ses, at systemet skal have tilført ny effekt i 1993, for ikke at komme i effektunderskud. Det ses endvidere, at der i 1995 er et underskud, der giver behov for yderligere tilgang.

På grund af myndighedernes ønske om en længere planhorisont, indeholdt UP87 en plan for den fremtidige eludbygning med store værker frem til år 2000.

Revurderingerne, ikke mindst af forbrugsudviklingen, giver anledning til at udskyde bygningen af et par større enheder i et år således, at den udbygningsplan for store værker, som indstilles til godkendelse med UP88, nu er:

År	Bygherre	Størrelse	Bemærkning
1991	FV	385 MW/450 MJ/s	energimæssigt godkendt
1992	VK	350 MW/430 MJ/s	energimæssigt godkendt
1993	SV	350 MW/250 MJ/s	afventer godkendelse
1995	NE/NK	350 MW/390 MJ/s	udskudt 1 år i forhold til UP87
1997	SH	600 MW/91 MJ/s	udskudt 1 år i forhold til UP87

Figur 3.1.4 viser en oversigt over effektforholdene, såfremt denne udbygningsplan lægges til grund. Det ses at kravet om 20% reserve er rimeligt tilgodeset efter 1993.



Figur 3.1.4 Belastning, kapacitetsbehov og fuldgod effekt.

Såfremt belastningsudviklingen bliver større end forventet, kan der sidst i perioden blive behov for:

- yderligere udbygning på eksisterende værker.
- etablering af nyt værk på Glatved med tilhørende kulterminal.

Andre forhold, som kan påvirke udbygningsbehovet med nye værker er:

- tilgang af lokale kraftvarmeværker og vindkraft.
- skrotnings-/renoveringsomfanget.
- skærpede miljøkrav på eksisterende anlæg.

Det bør derfor løbende vurderes, hvorvidt der sker væsentlige ændringer i de forudsætninger, som ligger til grund for udbygningen.

3.2 Beregningsmæssige konsekvenser

3.2.1 Indledning

Revurderingen af UP87 resulterede, som nævnt i afsnit 3.1, i en række ændringer i den udbygningsplan, som blev fremlagt med UP87.

Nærværende afsnit refererer en række konsekvenser af den ændrede udbygningsplan. Konsekvenserne er fremkommet som resultater af beregninger, udført med simuleringsprogrammerne SIM og SLUMP.

En væsentlig årsag til de foretagne ændringer er forventningen om en lavere stigning i belastningsudviklingen i de nærmeste 6 til 8 år end forudset i UP87; den lavere stigning er konsekvens af den almindelige økonomiske afmatning i samfundet, bl.a. som følge af "kartoffelkuren".

Den anvendte effektprognose fremgår af side 1 i bilag 2.1, referencefremskrivningen.

Varmebelastningerne er opdateret på baggrund af indberetninger fra interessenterne. Interessenternes oplysninger stammer fra de kommunale varmforsyningsselskabers prognoser. Der er i forhold til UP87 kun tale om mindre justeringer, de benyttede varmeprogner fremgår af bilag 3.2.

På brændselssiden har revurderingen ikke givet anledning til de store ændringer. Der er dog taget hensyn til en nyere dollarkursprognose; bilag 3.3 viser de historiske brændselspriser og bilag 3.4 den benyttede brændselsprisprognose, idet "trompeten" angiver en usikkerhed på $\pm 15\%$.

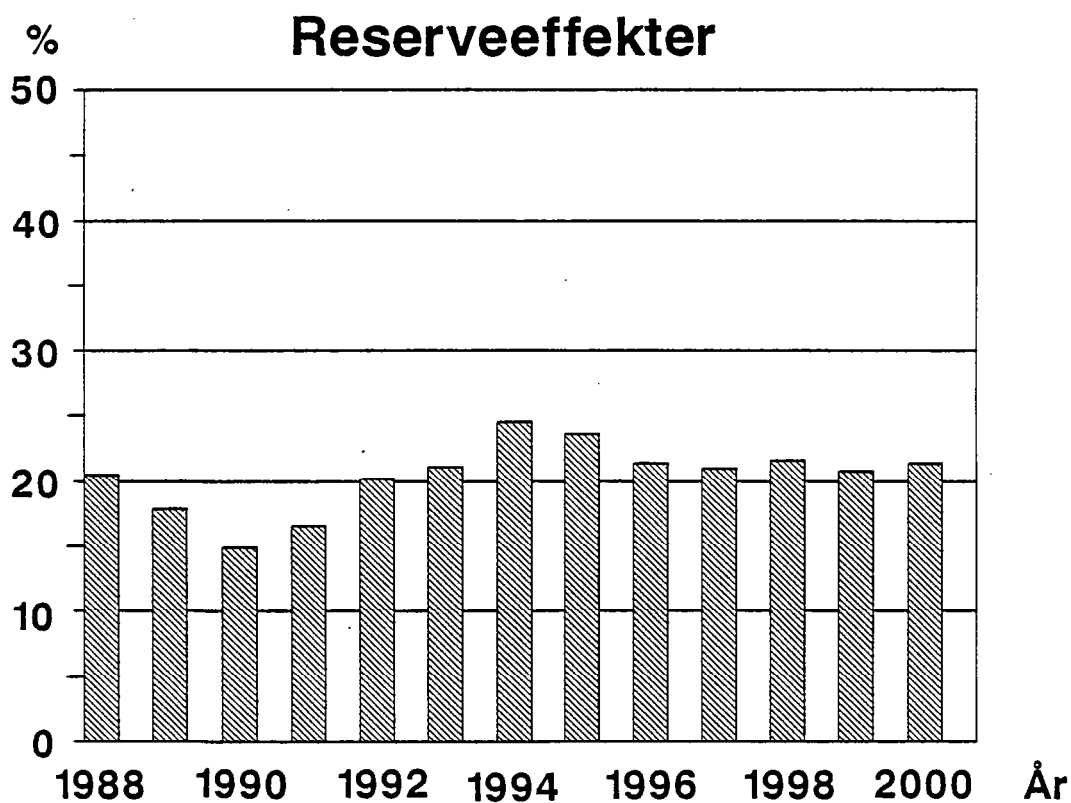
Det skal bemærkes, at de resultater, som er fremkommet ved hjælp af driftssimuleringsprogrammet er resultat af én gennemregning. Der kan erfaringsmæssigt være nogen afvigelse mellem de enkelte beregninger med programmet, på grund af det stokastiske element i programmet.

Til brug for bl.a. konsekvensberegninger til næste års udvikelsesplan, forventes et nyudviklet driftssimuleringsværktøj at være til rådighed.

3.2.2 Belastning og produktion

På basis af de prognosticerede maksimumbelastninger og den forudsatte udbygningsplan, kan en reserveeffektberegning foretages.

Den detaljerede beregning fremgår af bilag 2.2, figur 3.2.1 viser resultatet af denne beregning.

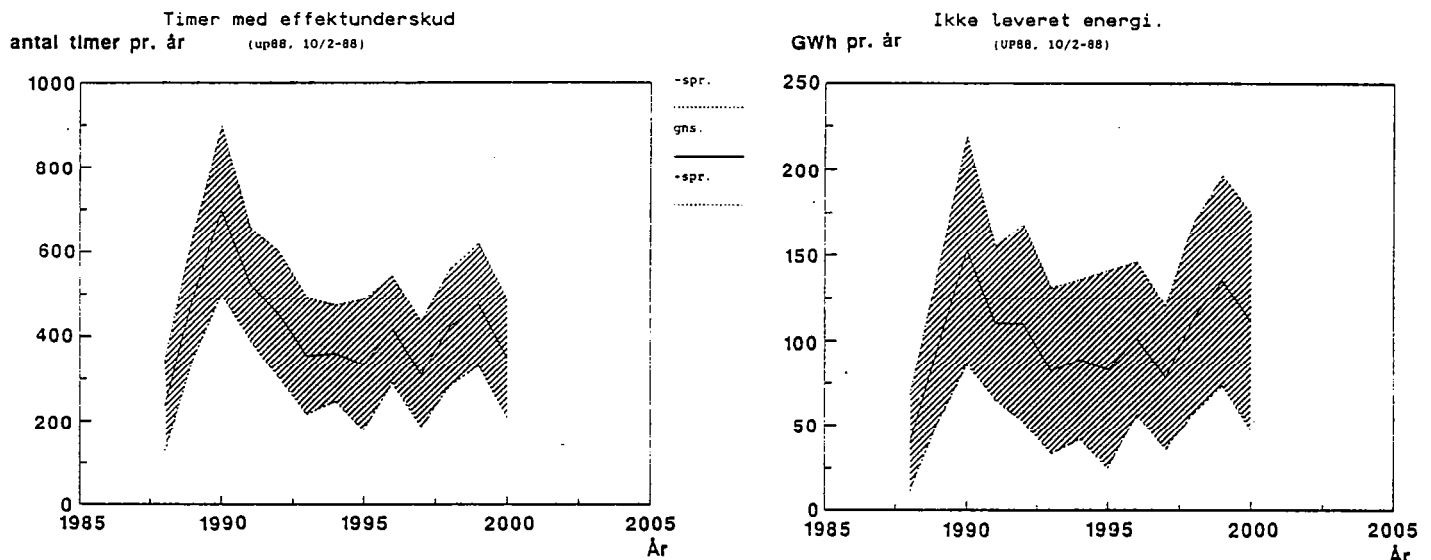


Figur 3.2.1 Forventede reserveprocenter.

Af afsnit 2.3 fremgår det, at der i ELSAM-området tilstræbes en minimumsreserve på 20% fuldgod effekt.

Af figuren fremgår, at dette opnås fra og med 1993, mens der frem til dette tidspunkt mangler reserveeffekt i systemet.

Denne mangel kommer til udtryk i et betænkeligt stort behov for havaristøtte fra udlandet, som det fremgår af figur 3.2.2.



Figur 3.2.2 Antal timer pr. år med behov for effektstøtte fra udlandet samt tilsvarende behov for energiimport (værdien vil med 70%'s sandsynlighed ligge i det viste interval). Værdierne gælder for referenceprognosen.

Figuren viser antal timer med effektunderskud og den energimængde, som ikke leveres af eget system i de pågældende timer.

Det fremgår af figuren, at der frem til 1993 forventes et årligt gennemsnit på 500 timer, svarende til 2 timer om dagen på alle hverdage, hvor systemet ikke selv kan klare belastningen.

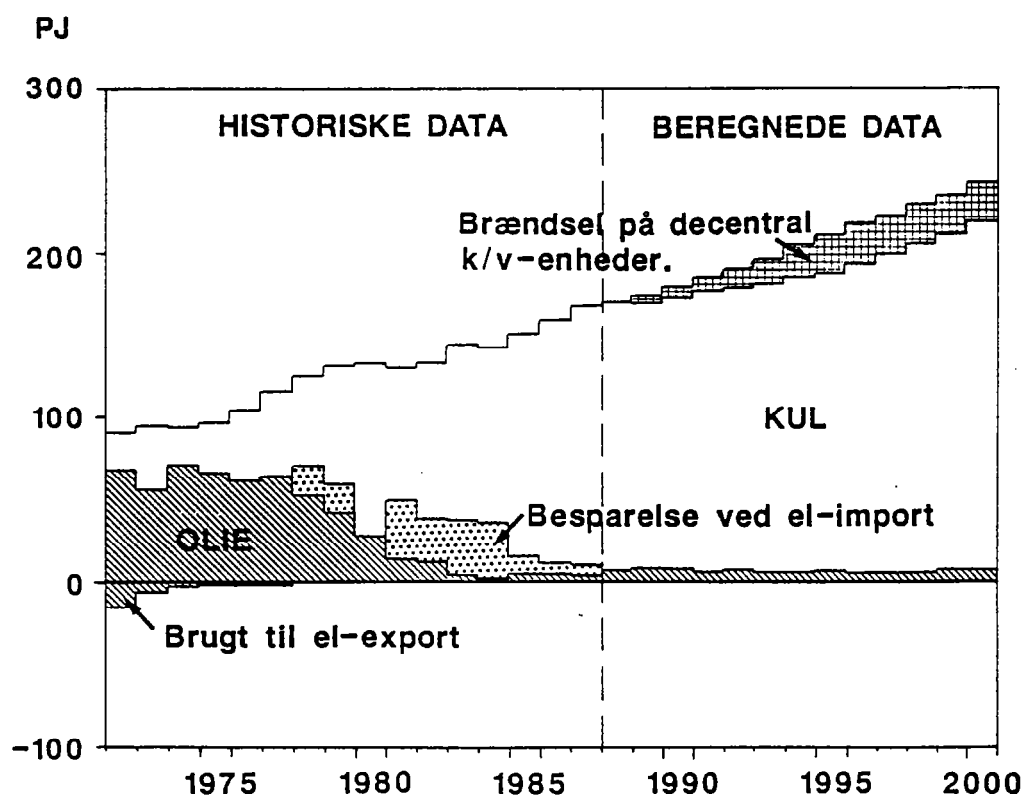
At det årlige timeantal ikke kommer under 400 på årsbasis, selv efter at en reserveprocent på over 20 er opnået tyder på, at dette er for lavt, som det også antydes i afsnit 2.3.

Omfanget af den ikke-leverede energi vokser efter 1998 hurtigere end antallet af timer med effektunderskud. Dette skyldes, at systemet i de følgende år er sammensat af færre og større enheder, samt at nogle af disse har lavere pålidelighed på grund af forbrugt levetid.

3.2.3 Brændselsforbrug

Det forventede brændselsforbrug til at dække produktionen på egne værker, er ved hjælp af driftssimuleringsprogrammet beregnet frem til år 2000.

Resultatet fremgår af figur 3.2.3, som samtidigt viser de historiske brændselsforbrug.



Figur 3.2.3 Forventede årlige brændselsforbrug.

Det ses af figuren, at såfremt den antagne udbygning med decentral kraftvarmeværker realiseres, vil ca. 10% af det forbrugte brændsel være indenlandsk brændsel efter 1995.

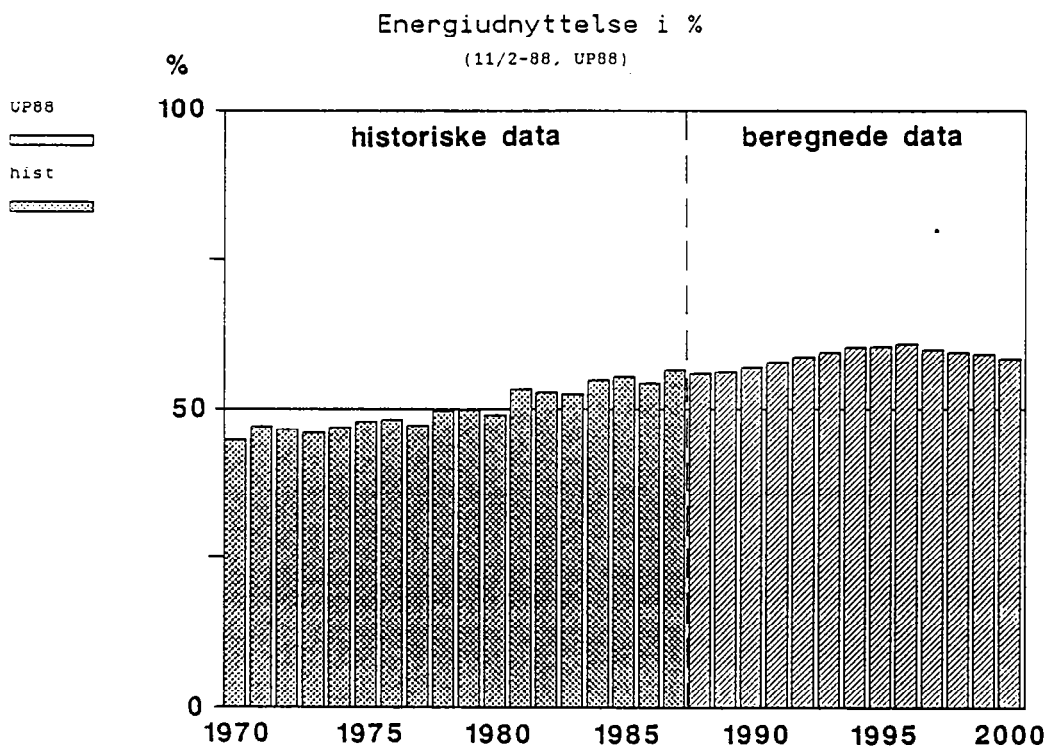
Tabel 3.2.1 viser de forventede produktioner og brændselsforbrug for årene 1988, 1990 og 1995, sammenholdt med de konstaterede værdier for 1987.

	År	1987*)	1988	1990	1995
Produktion: el,	TWh	14,3	18,1	18,6	19,8
varme,	PJ	33,9	36,8	42,1	48,4
Brændselsforbrug:	PJ	162,3	185,6	194,8	207,1
- heraf kul,	PJ	157,6	179,8	181,7	188,5
- heraf olie,	PJ	4,6	2,6	3,6	2,8
- indenlandsk brændsel	PJ	0,1	0,9	6,0	12,4
- affald/industri	PJ	-	2,3	3,5	3,4
Termisk virkningsgrad	%	53,0	54,9	56,0	57,8
Netto import	TWh	1,7	0	0	0

*) Excl. Randers og affald/industri.

Tabel 3.2.1 Produktioner og brændselsforbrug

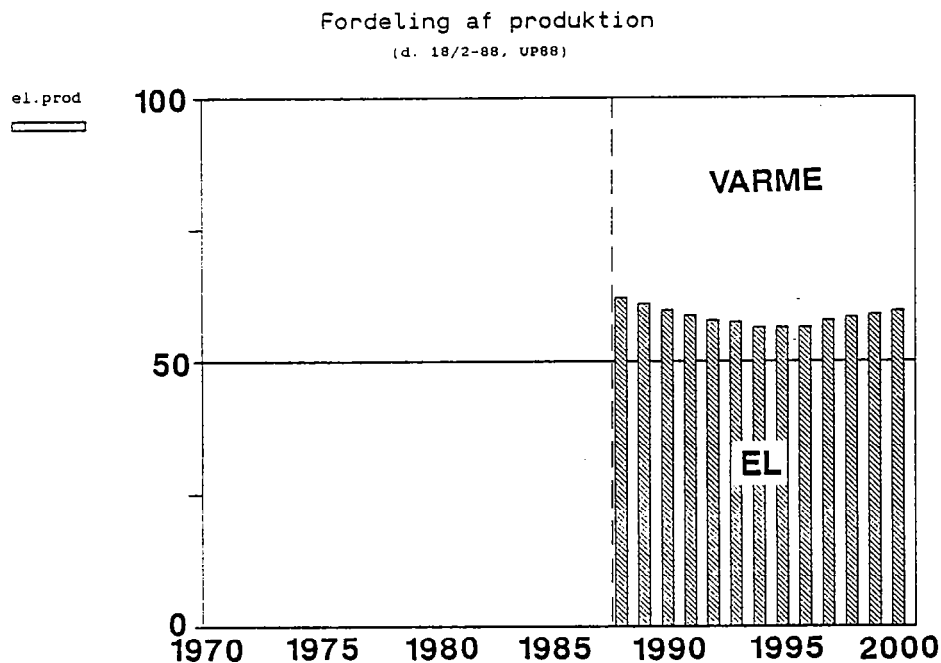
Figur 3.2.4 viser den historiske og den forventede energiudnyttelse i systemet.



Figur 3.2.4 Energiudnyttelse i %.

Det fremgår af figuren, at energiudnyttelsen har været jævnt stigende fra midten af 70'erne, dels som følge af den øgede kraftvarmeproduktion, dels fordi maskinparken effektiviseres.

Grænsen for effektiviteten nås midt i 90'erne og er derefter svagt faldende som følge af et ændret forhold mellem el- og varmebelastningen. Figur 3.2.5 viser dette forhold.



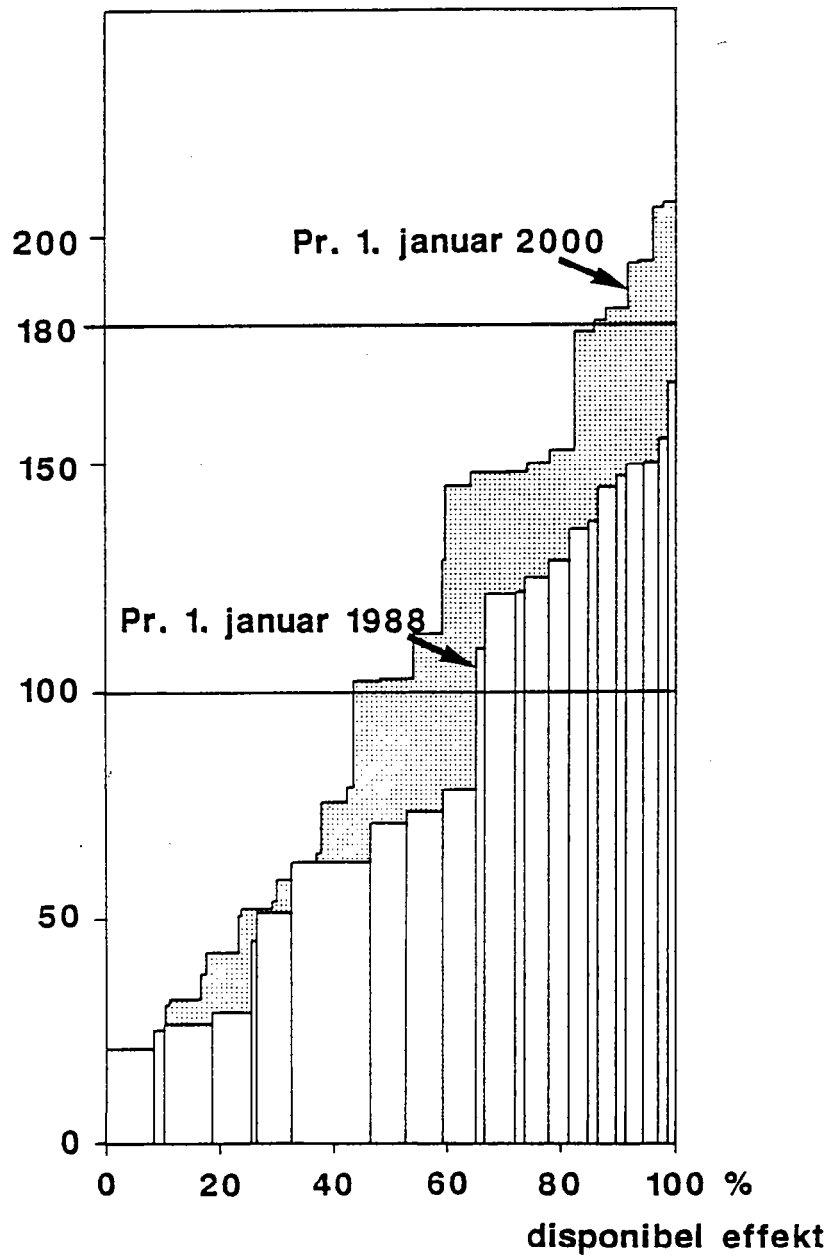
Figur 3.2.5 Forventet forhold mellem produceret el og produceret varme.

Produktionsanlæg dimensioneres normalt til 100.000 driftstimer, som forøges med en sikkerhedsfaktor. I praksis svarer det til, at man kan forvente 150.000 til 180.000 driftstimer, før der skal tages stilling til enhedens fortsatte drift.

I ELSAM-systemet skal der dog forskriftsmæssigt foretages en restlevetidsvurdering efter 100.000 ækvivalente driftstimer.

Figur 3.2.6 viser enhedernes forbrugte levetid pr. 1.1.1988, og forventede forbrugte levetid pr. 1.1.2000. De anførte tal er excl. levetidsforbrug ved start af anlæggene.

Antal driftstimer



Figur 3.2.6 Forbrugt levetid som funktion af produktionsanlæggenes effekt pr. 1. januar 1988 og 1. januar 2000. Levetiden er angivet som driftstimetal og effekten er i % af disponibel effekt. Pr. 1. januar 1988 er anlæg med installeret effekt større end 100 MW anført med navn.

Pr. 1. januar 1988 havde ca. 35% af den disponible effekt et driftstimetal, som er større end 100.000. 1. januar år 2000 forventes dette til at være steget til 57%.

3.2.4 Miljøforhold

Produktion af el og varme, baseret på fossile brændsler belastet det omgivende miljø på forskellig måde; bilag 4 i datagrundlaget redegør for disse forhold.

Som det også fremgår af bilaget, findes der tekniske metoder til at begrænse disse miljøbelastninger ganske væsentligt; det er også nævnt tidligere, at en væsentlig del af ELSAMs forsknings- og udviklingsindsats er koncentreret om disse områder.

For tiden er kun udslippet af svovldioxid underlagt begrænsninger i form af en kvoteordning, det forventes dog, at den eksisterende lovgivning herfor i indeværende år vil blive erstattet af en fælles lovgivning for kvælstofoxider og svovldioxid.

Af tabel 3.2 fremgår de konstaterede produktioner af forskellige forureningsmængder for 1980 og 1987, samt de skønnede mængder for 1988 og 1992, uden begrænsende foranstaltninger. 1980 medtages, fordi reduktionsmål relateres til udslippene dette år.

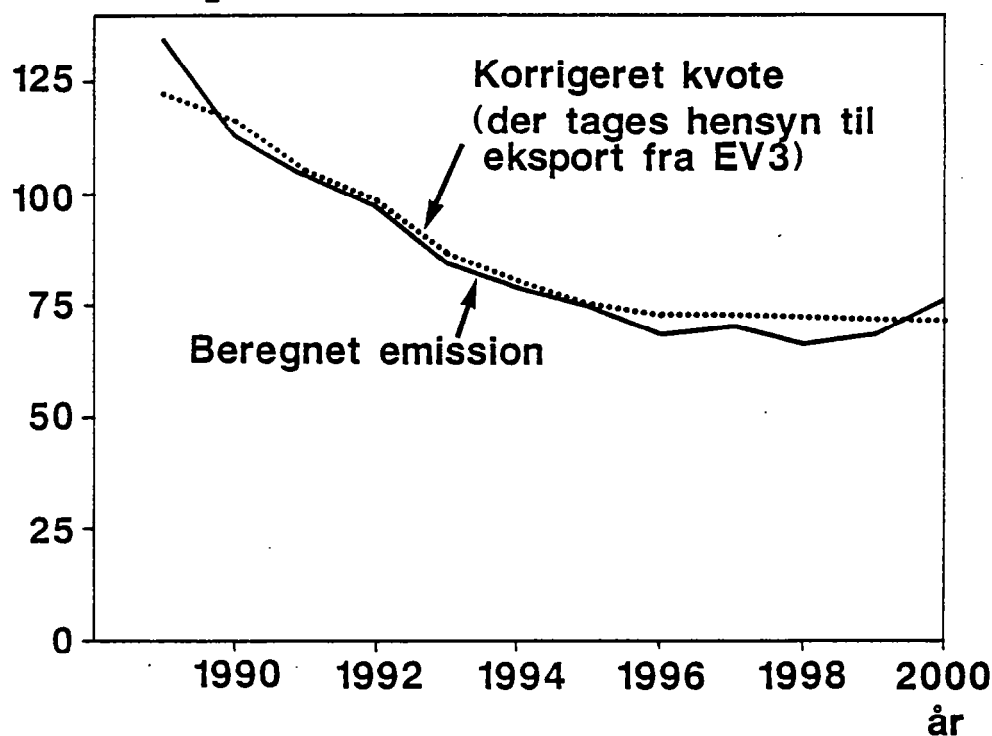
Forureningselement	1980	1987	1988	1992
Flyveaske, 1000 tons	559	764	870	912
CO ₂ , - -	12599	14047	15643	15847
SO ₂ , - -	109	117	131	137
NO _x , - -	64	77	87	91

Tabel 3.2 Produktion af forureningselementer.

I afsnit 2.6 er refereret de kvoter på landsniveau, som elværkernes svovldioxidudslip i øjeblikket skal overholde. Deling af denne kvote mellem ELKRAFT og ELSAM sker med brændselsforbruget som delenøgle.

Figur 3.2.7 viser den tilladte emission for ELSAM-området samt det beregnede udslip under hensyntagen til de planlagte reduktionsforanstaltninger.

1000 ton SO₂



Figur 3.2.7

Det fremgår af figuren, at fra de første røggasrensningsanlæg går i drift og planperioden ud, overholdes den korrigerede kvote stort set.

3.2.5 Økonomiske forhold

Gennemførelsen af det i denne udvidelsesplan beskrevne anlægsprogram, resulterer i den på bilag 3.6 viste investeringsoversigt.

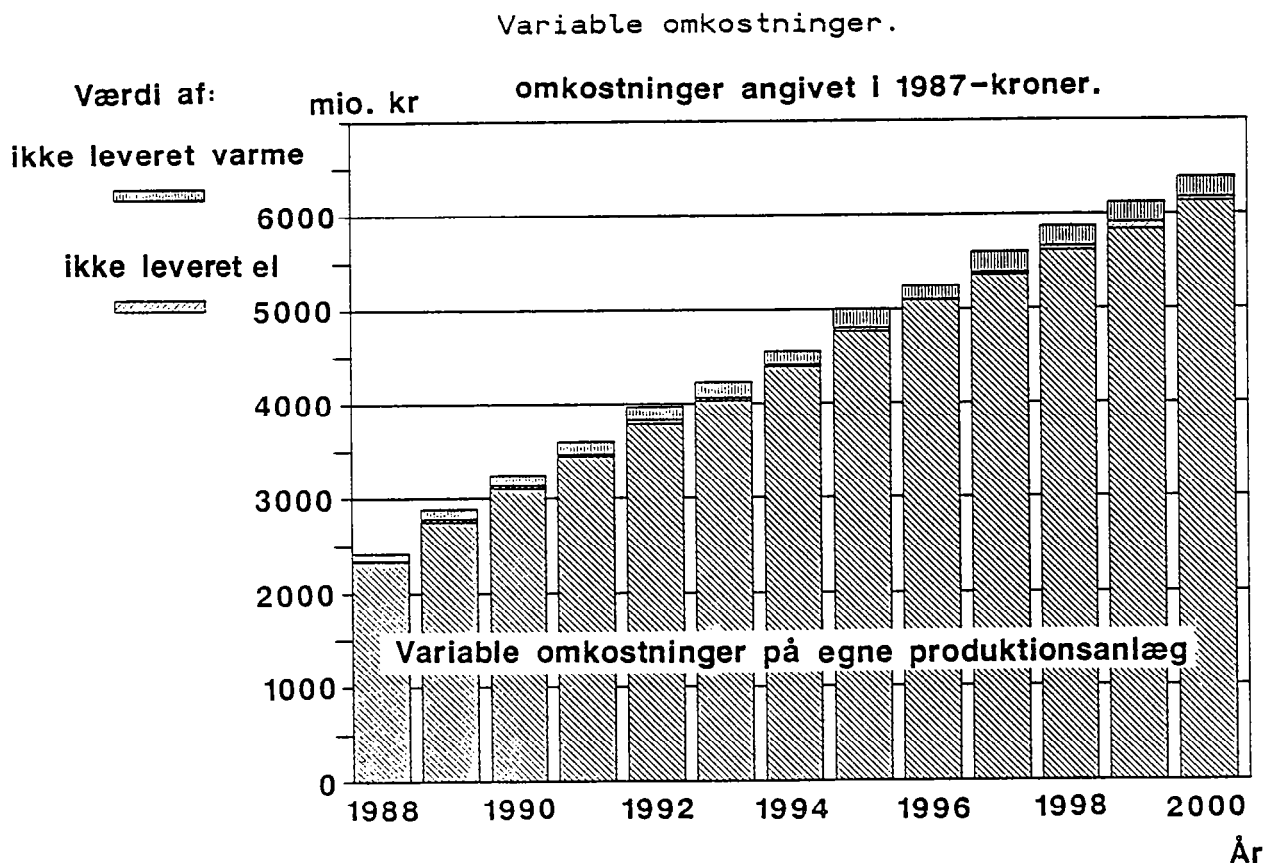
Overskriften medtager dog også anlæg, som ikke direkte er omtalt i denne udbygningsplan, bl.a. udarbejdes som bekendt en separat udbygningsplan for netanlæg.

Af oversigten fremgår det, at udbygningsprogrammet for decentrale kraftvarmeværker skønnes at koste 4 mia.kr. frem til 1995. Efter aftale med energiministeren, er der i årene 1988 til 1991 foretaget udskydelser i programmet for ca. 500 mio.-kr., investeringerne forventes i stedet at falde i 1992 og 1993.

Udskydelserne berører dog ikke direkte det planlagte forsøgsprogram på ca. 70 MW, idet der i det udmeldte program var tale om en vis overudbygning.

Figur 3.2.8 viser de variable omkostninger til produktionen, korrigeret for ikke-leveret el og varme (importeret el, henholdsvis varme produceret på fjernvarmecentraler).

Stigningen kan gennem perioden skyldes, dels den øgede belastning og dels realprisstigningen på brændsel; beløbene er i faste 1988-kroner.



Figur 3.2.8

I beløbene er medtaget de indirekte omkostninger til afsvovlingsanlæggenes drift. Disse omkostninger består af øget egetforbrug på anlæg med afsvovling, øget produktion på dyrere enheder og udgifter ved mangel af produktionsanlæg under ombygning.

Derudover skal der afholdes nogle direkte driftsudgifter i form af materialeforbrug, lønninger m.m.; disse skønnes at udgøre ca. 250 mio.kr. pr. år.

UP88

Efterspørgsel efter el og maksimalbelastning ab værk ²⁾ Januar 1988
i kalenderåret

Jylland/Fyn (incl. modtryksproduktion i Randers leveret til Randers by)

"Den statistiske model", vejr- og kalenderkorrigeret ⁴⁾

	"Lav økonomisk vækst"			"Referencefrem- skrivning"			"Stabil økonomisk vækst"		
	Effekt	Energi	Vækst- rate	Effekt	Energi	Vækst- rate	Effekt	Energi	Vækst- rate
	1) MW	TWh	(Ener- gi) % p.a.	1) MW	TWh	(Ener- gi) % p.a.	1) MW	TWh	(Ener- gi) % p.a.
1988	3264	16,45	0,4	3295	16,59	1,2	3345	16,76	2,3
9	3329	16,75	1,8	3378	16,96	2,3	3467	17,35	3,6
1990	3405	17,14	2,3	3473	17,45	2,9	3596	18,01	3,8
1	3477	17,51	2,2	3568	17,92	2,7	3726	18,66	3,6
2	3555	17,88	2,1	3674	18,43	2,8	3861	19,32	3,5
3	3648	18,32	2,5	3794	19,01	3,2	4012	20,06	3,8
4	3750	18,84	2,8	3923	19,66	3,4	4174	20,87	4,1
5	3854	19,36	2,8	4056	20,33	3,4	4340	21,71	4,0
	3)	3)		3)	3)		3)	3)	
6	3959	19,89	2,7	4192	21,01	3,4	4513	22,57	4,0
7	4066	20,43	2,7	4331	21,71	3,3	4690	23,46	4,0
8	4175	20,98	2,7	4474	22,43	3,3	4874	24,38	3,9
9	4286	21,54	2,7	4621	23,17	3,3	5064	25,34	3,9
2000	4386	22,11	2,7	4757	23,93	3,3	5244	26,32	3,9

1) Største kvarters belastning i december.

2) Selve fremskrivningen udarbejdes på niveauet "salg til eget område", hvorefter ab værk energiforbruget beregnes ved et fast tillæg for "tab" på 1,4%. Bl.a. som følge af varierende udlandshandel vil dette procenttillæg i virkeligheden ikke være konstant fra år til år. Fremgangsmåden er imidlertid valgt, fordi "salg til eget område" bedst afspejler elforbrugernes adfærd, mens udlandshandlens (faktiske) størrelse er uvedkommende i denne sammenhæng.

3) 1995-2005: Den valgte prognosemetode har, som de fleste metoder, kun begrænset gyldighed på meget langt sigt. Fremskrivningerne bør derfor betragtes som regneeksempler i det fjerne tidsrum. I prognosenotatet for UP87 er myndighedernes stigningstakt anvendt på det meget lange sigt for referenceprognosens vedkommende. De meget langsigtede fremskrivninger diskuteredes i notatet: "Prognose for elforbrug og maksimalbelastning, primo oktober 1983, "S83/329a, 6/10-83. Argumentationen fra den gang er fortsat gyldig; men da resultaterne, som opnåedes ved denne procedure i fjord, kun afveg i helt uvæsentlig grad fra resultaterne fra "den statistiske model", og da en ny myndighedsprognose ikke foreligger i år, er "den statistiske model's" tal anvendt direkte.

4) Prognosen udtrykker forbruget, som det ville blive registreret ved normalt gennemsnitsvejr og ved en standard referencekalender (uden skud-dage). I praksis vil forholdene i de fleste tilfælde afvige herfra, hvilket kan ændre forbruget med henved 1% skiftevis i opad- og nedadgående retning.

UP88

REFERENCE-FREMSKRIVNING, SEKTORINDDELT (statistisk model)

Kategori	1987 GWh	1987-95 GNS. % P.A.	1995 GWh
Lejligheder (lys + apparatforbrug)	765	0,5	798
Parcelhuse (lys + apparatforbrug)	2817	1,3	3127
Elvarme og varmepumper	789	1,9	916
Fritidshuse	192	3,3	249
BOLIGSEKTOR I ALT	4563	1,4	5090
2.1 Landbrug	1719	1,9	1993
2.4 Gartneri	96	1,9	112
LANDBRUGSSEKTOR I ALT	1815	1,9	2105
3.1 Nærings- og nydelsesmiddel- industri	1298	4,5	1841
3.2 Tekstil-, beklædnings- og læderindustri	300	4,9	440
3.3 Træ- og møbelindustri	315	3,3	408
3.4 Papir- og grafisk industri	326	5,0	483
3.5 Kemisk industri m.m.	645	5,2	965
3.6 Sten-, ler- og glasindustri samt råstofudvinding	531	4,5	752
3.7 Jern- og metalværker samt støberier	220	5,3	333
3.8 Jern- og metalindustri	820	4,2	1137
3.9 Anden industri	168	4,6	242
INDUSTRISEKTOR I ALT	4623	4,5	6601
4.1 Detailhandel	831	1,2	917
4.2 Engroshandel	218	2,3	261
4.3 Service- og forlystelss- virksomhed	625	3,3	812
4.4 Offentlige foretagender	1749	2,6	2141
4.5 Bygge- og anlægsvirksomhed	136	1,5	153
4.6 Håndværksvirksomhed	141	3,6	187
4.7 Gade- og vejbelysning	221	-0,1	219
4.8 Elektriske baner	0	-	27
4.9 Andre	261	2,7	324
SERVICSEKTOR I ALT	4182	2,4	5041
ELFORBRUG I ALT (an forbruger)	15183	2,7	18837
Nettab	1204	-	1494
I ALT AB VÆRK	16387	2,7	20331

Sektormodel normeret til statistisk model. Elforbruget 1987 er angivet vejr- og kalenderkorrigeret.

UP88

REFERENCE-FREMSKRIVNING, SEKTORINDDLT (statistisk model)

ÅR	BOLIG GWh	LANDBRUG GWh	INDUSTRI GWh	SERVICE GWh	I ALT GWh	NETTAB GWh	AB VÆRK GWh
1987	4563	1815	4623	4182	15183	1204	16387
1988	4645	1826	4692	4203	15366	1219	16585
1989	4715	1856	4871	4271	15713	1246	16959
1990	4793	1895	5114	4367	16169	1282	17451
1991	4851	1933	5358	4464	16606	1317	17923
1992	4905	1973	5628	4565	17071	1354	18425
1993	4957	2006	5928	4724	17615	1397	19012
1994	5025	2056	6260	4878	18219	1445	19664
1995	5090	2105	6601	5041	18837	1494	20331
1996	5140	2149	6968	5212	19469	1544	21013
1997	5198	2199	7344	5376	20117	1596	21713
1998	5254	2248	7748	5533	20783	1648	22431
1999	5300	2293	8161	5712	21466	1703	23169
2000	5356	2345	8591	5877	22169	1758	23927

Sektormodel normeret til statistisk model. Elforbruget alle år er angivet vejrr- og kalenderkorrigeret, d.v.s. forbruget som det ville være ved normalt gennemsnitsvejr og en standard-kalender (uden skuddage).

År	Install. effekt primo	Tilgang		1) Kategori		Ombygning/renovering				Udgår af driftsplanlægningen eller reduceres			Disponibel effekt ultimo	Fradrag			Fuldgod effekt	Belastning	Reserve	
		Dato	Enhed	MW	Procent	Periode	Enhed	MW	Procent	Dato	Enhed	MW		Overbel.	Varme	Install.				
1988	4418	1/1 1/1	Dec. k/v Vindmøller (30% af 29 MW)	30 9	15 0	V	1/9-1/10	SVS 21	269	31	1/1 1/1	SVS 3 skrot. SHE 6 skrot.	29 57		200	152	46	3973	3295	20.5
1989	4371	1/7 1/1	Dec. k/v Vindmøller (30% af 13 MW)	27 3	13 0	S	14/6-1/8	MKS 3	380	40	1/8	MKS 3 reduk.	7	4394	198	157	53	3986	3378	17.9
1990	4394	1/7 1/1	Dec. k/v Vindmøller (30% af 13 MW)	10 4	5 0	S	14/6-1/8	MKS 4	380	40	1/8	MKS 4 reduk.	7	4401	198	167	45	3991	3473	14.9
1991	4401	1/7 1/7	Dec. k/v FVO 7	26 415	13 208						1/1	FVO 3 skrot.	73		210	177	221	4161	3568	16.6
1992	4769	1/7 1/7	Dec. k/v VKE 8	56 380	28 190	S	1/4-1/7	NEV 2	305	78	1/7 1/1	NEV 2 reduk. Norge reduk.	6 125	5074	167	192	296	4418	3674	20.2
1993	5074	1/7	Dec. k/v	61	31						1/1 1/1	Norge skrot. VKE 5 skrot.	125 57	4953	125	201	31	4596	3794	21.1
1994	4953	1/7 1/1	Dec. k/v SVS 31	40 380	20 0	L L	1/4-1/10 1/4-1/10	SVS 11 SHE 7	100 144	50 72				5373	135	214	142	4882	3923	24.5
1995	5373	1/7 1/7	Dec. k/v NE/NK	50 380	25 190	L	1/4-1/10	VKE 6	125	63	1/1 1/1	MKA 9 skrot. MKA 10 skrot.	70 70	5663	145	228	278	5012	4056	23.6
1996	5663						1/4-1/10	NEV 1	133	67	1/1 1/1	NKA 5 skrot. NKA 6 skrot.	41 69	5553	154	243	67	5089	4192	21.4
1997	5553	1/7	EV 4	654	327	L R	1/4-1/10 1/4-31/12	MKS 1 FVO 4	152 195	76 146				6207	173	244	549	5241	4331	21.0
1998	6207					R R	1/1-1/10 1/4-31/12	FVO 4 VKE 7	195 258	146 194				6207	185	243	340	5439	4474	21.6
1999	6207					R	1/1-1/10	VKE 7	258	194				6207	185	244	194	5584	4621	20.8
2000	6207													6207	191	243	0	5773	4757	21.4

1) L = Levetidsforlængelse
R = Renovering
S = Afsvovling
V = Ombygning til varmeproduktion

Potentielle kraftvarmeområder, hvor der er indledt forhandlinger.

By	Værk	Varme- grundlag an net TJ/år	Sandsyn- lig el- effekt netto MW	Sandsyn- lig var- meeffekt MJ/s	Anlægs- type	Brændsel	Forven- tet idrift- sættelses- år	Bemærkninger
Faaborg	FV	190	1.5-4.5	4.0-7.8	gasturbine/ -motor	naturgas		
Rudkøbing	FV	130	2.1	7	dampanlæg	halm	1989	
Svendborg	FV	500	2.4	8.3	dampanlæg	affald/ gas		Forudsættes kun af pro- ducere grundlast
Grenå	MK	1380	18	60	dampanlæg	halm/kul	1991	Varnegrundlag er fjern- varme + industriel pro- cesdamp
Bjerring- bro	MK	304	5.8	15	dampanlæg	halm	1990	
Hadsund	MK	182	2.2	6		halm eller naturgas	1992-95	
Silkeborg	MK	ca. 1100	30-40	60-70	gasmotorer	naturgas	1992-95	
Skive	MK	558	7-8	30	fluid-bed eller gas- motorer	halm m.v. eller natur- gas	1992-95	
Viborg	MK	1275	20	70-80	fluid-bed eller gas- motorer	halm m.v. eller natur- gas	1992-95	
Hirtshals	NE	300	4.2	8.9+11.1	gasturbine m. efterbr.	naturgas	1988	
Pandrup/ Kås	NE	100	1.9	3+2	gasmotor m. efterbr.	naturgas	1990	
Sindal	NE	100	1.9	2.5+2.5	gasmotor m. efterbr.	naturgas	1992	

By	Værk	Varmergrundlag an net TJ/år	Sandsynlig effekt netto MW	Sandsynlig varmeeffekt MJ/s	Anlægstype	Brændsel	Forventet idrifts- sættelses- år	Bemærkninger
Saby	NE	250	4.2	8.9+11.1	gasturbine m. efterbr.	naturgas	1988	
Hanstholm	NK	100+179 industri- damp	3.0	5.6	gasturbine m. efterbr.	naturgas	1988	
Thisted	NK		2.6	8.0	dampanlæg	affald/ naturgas	1990/91	
Nibe	NK	144						Det påtænkte LOCUS- anlæg er opgivet
Støvring	NK	173	1.5	2.0	gasmotor	naturgas		
Farsø	NK	95						
Reno Nord	NK	-	8.5	52	dampanlæg	affald	1989/90	
Haderslev	SH	480	2.6	10.6	dampanlæg	affald/ halm	1989/90	
Ribe	SH	80	0.6	1.2	gasmotor	biogas	1989/90	
Lintrup/ Rødding	SH	140	0.6	1.2	gasmotor	biogas	1989	
Danfoss	SH	360	15	16	gasmotorer	naturgas	1990/91	
Ærøskø- bing	SH	50			LOCUS	gasolie	1988/89	SH gennemfører måle- programmet for anlægget
Hedensted	SV	150	2	7	dampanlæg	halm/flis	1990	

By	Værk	Varme- grundlag an net TJ/år	Sandsyn- lig el- effekt netto MW	Sandsyn- lig var- meeffekt MJ/s	Anlægs- type	Brændsel	Forven- tet idrift- sættelses- år	Bemærkninger
Vejen	SV	170	~3	~9	dampanlæg	affald/ træ/halm	1991	
Horsens	SV	875	20-27	43	combi-an- læg eller GT/GM	affald, naturgas evt. halm	1992	Anlægstype ikke ende- ligt fastlagt
RENO-SYD Skander- borg	SV	130	~1.5	~6	dampanlæg	affald	1992	
Ringkøbing	VK	110 ^{*)}	1.5	4.1+5	gasturbine m. efterbr.	naturgas	1988	
Skjern	VK	120	1.5-3.0	4	gasturbine/ -motor	naturgas	1989	
Holstebro	VK	1300	25	50	dampanlæg	halm, flis affald, NG	1991-92	
Struer	VK	370	3.5-6.5	7-9	gasturbine/ -motor	naturgas	1989-90	
Grindsted	VK	253 ^{*)}	4.2	11.2	dampurbine	flis	1993-94	Udskudt til fase 2
Lemvig	VK	140	2.3	4.5	gasturbine/ -motor	biogas/ naturgas	1989	

*) Varmeproduktion ab værk.

Data for enheder over 5 MW som er til rådighed for driftsplanlægningen
for såvel el som varme. Disse enheder medtages i driftssimuleringerne.

Verk	Enhed	PERIODE		EL			FJERNVARME				BRÆNDELSE									
		1. drifts- år	13) sidste drifts- år	kont. overbel.	elmax ved ren kølfyring	tekn. min.	elmax. v.fjv. max.	max. nuv.	C _m MW	C _v MW/s	bedst- punkt MJ/kWh	korrt.- fakt.	forbr.v. tekn.min. i kond.	varm GJ	kold GJ	startomk. ¹⁰⁾ AT	kul max.	olie max.	start brændsel	forventet kulandel
FVO	3	61	90	73	72 ⁸⁾	32	58	99	0.439	0.172	10.90	1.03	400	377	377	128	89	100	olie	81
	4 ¹¹⁾	68	97	195	195	63	177	233	0.559	0.129 ²⁾	9.63	1.03	687	419	733	458	100	100	olie	96
	6	74	03	269	269	50	233	279	0.679	0.172	9.04	1.03	569	837	837	632	100	100	olie	94
				537																
MKA	9	60	94	70	70	12	58	93	0.430	0.138	10.47	1.06	170	327	959	123	100	40	kul/olie	99
	10	65	94	70	70	12	58	93	0.430	0.138	10.47	1.06	170	327	959	123	100	40	kul/olie	99
	1	68	97	152	152	30	-	-	-	-	8.67	1.04	309	290	650	357	100	100	olie	98
	2	72	02	262	350+30	50	-	-	-	-	8.83	1.00	532	480	984	616	0	100	olie	0
MKS	3	84	13	350+30	350+30	77	260	455	0.571	0.175	8.48	1.00	795	800	1500	893	100	100	olie	98
	4	85	14	350+30	350+30	77	260	455	0.571	0.175	8.48	1.00	795	800	1500	893	100	100	olie	98
	1	83	12	45	45	5	45	105	0.430	-	13.83	1.00	69	-	-	79	100	0	kul	100
NEV	1	67	96	1299+60																
	2	77	106	130+3	127+3	32	-	-	-	-	9.21	1.06	343	670	1214	306	100	100	olie	97
	1	88	117	295+10	290+10	60	-	-	-	-	8.79	1.05	695	837	1256	693	100	100	olie	98
				17		12	17	36	0.420										naturgas	0
NK	5	58	95 ⁹⁾	41	35	20	28	70	0.430	0.146	10.76	1.04	256	167	188	72	85	60	kul/olie	98
	6	62	95 ⁹⁾	69	63	14	52	116	0.430	0.129	10.89	1.04	193	230	251	121	90	60	kul/olie	98
	8	73	02	269	269	55	231	267	0.598	0.146	8.79	1.04	733	840	1050	632	100	100	kul/olie	98
				379																
SVS	11	64	93 ⁷⁾	100	100	39	79	143	0.59	0.145	9.36	1.03	410	314	837	240	98	100	olie	98
	21	71	04	269	269	55	252	90	0.60	0.190	8.57	1.00	835	502	1193	632	100	100	olie	98
				369																
SHE	7	65	94	144	144	36	141	21	0.430	0.155	9.46	1.05	394	377	1486	338	100	70 ⁴⁾	olie	99
	8	79	08	300+27	300+27	60	314	58	0.410	0.169	8.73	1.00	736	1256	2100	740	100	100	olie	98
				444+27																
VKE	5	58	92	57	57	8	45	100	0.440	0.116	10.46	1.10	134	168	649	100	100	0	kul	100
	6	65	94	125	125	35	95	169	0.500	0.160	9.76	1.00	416	293	1151	294	100	91	olie	99
	7	69	98	245+13	238+12+(4)	50	189	290	0.600	0.160	8.79	1.05	557	481	1968	604	100	100	olie	99
	1	83	12	89	89	22	89	174	0.511	-	11.68	1.00	343	500	100	209	100	100	olie	95
HERN.				516+13																
Kond. eff. ialt				3986+113																
Norge ⁶⁾	1	76	92	125																
	2	77	92	125																
IALT		-	-	4349																
ELDRE ANLÆG m.m.				318																

1) Verdien er en gennemsnitaværdi af værdierne i hele lastområdet.

2) Ved effektberegning er $C_v = 0.129$ (øget indfyring).

3) Ombygges til udtagsanlæg i september 1988.

4) Kan ikke drives rent oliedrevet, heller ikke ved delast.

5) Specialolie.

6) Norgesforbindelsen repræsenteres i driftssimuleringerne frem til 1. sept. 1992.

af max. 190 MW med tilbagelevering om natten.

7) Levetiden forlænges til 2003.

8) Kun 89% af brændslet er kul, idet kedlen har oliestøttefyld i hele lastområdet.

9) NKA 5 og 6 antages levetidsforlængt, så sidste driftsår er 1995.

10) Der regnes med en arbejdsmandatimeløn på 78 kr. (medio 87).

11) Ombygget til naturgasfyring.

12) Naturgasfyring.

13) Under forudsætning af, at enheden ikke levetidsforlænges eller renoveres.

Data for enheder som ikke medtages ved driftssimuleringerne, og ikke er til rådighed ved driftsplanlægningen.

Værk	Enhed	Periode 1. drifts- år	sidste drifts- år	Fjernvarme											Ureindsel				STATUS		
				El				K							startomkostninger			forv. kulandel %			
				kont. MW	elmax ved ren kul- fyring MW	tekn. min. MW	elmax ved fjv. MW	max. MJ/s	C _m 3) MW/MJ/s	C _v 3) MW/MJ/s	bedat- punkt MJ/kWh	korr. fakt. p.u.	forbr.v. tekn.min. i kond. GJ/h	varm GJ	kold GJ	At ⁵⁾	kul max. %			olie max. %	start brænd- sel
FVO	1	53	92	38	-	13	30	35	0.402	0.230	13.69	1.00	190	262	419	67	0	100	olie	0	A
	D1	32	92	5	-													100	diesel olie	0	B
	D2	38	92	5	-													100	diesel olie	0	B
MKA	8	53	92	42 ⁴⁾	42 ⁴⁾	4	30	93	0.258	0.129	13.57	1.00	110	17	63	10	100	0	kul	100	C
MKS	5	87	16	13	-	1	-	-	-	-		1.00					0	100	olie	0	B
NEV	3	76	20	25	-	1	-	-	-	-	11.51	1.00	13	11	11	44	0	100	gasolie	0	B
NK	2	28	92	5	5												100	0	kul	100	D
	3	50	92	29	29	9	-	-	-	-	12.23	1.05	130	147	167	51	100	35	kul/ olie	90	D
	4	54	92	29	29	9	-	-	-	-	12.23	1.05	130	147	167	51	100	35	kul/ olie	90	D
	7	59	92	1) 7(3)	1) 7(3)																D
SVS	3	55	87	29	29	16	-	-	-	-	15.30	1.00	338	165	293	103	100	0	kul	100	D
VKE	4	53	88	34	34	6	22	74	0.311	0.157	15.16 ²⁾	1.05	138	126	481	60	100	0	kul	100	D
				E318	232																

1) Kadelbegrensning.

2) Værdien er ved ren kulfyrring.

3) Værdien er en gennemsnitsværdi af værdierne i hele løstområdet.

4) Under forudsætning af T9 eller T10 ikke er i drift.

5) Der regnes med en arbejdsmandstimenløn på 78 kr. (medio 87).

Status:

A: Enheden forudsættes driftsklar

af hensyn til nettet fra 1987.

B: Nødstartanlæg (ikke dimensioneret eller miljømassigt godkendt til varig drift).

C: Bibeholdes af hensyn til fjernvarmen.

D: Anlægget er ikke disponibelt.

Belastningsgrundlag for varmforsyningsområder i TJ pr. år.

År	FV	Frederikshavn	Hemming/Ilkøst	MKS/MKA	NK	Randers	SH	SV	VK	Ialt eksist. værker	Øvrig decentral udbygning *)	Total
1988	11160	932	2750	9306	5120	2039	900	4801	4803	41811	616	42427
1989	11273	971	2800	9543	5600	2102	1000	5079	4851	43219	2125	45344
1990	11387	1114	2850	9720	6000	2170	1050	5315	4912	44518	3512	48030
1991	11440	1120	2900	9904	6650	2240	1100	5565	4954	45873	5558	51431
1992	11467	1125	2950	9935	6880	2274	1160	5744	4996	46531	7623	54154
1993	11467	1131	3000	9935	7100	2308	1220	5869	5038	47068	9669	56737
1994	11467	1136	3050	9935	7350	2343	1280	5965	5080	47606	11716	59322
1995	11467	1142	3100	9935	7400	2382	1330	6048	5120	47924	14284	62208
1996	11467	1148	3150	9935	7440	2417	1330	6096	5153	48136	14280	62416
1997	11467	1154	3200	9935	7480	2453	1330	6104	5186	48309	14274	62583
1998	11467	1160	3250	9935	7520	2490	1330	6108	5219	48479	14266	62745
1999	11467	1160	3300	9935	7560	2500	1330	6112	5252	48616	14266	62882
2000	11467	1160	3350	9935	7600	2512	1330	6118	5283	48755	14266	63021

Der regnes med en benyttelsestid på 3710 h/år på maksimalbelastningen. Omregning fra belastningsgrundlag i TJ/år til maksimalbelastning i MJ/s:

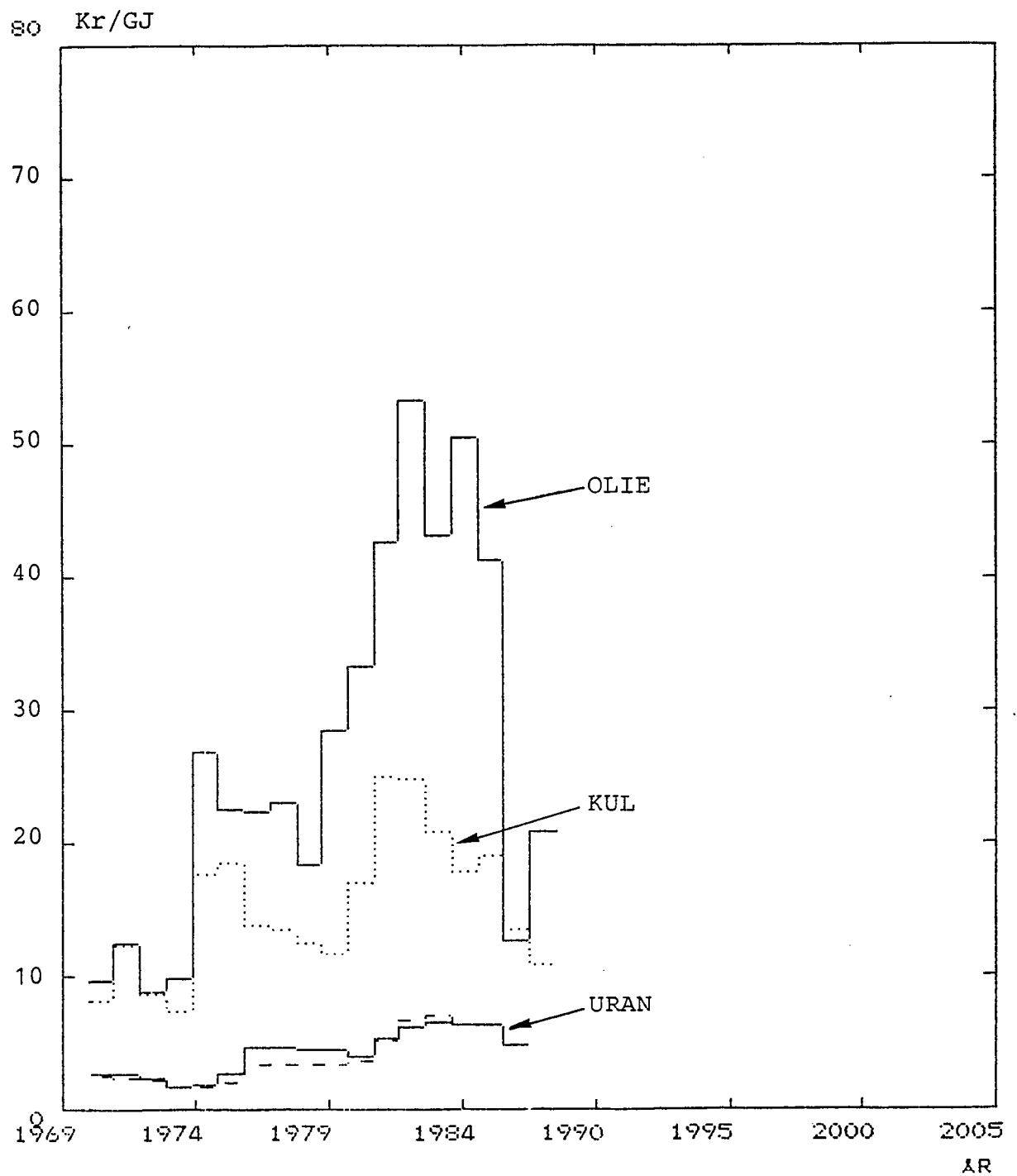
$$Y = X \frac{\text{TJ/år}}{3710 \text{ h/år}} \cdot \frac{1}{3600} \cdot \frac{\text{h}}{\text{s}} \cdot X = 13,36 \frac{\text{MJ}}{\text{s}}$$

*) Ved en benyttelsestid på 5000 h/år og en gennemsnitlig C_{in}-værdi på 0,38.
Antaget udbygningstakt: 1988-1990: 30 MW/år, 1991-1994: 40 MW/år, 1995: 50 MW.
Varmeproduktion er excl. Frederikshavn.

UP88

HISTORISKE BRÆNDELSPRISER

CIF-PRIS ANGIVET I 1988-KR.

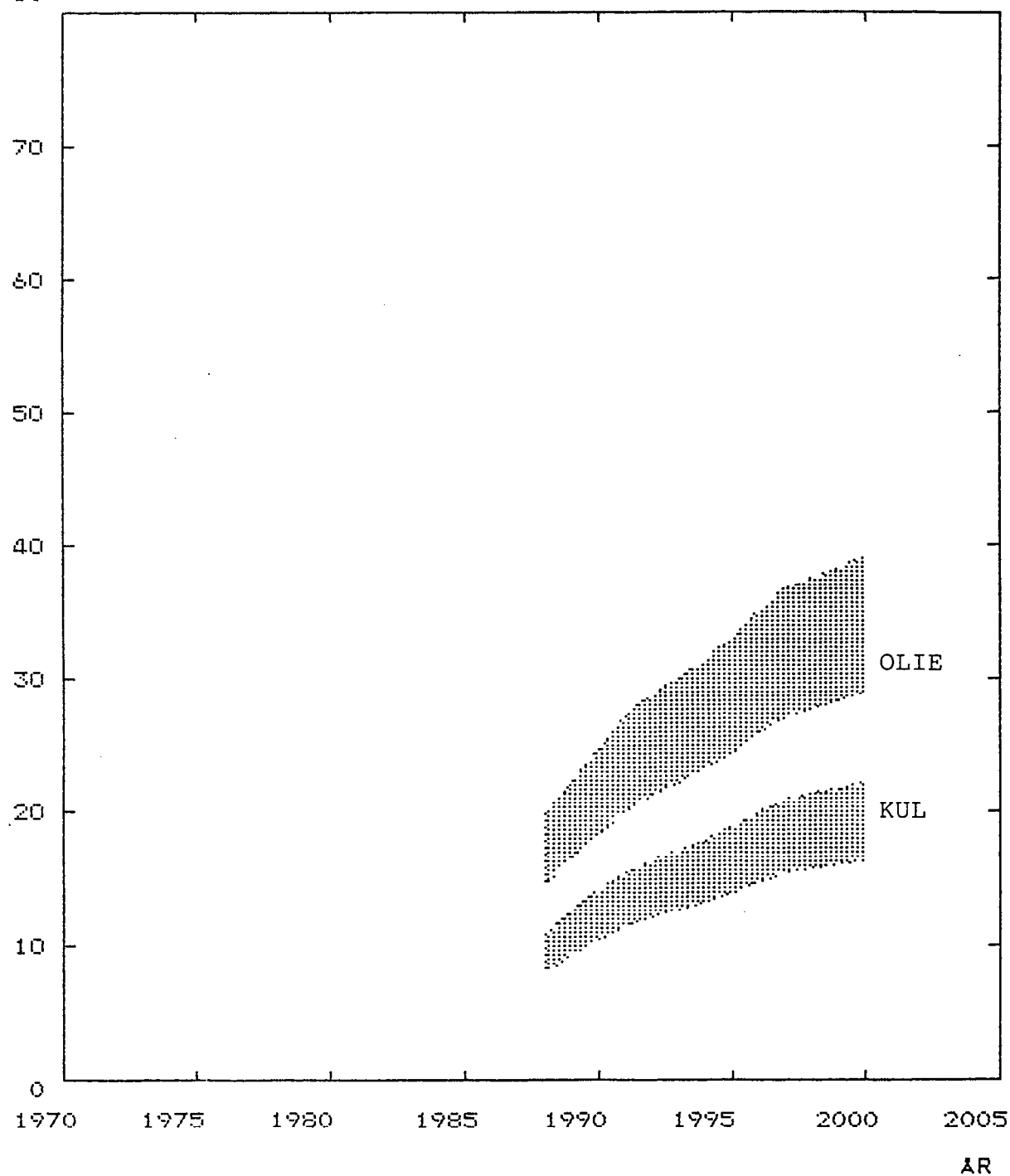


BRÆNDELSPRISPROGNOSE

CIF-PRIS AN STORHAVN I 1987-KR.

PROGNOSEN ER BASERET PÅ FORVENTEDE DOLLARKURSER

KR/GJ
80



Investeringsoversigt Beløb er i mill.kr. Afholdte betalinger er i årets kroner, fremtidige betalinger er i 88-kroner, excl. byggerenter.

Oversigten er hovedsageligt udarbejdet med baggrund i den årlige indberetning til budgetredegørelsen. Materiale til denne indberetning er indsamlet i efteråret 1987. Det har således ikke været muligt at medtage de seneste prisjusteringer, idet der dog er taget hensyn til de i udvidelsesplanen nævnte udskydelser.

	før 1987	For- ventet regn- skab 1987	1988	1989	1990	1991	1992	Senere år	*) I alt
<u>IDRIFTSATTE ELLER BESLUTTEDE ANLÆG</u>									
Nye produktionsanlæg									
MKS 3	1338,2	3,1	5,0						1346,3
MKS 4	895,4	3,7	3,2						902,3
MKS (nødstartanlæg)	39,8	3,5							43,3
FVO 7, el- og varmedel	7,6	273,0	253,7	407,3	667,8	237,3			1846,7
VKE 8, - - -		53,6	167,2	238,3	615,5	599,3	251,4	112,3	2037,6
SVS 31, - - -			87,0	134,4	334,2	411,2	347,9	276,8	1591,5
NK/NA, - - -				23,8	63,6	135,1	325,8	1041,1	1590,4
EV 4, - - -						35,3	92,3	2226,8	2354,4
Decentrale kraftvarmeværker	15,8	81,3	100,0	66,6	0,6				264,2
Vindmølleparker									
incl. prototypemøller	28,1	116,5	232,9	147,6	142,9				668,0
Kulombygninger									
NKA 8	813,8								813,8
NEV 2	471,6	169,4							641,0
Ombygninger til udtagsanlæg									
SVS 11	109,8								109,8
SVS 21		9,3	20,7						30,0
Afsvovlingsanlæg									
MKS 3/4	42,3	165,7	296,6	162,7					667,3
NEV 2					79,4	80,5	165,6		325,4
FVO 7		1,1	64,4	120,8	122,6	52,1			360,9
VKE 8					128,0	128,0	128,0		384,0
SVS 31						120,1	120,1	120,1	360,3
NK/NE							120,1	240,3	360,4
EV 4								540,7	540,7
Udlandsforbindelser									
KS 2 + tilhørende net	44,3	140,4	202,7	26,1					413,5
Transmissionsanlæg									
Netanlæg incl. 60 kV	136,1	179,0	346,7	237,5	127,6	83,0	123,7	220,6	1454,2
stationer m.v.	24,4	56,1	139,1	174,0	78,9	88,1	59,7		620,3
Brændselshåndtering m.m.									
Havne og lagerplads	5,3	22,6							27,9
Skibe og pramme	6,5	32,0							38,5
Askeanlæg	0,1	4,0	28,0	17,9	12,5				62,5
Øvrige anlæg									
Diverse	60,7	86,5	88,9	33,5	9,7	4,2			283,5
<u>IKKE BESLUTTEDE ANLÆG</u>									
Ny produktionsanlæg									
Dec. Kraftvarmeværker		2,7	114,0	309,3	161,6	341,5	807,5	1978,0	3715,0
Transmissionsanlæg									
60 kV netanlæg				13,4	28,0	34,0	30,6		106,0
Øvrige anlæg									
Diverse		0,2	0,2	4,9					5,3

*) Summen er en blanding af årets kroner og 1988 kroner.

	før 1987	For- ventet regn- skab 1987	1988	1989	1990	1991	1992	Senere år	*) I alt
FORVENTEDE KOMMENDE INVESTERINGER									
DeNO -----x - Lav-NO x, eks. anlæg, pr. anlæg								22,3	
- - , nyanlæg, pr. anlæg								52,0	
SNR , eks. 250 MW anlæg pr. anlæg								12,2	
SCR , 350 MW, low-dust pr. anlæg								247,3	
DeSO -----x Gipsproces, eks. 250 MW 5 anlæg								**) 1521,0	
Levetidsforlængelse ***) 5 anlæg á 100 mio.kr.								500,0	
Renovering ***) 3 anlæg á 300 mio.kr.								900,0	

*) Summen er en blanding af årets kroner og 1988 kroner.

**) Incl. PE-andel.

***) Skønnede beløb.