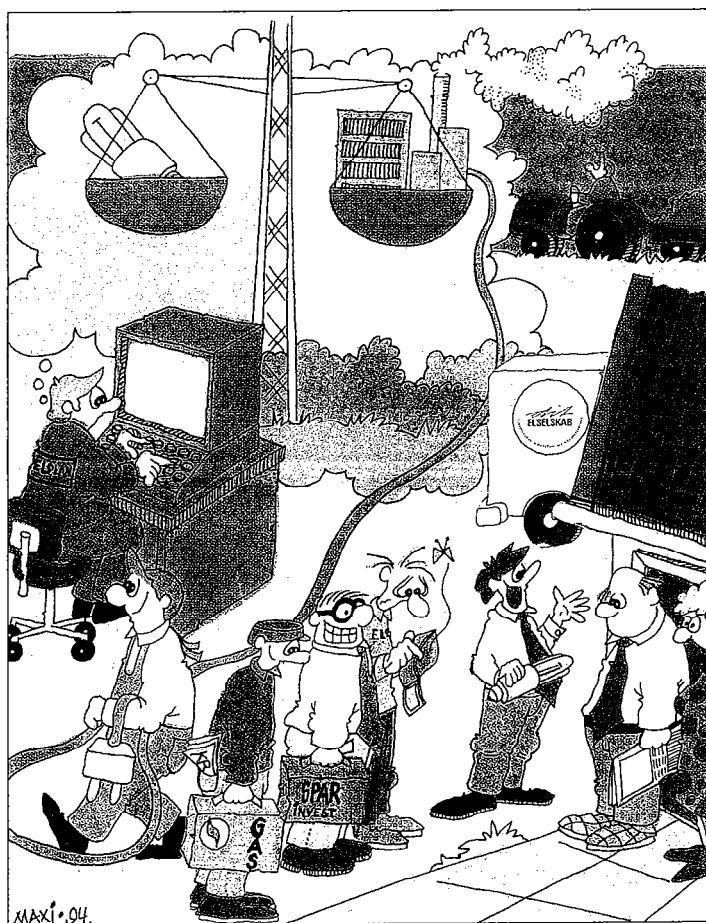


IKK 95

Integreret resourceplanlægning



Perspektivplan

Integreret planlægning i jysk-fynsk elforsyning i 1995

Elforsyningsloven blev ændret med virkning fra 1. marts 1994. Ændringen i loven foreskriver anvendelse af integreret ressourceplanlægning (IRP) i elselskabernes planlægning.

Planlægningen afrapporteres hvert andet år til Energistyrelsen, første gang med udgangen af 1995 (IRP95).

Planlægningen udarbejdes med en tidshorisont på mindst 20 år og opdeles i en DSM-plan og en programdel, her frem til år 2005, og en perspektivdel, der illustrerer de mere langsigtede udviklingstendenser.

Nærværende rapport udgør afrapporteringen af perspektivdelen af IRP95.

IRP95 Perspektivdel

Kapitel 1 giver et kort overblik over rapporten.

Kapitel 2 diskuterer begrebet bæredygtighed i forbindelse med energipolitik.

Kapitel 3 beskriver de tekniske og organisatoriske forudsætninger for de fremtidsbilleder, der beskrives i kapitel 4.

Kapitel 5 beskriver udbygningen af elproduktionen i perioden 2005-2015 i de tre fremtidsbilleder.

Kapitel 6 indeholder ELSAMs perspektivplan frem til år 2015 og fremtræder samtidig som konklusion på analyserne.

Arbejdet er udført af:

Distributionsselskaberne vest for Storebælt
ELFOR
Kraftværkerne
ELSAM

ISBN 87-87090-36-8

Layout af forside:

Franck Wagners
Illustration og Grafisk design
og
ELSAMs informationsafdeling

Forsidetegning:

Maxi Aalling

ELSAM
Planlægningsafdelingen
Fjordvejen 1-11
DK-7000 Fredericia
Tlf. 75 56 25 00

PFB

IRP95 PERSPEKTIVPLAN

**INTEGRERET RESSOURCEPLANLÆGNING
i den jysk-fynske elforsyning 1995
Januar 1996**

Indholdsfortegnelse

1.	Indledning	1
1.1	Lovgivningsmæssig baggrund	1
1.2	Bæredygtighed	1
1.3	Fremtidsbilleder	1
1.4	ELSAMs perspektivplan	2
2.	Bæredygtighed	3
2.1	Indledning	3
2.2	Kriterier for en bæredygtig energipolitik	3
2.2.1	Anvendelse af fossile brændsler	4
2.2.2	Jordens bæreevne for forurening	5
2.2.2.1	Den tilladelige CO ₂ -emission	6
2.2.2.2	Fordeling af den globale CO ₂ -emission	7
2.2.3	Teknologisk udvikling	8
2.2.4	Økonomisk udvikling	8
2.2.5	Delkonklusion	9
2.3	Politiske kontakter i IRP-perspektivplanen	9
3.	Teknisk/organisatoriske forudsætninger for fremtidsbillederne	10
3.1	Organisatoriske forudsætninger	10
3.2	Tekniske forudsætninger	10
3.3	Andre virkemidler	13
3.3.1	Joint Implementation	13
3.3.2	Skovrejsning	16
4.	Beskrivelse af de tre fremtidsbilleder	18
4.1	Vedvarende energi-vision år 2015	18
4.2	Teknologi vision 2015	20
4.3	Vision med internationale virkemidler i 2015	22
5.	Produktionssidens udbygningsskitser (2005-2015)	24
5.1	Status ved start af perspektivperioden	24
5.2	Referenceudvikling på produktionssiden	27
5.3	Udbygningsskitse: VE-vejen	28
5.4	Forceret teknologiudvikling for elproduktionsanlæg baseret på fossile brændsler	32
5.5	Brug af internationale CO ₂ -virkemidler	36
5.6	Sammenligning på tværs mellem de tre udviklingsforløb	39
6.	Perspektivplan år 2015	42
6.1	Vurdering af de tre fremtidsbilleder	42
6.2	Perspektivplanen år 2005-2015	43
6.3	IRP-handlingsplan (perspektivplan)	49

1. Indledning

1.1 Lovgivningsmæssig baggrund

Med virkning fra 1. marts 1994 er der indføjet en paragraf i elloven, der pålægger elforsyningen at lave Integreret Ressource Planlægning (IRP).

Den pligt er nærmere udmøntet i de såkaldte opgavebreve af 24. oktober 1994. I opgavebrevet pålægges ELSAM at aflevere den første IRP-plan inden udgangen af 1995.

IRP-planen er delt i en plandel (1996-2005) og en perspektivdel (2006-2015).

Om perspektivplanlægningens indhold fremgår det:

- at den skal illustrere de langsigtede udviklingstendenser og muligheder.
- at den skal udarbejdes med en tidshorisont på mindst 20 år.
- at perspektivplanlægningen skal belyse alternative udviklingsforløb og strategier, herunder at den kan indeholde forskellige teknologi- og brændselsvalg.

Som det fremgår, giver opgavebrevene meget vide rammer for indholdet af IRP-planen og specielt af perspektivdelen. I det følgende søges en yderligere afgrænsning af emnet.

1.2 Bæredygtighed

Bæredygtighed er et hovedtema for den langsigtede danske energipolitik.

Ofte er CO₂ emissionen brugt til at vurdere forskellige løsningers bæredygtighed. Det er imidlertid vigtigt at slå fast, at bæredygtighed ikke kan reduceres til at være det samme som CO₂-emissioner. Der må indgå bredere hensyn.

I forbindelse med arbejdet med IRP-perspektivplanen er begrebet bæredygtighed derfor søgt udmøntet i operationelle kriterier.

1.3 Fremtidsbilleder

Som det fremgår af opgavebrevene, er et af formålene med IRP-planen at belyse alternative udviklingslinier for elforsyningen. Der er derfor i ELSAMs Perspektivplan opstillet tre fremtidsbilleder for jysk-fynsk elforsyning.

I analyserne af fremtidsbillederne har hovedvægten været lagt på elproduktionsteknologier. Det skyldes, at produktionsteknologierne har det længste tidsperspektiv. Den typiske levetid for elproduktionsanlæg er 30 år, medens den typiske levetid for elforbrugende apparater nærmere er 10 år. Det betyder, at der er indbyggede forskelle i tidshorisonten for produktion og forbrug af el.

Tidligere erfaringer med langsigtet (energi-)planlægning viser, at det den realiserede fremtid ofte ligger langt fra den forventede. Fremtidsbillederne er derfor valgt således, at de udgør yderpunkter. Der er lagt vægt på at vise **mulige** fremtider, men der er ikke i den indledende analyse gjort forsøg på at identificere den mest **sandsynlige** fremtid.

Der er ved valget af fremtidsbilleder gjort et forsøg på at inddrage virkemidler, der ikke anvendes i dag. Det gælder både CO₂-fjernelse fra røggassen, skovrejsning og fælles gennemførelse af CO₂-virkemidler med andre lande (Joint Implementation).

Analysen af fremtidsbillederne er foretaget dels i RISØs systemanalyseafdeling med BRUS-modellen, dels i ELSAMs planlægningsafdeling med brug af SIVAEL.

BRUS har primært været brugt til at opstille efterspørgselssiden. Det har været nødvendigt at udvikle BRUS til at dække ELSAM-området i stedet for hele Danmark. SIVAEL har været brugt til at simulere el- og kraftvarmeproduktion.

1.4 ELSAMs perspektivplan

De tre fremtidsbilleder er vurderet ud fra kriterierne for bæredygtighed. På den baggrund er opstillet ELSAMs bud på en perspektivplan for jysk-fynsk elforsyning frem til år 2015.

ELSAMs perspektivplan forudser en fortsat reduktion i CO₂-emissionen efter år 2005. Samtidig inddrages virkemidler i udlandet, det Klimakonventionen kalder Joint Implementetation.

2. Bæredygtighed

2.1 Indledning

Den "klassiske" definition af begrebet bæredygtighed stammer fra Brundland-rapporten og lyder:

"En bæredygtig udvikling er kendetegnet ved, at nuværende generationers behov opfyldes, uden at fremtidige generationers muligheder for at opfylde deres behov bringes i fare". Definitionen er meget bred og har været brugt så "fleksibelt" i den politiske debat, at den på det nærmeste har mistet sit indhold. Det er dog klart, at bæredygtighed kræver en balance mellem den nuværende og de fremtidige generationer.

Et af mange forsøg på at gøre bæredygtighed mere konkret er anvendelsen af begrebet bæredygtig indkomst. Ved bæredygtig indkomst forstås "det forbrug man kan have uden at forringe sin formue".

Tankegangen bag ideen om en bæredygtig indkomst er, at indkomsten fremkommer som afkast af en kapital. Meningen med definitionen ses lettest, hvis man ser på en, der lever af sin opsparing. Også inden for landbrug er det relativt let at forstå begrebet. Landmanden må ikke udpine jorden så meget, at den ikke opretholder sin langsigtede frugtbarhed.

For en mere generel anvendelse af begrebet om bæredygtig indkomst er det alt afgørende, hvordan "formue" defineres. Man kan skelne mellem to yderpunkter:

a) formue = naturressourcer (streng bæredygtighed).

b) formue = naturressourcer + menneskeskabt kapital (bred bæredygtighed).

Begge definitioner har problemer. Hvis den strenge bæredygtighed skal tages for pålydende, må man ikke anvende endelige ressourcer som f.eks. fossile brændsler. Anvendelsen af endelige naturressourcer vil reducere formuen og derfor ikke være foreneligt med den strenge definition.

På den anden side har den brede definition også problemer derved, at den antager, at enhver naturressource kan erstattes med kapital (eller andre ressourcer). Det er problematisk at antage, at f.eks. ozonlaget kan erstattes. Det samme gælder biodiversitet. Man kan måske undvære én tiger, men arten tiger vil vi gerne bevare.

Denne meget simple analyse viser, at der ikke er én definition af bæredygtighed. Det er nødvendigt at afveje forskellige tilgange til begrebet. I det følgende diskuteres fire kriterier for en bæredygtig energipolitik.

2.2 Kriterier for en bæredygtig energipolitik

I det følgende gives fire forslag til kriterier for en bæredygtig energipolitik.

Kriterierne er udvalgt, således at de repræsenterer de væsentligste aspekter ved en langsigtet energipolitik. De to første behandler forholdet mellem mennesker og natur, medens de to sidste vedrører rent samfundsmæssige forhold:

- 1) anvendelsen af endelige ressourcer som f.eks. fossile brændsler.
- 2) jordens bæreevne med hensyn til forurening.
- 3) teknologiudvikling.
- 4) generel økonomisk udvikling.

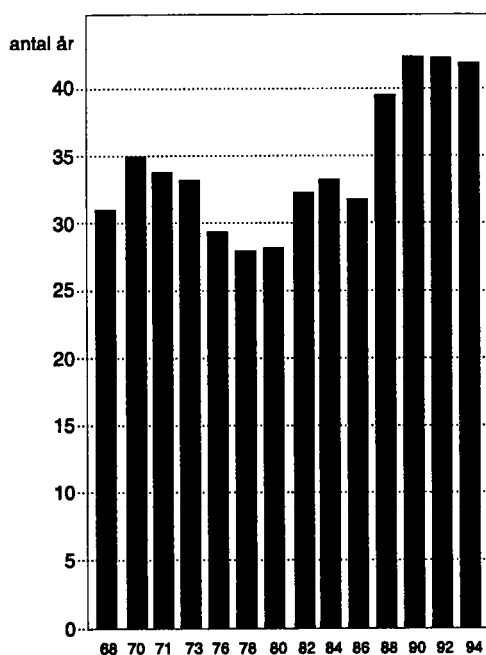
2.2.1 Anvendelse af fossile brændsler

Det er ubestrideligt, at anvendelse af fossile brændsler tærer på jordens endelige ressourcer. Men med hensyn til fremtidige generationers muligheder kan dette retfærdiggøres på flere måder.

For det første kan udvikling af mere effektiv forbrændingsteknologi medvirke til at øge værdien af de lagre, der stadig findes. Hvis effektivitetsforbedringerne af forbrændingsteknologien og udnyttelsen sker i samme takt, vil fremtidige generationers muligheder ikke være forringet. Der er selvfølgelig grænser for, hvor længe dette argument holder.

For det andet vil investeringer i undersøgelser og udvindingsudstyr kunne gøre flere ressourcer tilgængelige for fremtidige generationer.

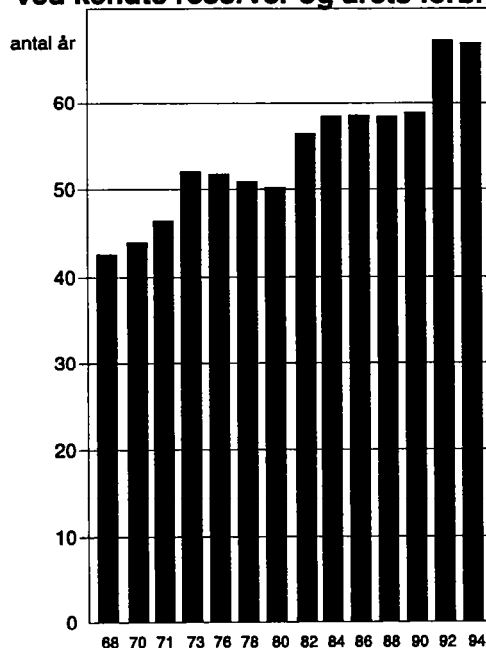
Oliereserver ved kendte reserver og årets forbrug



Kilde: BP Statistical review of world energy, juni 1995

Figur 2.1 Oliereserver i år ved kendte reserver og årets forbrug.

Gasreserver ved kendte reserver og årets forbrug



Kilde: BP Statistical review of world energy, juni 1995

Figur 2.2 Gasreserver i år ved kendte reserver og årets forbrug.

Det har da også vist sig, at de kendte ressourcer af fossile brændsler rækker flere år ud i fremtiden end for 25 år siden. (Fig. 2.1 og 2.2). Det får folkene bag "Grænser for vækst" til at konkludere, at det næppe er mængden af ressourcer, der bliver begrænsende for væksten.

Under alle omstændigheder begrænses de fremtidige generationer mindst muligt ved, at vi anvender de mest rigelige ressourcer først. Det vil sige, at med hensyn til dette argument er det mere bæredygtigt at bruge kul end naturgas. Mest bæredygtigt efter dette kriterium er vedvarende energikilder.

Der kan dog også være ressourcebegrænsninger for vedvarende energikilder. Det gælder især med hensyn til arealanvendelse. For vindmøller er der begrænsninger i anvendelsen af "vind-gode" placeringer som følge af konkurrence med andre hensyn jvf. kystzoneloven. For biomasse opstår arealbegrænsningen som følge af konkurrence med produktion af fødevarer.

2.2.2 Jordens bæreevne for forurening

Alle former for energiproduktion skaber en miljøpåvirkning. Miljøpåvirkningen kan have meget forskellig karakter fra lokale gener som støj og visuel forurening ved vindmøller til emission af forsurende stoffer og drivhusgasser fra afbrænding af fossile brændsler.

Miljødebatten har haft stor betydning og for alle former for energiproduktion gælder det, at miljøbelastningen pr. kWh er mindre i dag end for 20 år siden. Det skyldes både forbedret effektivitet, men også renseforanstaltninger.

Det betyder, at den afgørende miljøpåvirkning fra energiproduktion i dag må siges at være CO₂. I hvert fald kan CO₂-emissionen bruges som tilnærmelse for energiproduktionens samlede miljøbelastning, da de fleste andre typer miljøpåvirkning er korreleret med CO₂-emissionen.

Med regeringens Natur- og Miljøpolitiske redegørelse fra juni 1995 er begrebet "Det økologiske råderum" blevet lanceret til at beskrive kravene til en bæredygtig udvikling. Grundtanken i begrebet er "at forbruget af materielle

ressourcer over en årrække bringes i overensstemmelse med principperne om en retfærdig og ligelig global fordeling inden for de rammer for det samlede forbrug, som dikteres af hensynet til kommende generationer."

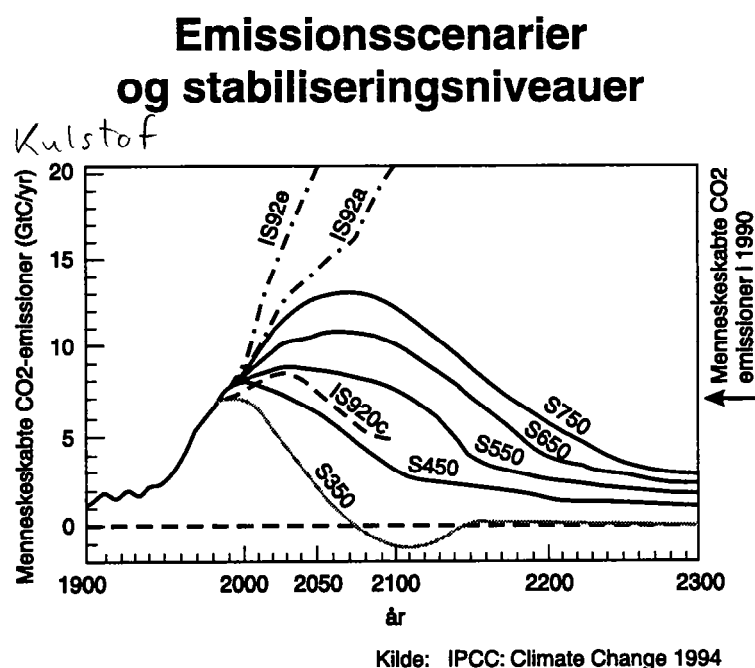
Der er en lang række problemer forbundet med at anvende begrebet om et "øko-logisk råderum" som planlægningsværktøj. For at nævne de mest påtrængende er det nødvendigt

- a) at fastlægge det tilladelige globale forureningsniveau.
- b) at fastlægge principper for fordeling mellem hele jordens befolkning og nuværende og kommende generationer.

I det følgende uddybes de to spørgsmål og konsekvenserne for den praktiske anvendelse af tanken om "et øko-logisk råderum" belyses.

2.2.2.1 Den tilladelige CO₂-emission

I sin rapport til klimakonferencen i Berlin i foråret 1995 fremlagde IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) beregninger over betydningen af de fremtidige CO₂-emissioner for atmosfærens indhold af CO₂. En af de centrale figurer viser de CO₂-emissionsprofiler, der skal til for at sikre en stabilisering af atmosfærens CO₂-indhold på forskellige niveauer (figur 2.3).



Figur 2.3 Emissionsscenarier og stabiliseringsniveauer.

Linierne S350 - S750 viser globale emissionsprofiler for at sikre en stabilisering af atmosfærens CO₂-koncentration på 350-750 ppm. Til sammenligning var CO₂-koncentrationen før industrialiseringen på ca. 280 ppm, og i dag er den ca. 360 ppm.

Desuden viser figuren tre af de scenarier, som IPCC har opstillet for den globale CO₂-emission (IS92a,c og e). IS92a betegnes som et business-as-usual scenarie, medens IS92c er et meget optimistisk scenarie med stabilisering af jordens befolkning. IS92e har en høj økonomisk vækst 3-3,5% p.a. og total udfasning af atomkraft og beregner dermed en "worst case" i CO₂-mæssig sammenhæng.

Figuren viser, at en stabilisering af atmosfærens CO₂-indhold bare på dagens niveau på det nærmeste er utænkeligt. Det vil kræve en reduktion af den globale CO₂-emission til noget nær nul inden for de næste 50 år.

Det mest ambitiøse miljømål, der med blot nogen realisme kan forfægtes, indebærer altså en vis yderligere stigning i atmosfærens indhold af CO₂. I rapporten "Mod et bæredygtigt Europa" tager NOAH/Friends of the Earth da også udgangspunkt i en stabilisering på 450 ppm, når de skal beregne det økologiske råderum.

IPCC angiver ikke i sin rapport nogen data for de forskellige stabiliseringsforløb, men kun for deres egne scenarier. Derfor tager de følgende betragtninger udgangspunkt i scenariet IS92c, der kun ligger lidt over kurven for stabilisering på 450 ppm.

I scenariet IS92c angives den globale menneskeskabte CO₂-emission i år 2025 til at være 32,3 Gt CO₂. Heri indgår emissionerne fra både skovrydning (anslået til ca. 3,7 Gt CO₂) og energiforbrug. Fortsættes scenariet helt til år 2100, bliver den tilladelige globale CO₂-emission på 16,9 Gt CO₂. Her antages skovene at være i balance, således at der ikke sker rydning eller netto-vækst på globalt plan.

2.2.2.2 Fordeling af den globale CO₂-emission

Et centralt skøn for den samlede globale befolknings størrelse i år 2025 er 8 mia. mennesker. For tiden frem mod år 2100 bliver variationen på skønnene større. I IS92c antages befolkningen at falde til 6,4 mia, medens der i business-as-usual (IS92a) antages en befolkning på 11,3 mia.

I den enkleste form forstås det økologiske råderum som den samlede globale "forureningskvote" i et givet år divideret med det samlede befolkningstal i det samme år.

Der er imidlertid en række indvendinger mod dette princip:

- Der bør tages hensyn til landenes geografiske placering, således at lande med et stort opvarmningsbehov får en større kvote end lande nær ækvator.
- Det synes urimeligt, at lande med en stor befolkningstilvækst kan reducere det gennemsnitlige råderum samtidig med, at de øger deres egen andel af den globale kvote.
- Omvendt påpeger folk fra tredje verdens lande, at de industrialiserede lande har brugt deres del af CO₂-kvote allerede. De rige landes udledninger siden industrialiseringen har skabt problemet, og nu vil u-landene ikke acceptere en indskrænkning af deres vækstmuligheder.
- Endelig er landenes forudsætninger meget forskellige med hensyn til muligheder for f.eks. etablering af vandkraft. Den internationale arbejdsdeling betyder også, at nogle lande producerer og eksporterer varer med et højt energiindhold f.eks. metaller. Det bør også tillægges betydning ved fordeling af råderummet.

Disse modstridende argumenter viser, at det er en alvorlig forsimpning at udregne det økologiske råderum ved en ligelig fordeling mellem alle mennesker på jorden. Som illustration af nogle størrelsesordner er en sådan simpel udregning alligevel foretaget for år 2025 og 2100:

år 2025: 32,3 Gt CO₂, 8 mia. mennesker, 4 t CO₂/indb.

år 2100: 16,9 Gt CO₂, 6,4 mia. mennesker, 2,6 t CO₂/indb. (lav befolknings-tilvækst).

16,9 Gt CO₂, 11,3 mia. mennesker, 1,5 t CO₂/indb. (høj befolkningstilvækst).

World Energy Council (WEC) har i deres rapport fra 1993, Energy for Tomorrow's World, opstillet fire scenarier for år 2020.

WEC- Scenarie	Høj vækst	Modificeret reference	Reference	Økologisk
t CO ₂ /indb.	5,2	4,6	3,8	1,5

Som det ses, svarer det ovenfor beregnede økologiske råderum i 2025 meget nært til emissionerne i WEC reference-scenarie, når der tages højde for effekten af skovrydning.

Ser man på den regionale fordeling af emissionerne i år 2020, er den gennemsnitlige vesteuropæiske emission på 7,9 t CO₂/indb., medens Afrika syd for Sahara kun udsender 1 t CO₂/indb. WEC-scenariet afspejler altså en stor forskel mellem de forskellige dele af verden. Man kan sige, at hvis man vælger en pragmatisk tilgang (en sandsynlig fordeling af den globale CO₂-emission) i stedet for en ideel (ligelig fordeling), viser WECs scenarie, at det kun er nødvendigt at reducere den europæiske CO₂-emission til 7,9 t CO₂ pr. indbygger i år 2020 for at leve op til scenarie IS92c.

Hvis man bruger tankegangen om økologisk råderum til at fastsætte en CO₂-målsætning for 2025, kan resultatet blive meget forskelligt. NOAH/FoE når frem til et europæisk råderum på 2,3 t CO₂/indb. i 2030. Med udgangspunkt i IPCCs tal kan man komme til et globalt råderum på 3,8 t CO₂/indb. i 2025, medens man med WEC kan argumentere for, at de globale kvoter overholdes med en europæisk CO₂-emission på 7,9 t CO₂/indb. i 2020. Til sammenligning var CO₂-emissionen i Danmark i 1992 på 10,8 t CO₂/indbygger.

Konklusionen på denne gennemgang er, at det økologiske råderum nok kan bruges som generelt begreb, men lige så snart man begynder at sætte tal på, bliver det vanskeligt. Alle beregninger viser dog, at der er behov for en reduktion i Danmarks CO₂-emission.

2.2.3 Teknologisk udvikling

Viden er en af de vigtigste måder at overføre værdier til kommende generationer. Den viden kan have forskellige former. Det vil dels være viden om at løse de aktuelle problemer, dels viden, der kan bidrage til at løse fremtidige problemer.

Det er ikke muligt i dag at vide, hvilke problemer fremtidige generationer gerne vil have løst. På den anden side er vurderingen af de krav, som udtømmelse af ressourcerne, forureningsproblemerne m.v. vil stille fremtidige generationer over for af stor betydning for kravene til viden- og teknologiudviklingen. Hvis kravene til f.eks. CO₂-reduktion kun er begrænsede, kan marginale ændringer i de kendte teknologier løse problemerne. Hvis der derimod stilles meget vidtgående krav om CO₂-reduktioner, vil kravet til teknologiudvikling være tilsvarende store.

I denne sammenhæng betyder kriteriet, at teknologiudviklingen skal kunne udnytte de aktuelle muligheder for energiproduktion så effektivt som muligt. Men for at stille fremtidige generationer bedst muligt skal teknologiudviklingen også tage højde for udfordringer fra skærpede (miljø)krav og skærpede ressourcebegrænsninger.

2.2.4 Økonomisk udvikling

Bæredygtighed fordrer en hensyntagen til fremtidige generationer, men ikke at den nuværende generation helt ser bort fra sine egen interesser og kun investerer i udvikling.

Hvis ikke den nuværende generation opretholder en fornuftig produktion, bliver der heller ikke noget grundlag for de kommende generationer at bygge videre på.

For energisektoren betyder dette, at der er grænser for, hvor stor en del af de samfundsmæssige ressourcer energisektoren må lægge beslag på.

2.2.5 Delkonklusion

De fire opstillede kriterier giver mulighed for at sammenligne forskellige løsningsforslag. Det er muligt at beregne CO₂-emissionen og priser kvantitativt, medens træk på endelig ressourcer og teknologisk udvikling må behandles mere kvantitativt.

2.3 Politiske kontakter i IRP-perspektivplanen

For at vurdere de politiske rammer for IRP-perspektivplanen er der gennemført møder med energipolitikere fra seks af Folketingets partier. Tanken med møderne har været, at de skulle fungere som "data-opsamling" forstået på den måde, at det har været politikernes holdninger, der har været i centrum.

Det har været en forudsætning for møderne, at de har været uformelle og uden forpligtelser for de involverede. På mange måder har møderne givet god inspiration til arbejdet med perspektivplanlægningen. Et punkt kan trækkes frem, nemlig at der fra alle partier var stor interesse for et ELSAM-udspil omkring den langsigtede energipolitik.

3. Teknisk/organisatoriske forudsætninger for fremtidsbillederne

Den videre analyse af perspektiverne for jysk-fynsk elforsyning i 2005 bygger på tre fremtidsbilleder. Ved opstilling af fremtidsbillederne er der givet en række organisatoriske og tekniske forudsætninger.

3.1 Organisatoriske forudsætninger

Det forudsættes, at der i 2015 er gennemført en markedsreform for el og naturgas på EU-niveau. De to energiformer handles på en række børser, der fysisk er placeret i de største byer i Europa, og der handles bilateralt mellem producenter og distributører/forbrugere. El er ikke længere blot elektricitet, men der er sket en produktdifferentiering, således at der efterspørges el med høj forsyningssikkerhed, afbrudsel, vindmølleel, tilbudsel, CO₂-fri el m.v. Der eksisterer mange forskellige priser på den el, der sælges på kontrakter, og det kan være vanskeligt at sammenligne disse priser.

På hver kWh, der bliver solgt i Europa, er der en miljømæssig varedeklaration, som beskriver de miljøpåvirkninger, der er ved produktionen af den pågældende kWh.

På EU-niveau er man blevet enig om en CO₂-afgift på brændslet på 100 kr./ton CO₂, der udledes til atmosfæren ved forbrænding. Endvidere er der for de forskellige brændselshåndterings- og produktionsformer fastlagt nogle standard forsikringspræmier, man skal betale for at kunne være på markedet. Elproduktion fra statsstøttede produktionsanlæg, som kører under begrebet "Public Service Obligation", må ikke udbydes på det internationale marked.

Dansk elproduktion er konkurrencedygtig inden for rammer af de harmoniserede EU-regler. Elproduktionen i ELSAM-området har samme størrelse som elforbruget. Udenlandske elselkaber sælger til det jysk-fynske elmarked, men den mistede markedsandel modsvares af, at produktionsanlæggene i ELSAM-området også producerer til udenlandske markeder. Det realistiske i denne antagelse kan diskuteres, men det ligger uden for denne rapports rammer at gøre det.

Danmark har fjernet de specielle danske energiafgifter på brændsel til varmeproduktion. Ud over eventuelle afgifter på slutforbruget betaler varmemeforbrugere kun CO₂-afgiften på brændslet. På elforbrug er der stadigvæk en speciel dansk afgift, som bruges til finansiering af den danske energipolitik. Denne afgift betales af alle elforbrugere i Danmark uafhængig af, hvor de køber elektriciteten.

3.2 Tekniske forudsætninger

Ved opstilling af forsyningssystemerne er der brugt følgende forudsætninger omkring anlæg og økonomi.

Varmeforbrug

Der er i alle fremtidsbillederne indlagt væsentlige varmebesparelser i eksisterende byggeri. Det er har en væsentlig betydning for at reducere eloverløbet fra den kombinerede el- og varmeproduktion. Der er imidlertid ikke gjort noget forsøg på at lave en IRP-balance for varmebesparelserne, der har en gennemsnitspris på mere end 100 kr./GJ/år. Det er vurderet, at en så stor satsning på varmebesparelser vil være i naturlig forlængelse af dansk energipolitik, specielt eftersom varme forventes at være uden for de liberaliserede markeder.

Elforbrug

Elforbruget i fremtidsbillederne er analyseret med BRUS-modellen. Der har ikke været tale om etablering af en IRP-balance mellem forbrug og produktion. Forudsætningen for elforbrug er beskrevet under hvert fremtidsbillede.

Levetidsforlængelse af centrale kraftværker

MKS B3 og B4 fylder 30 år i henholdsvis 2014 og 2015. Det forudsættes, at de to blokke kan holdes i drift yderligere 10 år med en investering i "levetidsforlængelse" på 1.000 kr./kW. NVV B2 kan til samme pris få forlænget levetiden indtil 2018.

Kulfyrede anlæg (KAD)

Det er forudsat, at den teknologiske udvikling inden for kulstøvfyring med avancerede dampdata er fortsat således, at et anlæg, der bygges i 2015, vil have en elvirkningsgrad på ca. 55%.

KAD med CO₂ -fjernelse

Teknikken til at fjerne CO₂ fra røggassen på store kraftværker forudsættes at være færdig-udviklet i 2015. Hvis der etableres sådanne anlæg i Danmark på det tidspunkt, vil det stadig være med et væsentligt indhold af F&U, og anlæggene vil derfor kunne opnå forskellige tilskud.

Ved skøn over pris og virkningsgrad er der taget udgangspunkt i en kemisk scrubning af røggassen. Røgen ledes gennem en absorber, hvor CO₂ bindes til f.eks. MEA (Monoethanolamin). Det er en teknik, der i dag anvendes ved produktion af CO₂ til teknisk brug. Der forventes en CO₂-fjernelse på 90%. For at absorptionsprocessen kan forløbe, er det nødvendigt først at fjerne mindst 99% af røgens indhold af SO₂ og NO_x. Den røg, der kommer ud fra et værk med CO₂-fjernelse, vil altså være meget ren.

Absorberen regenereres ved en termisk proces, således at CO₂ kommer på næsten ren form. Det er forudsat, at CO₂ kan deponeres i dybtliggende (mere end 1.000 meter) vandfyldte strukturer (akviferer).

Teknikken til at fjerne CO₂ fra røggassen og senere deponere den i undergrunden er meget energikrævende og vil reducere den samlede blokvirkningsgrad med ca. 20%-points ved ren elproduktion, medens kraftvarmevirkningsgraden ikke bliver påvirket væsentligt, da der er gode muligheder for at genvinde varme fra processerne.

Anlægsomkostningerne ved at bygge CO₂-fjernelse er ca. 50% højere end for anlæg uden CO₂-fjernelse.

CFB

I 2015 er CFB-(cirkulerende fluid-bed) teknologien til rådighed til forbrænding af et brændselsmiks med 50% kul + 50% biomasse. Der forudsættes en anlægsstørrelse på 200-300 MW. Virkningsgraden er ca. 51% i kondensdrift.

Naturgas (combined cycle)

Den hastige udvikling af gasturbiners ydelse og virkningsgrad fortsætter i kraft af udvikling af skovlmaterialer og køleteknikker. Der kan i dag tilbydes naturgasfyrede kombianlæg med en virkningsgrad på op til ca. 60%, og på lidt længere sigt kan der forventes endnu højere virkningsgrader på naturgas.

Combined Cycle processen kan også fyres med gas fra forgasningsanlæg, men totalvirkningsgraden bliver væsentlig lavere.

Decentral kraftvarme

En del af den decentrale kraftvarmeudbygning 2010-2015 sker på basis af naturgasfyrede brændselsceller med meget høj C_m -værdi.

Vindmøller

Det er forudsat, at der bygges møller på 1 MW med 0,2 MW backup af en gasturbine. De vindmøller, der bygges i 2015, vil dels være på land og dels placeret på havet. Det er forudsat at være halvdelen af hver. Det sammen med teknologiudviklingen betyder det, at vindmøllerne vil have en gennemsnitlig benyttelsestid på 2.500 timer.

Backup-delen af vindmølleprisen er et udtryk for omkostningen ved, at det øvrige elsystem virker som lager for vindmøllerne. For tiden er gasturbiner den billigste måde at løse dette problem på. Det kunne for så vidt lige så godt have været akkumulatorer, og der er derfor forudsat en meget ringe benyttelsestid for backup-anlægget.

Solceller

Det forudsættes, at der etableres en international efterspørgsel efter solceller, således at de kan masseproduceres. De priser, der er anvendt i tabel 3.1, er forventede systempriser år 2015 inklusive armaturer DC/AC-inverter m.v. og montering.

Brændselsceller

Brændselscellerne har været under udvikling i laboratoriet gennem de sidste 20-30 år. I perspektivplanen forudsættes det, at der i perioden 2010-2015 kan købes brændselsceller på naturgas til 10.000 kr./kW og med en elvirkningsgrad på 63%.

Sammenfatning

Tabel 3.1 sammenfatter forudsætningerne om elproduktionsomkostninger fra de vigtigste produktionsteknologier, som kan etableres i ELSAM-området.

Der er anvendt følgende brændselspriser:

Kul:	10,8 kr./GJ
Naturgas:	32,0 kr./GJ
Halm/træ:	35,0 kr./GJ
Olie:	20,2 kr./GJ.

Til disse enhedspriser er lagt en CO_2 -afgift på 100 kr./ton, således at de endelige priser bliver:

Kul:	20,3 kr./GJ
Naturgas:	37,7 kr./GJ
Halm/træ:	35,0 kr./GJ
Olie:	26,4 kr./GJ.

Teknologi	Enhedsstørrelse	Elproduktionsomkostning ^{*)}	
		Kondens kr./MWh	Modtryk kr./MWh
Kulfyret med avancerede dampdata (KAD)	600	292	232
KAD + CO ₂ -rensning	600	432	372
Naturgas kombi	400	328	282
Decentral kraftvarme	< 100	-	333
CFB (50% bio + 50% kul)	200	344	292
Vindkraft + backup	1	438	-
Brændselscelle	50	435	391
Solceller ^{**)}	1	443	-
Levetidsforlængelse centrale kraftværker	350	294	-

*) Inklusive 100 kr./ton CO₂.

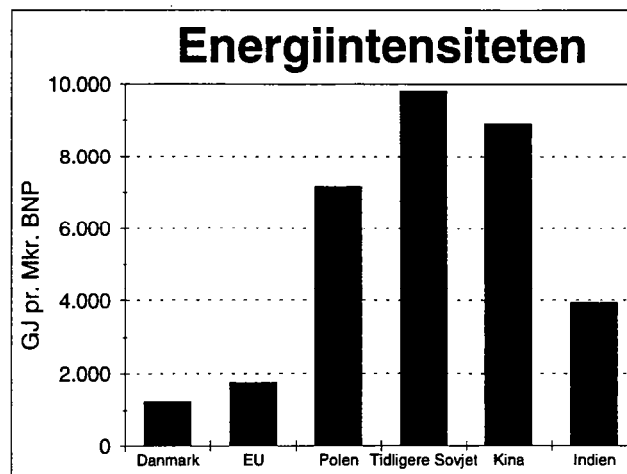
**) Uden backup.

Tabel 3.1 Elproduktionsomkostninger for forskellige produktionsteknologier år 2015 (1995-prisniveau).

3.3 Andre virkemidler

3.3.1 Joint Implementation

Der er meget stor forskel på, hvor effektivt energi anvendes verden over. Figur 3.1 viser, at Danmark har en meget lav energiintensitet (energiforbrug pr. mio. kr. i bruttonational produkt) i forhold til andre lande. Den effektive anvendelse af energi i Danmark gør det alt andet lige dyrt at reducere CO₂-emissionen her. Ved at bruge dansk know-how kan CO₂-emissionen nedbringes billigere i andre lande. Dette må ske i et internationalt samarbejde.



Figur 3.1 Energiintensiteten.

Kilde: Energy in Europe 1993 Annual energy review.

Klimakonventionens paragraf 4.2a fastslår, at de lande, der har forpligtet sig til at stabilisere deres CO₂-emission, (de såkaldte "Annex-1-lande") kan gøre dette i fællesskab med andre lande. Dette princip omtales senere som JI (Joint Implementation).

Det mest vidtgående, men også mindst kontroversielle eksempel på JI, er EU-landenes aftale om at stabilisere CO₂-emissionen i fællesskab og dermed fordele byrderne inden for Unionen. Danmark, Holland og Tyskland påtager sig en reduktion for at tillade en vækst i de sydeuropæiske lande.

Oftest forstås med JI, at et "rigt" land (giverlandet) laver CO₂-virkemidler i et "fattigere" land (modtagerlandet) og får godskrevet (dele af) CO₂-reduktionen i sit CO₂-regnskab. Der har været en række diskussioner om hvilke lande, der kan være omfattet af en sådan aftale. Den snævreste fortolkning siger, at kun Annex-1-lande kan være modtagerland i en JI-aftale, da kun Annex-1-lande har en CO₂-målsætning ifølge konventionen. Annex-1-landene omfatter OECD-landene og de østeuropæiske lande.

En bredere fortolkning af begrebet JI inddrager alle u-landene som mulige modtagerlande. På sin vis er det lettere at påvise projekter i disse lande, men det er vanskeligere at måle virkningen af JI, når der ikke er noget "reference"-mål for CO₂-udviklingen.

En anden diskussion har som tema, om kun projekter der begrænser emissionen af CO₂ er tilladelige i JI-sammenhæng, eller om også opbygning af "CO₂-dræn" som skove kan inddrages.

På Berlin-konferencen i foråret 1995 blev det vedtaget at starte en indledende pilot-fase, hvor landene får mulighed for at prøve sig frem med forskellige definitioner på JI.

JI har ikke haft nogen stor plads i den danske CO₂-debat. JI er rutinemæssigt blevet afvist med en række forskellige begrundelser:

- 1) CO₂-virkemidler i Danmark er (næsten) gratis.
- 2) Danmark skal gå forrest blandt de udviklede lande og dermed være et eksempel på, at det er muligt at gennemføre CO₂-reduktioner og i det hele taget styrke en udvikling i retning af en mere bæredygtig indretning af samfundet.
- 3) JI vil tage presset af den teknologiudvikling i de rige lande, der er nødvendig for at løse de globale problemer.
- 4) JI er afladshandel.

Argumenterne mod JI holder imidlertid ikke.

- ad 1) Det er klart, at det kommer til at koste penge at gennemføre danske CO₂-virkemidler. Der er altså nettoudgifter, hvor man kan spørge om den mest effektive udnyttelse.
- ad 2) Man kan med rette spørge, om det er langsigtet bæredygtighed at udskifte et brændsel med store globale lagre (kul) med et, der har mindre lagre (naturgas). Der skal altså andet til end brændselsskift for at tale om bæredygtig udvikling. (Frankrig og Sverige har nedbragt deres CO₂-emissioner væsentligt ved at indføre a-kraft, uden af nogen af JI-skeptikerne vil kalde det for bæredygtighed).
- ad 3) Der skal ske en teknologiudvikling, og det er ikke tanken, at JI skal afløse danske CO₂-virkemidler. Med et stagnerende/faldende dansk elforbrug vil der imidlertid ikke være mulighed for at bygge så mange nye produktionsanlæg i Danmark. For at få erfaringer med ny teknik, kan JI-projekter indgå i modningen af teknologierne.
- ad 4) Hvis der er tale om en ægte ekstraoverførsel af ressourcer til relevante udviklingsprojekter i andre lande - projekter med betydning for opbygning af infrastruktur m.v. - er henvisningen til afladshandel ikke rimelig. Man kan også udtrykke det sådan, at alle undersøgelser viser, at drivhuseffekten vil ramme 3. verdenslandene hårdest. Det er altså primært af hensyn til vores globale samvittighed, at vi skal bekæmpe drivhuseffekten. Derfor får man udbytte af pengene to gange ved at investere dem i bæredygtig udvikling i 3. verdenslande.

Det er vanskeligt at sætte pris og potentiale på JI-projekter. Dels mangler der stadig metodeudvikling på området, dels kendes de politiske rammer endnu ikke.

I forbindelse med arbejdet med perspektivplanen har ELSAM gjort nogle første overvejelser omkring metoder til vurdering af JI-projekter. For at konkretisere diskussionen fokuseres der på et konkret projekt, nemlig opstilling af en 5 MW vindmøllepark i Polen - et projekt, som Danish Power Consult har lavet en projektbeskrivelse for. Der er ikke tale om en vurdering af, at det er det bedst tænkelige projekt, men det er relativt simpelt.

Det forudsættes, at vindmølleparken opstilles efter en aftale, der er godkendt af landenes regeringer, men som i praksis er udformet mellem elselskaber i Danmark og Polen. Den polske regering står inde for, at Polen overdrager den aftalte CO₂-reduktion til Danmark, hvorefter den danske regering overdrager CO₂-reduktionen til det danske elselskab.

Vindmølleparken overdrages til det polske elselskab umiddelbart efter opførelsen. På den måde får polakkerne det maksimale incitament til at få det bedst mulige ud af projektet. Da Danmarks CO₂-refusion er fastlagt på forhånd, får polakkerne gevinsten, hvis projektet går bedre end planlagt, og straffen, hvis det går dårligere.

Beregningen af Danmarks tilskud til projektet tager udgangspunkt i forskellen mellem prisen på vindmølleparken og det polske elselskabs sparede omkostninger. Tilskuddets størrelse vil komme an på en forhandling i hvert tilfælde, da en række forhold skal tages i betragtning. Som eksempler kan nævnes:

- Vindmøllens driftstid og dermed produktion.
- Omkostninger til drift og vedligehold af vindmøllen.
- I hvilken udstrækning møllen kan tillægges effektivværdi.
- Omkostninger og miljøforhold ved den elproduktion vindmøllen fortrænger.
- "Forsikringspræmie" til dækning af mislykkede projekter f.eks. 5% af CO₂-værdien.
- Forrentning.

Afhængigt af de valgte forudsætninger bliver omkostningen ved det betragtede projekt

90-160 kr. pr. ton CO₂.

Norske erfaringer med henholdsvis et projekt med lavenergipærer i Mexico og et kraftvarmeværk i Polen har givet CO₂-skyggepriser på henholdsvis 30-300 kr. ton CO₂ og 200-450 kr./ ton CO₂. Det skal dog bemærkes, at de norske priser er beregnet med udgangspunkt i, at projektet skal have en intern forretning på 15% p.a. for modtagerlandet.

3.3.2 Skovrejsning

På lang sigt har skovrejsning mulighed for at være et væsentligt CO₂-virkemiddel med en CO₂-deponering på i størrelseordenen 300.000 ton/år i år 25 efter starten af et program. Prisen for CO₂-deponering i skove beregnes af Dansk Skovforening til 100 kr. ton CO₂. (Prisestimatet kommenteres nedenfor).

Skovrejsning som CO₂-virkemiddel vil give en række samfundsmæssige fordele, som kunne gøre det velegnet som en del af en langsigtet CO₂-strategi.

Potentialet i skovrejsning som CO₂-virkemiddel

Det er Folketingets målsætning, at det danske skovareal skal fordobles i løbet af det næste 80-100 år. For at nå dette mål skal der etableret 4.000-5.000 ha skov om året i hele perioden. Hvis skovrejsningen skal fordeles ligesom den eksisterende skov vil ca. 3/4 blive etableret i ELSAM-området.

Det går imidlertid trægt med skovrejsningen både i privat og offentligt regi. Den årlige skovrejsning er kun ca. halvdelen af det ønskede, nemlig ca. 2.000 ha/år.

Den samlede mængde CO₂, der er oplagret i en moden skov, er i størrelsesordenen 500-800 ton CO₂/ha afhængigt af træart og jordbundsforhold. Denne oplagring sker i løbet af 50-100 år igen afhængigt af træarten.

Der kan fastlægges forskellige beregningsprincipper for den CO₂-kredit, som elværkerne ville kunne få for skovrejsningen:

- 1) Det mest vidtgående princip er, at hele skovens CO₂-binding modregnes ved etablering. Et argument for dette princip er, at det snarere er den totale CO₂-emission end tidsprofilen af emissionerne, der er af betydning for drivhuseffekten. Fredskovsplikten sikrer, at skoven faktisk vil fortsætte med at være der. Et argument imod er, at tidsperspektivet i skovens CO₂-binding er ca. dobbelt så langt som de eksisterende kraftværker.
- 2) Et andet princip vil være ved etablering af skoven at modregne hele CO₂-bindingen i et kraftværks levetid. Dette vil halvere CO₂-krediten pr. ha, men imødegå modargumentet under pkt. 1).
- 3) Endelig kan man forestille sig, at elværkerne må modregne skovens CO₂-binding i det år, hvor den sker. For en middelgod jord med rødgran vil det betyde ca. 12 ton CO₂/ha/år. Argumentet for denne beregningsmetode er, at CO₂ deponeres i skoven i den takt, den frigives fra kraftværket. Argumentet imod er, at skoven i hele levetiden har en langt større CO₂-effekt, end denne beregningsmetode forudsætter.

Med en skovrejsning på 1.000 ha pr. år på middelgod jord vil de tre beregningsmetoder betyde følgende årlig CO₂-kredit til kraftværkerne:

- 1) 600-700.000 ton CO₂
- 2) 300-350.000 ton CO₂
- 3) i år 1: 12.000 ton CO₂ og
i år 25 (med plantning af 1.000 ha/år): 300.000 ton CO₂.

Det årlige potentiale er altså mindst 300.000 ton CO₂/år i et 25 års perspektiv.

Prisen på virkemidlet

Dansk Skovforening beregner prisen på skovrejsning som CO₂-virkemiddel til ca. 100 kr./ton CO₂. Det bygger på en antagelse som 1) ovenfor samt på nogle standard jordværdier og indregning af de eksisterende offentlige tilskud til skovrejsning.

En CO₂-skyggepris på 100 kr./ton CO₂ betyder, at hver ha med skovrejsning koster 60.000- 70.000 kr. for den middelgode jord. Det svarer til ca. 2 gange jordværdien, der er sat til 37.500 kr./ha. Med andre ord forudsætter en CO₂-skyggepris på 100 kr./ton CO₂, at CO₂-bindingen skal betale alle omkostninger ved skovrejsningen.

Til sammenligning kan nævnes at SEPs FACE-fond (Forests Absorbing Carbon dioxide Emission) har betalt i gennemsnit 24.000 kr./ha for sine 560 ha hollandske projekter. Disse projekter er etableret i samarbejde med offentlige myndigheder, der har betalt en del af omkostningerne.

Hvordan prisen for dansk skovrejsning vil komme til at se ud må komme an på en forhandling eller udbudsrunde til eventuelle udbydere. Man kan sige, at der i dag sker en vis privat skovrejsning uden CO₂-tilskud, så Dansk Skovforenings beregnede tilskudsbehov må antages at give den øvre grænse for prisen på virkemidlet. Den tolkning passer også med, at skovrejsning giver andre kortsigtede miljøfordele end CO₂-binding.

4. Beskrivelse af de tre fremtidsbilleder

Til brug for analysen er der opstillet tre fremtidsbilleder for år 2015:

- 1) Vedvarende energi. Fremtidsbilledet tager en streng udlægning af bæredygtighedsbegrebet som udgangspunkt. Det betyder, at der i dette fremtidsbillede satses målrettet på energibesparelser, både el og varme. Det betyder også, at der kun i ringe omfang er forudsat nye energiforbrugende apparater, således at besparelser på det nuværende forbrug slår fuldt igennem. Der sker en markant opbremsning i den reduktion i den gennemsnitlige familiestørrelse, der ellers har karakteriseret den forløbne periode. Produktionssiden er karakteriseret ved en massiv udbygning med vindmøller (180 MW pr. år). Der sker desuden en udbygning af decentral kraftvarme samt varmepumper. Varmepumperne er vigtige for at reducere eloverløbet i dette system.
- 2) Teknologi. Denne vision har en økonomisk forståelse af bæredygtighed, der tillader et forbrug af naturressourcer, når blot der opbygges mindst tilsvarende samfundsmæssige værdier. Der er en høj økonomisk vækst i dette scenarie. Det betyder en hurtigere udskiftning af apparaterne i husholdning og industri. Derfor sker der en væsentlig effektivisering i anvendelsen af energi på de traditionelle områder uden, at der dog går til yderligheder. Der kommer imidlertid også mange nye elforbrugende apparater i hjemmene specielt inden for underholdning, informationsteknologi og elektronisk overvågning. Det betyder, at det samlede elforbrug i husholdningerne er nogenlunde konstant. I industrien sker en fortsat omlægning af energiforbruget hen imod el således, at omkring 1/3 af industriens energiforbrug i 2015 er el, hvor det i dag er ca. 1/4.
- 3) Internationale virkemidler. Denne vision satser på at få mest miljø for pengene i et internationalt perspektiv. Med det langsomt stigende elforbrug er det også nødvendigt at inddrage etablering af elproduktion i udlandet for at sikre en teknologisk udvikling.
Det indenlandske forbrug er på mange måder en mellemting mellem de to foregående billeder. Der er søgt en balance mellem indsatsen på besparelser og udbygning. Elbesparelser gennemføres i vidt omfang, men modsvares til en vis grad af nye anvendelser af el. Det gælder også i industrien, hvor els relative andel af det samlede energiforbrug er stigende. Der gennemføres ret omfattende varmebesparelser - også i eksisterende byggeri.

De tre fremtidsbilleder beskrives verbalt med udgangspunkt i den største energipolitiske begivenhed i det pågældende år. I kapitel 5 gives en beskrivelse af det tilhørende produktionssystem.

4.1 Vedvarende energi-vision år 2015

Miljø-og energiministeren taler ved åbningen af en vindmøllepark på 100 MW syd for Læsø.

"Det er en stor dag i dag. Åbningen af denne første fase af vindmølleparken syd for Læsø bringer Danmark helt i front på den internationale energiscene. Det viser det store opbud af pressefolk fra hele verden.

Danmark er et foregangsland med hensyn til at skabe en national bæredygtig udvikling. Vi tænker globalt og handler lokalt. Ved at satse på vedvarende energikilder får vi også en høj grad af selvforsyning og dermed en større uafhængighed af omverdenen.

Med sine 100 vindmøller på hver 1 MW er Læsø-parken et afgørende skridt i retning af at gøre vindkraften til den vigtigste del af dansk elforsyning. Når

fase 2 og 3 af dette projekt er gennemført vil Læsø-vindmøllepark med sine i alt 300 MW levere ca. 5% af elforbruget i det jysk-fynske område.

For at finde baggrunden for den store tekniske bedrift vi er vidner til i dag, må man gå næsten 25 år tilbage i tiden, hvor de første danske havbaserede vindmølleparker blev etableret ved Vindeby og Tunø Knob. Dengang var der mange, der rystede på hovedet. Men den konsekvente satsning på en stabil udvikling af hjemmemarkedet har gjort det muligt at fastholde dansk vindmølleindustri som førende på verdensplan. Samtidig har det vist sig, at havfuglene ikke bliver væsentligt generet af vindmøllerne.

Efter en nedgangsperiode i 1990-erne har vi de sidste 10-15 år haft en stabil udbygning med godt 180 MW nye vindmøller om året. Udviklingen af større møller på 1-2 MW og udskiftningen af møller ældre end 20 år har gjort det lettere at finde plads til vindkraftudbygningen.

De fortsatte forbedringer af vindmøllerne er betydningsfulde. Den forbedrede udnyttelse af lave vindhastigheder har øget udbyttet af vindmøllerne, og indbygningen af frekvensomformere i vindmøllerne mindsker vanskelighederne ved at slutte møllerne til elnettet.

Vindkraftudbygningen har været en af hovedhjørnestenene i den danske energipolitik. Et andet område, hvor Danmark har været med i front, er den begyndende udnyttelse af brændselsceller med høj elvirkningsgrad (60%). Udviklingen af brændselsceller er sket i et internationalt samarbejde, men kun få steder i verden er der satset så markant på anvendelsen som i Danmark. Dermed er vi nået et godt stykke i retning af en bæredygtig dansk energiproduktion.

På det politiske område har den afgørende faktor for succes været, at det har været muligt at få anerkendt Danmark som europæisk forsøgsområde for bæredygtig udvikling og derved undgået direkte konkurrence fra kommercielle energiselskaber i udlandet.

En række forskere mener, at de store tørkekatastrofer i Afrika og Kina i de seneste 10 år skyldes en stigende drivhuseffekt. Dermed er berettigelsen af de høje danske CO₂-afgifter blevet understreget. Det har haft stor betydning for den folkelige accept af de ekstra omkostninger ved udbygningen af VE-systemet. Også accepten af vindmøllerne i landskabet er blevet større.

Men det standser ikke her. Vi har opnået en andel på 25% af vindkraft i elsystemet. Denne del vil stige yderligere i de kommende år. Dels som følge af den fortsatte udbygning af Læsø vindmøllepark. Dels med de følgende projekter syd for Lolland-Falster og flere nye landbaserede vindmølleparker.

Elforbruget, der steg helt frem til årtusindskiftet og derefter var stabilt i en tiårs periode, er nu let faldende. Det skyldes satsningen på effektiv udnyttelse af strømmen, og at den traditionelle sammenhæng mellem elforbrug og økonomisk vækst er blevet afkoblet.

I de kommende år skal der træffes en række energipolitiske valg. Det drejer sig bl.a. om anvendelsen af solceller til elproduktion. Den begyndende masseproduktion af solceller har efterhånden bragt prisen så langt ned, at man må overveje at inddrage dem i dansk elforsyning i større stil. Regeringen har netop iværksat et større udrednings- og forsøgsarbejde på området. Det kan føre til, at solceller bliver obligatorisk i alle nybygninger ifølge det nye bygningsregulativ, der efter planen skal træde i kraft i efteråret 2016.

De store andele af fluktuerende energikilder i elsystemet stiller store krav til reguleringsevnen i den øvrige del af systemet. Med den høje andel af samproduktion af el og varme er dette den alvorligste udfordring energipolitikken står over for. Der arbejdes i flere retninger med dette spørgsmål.

Mulighederne for at styre elforbruget i takt med produktionen på vindmøllerne er et meget vigtigt område. Her er det tanken via det helt nye dynamiske

tarifsystem at sikre anvendelse af den billige el i de perioder, hvor det blæser meget. Den traditionelle måde at udnytte denne el på er til akkumulerende el-varme. Men med udviklingen i batteriteknologien ser man i stigende grad oplagring til brug i mobilt eludstyr, primært elbiler.

Endelig er der et større dataopsamlings- og forskningsprogram i gang for at sammenligne brændselsceller og gasturbiner som reguleringsenheder".

Samfundet

	1992	VE-scenarie 2015
BNP - indeks	1	1,54
Elforbrug TWh	17,5	19 *
Elforbrug stigning i % p.a.		-0,4
Varme - fjernvarme PJ	45	41
Samlet energiforbrug PJ	330	316

Data for BNP er for hele Danmark. Resten af data er for ELSAM-området.

* an forbruger

En typisk familie

	1992	VE-scenarie 2015
Husstandsstørrelse	2,29	2,1
Endeligt elforbrug kWh	3.880	2.040
Endeligt varmemeforbrug MJ	18.191	10.227

4.2 Teknologi vision 2015

Forsknings- og industriministeren åbner Studstrupværkets blok 5 og 6, to kulstøvfyrede blokke på hver 600 MW med CO₂-fjernelse og deponering:

"Uden el går vores samfund i stå. En stabil elforsyning har været af afgørende betydning for den vækst og udvikling vores samfund har været igennem i de 25 år.

Derfor er det mig en stor glæde at kunne åbne disse to nye blokke, der repræsenterer det ypperste inden for dansk kraftværksudvikling. Det er tale om en teknisk præstation af verdensformat.

Med kombinationen af en virkningsgrad på 50% for den kulstøvfyrede kedel og med den efterfølgende rensning for CO₂ opnås en samlet virkningsgrad for anlæggene på 38%. Samtidig er miljøbelastningen nedbragt til et minimum, idet 90% af røgens indhold af CO₂ fjernes, og det sammen gælder 99% af indholdet af SO₂ og NO_x.

Den CO₂, der fjernes fra røgen, pumpes i rør til Voldum, hvor den deponeres i 1.300 meters dybde i en akvifer. Her er plads til at deponere CO₂ fra disse to anlæg i mere end 50 år.

Den teknologiske udvikling, som disse anlæg repræsenterer, giver dansk industri gode muligheder på eksportmarkederne i de kommende år. På samme tid vil udbredelsen af den moderne og miljøvenlige kulfyringsteknologi kunne bidrage væsentligt til løsning af de globale miljøproblemer.

Elforbruget er steget med godt 1,5% om året de sidste mange år. Det har betydet knapt en fordobling af elforbruget på 20 år. Samtidig er elektricitetens andel af bruttoenergiforbruget steget. Det skyldes ikke mindst els mange anvendelsesmuligheder, gode styringsegenskaber og fordele i arbejdsmiljøet.

Det har derfor været nødvendigt at udbygge vores elproduktion i en rimelig takt. Da samfundet er helt afhængigt af en stabil elforsyning, har det været et vigtigt kriterium for denne udbygning at sikre en bredde i brændselssammensætningen. I den forbindelse kommer man ikke uden om kul som et vigtigt element, da der er store lagre af kul fordelt på mange lande. Det sikrer stabile forsyninger og lave priser.

Med åbningen af dagens to anlæg er det også demonstreret, at det er muligt at fyre med kul og samtidig at leve op til de strengeste miljøkrav. De mange fjernvarmekunder i Århus er på samme tid sikret en stabil leverance af varme.

Med et stadigt stigende elforbrug er der ikke tid til at hvile på laurbærrene. Vi skal allerede i indeværende år tage stilling til de næste anlæg, der skal bygges. Her er flere interessante muligheder. Når linien med at fjerne CO₂ fra røgen skal fastholdes, må det nøje overvejes, om ikke forgasning af kul er den rigtige teknologi for det næste kulfyrede kraftværk. I forbindelse med forgasning kan CO₂-fjernelsen integreres fuldt ud i processen.

For yderligere at styrke bredden i brændselsudbuddet overvejer regeringen at starte en folkelig debat om at introducere atomkraft i elforsyningen. Med de nye sikre reaktorer, der er udviklet i USA, er det en overvejelse værd. Specielt når alternativet er at investere i CO₂-fjernelse på de kulfyrede anlæg.

Det er endvidere regeringens målsætning, at vedvarende energikilder som vindmøller og solceller skal dække 10% af elforbruget i løbet af de næste 5 år. Med brug af superledende ellagre er det uden problemer muligt at indarbejde de fluktuerende energikilder i elforsyningen.

Disse foranstaltninger er nødvendige for at aflaste naturgassen som brændsel. Efter at de danske naturgasressourcer er ved at være udnyttet, bliver der behov for at skaffe andre energikilder for ikke at blive afhængige af gas fra Rusland og Algeriet".

Samfundet

	1992	Teknologi vision 2015
BNP - indeks	1	1,8
Elforbrug TWh	17,5	28,2 *
Elforbrug stigning i % p.a.		1,6
Varme - fjernvarme PJ	44,9	52,1
Samlet energiforbrug PJ	330	379

Data for BNP er for hele Danmark. Resten af data er for ELSAM-området.

* an forbrug

En typisk familie

	1992	Teknologi vision 2015
Husstandsstørrelse	2,29	1,94
Endeligt elforbrug kWh	3.880	4.003
Endeligt varmemeforbrug MJ	18.191	12.399

4.3 Vision med internationale virkemidler i 2015

Udviklingsministeren åbner et nyt 400 MW naturgasfyret kraftvarmeværk i Litauens hovedstad, Vilnius. Værket er bygget med 50% dansk støtte:

"Med dagens åbning af kraftvarmeværket i Vilnius har det dansk-litauiske samarbejde om fælles CO₂-reduktioner nået sit højdepunkt. Med bygningen af dette kraftvarmeværk har Vilnius fået sikret sin varmemforsyning mange år ud i fremtiden. Samtidig sker der væsentlige forbedringer for det lokale og globale miljø. Det skyldes dels forbedret effektivitet i forhold til det gamle anlæg, dels at tung fyringsolie forsvinder som brændsel.

Baggrunden for dette store projekt skal findes i den dansk-litauiske aftale fra år 2001 om fælles gennemførelse af CO₂-begrænsninger. Fra dansk side var der tre vigtige begrundelser for at gennemføre CO₂-reduktioner i fællesskab med Litauen:

For det første har Danmark en afgørende interesse i at sikre en god økonomisk udvikling og dermed politisk stabilitet i det "nære" udland. Ved at hjælpe med at opbygge Litauens infrastruktur på energiområdet kan vi bidrage til dette.

For det andet er det vigtigt at behandle drivhuseffekten, som det globale problem den er: "At tænke globalt og handle globalt" så at sige. Det betyder i praksis, at vi skal finde de globalt mest virkningsfulde steder at foretage investeringer i CO₂-begrænsninger. I den sammenhæng har Litauen været en naturlig samarbejdspartner.

For det tredje er det nødvendigt at Danmark investerer i elproduktionsteknologi i andre lande for at kunne følge med i den teknologiske udvikling. Med den meget lave stigningstakt i det danske elforbrug er det ikke muligt at få tilstrækkelige erfaringer på hjemmemarkedet til at kunne være førende på udviklingen af ny teknologi.

På alle tre områder har aftalen til dato været en succes. Som vi alle ved, har Litauens økonomiske situation været i stabil fremgang siden årtusindskiftet. Det gælder også de øvrige lande i Mellem- og Østeuropa ikke mindst takket være den koordinerede indsats fra Den Europæiske Unions side.

Med hensyn til CO₂-reduktion er den fælles dansk-litauiske emission i dag 25% under den referenceudvikling, der blev forudset ved undertegnelse af aftalen om fælles gennemførelse. Der har været en lang række mindre projekter især om energieffektiviseringer samt rehabilitering af kraftvarmeværker og små vandkraftværker. Langt de fleste af projekterne må betegnes som vellykkede. Endelig er dette nye kraftvarmeværk det ypperste inden for gasfyret energiproduktion.

Ved at lægge vægt på bilaterale aftaler har det været lettere at opnå en folkelig opbakning til den økonomiske hjælpeindsats. Den parallelle udvikling af økonomiske og mellemfolkelige kontakter har været af stor betydning for betalingsviljen i Danmark. Det er lettere at være solidarisk med mennesker, man har personligt kendskab til. På den måde har vi kunnet reducere mod-

standen mod aftalen til nogle få yderliggående grupper. Ved at afgrænse hjælpen til ét land er indsatsen også blevet overskuelig.

For den danske energipolitik har den konsekvente satsning på fælles gennemførelse af CO₂-reduktioner betydet, at der ikke er foretaget så mange hjemlige investeringer. Det skyldes, at der ikke er grund til at skrotte ældre danske kraftværker, der i global sammenhæng er meget effektive. De penge, der spares på den måde, kan bedre bruges til at udskifte dårlige anlæg andre steder i verden.

Der er dog også sket markante reduktioner i CO₂-emissionen fra dansk elproduktion. CO₂-emissionen pr. kWh er halveret siden udgangspunktet i 1990. Det skyldes dels, at de nye kraftværker er mere effektive end de gamle, dels at ca. halvdelen af elproduktion sker i dag med naturgas som brændsel. Når den 15-årige aftale om fælles gennemførelse udløber i 2016, skal Danmark til at se sig om efter en ny partner. Litauens økonomi har nu vokset sig så stærk, at der ikke er basis for fortsat samarbejde. I stedet overvejer den danske regering at lave en aftale med et afrikansk land. Ghana, Kenya og Zimbabwe er inde i overvejelserne".

Samfundet

	1992	Vision med internationale virkemidler i 2015
BNP - indeks	1	1,54
BNP - stigning i % p.a.	-	1,44
Elforbrug TWh	17,5	23,6 *
Elforbrug stigning i % p.a.	-	0,77
Varme - fjernvarme PJ	44,9	49,6
Samlet energiforbrug PJ	329,5	353,5

Data for BNP er for hele Danmark. Resten af data er for ELSAM-området.

* an forbruger

En typisk familie

	1992	Vision med internationale virkemidler i 2015
Husstandsstørrelse	2,29	2
Endeligt elforbrug kWh	3.880	3.365
Endeligt varmemeforbrug MJ	18.191	12.082

5. Produktionssidens udbygningsskitser (2005-2015)

I kapitel 4 er der givet tre skitser til, hvordan forbrugssiden kan udvikle sig afhængig af, hvilke elementer i fortolkningen af begrebet "bæredygtighed", der lægges vægt på. I dette kapitel opstilles nogle tilsvarende skitser for produktionssidens udbygning. I forbindelse med, at skitserne udvikles, vil der blive taget stilling til, hvilke anlæg man må forvente, bevillingshaverne tager initiativet til at få etableret, fordi de er konkurrencedygtige, og hvilke anlæg der sandsynligvis vil blive udbudt af Energistyrelsen.

Energistyrelsen har ansvaret for etablering af samfundsøkonomiske foranstaltninger, der ikke er selskabsøkonomiske under de givne EU-harmoniserede rammer.

Afsnit 5.1 viser status for produktionssystemet ved starten af perspektivperioden i år 2005.

I afsnit 3.1, 5.2 opstilles tre referenceudviklinger, der viser, hvordan elproduktionsudbygningen ville være, hvis der ikke fandtes en speciel dansk energi- og miljøpolitik med en målsætning om, at Danmark skal være foregangsland på bæredygtighedsområdet.

Afsnit 5.3 viser udbygningsskitser i det overordnede billede, hvor en bæredygtig udvikling på energiområdet søges opnået ved hjælp af en forceret dansk indsats på VE-området.

Afsnit 5.4 viser en tilsvarende skitse i det fremtidsbillede, hvor man forfølger den bæredygtige udvikling ved at forcere den teknologiske udvikling inden for de traditionelle kraftværksteknologier.

Afsnit 5.5 viser udbygningsskitser, når man fokuserer på det internationale perspektiv ved valg af CO₂-virkemidler.

Afsnit 5.6 resumerer sammenligningen mellem de tre skitser.

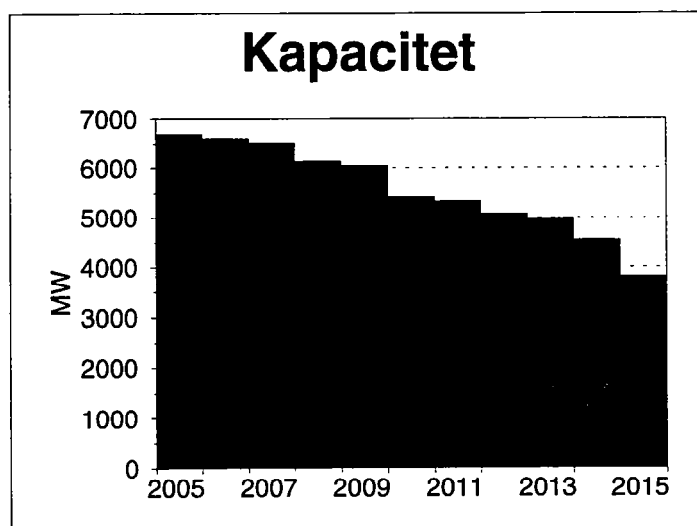
5.1 Status ved start af perspektivperioden

Det forudsættes, at IRP-planen svarende til de nuværende rammer gennemføres som anført i IRP95-programdelen.

År 2005 er der derfor følgende el- og kraftvarmeproduktionsanlæg i ELSAM:

Navn	Effekt (MW)	Forventet skrotning (1. januar år)
FVO B3	269	2010
FVO B7	400	2021
MKA B1	90	2030
MKS B2	262	2010
MKS B3	350	2014
MKS B4	350	2015
NVV B2	290	2008
NVV B3	385	2029
SHE B3	300	2014
SVS B3	396	2028
VKE B3	385	2022
Herningværket	89	2012
Randers	45	2012
Decentral kraftvarme	1.100	2015-2020
Industriel kraftvarme	350	2015-2020
Vindkraft	1000	2010-2020
Norgesaftale	600	2025
Sverigesaftale	300	2020

Figur 5.1 viser elproduktionskapaciteten i perspektivplanperioden 2005-2015, forudsat gamle anlæg skrottes, uden at de bliver erstattet med ny kapacitet.



Figur 5.1 Produktionskapacitet i perioden 2005-2015 uden anlægsbeslutninger.

Hvis anlæggene ikke levetidsforlænges eller erstattes af ny kapacitet, vil der år 2015 kun være følgende produktionsanlæg tilbage i elsystemet.

Navn	Effekt (MW)
FVO B7	400
MKA B1	90
NVV B3	385
SVS B3	396
VKE B3	385
Decentral kraftvarme	900
Industriel kraftvarme	150
Vindkraft	200
Norgesaftale	600
Sverigesaftale	300

Ovenstående elproduktionsanlæg indgår i alle tre planskitser bortset fra teknologiforløbet, hvor der kun er 430 MW decentral kraftvarme og ingen industriel kraftvarme tilbage i år 2015.

5.2 Referenceudvikling på produktionssiden

Det fremgår af tabel 3.1, at det kulfyrede kraftværk med avanceret dampkredsløb (KAD) er det mest økonomiske anlæg, der kan etableres i Danmark under internationalt harmoniserede miljørammer, med en CO₂-afgift på 100 kr./ton.

Hvis Danmark ikke har en egen miljø- og energipolitik på elproduktionsområdet, vil behovet for ny elkapacitet i perioden 2005-2015 blive dækket ved, at der etableres KAD-anlæg på de centrale kraftværkspladser.

I referencen til VE-forløbet, hvor elforbruget er 20 TWh/år i 2015, vil der blive udbygget med følgende nye anlæg i perioden 2005-2015:

FVO B8 400 MW KAD

SHE B4 400 MW KAD

VKE B4 400 MW KAD.

Endvidere vil MKS B4, Randersværket og Herningværket blive "levetidsforlænget". Afskrivninger og forrentninger af ovenstående investeringer udgør år 2015 ca. 873,5 mio. kr./år. Drifts- og vedligeholdelsesomkostninger (≠brændsel) udgør 354,1 mio.kr./år.

Der er gennemført en SIVAEL-beregning på det samlede elsystem år 2015, hvor referenceudbygningsplanen er indlagt. El- og kraftvarmeforbruget er henholdsvis 20 TWh og 57 PJ. De samlede variable omkostninger for dette system er 3.707 mio.kr./år. CO₂-udledningen er 11,8 mio. ton/år.

Referencen til VE-forløbet koster år 2015 i alt 4.935 mio.kr./år.

I referencen til TK-forløbet, hvor elforbruget er 30 TWh i år 2015, udbygges der med følgende anlæg i perioden 2005-2015:

FVO B8 500 MW CC

MKS B5 600 MW KAD

MKS B6 600 MW KAD

NVV B4 600 MW KAD+Boostning

SVS B4 600 MW CC

SHE B4 600 MW KAD

SHE B5 600 MW KAD

VKE B4 400 MW KAD.

De årlige omkostninger til denne udbygning udgør 2.518 mio.kr./år. Hertil kommer de faste drifts- og vedligeholdelsesomkostninger, som udgør 694 mio.kr./år. De samlede faste omkostninger er 3.212 mio.kr./år. TK-referencudviklingen er driftssimuleret med SIVAEL-programmet. Beregninger viser, at de samlede variable omkostninger år 2015 udgør 3.551 mio.kr./år. CO₂-udledningen er 19,3 mio. ton.

Referencen til TK-forløbet koster år 2015 i alt 6.763 mio.kr./år.

I referencen til JI-forløbet etableres følgende produktionsanlæg i perioden 2005-2015:

FVO B8 600 MW KAD

NVV B4 600 MW KAD

SVS B4 400 MW KAD

SHE B4 400 MW KAD

VKE B9 400 MW KAD.

Endvidere levetidsforlænges MKS B4, Randersværket og Herningværket. Forrentning og afskrivning af investeringerne til produktionsanlæg, der etableres i perioden 2005-2015 udgør i alt 1.606 mio.kr./år i år 2015. De faste driftsomkostninger for ovenstående anlæg beløber sig år 2015 til 553 mio.kr./år. De samlede faste produktionsomkostninger er 2.159 mio.kr./år. JI-referencen er konsekvensberegnet med SIVAEL-programmet. Resultatet viser, at de samlede variable driftsomkostninger år 2015 udgør 4.436 mio.kr./år. CO₂-udledninger er 15,4 mio. ton/år.

Referencen til JI-forløbet koster år 2015 i alt 6.595 mio.kr./år.

Ovenstående omkostninger anvendes i det følgende til at beregne prisen på at følge en speciel dansk energi- og miljøpolitik, hvor CO₂-udledningen reduceres mere end, hvad der er økonomisk under de harmoniserede EU-regler. Meromkostningerne til den ekstra CO₂-reduktion betales af alle forbrugere i Danmark uafhængig af, hvor de køber strømmen.

5.3 Udbygningsskitse: VE-vejen

I VE-vejen udbygges der med 180 MW vindkraft pr. år i perioden 2005-2015. I år 2015 er der således 2.000 MW vindkraft i ELSAM-systemet. Der etableres 500 MW ny decentral kraftvarme, således at der sammen med de 900 MW, der er tilbage af de enheder, der blev etableret før 2005, i alt er 1.400 MW decentral kraftvarme i år 2015. Der idriftsættes endvidere en række industrielle kraftvarmanlæg, således at den samlede kapacitet på denne anlægskategori år 2015 er 550 MW i ELSAM-området.

Ovenstående udbygning planlægges af Energistyrelsen under overskriften "Public Service Obligation" og udbydes i licitation.

Kraftværksselskabet/kraftværksselskaberne vinder nogle af licitationerne - enten selv eller i samarbejde med andre.

På de centrale kraftværkspladser udbygges der med en 100 MW brændsels-celle på Sønderjyllands Højspændingsværk. Dette anlæg er delvist finansieret med F&U-midler fra EU. Endvidere erstattes MKS B3 og MKS B4 af et CFB-anlæg på Studstrupværket på 450 MW (50% kul og 50% biomasse). Energistyrelsen sælger biomasse til værket til kulpris korigeret for 100 kr./ton CO₂. Endelig etableres et gasfyret reguleringsværk på Studstrupværket på 200 MW. Dette anlæg finansieres også under Energistirelsens "Public Service Obligation".

Fjernvarmesiden etablerer en varmepumpe i Odense. Endvidere erstattes Randersværket og Herningværket af store varmepumper.

Det samlede el- og kraftvarmeproduktionssystem år 2015 ser ud som følger.

Udbygningsskitse for VE-vejen: 20 TWh/år

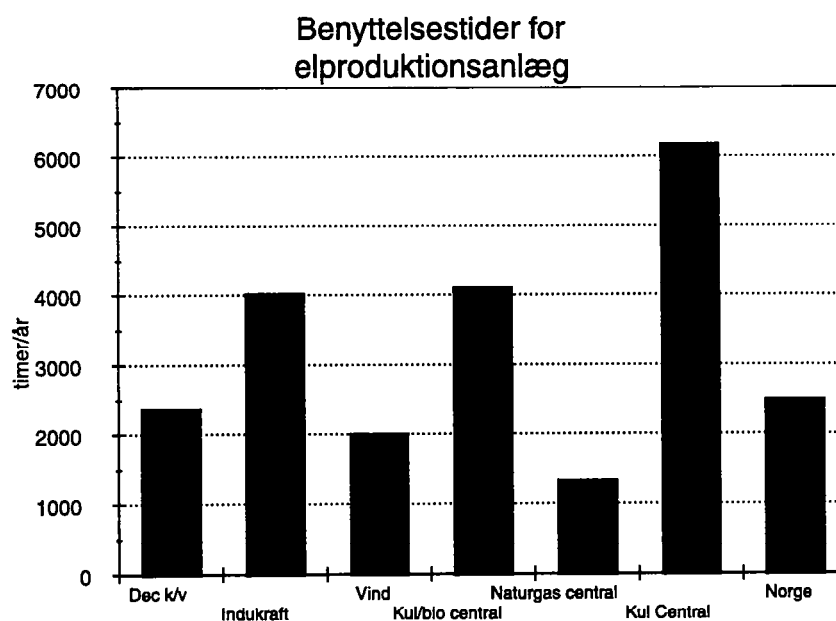
Navn	Effekt (MW)	
FVO B7	400	(Kul + separat halmkedel)
MKA B1	90	(CFB)
MKS B5	450	CFB
MKS B6	200	Spidslast gasturbine
NVV B3	385	(KAD)
SVS B3	396	(GAD)
SHE B4	100	(Brændselscelle)
VKE B3	385	(Kul)
Decentral kraftvarme	1.400	
Industriel kraftvarme	550	
Vindkraft	2.000	
Norgesaftale	600	
Sverigesaftale	300	
Varmepumpe	Odense, Herning, Randers	

Under forudsætning af, at den samlede elproduktion af værk i Jylland/Fyn på 20 TWh/år har samme døgn-, uge-, måneds- og årsprofil som i dag, er der gennemført en række SIVAEL-beregninger på ovenstående elsystem.

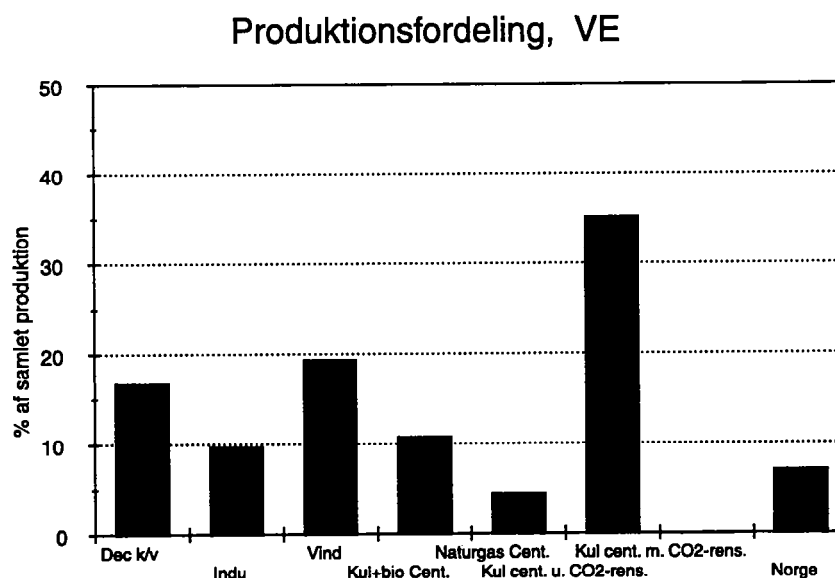
Selv om der er en meget høj andel af vindkraft og kraftvarmeproduktion, er eloverløbet begrænset til 0,6% af den samlede produktion. Det skyldes dels de centrale varmepumper, og dels at de decentrale kraftvarmewærker nedlukkes i de situationer, hvor der ellers ville opstå eloverløb, og varmen produceres på spidslastkedler.

I disse situationer kunne de decentrale kraftvarmewærker producere el til 150 kr./MWh, hvilket må forventes at være tæt på en konkurrencedygtig international pris på spotmarkedet, men da produktionen er støttet af den danske stat, kan den ikke udbydes på det internationale elmarked.

De decentrale kraftvarmewærker får derfor en betydelig lavere benyttelsestid, end de er udlagt til. Figur 5.2 viser benyttelsestiden af de forskellige anlægskategorier ved en CO₂-skyggepris på 100 kr./ton. Figur 5.3 viser den tilsvarende produktionsfordeling mellem de pågældende kategorier. Ca. 62% af elproduktionen i ELSAM-området i VE-forløbet vil foregå under "Public Service Obligation".

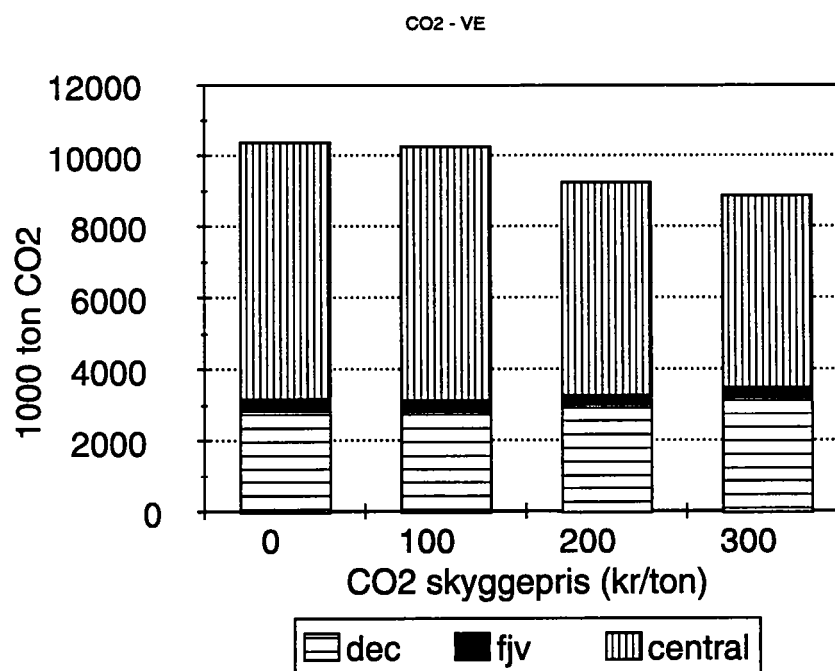


Figur 5.2 Benyttelsestider for forskellige anlægskategorier.

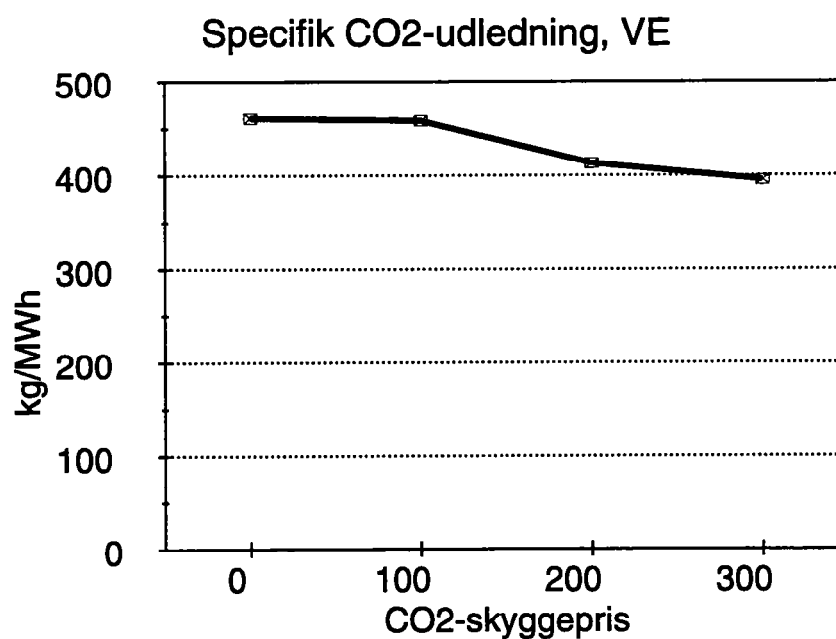


Figur 5.3 Produktionsfordeling på forskellige anlægskategorier.

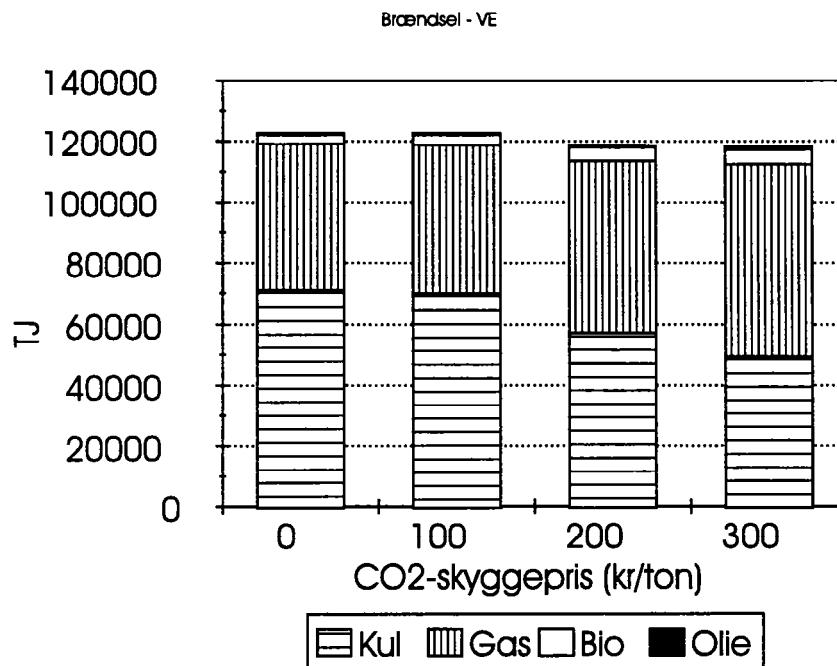
Figur 5.4 viser CO₂-udledningen i ELSAM-området fra el-og kraftvarmeproduktion samt varmeproduktion på spidslastkedler med varierende CO₂-skyggepris. Figur 5.5 viser de tilsvarende specifikke CO₂-udledninger. Figur 5.6 viser brændselsmikset som funktion af CO₂-skyggepriser.



Figur 5.4 CO₂-udledning ved el og kraftvarmeproduktion i ELSAM-området som funktion af CO₂-skyggepris.



Figur 5.5 Specifik CO₂-udledning som funktion af CO₂-skyggepris i kr./ton CO₂.



Figur 5.6 Brændselsmiks i VE-forløbet som funktion af CO₂-skyggepris.

Med udgangspunkt i de enkelte teknologiers anlægsomkostninger samt resultaterne af SIVAEL-beregningerne kan de samlede produktionsomkostninger år 2015 beregnes til 6.766 mio. kr. (CO₂-skyggepris i lastfordelingen=300 kr./ton og CO₂-afgift=100 kr./ton). Af afsnit 5.2 fremgår det, at referenceudviklingen inden for de harmoniserede EU-regler koster 4.935 kr. Der er således en meromkostning til dansk energipolitik på 1.831 mio.kr./år svarende til 91 kr./MWh elproduktion. Denne meromkostning dækkes dels via elafgifter, som opkræves til at finansiere statens "Public Service Obligation" og dels via individuelle forbrugere, som efterspørger mere miljøvenlig strøm. CO₂-besparelse ved den specielle danske energi- og miljøpolitik er ca. 3 mio. ton/år. Den gennemsnitlige CO₂-skyggepris er ca. 600 kr./ton.

Alternativt kan man lægge en afgift på 36 kr./GJ på varmemeforbruget, hvilket vil være et incitament til at gennemføre de omfattende varmebesparelser, der er forudsat i VE-forløbet.

5.4 Forceret teknologiudvikling for elproduktionsanlæg baseret på fossile brændsler

I teknologiforløbet stiger elforbruget væsentligt mere end i VE-forløbet. År 2015 er der en elproduktion af værk på 30 TWh i ELSAM-området.

Den specielle danske energipolitik er centreret omkring udvikling af renere teknologier baseret på fossile brændsler. Elsektoren udbygger med kraftværker, som er tilpasset markedssituationen i landene omkring os, og som opfylder EUs generelle standarder. Den danske stat finansierer ekstraomkostningerne til røggasanlæg, krav om brug af givne brændsler m.v., som skyldes den specielle danske energipolitik.

I perioden 2005-2015 udbygges der med 800 MW vindkraft i "Public Service Obligation"-regi. En række af de decentrale kraftvarmeanlæg førtidsskrotes, fordi de er blevet teknologisk forældet. I stedet for at erstatte dem med nye anlæg, bygges der varmetransmissionsledninger fra de centrale kraftvarme-

områder ud til de decentrale områder. I år 2015 er der således kun 430 MW decentral kraftvarme tilbage i ELSAM-området.

På de centrale kraftværkspladser udbygges der med 4 x 600 MW KAD, 2 x 400 MW KAD, heraf en med forkoblet gasturbine og to naturgasfyrede kraftværker på henholdsvis 500 MW og 400 MW. De gasfyrede kraftværker etableres i perioden 2005-2010 med en naturgaskontrakt, der sikrer denne en benyttelsestid på ca. 5.000 timer/år. I år 2015 er naturgaskontrakterne ophævet, og enhederne kører nu kun som reguleringsenheder på grund af den høje naturgaspris. Staten støtter i første omgang mindre demoanlæg, som fjerner CO₂ fra røggassen. I perioden 2010-2015 finansierer staten etableringen og driften af fuldskaalanlæg til CO₂-rensning og deponering under "Public Service Obligation". De tre enheder, der år 2015 har CO₂-rensning, udbyder elproduktion på det liberaliserede elmarked svarende til en omkostning eksklusive CO₂-rensning.

År 2015 er der følgende el- og kraftvarmeproduktionsanlæg i ELSAM-området:

Udbygningsskitse for teknologivision: 30 TWh/år

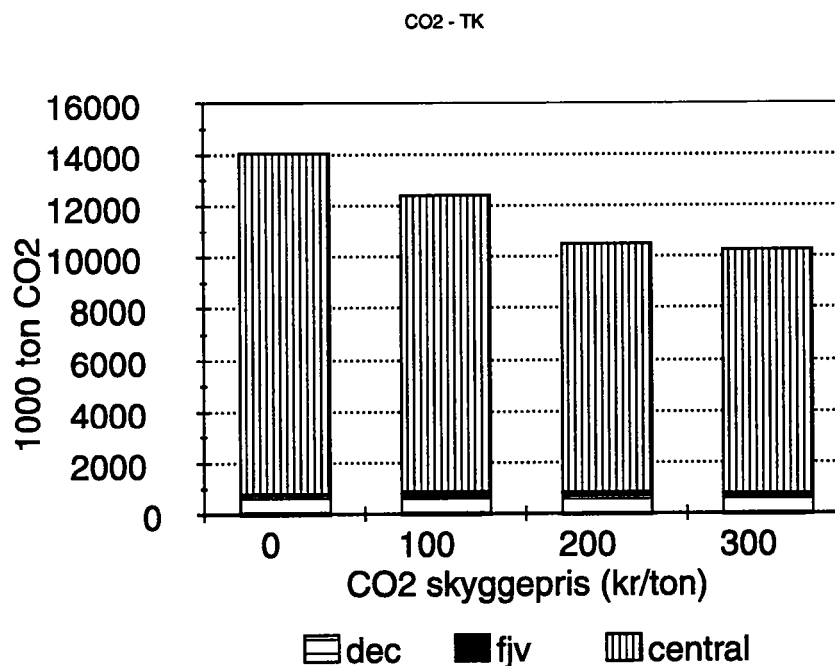
Navn	Effekt (MW)	
FVO B7	400	Kul
FVO B8	500	Naturgas
MKA B1	90	50% kul + 50% bio
MKS B5	600	Kul med CO ₂ -rensning
MKS B6	600	Kul med CO ₂ -rensning
NVV B3	385	Kul
NVV B4	600	(400 MW kul + 200 MW gas)
SVS B3	396	Naturgas
SVS B4	600	Gas
SHE B4	600	Kul med CO ₂ -rensning
SHE B5	600	Kul
VKE B3	385	Kul
VKE B4	400	Kul
Decentral kraftvarme	430	
Vindkraft	1.000	
Norgesafsale	600	
Sverigesafsale	300	

Omkostningerne og CO₂-udledningen år 2015 ved ovenstående system er ved hjælp af SIVAEL-programmet bestemt til henholdsvis 8.382 mio.kr./år og 12,4 mio. ton/år. De ekstra omkostninger til den specielle danske energipolitik er 1.619 mio.kr./år svarende til 54 kr./MWh elproduktion. For denne meromkostning får man en CO₂-reduktion på 6,9 mio. ton, hvilket giver en gennemsnitlig CO₂-reduktionsomkostning på 235 kr./ton. Hvis man i stedet lægger afgiften på varmeproduktion, bliver den 32 kr./GJ.

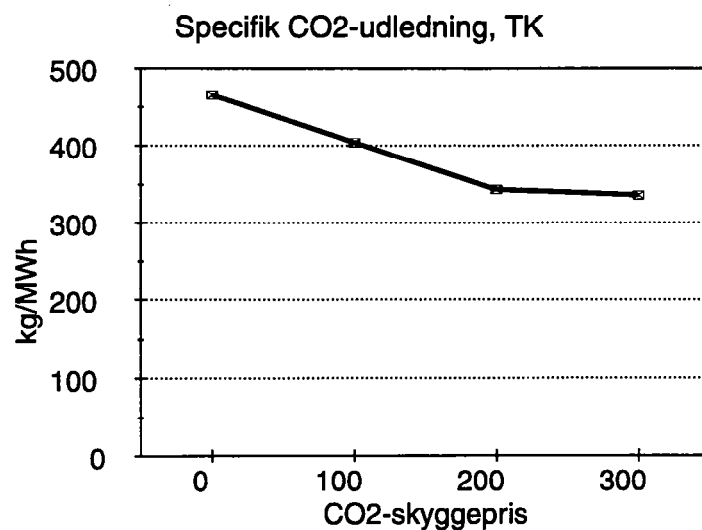
I det følgende vises resultatet af nogle tilsvarende SIVAEL-analyser, hvor ekstraomkostningerne ved drift og vedligeholdelse af CO₂-rensningsanlæggene indgår i den økonomiske lastfordeling. CO₂-skyggeprisen varieres i disse analyser mellem 0 og 300 kr./ton.

Figur 5.7 viser CO₂-udledningen i ELSAM-området ved el- og fjernvarmeproduktion som funktion af CO₂-skyggeprisen. Figur 5.8 viser de tilsvarende specifikke CO₂-udledninger. Figur 5.9 viser brændselsmikset som funktion af CO₂-skyggeprisen, og figur 5.10 viser produktionsfordelingen på de forskellige anlægskategorier.

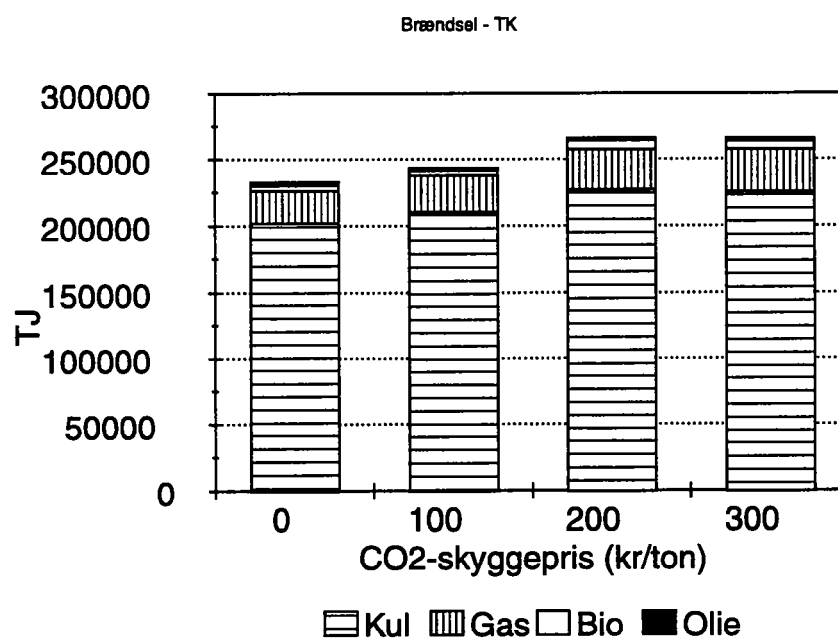
Årsagen til, at kulforbruget stiger med stigende CO₂-skyggepriser er, at de anlæg, der har CO₂-rensning og derfor kører med lav elvirkningsgrad, får en højere benyttelsestid, når CO₂-skyggeprisen øges.



Figur 5.7 CO₂-udledning ved el- og kraftvarmeproduktion i ELSAM-området som funktion af CO₂-skyggeprisen.

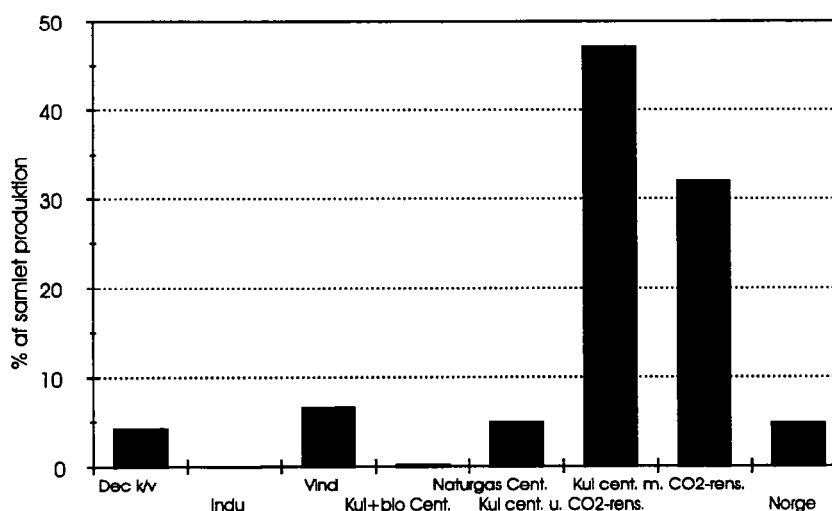


Figur 5.8 Specifikke CO₂-udledninger som funktion af CO₂-skyggeprisen i kr./ton CO₂.



Figur 5.9 Brændselsmiks som funktion af CO₂-skyggepris.

Produktionsfordeling, TK



Figur 5.10 Produktionsfordeling på forskellige anlægskategorier.

5.5 Brug af internationale CO₂-virkemidler

I dette forløb holder ELSAM igen med at investere i ny elproduktionskapacitet, idet man afventer en international udvikling af nye bæredygtige teknologier. Den ekstra CO₂-reduktion, som det danske samfund er villig til at betale for, realiseres primært ved Joint Implementation-projekter i Litauen.

Udviklingen af elproduktionsanlæg med specielle CO₂-egenskaber ligger primært i småskalaregi i form af forsøgsanlæg og demoprojekter. I perioden 2005-2015 levetidsforlænges de fleste decentrale kraftvarmeværker, således at der i år 2015 stadigvæk er ca. 1.400 MW decentral kraftvarme og ca. 200 MW industriel kraftvarme. De ældste vindmøller erstattes med nye mere effektive møller, således at der i år 2015 er ca. 800 MW vindkraft i ELSAM-området. Der etableres 1.700 MW ny central kapacitet i form af 2 x 400 MW CFB-anlæg (50% kul og 50% bio), 500 MW naturgasanlæg og 400 MW kul-fyret anlæg.

Kul-/biomasseenhederne brænder kun biomasse i det omfang, det er økonomisk med en CO₂-skyggepris på 100 kr./ton.

Alle de anlægsetableringer og anlægssombygninger, der gennemføres i perioden, sker på basis af almindelige markedsvilkår.

Skovrejsning er et effektivt middel til at begrænse CO₂-koncentrationen i atmosfæren. ELSAM medvirker derfor økonomisk til, at der etableres ca. 2.000 ha skov pr. år i perioden 2005-2015. Elforbrugerne i Jylland/Fyn godskrives i år 2005 for ca. 0,5 mio. ton CO₂, som de betaler 50 mio. kr. for. Den forcerede skovrejsning øger også mængden af biomasse til energisektoren. Denne mængde indgår ikke i de 0,5 mio. ton, elforbrugerne godskrives for. Under overskriften "Public Service Obligation" udbyder Energistyrelsen en række elforsyningsprojekter i Litauen. Disse projekter er aftalt med de litauiske myndigheder og opfylder de internationale krav til Joint Implementation-projekter. CO₂-skyggeprisen ved de pågældende projekter er under 100 kr./ton. Elforbrugerne betaler for dette program, og Danmark godskrives for CO₂-reduktionen.

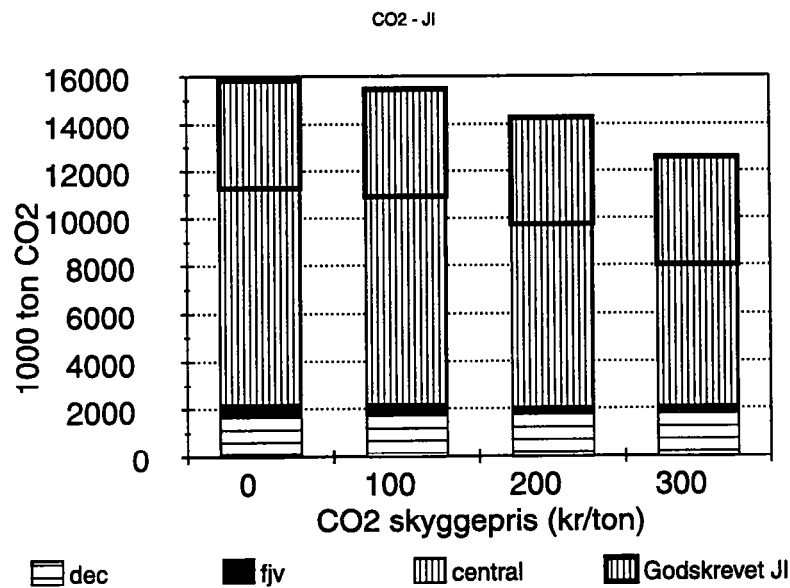
I år 2015 udgør støtten til Litauens energisektor 200 mio. kr./år. Den modregnede CO₂-besparelse er 4 mio. ton svarende til en gennemsnitlig CO₂-reduktionsomkostning på 50 kr./ton.

År 2015 er der følgende el- og kraftvarmeproduktionsanlæg i ELSAM-området:

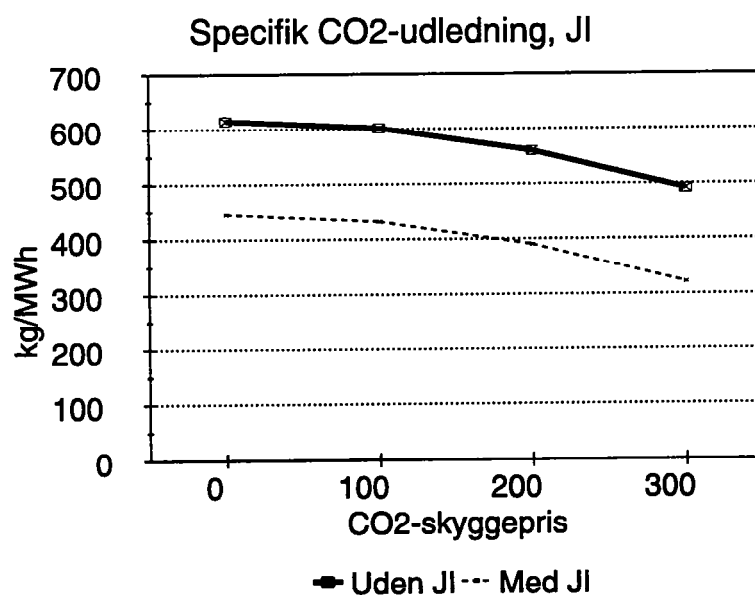
Udbygningsskitse for vision med internationale virkemidler: 25 TWh/år

Navn	Effekt (MW)	
FVO B7	400	Kul + separat halmkedel
FVO B8	500	Naturgas
MKA B1	90	(50% kul + 50% bio)
MKS B3	350	Levetidsforlænget
MKS B4	350	Levetidsforlænget
NVV B2	290	Levetidsforlænget
NVV B3	385	Kul
SVS B3	396	Naturgas
SVS B4	400	Kul/bio
SHE B4	400	Kul/bio
VKE B3	385	Kul
VKE B4	400	Kul
Herning	89	Træ
Randers	45	Kul
Decentral kraftvarme	1.350	(Delvis levetidsforlænget)
Industriel kraftvarme	185	
Vindkraft	800	
Norgesaftale	600	
Sverigesaftale	300	

JI-produktionssystemet er analyseret med SIVAEL-programmet. De samlede omkostninger til forrentning og afskrivning af de investeringer, der gennemføres i perioden 2005-2015 plus driftsomkostningerne er 7,13 mia.kr./år. Sammenlignet med referencen (afsnit 5.2) er der en meromkostning på 535 mio.kr./år ved at følge JI-vejen. Til denne omkostning skal lægges de 200 mio.kr./år, JI-projekterne koster, og de 50 mio. kr. til skovrejsning. De samlede meromkostninger til dansk energi- og miljøpolitik udgør 785 mio.kr./år svarende til 31 kr./MWh. For denne meromkostning opnår man en CO₂-reduktion på 4,5 mio.ton svarende til en CO₂-skyggepris på 163 kr./ton. Hvis afgiften placeres på varmeproduktion, bliver den ca. 10 kr./GJ. Der er endvidere med SIVAEL-programmet gennemført en række analyser med varierende CO₂-skyggepriser. Figur 5.11 viser CO₂-udledningen som funktion af CO₂-skyggeprisen. Figur 5.12 viser de tilsvarende specifikke CO₂-udledninger.

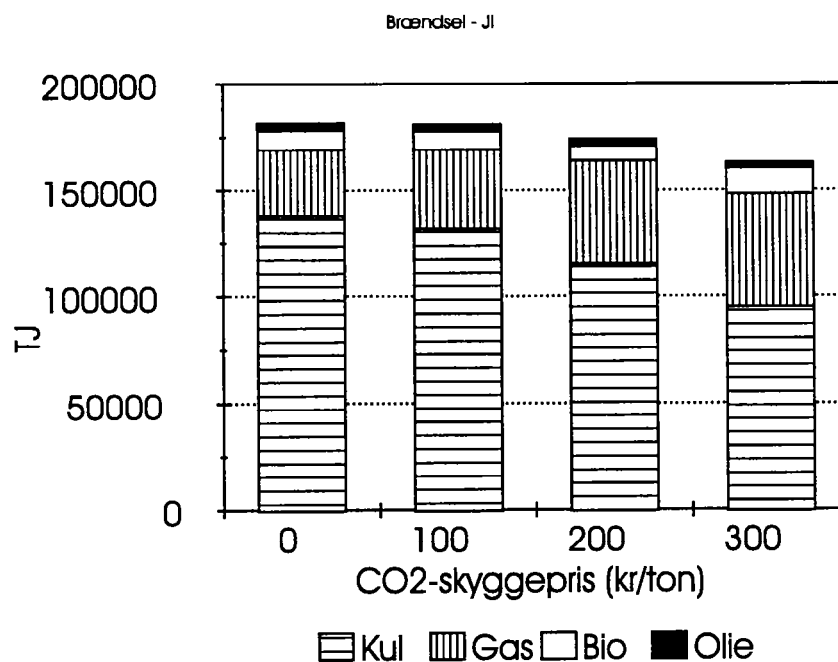


Figur 5.11 CO₂-udledning ved el- og kraftvarme produktion i ELSAM-området som funktion af CO₂-skyggepris.

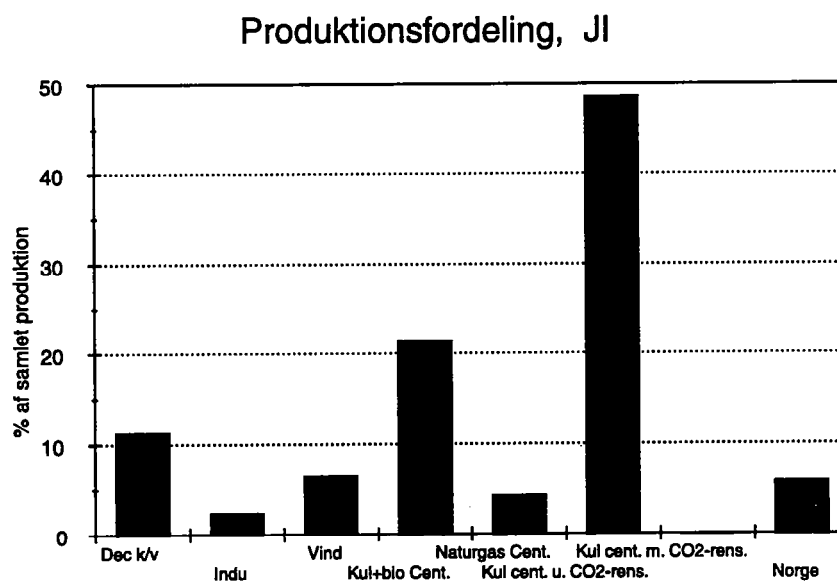


Figur 5.12 Specifikke CO₂-udledninger som funktion af CO₂-skyggepris i kr./ton CO₂

I figur 5.13 er det vist, hvordan produktionsfordelingen er på de forskellige anlægstyper, og i figur 5.14 ser man, hvordan brændselsmikset varierer som funktion af CO₂-skyggeprisen. Faldet i det totale brændselsforbrug ved højere CO₂-skyggepriser skyldes naturgasanlæggenes højere elvirkningsgrader.



Figur 5.13 Brændselsmiks som funktion af CO₂-skyggepris.

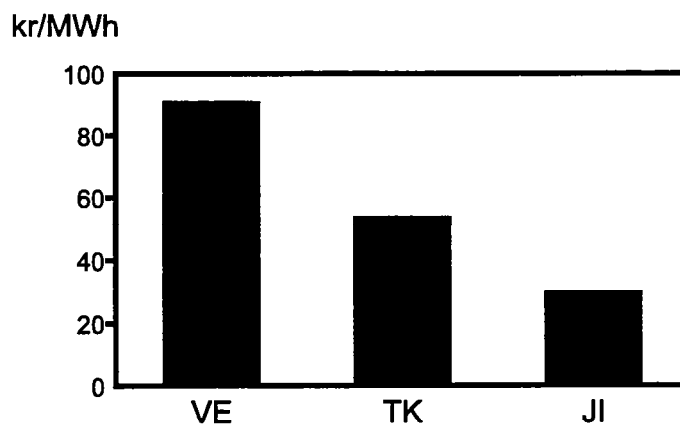


Figur 5.14 Produktionsfordeling mellem de forskellige anlægskategorier.

5.6 Sammenligning på tværs mellem de tre udviklingsforløb

Sammenligningen på tværs mellem de tre produktionsforløb er koncentreret omkring, hvor store de danske tilskud til den specielle danske energipolitik samt CO₂-udledningerne og de specifikke CO₂-udledninger.

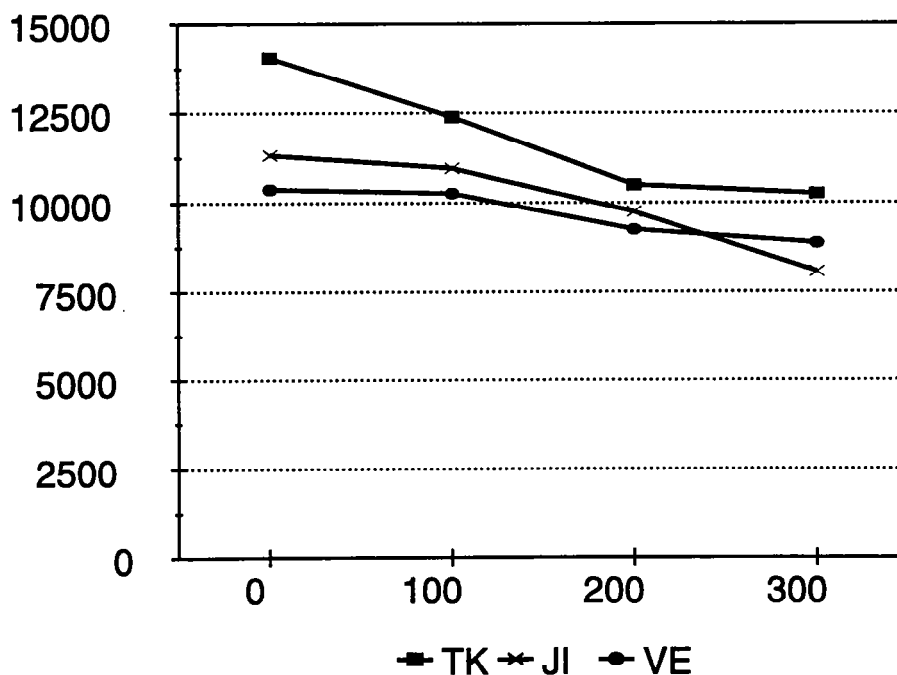
Figur 5.15 viser omkostningerne til dansk energipolitik for de tre udviklingsforløb.



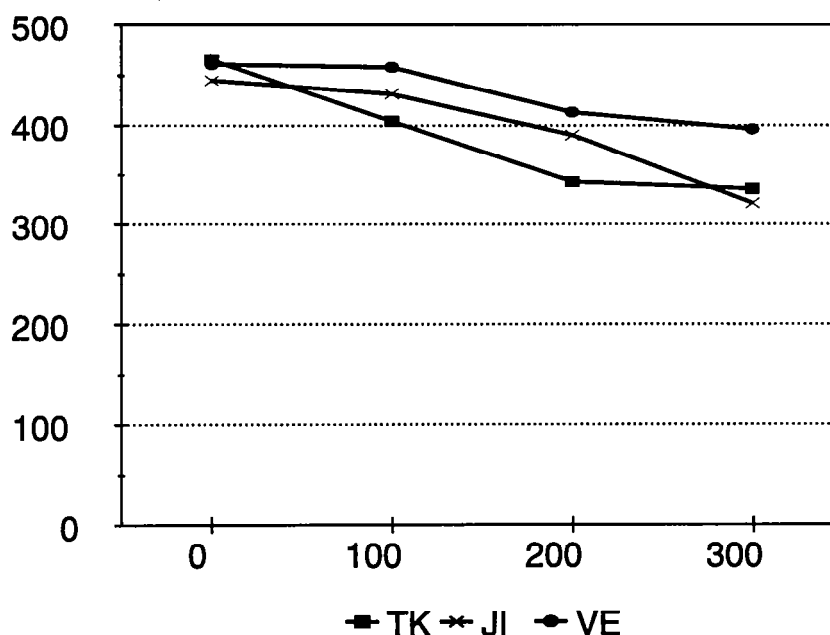
Figur 5.15 Meromkostninger til dansk energi- og miljøpolitik i de tre fremtidsbilleder.

En omkostningsforøgelse på 10 øre/KWh kan ikke virke afskrækkende for de normale danske husholdninger, som er vant til at betale over 1,00 kr./KWh. Hvis man derimod vurderer omkostningsstigningen ud fra de priser, industrien betaler, bliver ekstraomkostningen til dansk energi- og miljøpolitik meget mere synlig. I VE-forløbet bliver omkostningsstigningen ca. 30%.

Figur 5.16 viser CO₂-udledningerne ved el- og fjernvarmeproduktion i ELSAM-området i de tre forløb. I figur 5.17 er CO₂-udledningerne omregnet til specifikke størrelser.



Figur 5.16 CO₂-udledning i 10³ ton ved el- og kraftvarmeproduktion i Jylland-Fyn som funktion af CO₂-skyggepriser i kr./ton CO₂.



Figur 5.17 Specifikke CO₂-udledninger i kg/MWh som funktion af CO₂-skyggepriser i kr./ton CO₂.

Analyserne af produktionssystemerne viser, at de specifikke CO₂-udledninger er næsten ens i de tre udviklingsforløb. Derimod er der stor forskel på meromkostningerne til den specielle danske energi- og miljøpolitik. I JI-forløbet er meromkostninger 30 kr./MWh, hvorimod den er 90 kr./MWh i VE-forløbet. Disse omkostninger ligger ud over omkostningerne til de harmoniserede CO₂-afgifter på 100 kr./ton.

I VE-forløbet koster den ekstra CO₂-reduktion i forhold til en fortsat kuludbygning ca. 600 kr./ton. I TK-forløbet er CO₂-skyggepriser for de specielle danske CO₂-reduktioner ca. 235 kr./ton. I JI-forløbet er CO₂-skyggeprisen 163 kr./ton.

Det er altså relativt set betydeligt billigere at reducere CO₂-udledning i et forløb, hvor elmarkedet bliver større enten ved et stigende elforbrug i Jylland-Fyn eller ved Joint Implementation.

En kraftig VE-udbygning med anlæg, der har en lav årlig benyttelsestid reducerer også benyttelsestider på de andre anlæg i elsystemet. Samlet set får man derfor et elsystem med en række produktionsanlæg, som alle har en lav udnyttelse. Det er denne mekanisme, som gør, at VE-forløbet får de højeste omkostninger til opfyldelse af den danske energi- og miljøpolitik målt i kr./MWh.

Udbygningsskitserne i de tre udviklingsforløb er ikke optimeret, hvorfor ovenstående resultater kun kan bruges til illustration af størrelsesordener.

6. Perspektivplan år 2015

I dette kapitel bliver der givet en kortfattet vurdering af de tre fremtidsbilleder, der er beskrevet i kapitel 4 og 5, op imod kriterierne for en bæredygtig udvikling, som de fremstår i kapitel 2. På basis af denne vurdering sammen sættes den jysk-fynske elsektors bud på et bæredygtigt perspektiv for el- og kraftvarmesektoren i Jylland-Fyn.

Afsnit 6.1 viser testen af de tre fremtidsbilleder op imod bæredygtighedskriterierne. Afsnit 6.2 indeholder perspektivplanen for perioden 2005-2015. Afsnit 6.3 beskriver handlingsplanen.

6.1 Vurdering af de tre fremtidsbilleder

Nedenstående skema resumerer ELSAM/ELFORs vurdering af de tre fremtidsbilleder op imod kriterierne for en bæredygtig udvikling.

Fremtidsbillede Bæredygtighedskriterium	VE-forløb	TK-forløb	Jl-forløb
Minimum brug af endelige ressourcer	Danmark får en højere selvforsyningsgrad med energi. Danmark bliver mere uafhængig af, hvad der sker på det internationale energimarked på godt og ondt.	Kul er det mest bæredygtige af de fossile brændsler. CO ₂ -rensning øger kulforbruget på grund af reduktionen i elvirkningsgrad.	Danmark hjælper andre lande til at effektivisere energisektoren. Herved begrænses ressourceforbruget.
Minimum forurening	Mindre regionale og globale miljøpåvirkninger. Højere lokale miljøpåvirkninger.	Lavere globale, regionale og lokale miljøpåvirkninger. Flere restprodukter fra elproduktion. Mulighed for meget høje CO ₂ -reduktioner.	Danmark støtter miljøforanstaltninger i Østeuropa, hvor forurening er meget større end i Danmark. Forureningen fra dansk el- og kraftvarmeproduktion forbliver nogenlunde uændret.
Teknologisk innovation	Danmark satser på en nicheproduktion, hvor vi har chancer for at blive konkurrencedygtige på internationalt plan.	CO ₂ -rensning er kun godt for en ting, nemlig CO ₂ -reduktion. Dansk Industri kan bidrage på CO ₂ -rensningsområdet.	Innovationen består primært i at udvikle tilpassede løsninger til andre landes problemer. Danmark drager nok ingen nytte af verdensamfundets teknologiske gennembrud.
Økonomisk vækst	De højere energipriser reducerer i en overgangperiode den økonomiske vækst. De ekstra ressourcer, der anvendes på energiområdet, tages fra nogle andre områder.	Accepten af begrebet det forureningsfri kraftværk øger omstillingen fra andre energiformer til el. Da der samlet ikke er nogen begrænsning på elforbruget, realiseres en stor del af værditilvæksten ved mere elintensiv produktion og forbrug.	Støtten til Østeuropa kan betragtes som værende en form for Marshall-hjælp. Erfaringen viser, at denne form for hjælp øger den økonomiske vækst.

Skemaet viser, at der er fordele og ulemper ved alle tre fremtidsbilleder. Ud fra skemaet kan man, hvis man i forvejen har valgt det fremtidsbillede, man synes bedst om, se, hvilket kriterium man lægger størst vægt på, eller

man kan fastlægge sit foretrukne fremtidsbillede, hvis man ved, hvordan man prioriterer kriterierne.

6.2 Perspektivplanen år 2005-2015

Visioner og strategier

I det fremtidige elmarked vil der blive efterspurgt elleverancer med forskellige egenskaber, f.eks. el med høj forsyningssikkerhed, afbrudsel, vindmølleel, tilbudsels, CO₂-fri el m.v. Elsektoren i Jylland-Fyn vil udbyde alle disse produkter til konkurrencedygtige priser. Elsektoren vil endvidere specialisere sig i at kunne fremstille en række af produkterne til konkurrencedygtige priser. Elsektoren vil primært koncentrere sig om det jysk-fynske "hjemmemarked" og kun udbyde de produkter, man har specialiseret sig i på det internationale marked.

Elsektorens egenindsats er koncentreret omkring de robuste løsninger. Flexibiliteten opnås ved køb af optioner.

Elsektorens F&U-indsats finansieres primært via danske og internationale forskningsmidler.

Elsektoren vil sikre, at forsyningssikkerheden fastholdes på det efterspurgte niveau.

Elsektoren i Jylland-Fyn vil støtte Folketinget i en progressiv CO₂-politik ved:

- At etablere alliancer med andre elselskaber, som også er aktive i at reducere CO₂-udledningen.
- At udbyde el med forskellige miljøvaredeklarerationer.
- Gennem en aktiv markedsføring at foresøge at overbevise kunderne om, at de skal købe miljørigtig el og kraftvarme.
- I et samarbejde med de danske energimyndigheder at udpege nye udviklingsområder og at byde ind på disse projekter, når de udbydes i offentlig licitation.
- At have "antennen" meget langt ude med hensyn til international teknologisk innovation.
- At forberede egne anlæg på krav om reduceret CO₂-udledning.

Det koster penge at være foregangsland på miljøområdet. Meromkostningerne kan betragtes som værende en investering, som eventuelt senere bliver betalt tilbage, hvis man kan eksportere de danske løsninger til de lande, der følger den danske vej. Men hvem skal betale meromkostningerne, og hvem har ansvaret for de beslutninger, der skal træffes?

Staten kan skabe et kunstigt hjemmemarked for bæredygtige teknologier og derved fremme den udvikling, samfundet ønsker. Regningen kan sendes til energiforbrugerne eller skatteborgerne. Problemet er, at hvis regningen bliver for stor, flytter den energiintensive industri til udlandet.

Industrien kan via markedsføring af miljørigtige løsninger påvirke forbrugerne og derved skabe et ægte hjemmemarked for bæredygtige energiteknologier. Regningen betales af de forbrugere, som vil vise, at de er "foregangsmænd/-kvinder". Industrien opnår herved ikke blot know-how med hensyn til de teknologiske løsninger, men også en vigtig viden omkring markedsføring af bæredygtige løsninger. Det sidste kan vise sig at være lige så værdifuldt som det første, hvis de danske løsninger skal eksporteres.

Elsektoren i Jylland-Fyn går ind for den sidste model. Fortsatte miljøforbedringer efter år 2005 bør fremmes ved, at forbrugerne frivilligt vælger de rigtige miljøløsninger. Staten skal via oplysningskampagner fremme denne udvikling. Staten skal endvidere arbejde for, at der gennemføres internationalt harmoniserede standarder og afgifter, som fremmer de bæredygtige løsninger.

Standarder og afgifter skal forvarsles i god tid, således at industrien på en fornuftig måde kan omstille sig til de nye krav.

Elsektoren mener, at CO₂-virkemidlerne bør prioriteres på følgende måde:

- Brændselsfleksibilitet på de centrale kraftværker. Anlæggene indrettes således, at de kan brænde 100% kul eller 100% naturgas. Kraftværkerne udbygges med den option, at CO₂-kravet kan skærpes. Optionen består i, at kuldelen i et betydeligt omfang kan erstattes af biomasse, eller ved at der etableres CO₂-rensning på kraftværkerne.
- Vindkraftudbygning i Danmark. Der etableres så mange møller, som samfundet vil acceptere at skulle se på samt betale meromkostninger til. Det øvrige elsystem indrettes til at kunne spille sammen med denne mængde vindkraft.
- Øget brug af biomasse til separat varmeproduktion decentralt. Separat varmeproduktion på biomasse kan både reducere CO₂-udledningen og eloverløbet.
- Brug af "eloverløb" til varmeproduktion i landområder (område 4).
- Joint Implementation-projekter i Østeuropa, idet de ikke blot reducerer CO₂-udledningen, men også forbedrer infrastrukturen i de pågældende lande. Er også et sikkerhedspolitisk godt virkemiddel. Projekterne finansieres under overskriften "Public Service Obligation".
- Elsektoren støtter forceret dansk skovrejsning.

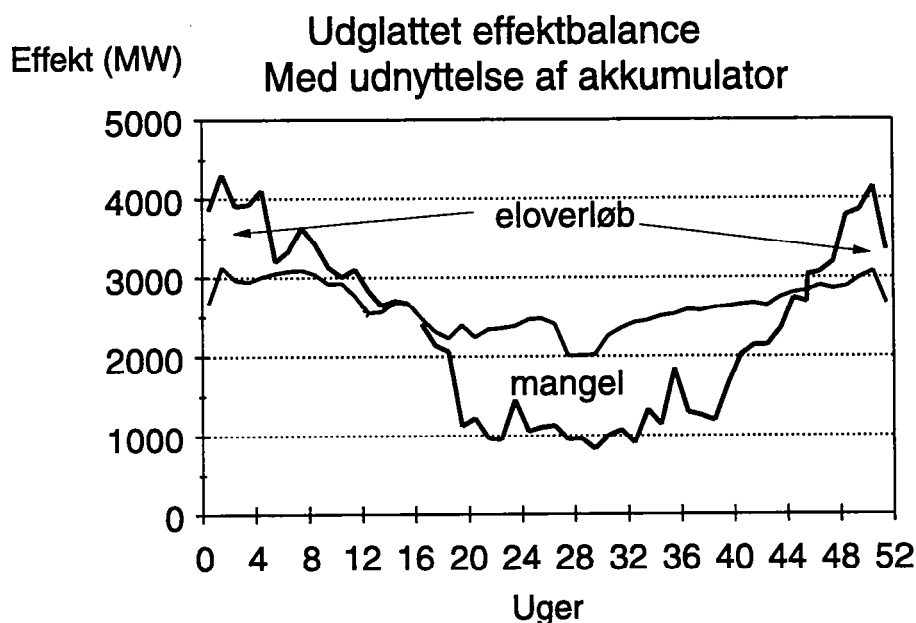
Samproduktion af el og kraftvarme år 2015

I år 2015 vil fjernvarmebehovet i Jylland-Fyn uden meget omfattende varmebesparelser være ca. 70 PJ, og varmebehovet i landområderne (område 4) vil være ca. 20 PJ.

Hvis man forudsætter, at elproduktionssystemet i år 2015 har en gennemsnitlig c_m -værdi på 1,0, vil en 90% dækningsgrad med kraftværkerne i fjernvarmeområderne bevirke, at der produceres ca. 17,5 TWh elektricitet i samproduktion. Hvis man endvidere forudsætter, at der er 1.500 MW vindkraft i ELSAM-området, der producerer ca. 3,5 TWh, vil den samlede bundne elproduktion år 2005 være 21,0 TWh.

Da el- og kraftvarmeforbruget ikke svinger i takt, vil der på tidspunkter med lav efter- spørgsel efter varme skulle produceres elektricitet i kondensationsdrift - altså med "varmeoverløb", og på tidspunkter med lav elefterspørgsel og høj varmeefterspørgsel vil der blive produceret "eloverløb". (Jævnfør figur 6.1).

I vinterhalvåret vil der være lange perioder, hvor den bundne elproduktion overstiger, hvad der vil svare til det nuværende elforbrug. Dette eloverløb kan med fordel anvendes til opvarmning i landområderne enten direkte som elvarme eller via varmepumper.



Figur 6.1 Fordelingen af den bundne elproduktion på årsbasis.

I sommerhalvåret vil der skulle produceres ca. 6,5 TWh i kondensationsdrift. Øget efterspørgsel efter airconditionering vil gøre dette tal større. Da det er denne produktion, der er mest forurenende, vil "sommerelbesparelser" have den største miljømæssige værdi. Den eksisterende Norgesaftale vil kunne dække 1,5 TWh af de 6,5 TWh, der skal produceres i kondensdrift.

Det danske naturgasforbrug til el- og kraftvarmeproduktion vil være betydeligt større i vinterhalvåret end i sommerhalvåret. En bedre udnyttelse af naturgas-systemets kapacitet kan derfor føre til, at naturgasprisen bliver lavere om sommeren end om vinteren.

Konsekvenserne af dette kan blive, at de gasfyrede decentrale kraftvarmeværker udstyres med en luftkøler, således at de får mulighed for at køre i "kondensdrift" om sommeren.

Den samlede mere eller mindre bundne elproduktion bliver 27,5 TWh. Elbesparelser ved et elforbrug, der ligger under dette niveau, bør ikke få tillagt større værdi end varmebesparelser, det gælder dog ikke "sommerelbesparelser".

Det tekniske system år 2015

Med en kraftvarmebenyttelsestid på ca. 4.000 timer bliver den samlede installerede el- og kraftvarmeproduktionskapacitet ca. 4.400 MW, fordelt med 3.000 MW centralt og 1.400 MW decentralt.

Hvis man forudsætter, at den samlede produktion på 27,5 TWh har en benyttelsestid på 6.000 timer, samt at der skal være 20% reserve for at sikre en acceptabelt forsyningssikkerhed, skal der ud over de 4.400 MW, de 1.500 MW vindkraft og de 600 MW udlandsforbindelse etableres ca. 200 MW elproduktionskapacitet. Det samlede produktionssystem ser derfor ud som følger:

3.000	MW central kraftvarme
1.400	MW decentral kraftvarme
1.500	MW vindkraft
600	MW Norge
200	MW spidslast.

Som det fremgår af afsnit 5.1, vil der af de anlæg, der er i drift år 2005, være følgende anlæg tilbage år 2015:

- 1.650 MW central kraftvarme
- 1.050 MW decentral og industriel kraftvarme
- 200 MW vindkraft
- 600 MW Norge.

I perioden 2005-2015 skal der derfor etableres:

- 1.350 MW central kraftvarme
- 350 MW decentral kraftvarme
- 1.300 MW vindkraft.

Tilgangen med ny central kraftvarmekapacitet foregår ved, at der etableres nogle deciderede mellemlastenheder fyret med naturgas og nogle grundlastenheder, der kan brænde 100% kul og 50% biomasse eller 100% naturgas. Mellemlasten kan eventuelt etableres som en boostning af eksisterende enheder.

Med denne strategi kan produktionssystemet år 2015 se ud som følger:

Udbygningsskitse for perspektivplan: 25 TWh/år

Navn	Effekt (MW)	
FVO B7	400+100	Kul + 100 MW gasboostning
FVO B8	200	Kul/biomasse/naturgas
MKA B1	90	CFB
MKS B5	400	Kul
NVV B3	385+100	(+ 100 MW gasboostning)
SVS B3	396	(Som planlagt)
SVS B4	200	Kul/biomasse/naturgas
SHE B4	200	Kul/biomasse/naturgas
VKE B3	385+100	Kul + 100 MW boostning
Herning	89	Træ
Randers	45	Naturgas
Decentral kraftvarme	1.400	(40% biomasse + affald, 60% naturgas)
Industriel kraftvarme	200	Naturgas
Vindkraft	1.500	
Norgesafsale	600	
Sverigesafsale	300	

Demoanlæg: CO₂-rensning 10% af røggassen på 380 MW-enhed.
 Forceret skovrejsning: 2.000 ha/år.
 Joint Implementation: 2 mio. ton CO₂/år til en omkostning på ca. 100 mio. kr./år.

Udbygningstakten

I perioden 2005 til 2010 skal der udbygges med 400 MW ny central kapacitet. Den størst del af de nye anlæg skal derfor først etableres sidst i perioden. I perioden 2000-2010 vil der derfor være god tid til at få videreudviklet og afprøvet de nye teknologier, som skal implementeres i elsystemet i perioden 2010-2015.

Hvis det politiske system bliver utålmodig og ikke kan vente på, at kraftværksblokkene udskiftes i et naturligt tempo, men kræver en forcering, bliver miljøforbedringerne betydelig dyrere end vist i de tre udviklingsforløb i afsnit 5.

Den "luft", det giver i beskæftigelsen ved, at der kun skal bygges få kraftværker i perioden 2005-2010, bruges i forbindelse med, at den specielle danske energipolitik fokuserer på muligheden for at etablere Joint Implementation-projekter.

Public Service Obligation

Hvis man forudsætter, at den gennemsnitlige internationale elpris svarer til omkostningerne ved at producere el i kondensdrift på et nyt KAD-anlæg, samt at der er vedtaget en international harmoniseret CO₂-afgift på 100 kr./ton CO₂, vil elprisen være ca. 292 kr./MWh. Af tabel 3.1 fremgår det, at man både kan lave samproduceret el og kraftvarme på kul og naturgas til denne pris. De decentrale kraftvarmeværker vil være lidt dyrere, men hvis man generelt som en del af dansk energipolitik lægger en afgift på separat varmeproduktion på ca. 10 kr./GJ, samt giver el siden hele fordelene ved samproduktion, vil de decentrale kraftvarmeværker også være konkurrencedygtige. De 10 kr./GJ varmeproduktion svarer til et tilskud til el siden på ca. 40 kr./MWh. Direkte og indirekte afgifter på varmeproduktion vil fremme de varmebesparelser, som er nødvendige for at sikre en bæredygtig udvikling.

Tilbage er der altså kun vindkraftproduktionen, som under "Public Service Obligation" skal holdes uden for konkurrencen. Sandsynligvis vil en stor del af denne vindkraft kunne sælges på almindelige kommercielle vilkår, som "grøn strøm". Denne del skal derfor ikke indgå i "Public Service Obligation".

Ved som det eneste at lægge en dansk afgift på separat varmeproduktion på ca. 10 kr./GJ og give el siden hele fordelene ved samproduktion af el og kraftvarme, kan der i ELSAM-området produceres 27,5 TWh konkurrencedygtig el med meget lav miljøbelastning.

Driftssimulering

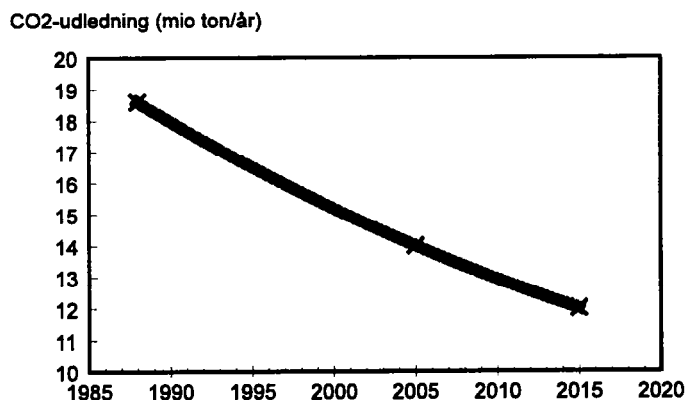
Udbygningsskitsen i perspektivplanen er konsekvensberegnet med SIVAEL-programmet ved et elforbrug af værk på 25 TWh og et samlet kraftvarmeforbrug på 70 PJ. Resultatet viser, at hvis man antager, at de tre nye 200 MW-enheder enten brænder 100% naturgas eller 50% kul og 50% biomasse, bliver den samlede CO₂-udledning fra el- og kraftvarmeproduktionen ca. 12 mio. ton i år 2015. Hvis de tre nye 200 MW-enheder er 100% naturgasfyrede, bliver brændselsmikset:

59	PJ kul	(33%)
115	PJ naturgas	(63%)
6	PJ biomasse	(3%)
1	PJ olie	(1%)

Hvis de tre nye 200 MW-enheder er fyret med 50% kul og 50% biomasse er brændselsmikset:

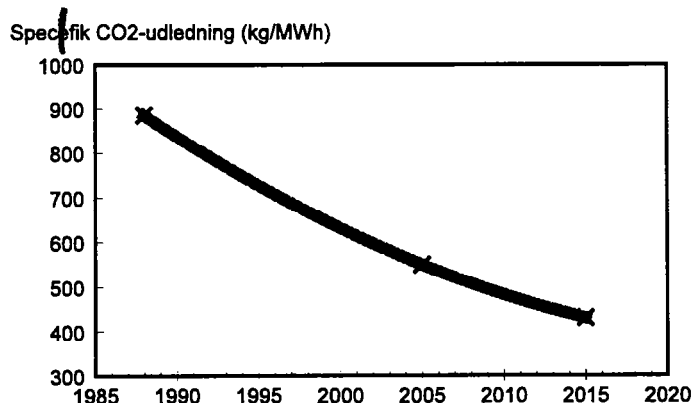
72	PJ kul	(40%)
89	PJ naturgas	(49%)
19	PJ biomasse	(10%)
1	PJ olie	(1%).

I 1988 var kraftvarmeproduktionen 35 PJ i ELSAM-området. Hvis man forudsætter, at de ekstra 35 PJ kraftvarmeproduktion, der vil være i 2005 og 2015, i 1988 blev produceret på olie, var CO₂-udledningen fra denne fjernvarmeproduktion i 1988 ca. 2,5 mio. ton. CO₂-udledningen ved el- og kraftvarmeproduktion var i 1988 16,1 mio. ton. Den samlede CO₂-udledning fra el- og kraftvarmeproduktion + fjernvarmeproduktion, som efterfølgende omlægges til kraftvarme, var altså 18,6 mio. ton i 1988. I 2005 vil CO₂-udledningen fra el- og kraftvarmeproduktionen være nede på ca. 14 mio. ton, og i 2015 vil CO₂-udledningen kunne være helt nede på 12 mio. ton. Figur 6.2 illustrerer dette forløb. Figur 6.3 viser det tilsvarende forløb for den specifikke CO₂-udledning. Det fremgår af figuren, at den specifikke CO₂-udledning faldt fra 886 kg/MWh i 1988 til 430 kg/MWh i år 2015.



Figur 6.2 Udviklingen i CO₂-udledning fra el- og kraftvarmeproduktion i ELSAM-området.

Hvis man i stedet for at give varmen hele fordelene ved samproduktionen antager, at varmen kun får hele fordelene på de tidspunkter, hvor der produceres el i kondensationsdrift, og at man i resten af tiden fordeler fordelene ligeligt mellem el og kraftvarme, falder den specifikke CO₂-udledning fra 880 kg/MWh i 1988 til 330 kg/MWh, altså med ca. 60%.



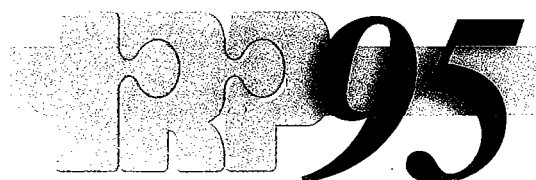
Figur 6.3 *Udviklingen i den specifikke CO₂-udvikling fra el- og kraftvarmeproduktion i ELSAM-området.*

Med denne udvikling er el blevet så bæredygtig en energiform set i forhold til naturgas og olie, at den energipolitiske målsætning ikke længere vil være at reducere elforbruget mest muligt, men i stedet at erstatte andre primære energikilder med el og derved opnå en effektivitetsgevinst og et bedre miljø.

6.3 IRP-handlingsplan (perspektivplan)

I perioden frem til næste IRP-plan (1997) vil elsektoren i Jylland-Fyn

- arbejde videre med de tre fremtidsbilleder og perspektivplanen, bl.a. ved at inddrage elementer fra Energistyrelsens revision af ENERGI 2000, som udkommer i 1996.
- drøfte perspektivplanen med medlemmerne af Folketingets Energipolitiske Udvalg.
- analysere perspektiverne for øget elanvendelse i transportsektoren.
- tilpasse F&U-strategierne til indholdet i den reviderede perspektivplan.
- tage initiativ til, at der bliver formuleret et konkret Joint Implementation-projekt.
- afklare rammerne for perspektivplanen i IRP97 i god tid inden planen skal udarbejdes.



Perspektivplan

Notat SP95 - 900d

Udgivet af:

ELSAM

Fjordvejen 1-11, 7000 Fredericia
Tlf. 75 56 25 00

Elfor
IVSKJÆVNSK
ENERGISAMARBEJDE

Fjordvejen 2, 7000 Fredericia
Tlf. 75 56 49 00