

**CO₂-skatter, dobbelt-dividende
og konkurrence i energisektoren:
Anvendelser af den danske
AGL-model ECOSMEC**

**Mette Gørtz, Jan V. Hansen
og Mette Larsen**

Arbejdsrapport 1999:1

Sekretariatet udgiver arbejdsrapporter, hvori der redegøres for tekniske, metodemæssige og/eller beregningsmæssige resultater. Emnerne vil typisk være knyttet til dele af formandskabets redegørelser. Sekretariatet har ansvaret for arbejdsrapporterne.

Peder Andersen
Sekretariatschef

ISSN 0907-2977 (Arbejdsrapport - Det Økonomiske Råds Sekretariat)
Tidligere udgivne arbejdsrapporter: se sidste side.

Fås ved henvendelse til:

Det Økonomiske Råd
Sekretariatet
Adelgade 13, 5.
1304 København K

Tlf.: 33 13 51 28

Fax: 33 32 90 29

E-post: dors@dors.dk

Hjemmeside: www.dors.dk

Signaturforklaring:

- Oplysning kan ikke foreligge/foreligger ikke.

Som følge af afrundinger kan summen af tallene i tabellerne afvige fra totalen.

CO₂ taxes, double dividend and competition in the energy sector: Applications of the Danish CGE model ECOSMEC

**Mette Gørtz, Jan V. Hansen,
and Mette Larsen**

Working Paper 1999:1

Abstract:

In this paper we develop a new CGE model of the Danish economy with the acronym ECOSMEC (Economic COuncil Simulation Model with Energy markets and Carbon taxation). The model is a hybrid of two existing static models developed by respectively the Secretariat of the Danish Economic Council and by the MobiDK model project in the Ministry of Business and Industry. Distinct features of the ECOSMEC model are a rather disaggregated modelling of energy demand and supply, introduction of various market structures in the energy sector, and a consistent specification of different household types.

The simulations presented in the paper have the following implications: Firstly, a uniform CO₂ tax of approximately 300 DKK per ton could reduce emissions by 20 per cent in a scenario with perfect competition in the energy sector. Secondly, a double dividend (reduced emissions and increased welfare) could be gained by using the CO₂ tax revenue for reducing distorting income taxes. However, the double dividend result depends decisively on the applied elasticity of substitution between consumption and leisure. Thirdly, assuming different market structures in the energy sector influences the uniform CO₂ tax needed to reach a given emission target. Fourthly, the empirical arguments for differentiated CO₂ taxes motivated by imperfect energy markets are weak. Fifthly, the Danish economy could benefit from a deregulation of the electricity and district heating sector with respect to welfare and economic activity. This result holds also if CO₂ emissions are kept constant.

Keywords: CGE model, double dividend, CO₂ taxes, imperfect energy markets.

JEL: D4; D5; H2; Q4.

Indholdsfortegnelse

1. Indledning	1
2. ECOSMEC-modellen	2
2.1 ECOSMEC-modellen i hovedtræk	2
2.2 Produktion og eksport	4
2.3 Valget mellem import og hjemlig produktion	10
2.4 Energiproduktion	12
2.5 Husholdningernes nytte, arbejdsudbud og privatforbrug	17
2.6 Investeringer og offentlig produktion	24
2.7 Lukning af modellen	25
3. Analyser af dobbelt-dividende i ECOSMEC	25
3.1 Teori om dobbelt-dividende ved grøn skatteomlægning	25
3.2 Empiriske studier af dobbelt-dividende	31
3.3 Dobbelt-dividende-beregninger med ECOSMEC	35
3.4 Følsomhedsanalyser	50
3.5 Afslutning	59
4. Imperfekt konkurrence i energisektoren	61
4.1 Konkurrenceforhold i generel ligevægtssammenhæng	61
4.2 Imperfekt konkurrence i el- og fjernvarmesektoren	61
4.3 Modelling af imperfekt konkurrence i ECOSMEC	63
4.4 Ensartede CO ₂ -afgifter under imperfekt konkurrence	66
4.5 Differentierede CO ₂ -afgifter under imperfekt konkurrence ..	68
4.6 Illustration af øget konkurrence i el- og fjernvarmesektoren	72
5. Afslutning og perspektiver for det videre arbejde	76
Appendiks. GESMEC-modellen	79
Litteraturliste	81

1. Indledning

Det Økonomiske Råds Sekretariat har en lang tradition for at anvende AGL-modeller i analysen af miljø- og ressourceøkonomiske problemstillinger, jf. Det Økonomiske Råd (1980, 1993a, 1997). Endvidere har AGL-modeller været anvendt til belysning af problemer i relation til handelsliberaliseringer, arbejdsmarkedspolitik og ældrebyrden, jf. Det Økonomiske Råd (1993b, 1997, 1998). I denne rapport har vi kombineret to eksisterende danske generelle ligevægtsmodeller: MobiDK, som i øjeblikket er under udvikling i Erhvervsministeriet, og Det Økonomiske Råds Sekretariats generelle ligevægtsmodel, GESMEC. MobiDK og GESMEC bygger på modeltraditionen i eksempelvis Harrison mfl. (1997). Resultatet af denne sammenkobling af modeller er en "hybrid-model", som vi har kaldt ECOSMEC (Economic COuncil Simulation Model with Energy markets and Carbon taxation). ECOSMEC's grundstruktur er hentet fra MobiDK, mens GESMEC har tjent som inspirationskilde til modellering af bl.a. erhvervenes inputstruktur samt husholdningernes forbrugsvalg. Endelig har vi valgt at anvende en del elasticiteter fra GESMEC. ECOSMEC dokumenteres i kapitel 2.

ECOSMEC er anvendt til to forskellige analyser af aspekter inden for energi- og miljøpolitik. Disse analyser og deres resultater beskrives i kapitel 3 og 4. Analyserne tager for det første sigte på at behandle nogle principielle teoretiske og empiriske problemstillinger omkring dobbelt-dividende og konkurrence. Derfor diskuteres og sammenlignes resultaterne med andre danske undersøgelser. For det andet er formålet med analyserne at virke som eksempler, der kan medvirke til at belyse ECOSMEC-modellens egenskaber.

I kapitel 3 anvendes ECOSMEC til at analysere effekterne af en CO₂-afgift og mulighederne for at opnå en såkaldt "dobbelt-dividende" ved at anvende provenuet fra CO₂-afgiften til at reducere andre skatter, som har en forvridende effekt. Det vises, at en CO₂-afgift, hvor provenuet tilbageføres ved at reducere lønskatte, har positive effekter på velfærd, økonomisk aktivitet og beskæftigelse. I kapitel 4 udvides modellen, så den er i stand til at tage højde for imperfekt konkurrence i el- og fjernvarmesektoren. Vi finder, at der vil være gunstige virkninger på produktion og velfærd af en øget konkurrence i sektoren. Det gælder også i det tilfælde, hvor CO₂-udledningen fastholdes med øgede CO₂-afgifter. Kapitel 5 indeholder afsluttende bemærkninger.

Vi takker Jesper Jensen og Anders Hoffmann, Erhvervsministeriet, for råd og vejledning. Endvidere takkes Peter Brixen, DØRS, for værdifulde kommentarer til papiret. Vi er imidlertid alene ansvarlige for evt. fejl i fremstillingen.

Projektet er finansieret af Det Nordiske Energiforskningsprogram.

2. ECOSMEC-modellen

2.1. ECOSMEC-modellen i hovedtræk

ECOSMEC-modellen (Economic COuncil Simulation Model with Energy markets and Carbon taxation) er en syntese af to eksisterende danske modeller: MobiDK, som er Erhvervsministeriets generelle ligevægtsmodel, og GESMEC, som er en generel ligevægtsmodel udviklet i Det Økonomiske Råds Sekretariat. Grundstrukturen i ECOSMEC er hentet fra MobiDK, som er en statisk-komparativ model beskrivende en stationær ligevægt uden nettoinvesteringer.¹ GESMEC har primært bidraget med beskrivelser af produktionsstrukturen i erhvervene, en modellering af det private forbrug samt elasticiteter i udenrigshandlen. Mht. modelleringen af det private forbrug har vi desuden hentet inspiration i Danmarks Statistiks makroøkonomiske model, ADAM.

Modellen er kalibreret, så udgangspunktet for analyserne er dansk økonomi i 1992. Kalibreringen foretages, på linje med andre generelle ligevægtsmodeller, med det formål at generere basisårets observationer som ligevægtsløsning. Dette implicerer, at udgangspunktet for alle modelsimulationer er, at økonomien i basisåret befandt sig i en generel ligevægt.² Data fra nationalregnskabet 1992 er anvendt i løbende priser, og det antages, at alle priser er lig 1 i 1992. Antagelsen om nettoinvesteringer på nul implicerer, at det samlede kapitalapparat er fast over tid. Kapitalapparatet er derimod fuldkommen mobilt mellem (de fleste af) sektorerne, hvilket sikrer en ensartet kapitalafløbning på tværs af sektorer.

Modellen beskriver en lille åben økonomi med samhandel med udlandet under fuldkommen konkurrence. Import- og eksportpriser er givet på verdensmarkedet. Dermed udelukkes endogene ændringer i bytteforholdet. Det antages dog, at indenlandsk producerede og udenlandske varer er imperfekte substitutter. Der er ikke mulighed for kapitalimport eller -eksport. Modellen lukkes under den restriktion, at saldoen på betalingsbalancen er konstant i forhold til basisårets niveau. Opfyldelsen af denne restriktion sker vha. endogene ændringer i den reale valutakurs.

- 1) Erhvervsministeriet arbejder med at udvikle dynamiske versioner af modellen, bl.a. en model af AC-typen og en OLG-model.
- 2) Eftersom 1992 var et udpræget lavkonjunkturår, kan denne antagelse naturligvis være problematisk. På den anden side var nettoinvesteringerne i 1992 tæt på 0, hvilket isoleret set er et forsvar for, at økonomien var i en stationær ligevægtstilstand i 1992.

De offentlige udgifter er eksogene, og basisårets offentlige budgetunderskud holdes konstant i modelsimulationerne ved at indkræve/tilbagebetale et eventuelt reduceret/øget skatteprovenu via andre skatter eller subsidier. Den offentlige budgetbalance kan f.eks. opretholdes ved at pålægge/tildele husholdningerne lumpsum-skatter/-subsidier eller ved at øge/reducere beskatning af lønindkomst, momsen, forbrugsskatter eller visse produktionsskatter.

Produktionen i grundmodellen er kendetegnet ved konstant skalaafkast og fastsættelse af priser og produktionsniveau under fuldkommen konkurrence. Virksomhederne fastlægger således deres produktion, så de marginale omkostninger er lig markedspriserne. I alternative versioner af modellen er det muligt at fravige disse antagelser, hvilket vil blive illustreret i kapitel 4.

Husholdningerne maksimerer deres nytte som funktion af en kombination af forbrug og fritid. Husholdningernes budgetrestriktion svarer til hele den private sektors samlede indtægter. Det er antaget, at husholdningernes efterspørgsel efter fritid i basisåret udgjorde 1/4 af husholdningernes arbejdsudbud. Modellen giver mulighed for at beregne fordelingsvirkninger af forskellige tiltag, idet husholdningerne i modellen er grupperet ud fra oplysninger om forskellige husholdningstypers indkomst- og forbrugsmønstre. Beskrivelserne af forskellige husholdningstyper er baseret på Danmarks Statistiks forbrugsundersøgelser fra 1987.

I det følgende gennemgås ECOSMEC-modellen mere detaljeret. Udgangspunktet for ECOSMEC er som sagt Erhvervsministeriets MobiDK-model i en version, hvor energiproduktionen er modelleret mere eksplicit. Bl.a. beskrives produktionen af el og fjernvarme vha. en række antagelser om teknologien i hhv. kulfyrede og gasfyrede kraftvarmeværker, vindenergi og affaldsforbrænding, jf. Jensen og Rutherford (1997). Endvidere anvendes emissionsdata fra Danmarks Statistik. Vi har bearbejdet denne model specielt mhp. energiøkonomiske analyser. Videreudviklingen har bl.a. bestået i at forbedre beskrivelsen af erhvervenes produktionsstruktur og energiefterspørgsel ved at udnytte nestningsstruktur og elasticiteter fra GESMEC. Tilsvarende har vi anvendt GESMEC's substitutionselasticiteter mellem indenlandsk producerede varer og importerede varer. Desuden har vi ændret i modelleringen af husholdningernes forbrug mhp. at sikre, at bl.a. energipolitiske tiltag i højere grad afspejler sig i sammensætningen af husholdningernes forbrug. Endelig har vi modificeret beskrivelsen af produktionen i visse dele af energisektoren mhp. at kunne beregne generelle ligevægtseffekter af strukturelle ændringer i energiproduktionen som følge af en øget konkurrence i el- og fjernvarmesektoren i Danmark. Parametre og elasticiteter i modellen er

baseret på andre danske eller udenlandske økonometriske undersøgelser samt i et vist omfang en række “guesstimates”. Modellen er programmeret i og GAMS/MPSGE.

2.2. Produktion og eksport

Datagrundlaget for erhvervenes produktion, input, investeringer, beskatning mv. er nationalregnskabets detaljerede input-output tabeller. ECOSMEC-modellen opererer i alt med 34 erhverv, jf. tabel 2.1.³

Som hovedregel producerer erhvervene under fuldkommen konkurrence og med konstant skalaafkast. Strukturen i erhvervenes inputefterspørgsel er beskrevet ved nastede CES-funktioner (Constant Elasticity of Substitution). Erhvervenes fordeling af afsætningen på hhv. hjemmemarkedet og i udlandet er formuleret som såkaldte CET-funktioner (Constant Elasticity of Transformation). Nestningsstrukturen for produktion og eksport i samtlige erhverv undtagen el- og fjernvarmeforsyningen er illustreret i figur 2.1. For hvert enkelt nest vises den i modellen anvendte substitutions- eller transformationselasticitet, forkortet ved hhv. s og t. Det bemærkes, at der i alle erhverv anvendes samme substitutions- og transformationselasticiteter på nær i substitutionen mellem el og de øvrige energiinput.

- 3) Udgangspunktet for erhvervsinddelingen er nationalregnskabets opdeling på 27 erhverv, DS27, men denne erhvervsaggregering er yderligere opdelt. I forhold til DS27 er handel opsplittet på engros- og detailhandel, ligesom finansiel virksomhed og forsikringsvirksomhed er opgjort hver for sig. For at sætte fokus på energierhvervene er der endvidere foretaget en disaggregering af erhvervene råstofudvinding (nr. 20000), el-, gas-, varme- og vandforsyning (nr. 40099) og fremstilling af kemiske produkter (nr. 35000).

Tabel 2.1 Modellens erhvervsaggregering

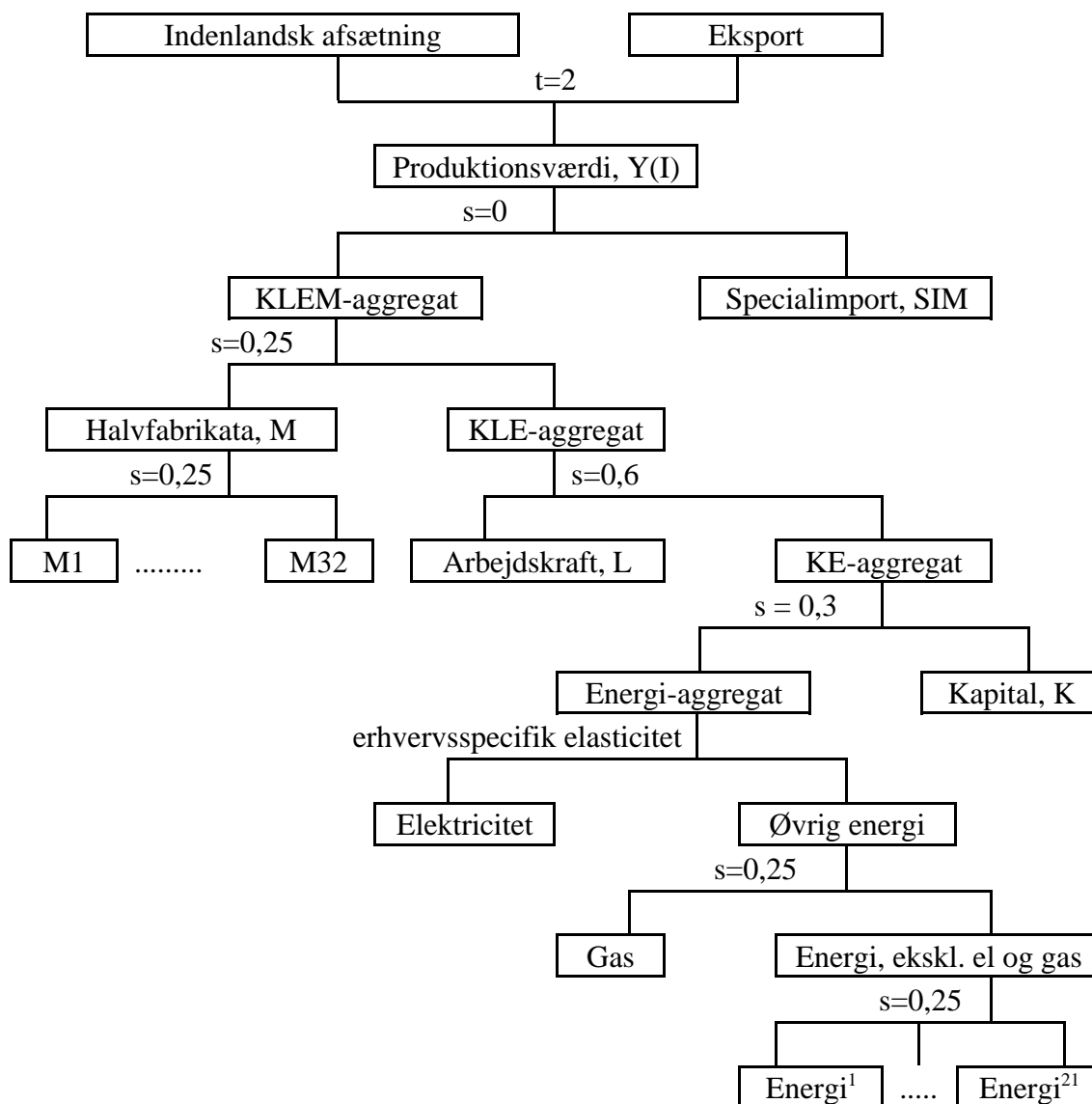
Erhverv i ECOSMEC		Erhverv i nationalregnskab	
		bet	
AGH	Landbrug, gartneri mv.	11000	
FRS	Skovbrug	12000	
FIS	Fiskeri og dambrug	13000	
EXT	Udvinding af olie mv.	20099	} 20000
OMI	Udvinding af grus mv.	29000	
FOP	Nærings- og nydelsesmiddelfremstilling	31000	
TXL	Tekstil-, beklædn.- og læderfremstilling	32000	
FRN	Træbearbejdning mv.	33000	
PRP	Papirfremstilling mv.	34000	
CHP	Fremstilling af kemiske produkter mv.	35000 (ekskl. 35300)	
PET	Olieraffinaderier	35300	
NMP	Fremstilling af sten-, ler- og glasprodukter	36000	
MET	Jern- og metalværker og støberier	37000	
MPM	Fremstilling af jern og metalprodukter	38000	
JTO	Guld- og sølvvarefremstilling, legetøj mv.	39000	
ELE	Elforsyning	41010	
GAS	Gasforsyning	41020	} 40000
STE	Fjernvarmeforsyning	41030	
WAT	Vandforsyning	42000	
CON	Bygge- og anlægsvirksomhed	50000	
WTR	Engroshandel	61000	} 60099
RTR	Detailhandel	62000	
RES	Hoteller og restauranter	63000	
TRP	Transportvirksomhed	71000	
COM	Postvæsen og telekommunikation	72000	
FIN	Finansiell virksomhed	81000	} 80099
INS	Forsikringsvirksomhed	82000	
DWE	Boligbenyttelse	83110	
BUS	Forretningservice	83509	
EDH	Privat undervisning og sundhedsvæsen	93009	
REC	Forlystelser, kulturelle aktiviteter	94000	
MHS	Husholdningsservice inkl. autoreparation	95009	
DNP	Husassistenter, private velfærdsinst. mv.	95399	
GOV	Offentlige tjenester	98099	

Produktionen (Y) bliver afsat på hjemmemarkedet eller går til eksport, jf. figur 2.1. Fordelingen mellem hjemmemarked og eksportmarkeder afhænger bl.a. af transformationselasticiteten, t . Hvis transformationselasticiteten er forholdsvis høj, vil en given ændring i forholdet mellem producentens afsætningspriser på hjemmemarkedet og på eksportmarkedet kunne give en relativt stor effekt på producentens fordeling af afsætningen på hjemmemarkedet hhv. eksportmarkedet. Det er forudsat, at de indenlandske producenter er pristagere på eksportmarkederne. Dette svarer til en antagelse om, at elasticiteten mellem eksportmængden og eksportprisen er minus uendelig. Antagelsen er plausibel i betragtning af de danske producenters størrelse i forhold til volumen på eksportmarkederne og er på den måde i tråd med modelleringen af en lille åben økonomi.⁴ I ECOSMEC-modellen er transformationselasticiteten sat til 2 for alle erhverv på samme vis som i MobiDK.

Erhvervenes inputefterspørgsel er formuleret med udgangspunkt i GESMEC. Strukturen består i et hierarki af CES-inputefterspørgselsfunktioner, hvor produktionsfaktorerne parvis substituerer hinanden. På øverste niveau bestemmes sammensætningen af Y på hhv. specialimport (SIM) og et aggregat bestående af de fire produktionsfaktorer, kapital (K), arbejdskraft (L), energi (E) og materialer (M) i et CES-nest. Substitutionselasticiteten er her 0, svarende til faste andele på samme måde som i en Leontief-produktionsfunktion. På næste niveau fordeles KLE-aggregatet på arbejdskraft og et aggregat (KE) bestående af kapital og energi i et CES-nest med substitutionselasticiteten 0,6. KE -aggregatet opsplittes yderligere på et energiaggregat og en samlet kapitalanvendelse. For energiens vedkommende er der substitution mellem el og et aggregat af de øvrige energivarer i et CES-nest med erhvervsspecifikke substitutionselasticiteter. For aggregatet bestående af energi ekskl. el antages det i modellen, at producenten vælger mellem gas og et mindre aggregat bestående af energivarer ekskl. el og gas. Substitutionselasticiteten er her 0,25. Endelig indgår de resterende energivarer i fast forhold, idet substitutionselasticiteten er 0. Der er knyttet CO_2 -emissionskoefficienter til alle energivarer.⁵

Figur 2.1. Produktion i alle erhverv undtagen el- og varmforsyning

- 4) Flere empiriske studier af danske eksportrelationer finder, at danske eksportører har indflydelse på prisen på eksporterede varer og tjenesteydelser. Industrieksportens langsigtede priselasticitet i disse studier ligger typisk i intervallet fra minus 1,5 til knap minus 4.
- 5) Teknisk er dette i modellen formuleret ved, at der i tilknytning til hver energivare efterspørges en emission, CO_2 . Energivaren og CO_2 -emissionen indgår naturligvis i fast forhold.



ECOSMEC adskiller sig bl.a. fra Erhvervsministeriets MobiDK-model ved beskrivelsen af erhvervenes produktionsstruktur. Det gælder både mht. nestning og, som konsekvens heraf, de anvendte substitutionselasticiteter i de forskellige nests. Nestningsstrukturen, som er inspireret af GESMEC, er valgt med udgangspunkt i studier af danske og udenlandske undersøgelser, jf. Frandsen mfl. (1995), p. 80-83.⁶ De separabilitetsantagelser, der ligger bag den i ECOSMEC valgte

6) Nestningsstrukturen i ECOSMEC (og dermed GESMEC) afviger i forhold til nestningsstrukturen i MobiDK fra det niveau, hvor KLE-aggregatet opsplittes. I MobiDK er det nemlig antaget, at KL-aggregatet er separabelt i forhold til energi-aggregatet.

nestningsstruktur, genfindes delvis i danske estimationer af KLEM-produktionsfunktioner udført i ADAM-modelgruppen i Danmarks Statistik, jf. Thomsen (1995). Thomsens estimationer må akkurat afvise separabilitet mellem M og KEL-aggregatet, men kan til gengæld klart acceptere, at KE-aggregatet er separabelt fra L. Substitutionselasticiteterne i GESMEC kan genfindes i forskellige danske empiriske undersøgelser, dog er GESMEC's elasticiteter som hovedregel valgt blandt de numerisk største danske estimater. De forudsatte elasticiteter vurderet under et må således siges at være overkantsskøn vurderet ved tilgængelig dansk empiri, men kan forsvares som en beskrivelse af økonomiens langsigtede "fleksibilitet". Det skal bemærkes, at OECD's GREEN-model, der blandt andet er bygget for at kvantificere virkningerne af forskellige CO₂-begrænsende tiltag, har betydeligt større elasticiteter end anvendt her. Det skyldes, at GREEN opererer med en op til 65-årig tidshorisont, hvorfor man bevidst har valgt at lægge sig i den yderste høje ende af de empiriske undersøgelser. Dette bygger på den betragtning, at elasticiteterne er markant større på meget lang sigt. En anden forskel mellem ECOSMEC og den oprindelige MobiDK-model er, at energiefterspørgslen i MobiDK ikke er forgrenet i flere på hinanden følgende undernests, idet alle 23 energivarer i MobiDK kan substituere med hinanden i sammensætningen af energiaggregatet.

I ECOSMEC's modellering af substitutionen mellem forskellige energityper er der taget udgangspunkt i GESMEC, hvor det antages, at producenterne fastsætter deres forbrug af elektricitet i forhold til det øvrige energiforbrug under ét. I GESMEC anvendes en række erhvervsspecifikke substitutionselasticiteter mellem el og øvrige energivarer, jf. tabel 2.2. Substitutionselasticiteten er beregnet som forholdet mellem de erhvervsspecifikke krydspriselasticiteter mellem el og ikke-el og andelen af erhvervets samlede energibudget til andre energiformer end el. Krydspriselasticiteterne for efterspørgslen efter el mht. prisændringer i de øvrige energiformer er fundet i en dansk økonometrisk undersøgelse af energisubstitution i danske erhverv, jf. Trier (1995).

Table 2.2 Elasticiteter og budgetandele for el og energivarer ekskl. el i 1992

Erhverv i	Krydspriselasticitet ml. el og ikke-el	Budgetandel for ikke-el	Substitutionselasticitet ml. el og ikke-el
AGH	0,14	0,530	0,264
FIS	0,14	1,000	0,140
FOP	0,34 ^a	0,485	0,701
FRS	0,12	0,881	0,136
OMI	0,12	0,624	0,192
FRN	0,16 ^b	0,526	0,304
MET	0,25	0,153	1,630
MPM	0,23 ^c	0,365	0,631
NMP	0,13 ^d	0,643	0,202
CHP	0,14	0,284	0,493
JTO	0,14	0,379	0,370
TXL	0,19	0,326	0,584
PRP	0,19	0,435	0,437
CON	0,29	0,839	0,346
WTR	0,28	0,758	0,370
RTR	0,28	0,518	0,541
TRP	0,04 ^e	0,916	0,044
FIN	0,08	0,374	0,214
INS	0,08	0,381	0,210
WAT	0,12	0,019	6,318
RES	0,12	0,504	0,238
BUS	0,12	0,412	0,291
EDH	0,12	0,379	0,317
REC	0,12	0,403	0,298
MHS	0,12	0,626	0,192
DNP	0,12	0,626	0,192
COM	0,12	0,578	0,208
GOV	0,09	0,505	0,178
EXT	•	1,000	0,000
ELE	•	1,000	0,000
GAS	•	0,995	0,000
STE	•	0,962	0,000
DWE	•	0,470	0,000
PET	•	0,988	0,000

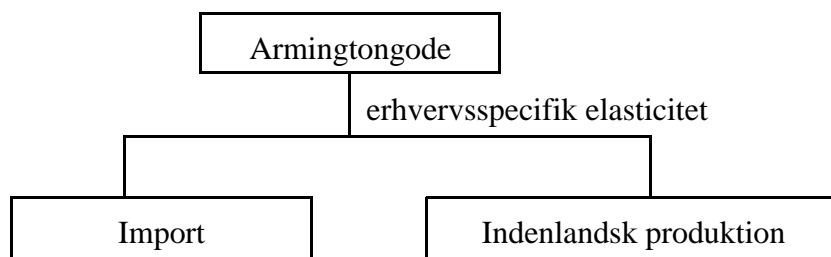
Anm.: Krydspriselasticiteterne er estimeret for 14 ADAM-erhverv og oversat på bedste vis til DS34. Hvor DS34-erhverv er konstrueret på basis af flere ADAM-erhverv, er elasticiteterne vægtet med erhvervets produktionsværdi i 1992. Substitutionselasticiteterne er beregnet ved at dividere budgetandelene for ikke-el op i krydspriselasticiteterne mellem el og ikke-el.

Kilde: Trier (1995, p. 36) samt egne beregninger.

2.3. Valget mellem import og hjemlig produktion

Oplysninger om im- og eksport på erhverv og varetyper samt betalingsbalancetal er givet fra nationalregnskabet. Danmarks Statistiks nationalregnskabskontor har bl.a. tilvirket den varefordelte importstatistik til en erhvervsfordelt import under den antagelse, at varer produceret i udlandet er produceret i et erhverv, som svarer til det danske erhverv, som kan levere en tilsvarende vare. Erhvervenes materialeinput kan enten stamme fra hjemlig produktion eller import, jf. figur 2.2. Valget mellem køb af materialer i Danmark og i udlandet er beskrevet vha. en såkaldt Armington-specifikation, som muliggør, at import og hjemlig produktion kan behandles som delvis imperfekte substitutter. Jo større substitutionselasticitet mellem import og hjemlig produktion, des større grad af homogenitet antages der at være mellem varerne. En uendeligt stor substitutionselasticitet svarer til, at danske varer og importerede varer er perfekte substitutter. Omvendt kan relativt små substitutionselasticiteter i Armington-specifikationen forsvares, hvis der er tale om relativt aggregerede varegrupper svarende til én vare pr. erhverv.

Figur 2.2. Armington-specifikationen for erhvervene



Substitutionselasticiteterne i nestet mellem import og indenlandsk produktion varierer mellem erhvervene. Substitutionselasticiteterne i ECOSMEC er afledt af danske import-egenpriselasticiteter ved at vægte egenpriselasticiteterne med de enkelte indenlandske erhvervs markedsandele på det danske marked.⁷

7) MobiDK's substitutionselasticiteter mellem indenlandsk produktion og import er baseret på et amerikansk studium af Reinert og Roland-Holst (1992).

Importpriselasticiteterne, som svarer til SMEC's og GESMEC's, er 0 for energierhvervene, -1,2 for landbrug, industri, bygge- og anlægssektoren og handel, -0,9 for gartneri, fiskeri og andre primære erhverv og -1,8 for transporterhvervene samt en række serviceerhverv, herunder offentlig service samt boligbenyttelse.⁸ Metoden til omregning er også benyttet i GESMEC. Vægtet med de indenlandske erhvervs markedsandele fås substitutionselasticiteter i intervallet 1,0 til 3,6 jf. tabel 2.3.

Tabel 2.3 Substitutionselasticiteter mellem dansk produktion og import

Erhverv	Substitutions- elasticitet
Landbrug (AGH), fiskeri (FIS)	1,3
Skovbrug (FRS)	1,0
Udvinding af grus (OMI)	1,4
Nærings- og nydelsesmidler (FOP), træforarbejdning (FRN), sten-, ler- og glasprodukter (NMP)	1,6
Kemisk industri (CHP)	2,1
Olieraffinaderier (PET)	1,7
Jern- og metalværker og støberier (MET)	3,6
Fremstilling af jern- og metalprodukter (MPM)	2,3
Tekstil-, beklædnings- og læderfremstilling (TXL)	2,5
Papirfremstilling mv. (PRP), guld- og sølvvarefremstilling, legetøj mv. (JTO)	1,8
Energierhverv (GAS, ELE, STE, EXT)	0,0
Vandforsyning (WAT)	1,8
Engros- og detailhandel (WTR, RTR), byggeri (CON), transportvirksomhed (TRP), post- og telekommunikation (COM), private tjenester i øvrigt (RES, FIN, INS, BUS, EDH, REC, MHS, DNP), boligbenyttelse (DWE), offentlige tjenester (GOV)	1,2

Kilde: SMEC, GESMEC og egne beregninger.

- 8) GESMEC's importpriselasticiteter baserer sig på danske estimater og er i overensstemmelse med importpriselasticiteter i andre danske modeller, bl.a. Det Økonomiske Råds Sekretariats makroøkonomiske model, SMEC, jf. Det Økonomiske Råds Sekretariat (1994).

2.4. Energiproduktion

Der er 6 energierhverv og 23 energivarer (svarende til nationalregnskabets energimatricer) i modellen.⁹ De 6 energierhverv omfatter skovbrug (FRS), udvinding af olie mm. (EXT), olieraffinaderier (PET), gasforsyning (GAS), elforsyning (ELE) og fjernvarmeforsyning (STE). Som hovedregel leveres hver energivare fra et enkelt erhverv, jf. tabel 2.4.

Fire af energierhvervene, nemlig skovbrug (FRS), udvinding af råolie og naturgas (EXT), olieraffinaderier (PET) og gasværkerne (GAS), producerer hver en eller flere energivarer. For hvert enkelt energierhverv er det antaget, at sammensætningen af produktionen på de relevante energiprodukter sker i en CET-funktion, hvor transformationselasticiteten er 4, jf. figur 2.3. Dermed fordeles energiproduktionen i energierhvervene på de 23 energiprodukter. Formålet med denne øvelse er at kunne beskrive energiefterspørgslen fordelt på energivarer frem for fordelt på leverende erhverv. Dette muliggør forskellige energirelaterede beregninger som f.eks. tilknytning af emissionskoefficienter, jf. ovenfor.

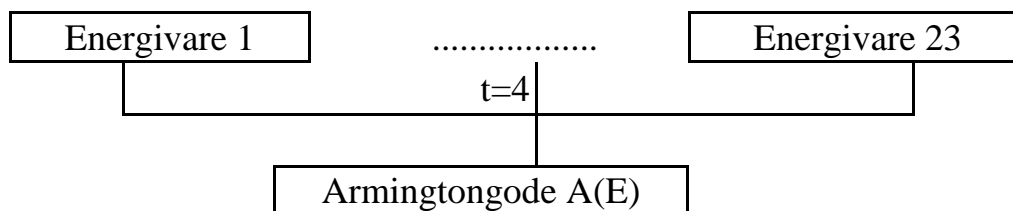
9) I energimatricerne opereres der med 25 energivarer, men kun de 23 er med i modellen. Brunkulsbriketter og raffinaderigas er således udeladt.

Tabel 2.4 Sammenhæng mellem energierhverv og energivarer

Energierhverv	Energivarer	Navn	Emissionskoefficient (kg. CO₂ pr. GJ)
Skovbrug (FRS)	Brænde	WOO	0
Udvinding af olie mm. (EXT)	Kul	COA	95
	Brunkul	LIG	97
	Råolie	OIL	0
	Naturgas 1	NG1	0
Olieraffinaderier (PET)	Jetpetroleum	JEK	67,2
	Jetbenzin	JEP	67,2
	Motorbenzin (afgiftspligtigt)	TPE	59
	Motorbenzin (farvet)	COP	59
	Anden benzin	OPE	0 ²
	Petroleum ekskl. jetpetroleum	KER	72
	Autogasolie	AUT	71
	Fyringsgasolie	HOI	74
	Marinediesel	MOI	73,5
	Fuelolie	FOI	78
	Olieprod. til videreforarbejdning	OPR	0
	LPG	LPG	64
	Jordoliekok	BIT	102
	Gasforsyning (GAS)	Gasværksgas	GAW
Støbericinders og koks		COK	108
Naturgas 2		NG2	57
El-forsyning (ELE)	El	ELC	0
Fjernvarmeforsyning (STE)	Fjernvarme	DIS	0

Anm.: Anvendelsen af træ antages at være CO₂-neutral, idet et træ under sin opvækst opsuger omtrent lige så meget CO₂, som træet afgiver, når det afbrændes. El og fjernvarme giver ikke CO₂-udslip i forbrugsfasen, men derimod i produktionsfasen, hvilket beskrives via emissionskoefficienterne for energiinput i produktionen. Råolie forårsager ikke i sig selv CO₂-udslip. Dette associeres i stedet med de forskellige forarbejdede olieprodukter.

Figur 2.3 *Energiproduktion i energisektorerne FRS, EXT, PET og GAS*



De fire erhvervs inputanvendelse og fordeling af output mellem eksport og hjemmemarkedet kan beskrives på linie med produktionen i de øvrige erhverv (ekskl. el- og fjernvarmeforsyningen) i figur 2.1. Produktionen af el og fjernvarme beskrives i modellen vha. fire teknologier, jf. tabel 2.5.¹⁰ For det første tager modellen højde for elproduktion fra vindmøller og varmeproduktion som følge af affaldsforbrænding. Ca. 25 pct. af varmefremstillingen stammer fra affaldsforbrænding, jf. tabel 2.5. Ca. 5 pct. af elproduktionen stammer fra vindmøller. For det andet beskriver modellen samproduktionen (joint production) af el (ELC) og fjernvarme (DIS) i kraftvarmesektoren. Den integrerede kraftvarmeproduktion er opsplittet på kul- hhv. gasfyrede produktion.

Tabel 2.5 *El- og fjernvarmeproduktionen fordelt på teknologier, pct.*

	Kulfyret kraftvarme	Gasfyret kraftvarme	Vind	Affald	I alt
El (ELC)	85	10	5		100
Fjernvarme (DIS)	55	20		25	100

Det antages i modellen, at den mængde affald, der går til energifremstilling, er konstant og dermed uafhængig af aktiviteten i de erhverv, der leverer affald.¹¹ Der optræder derfor kun tre teknologier i produktionsblokken, nemlig kulfyrede kraftvarmeverker (CCHP), gasfyrede kraftvarmeverker (GCHP) og vind (WIND), jf. figur 2.3. Modelleringen giver dermed ikke mulighed for substitution

- 10) Modelleringen er inspireret af en metode anvendt i Jensen og Rutherford (1997).
- 11) Affald som input i varmefremstillingen leveres fra erhvervene landbrug (AGH), papirfremstilling og grafisk virksomhed (PRP), husholdningsservice inkl. autoreparation (MHS) samt den offentlige sektor (GOV).

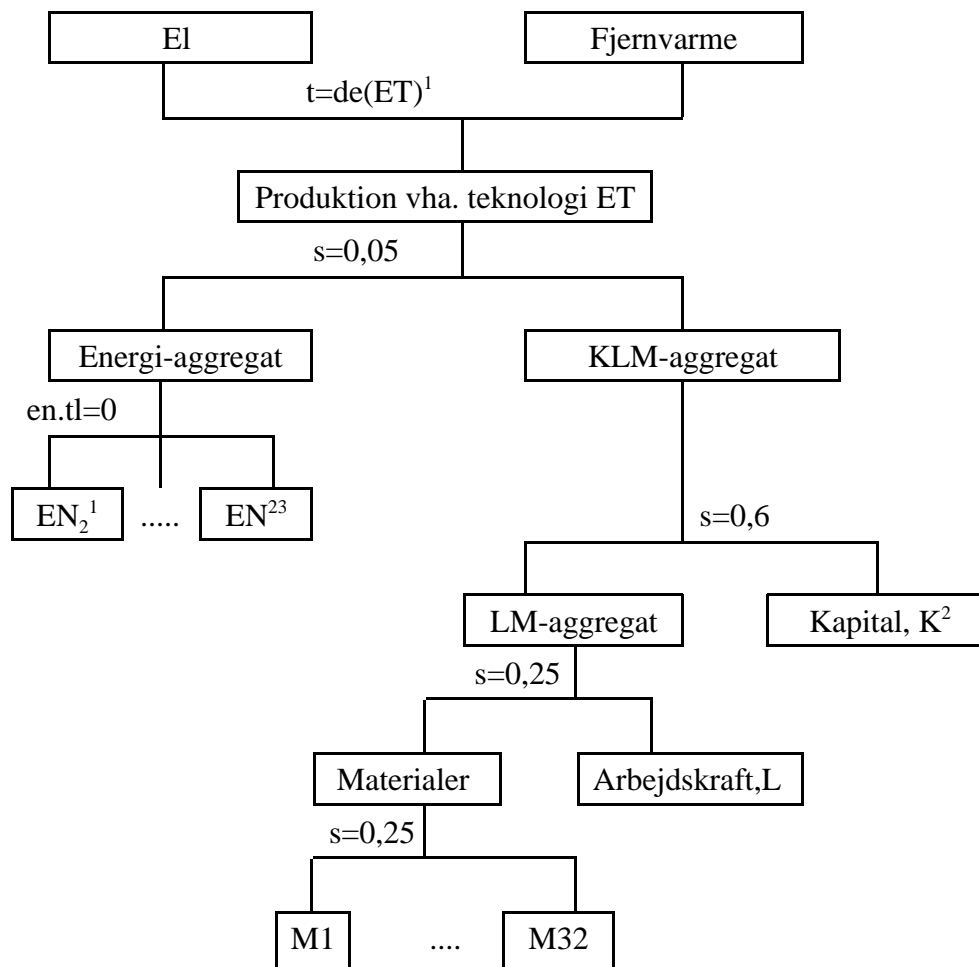
mellem varmeproduktion baseret på et affaldsprodukt som f.eks. biobrændsel og de øvrige teknologier.

For de kulfyrede kraftvarmeværker er der mulighed for at variere forholdet mellem el og varme som funktion af de relative afsætningspriser (der er en positiv transformationselasticitet mellem el og varme), mens de gasfyrede kraftvarmeværker producerer el og varme i et fast forhold (transformationselasticiteten er 0). Vindteknologien indgår udelukkende i elproduktionen.

Produktionen af el og fjernvarme (og dermed produktionen i kraftvarmesektoren) adskiller sig fra den øvrige produktion ved, at det er antaget, at energien er separabel fra et aggregat bestående af kapital, arbejdskraft og materialer (KLM). For en given teknologi indgår alle energivarer i fast forhold. Der er derfor ingen substitution mellem energityperne for den enkelte teknologi, hvilket synes rimeligt i betragtning af, at teknologierne netop er karakteriseret ved deres væsentligste energiinput. Kapital er separabel i forhold til LM-aggregatet.

Det er i modellen antaget, at kapital anvendt i kraftvarmesektoren ikke kan reallokeres til de øvrige sektorer. Denne antagelse er et brud med den generelle antagelse om et fuldkommen fleksibelt kapitalapparat, og på meget lang sigt er det naturligvis ikke en realistisk antagelse. På den anden side ville fuldkommen mobilitet af kapital ud af kraftvarmesektoren fuldstændig overse de betydelige omstillingsomkostninger, som opstår, hvis f.eks. kulprisen fordyres væsentligt i forbindelse med en CO₂-afgift. Antagelsen om, at kapitalapparatet er specifikt for kraftvarmesektoren, kan således ses som et forsøg på at beskrive en tilpasning på det mellemlange sigt.

Figur 2.3 Produktion af el og fjernvarme



- 1) Teknologispecifik transformationselasticitet mellem el og fjernvarme, $de("CCHP") = 2$, $de("GCHP") = 0$, $de("WIND") = 0$.
- 2) Der opereres med specialkapital, som er teknologispecifik.

2.5. Husholdningernes nytte, arbejdsudbud og privatforbrug

Husholdningerne kan i ECOSMEC (svarende til MobiDK) opdeles på flere forskellige måder, idet husholdningerne er beskrevet ved socioøkonomiske karakteristika som indkomst, beskæftigelsesstatus, familietype etc. Hver husholdningstype er karakteriseret ved forbrugsmønster, indkomstskattesats, faktorudrustning, indkomstkilder etc. Kilden til disse oplysninger er Danmarks Statistiks forbrugsundersøgelser.

MobiDK giver mulighed for at opdele husholdningerne efter enten:

- total indkomst (brutto)
- disponibel indkomst
- beskæftigelsesstatus for hovedforsørger (kan også opdeles på enkeltpersoner)
- livscyklus-karakteristika (enlige/par, over/under 45, m./u. børn)
- antal personer med beskæftigelse i husholdningen
- størrelse af by for husholdningens bolig
- boligtype (ejer-/lejerbolig, hus/lejlighed etc.)

I ECOSMEC-modellen benyttes som udgangspunkt den første opdeling, som er nærmere beskrevet i tabel 2.6. I modelbefolkningen er der godt 2,2 mio. husholdninger. Hver husholdning består i gennemsnit af 2,2 personer. I gennemsnit forbruges godt 90 pct. af den disponible indkomst i husholdningerne, og 15 pct. af husholdningernes totale indkomst udgøres af offentlige transfereringer. Husholdningernes gennemsnitlige marginale skattesats er godt 58 pct. En opdeling efter total bruttoindkomst tyder på en relativt stor spredning mellem husholdningerne.¹² Der er en entydig sammenhæng mellem husholdningens bruttoindkomst og gennemsnitligt antal personer i husholdningen, idet hovedparten af husholdningerne med lav indkomst består af enlige, mens husholdninger med mere end 3 medlemmer typisk har høje indkomster. De laveste indkomstgrupper er karakteriseret ved en forbrugsandel af den disponible indkomst på over 100 pct. og en meget stor afhængighed af offentlige transfereringer. Husholdninger med indkomster i dette interval består typisk af enlige pensionister og

12) Opdelingen af husholdningerne efter indkomst kan være problematisk, idet indkomst samtidig er en endogen variabel i modellen. Et givet politiktiltag kan derfor føre til en ændret indkomstfordeling, som imidlertid ikke afspejles i husholdningernes placering i husholdningsgrupperne.

studerende, jf. Det Økonomiske Råd (1996). Nogenlunde samme billede gør sig gældende ved en opdeling af husholdningerne efter disponibel indkomst.

Tabel 2.6 Husholdninger opdelt ved husholdningens totale bruttoindkomst

Navn	Total indkomst (kr.)	Antal hush. (1.000)	Pers. pr. husholdning	Forbr. i pct. af disp. indk.	Transf. i pct. af total indk.	Gns. marg. skattesats
TI1	Under 50.000	86	1,0	120	84	9,6
TI2	50.000-99.999	383	1,3	99	75	42,9
TI3	100.000-199.999	518	1,7	99	33	51,4
TI4	200.000-299.999	436	2,2	93	14	56,2
TI5	300.000-399.999	417	3,0	90	8	57,3
TI6	400.000-499.999	217	3,2	88	5	60,9
TI7	Over 500.000	146	3,4	79	2	63,4
Alle		2.202	2,2	91	15	58,2

Det samlede forbrug fastsættes ud fra nationalregnskabet. Forbruget er i MobiDK-standardmodellen opdelt på 33 forbrugskategorier, den såkaldte HES33. Denne opdeling er foretaget med udgangspunkt i Danmarks Statistiks forbrugsundersøgelser. Pga. ECOSMEC's specifikke fokus på energi er privatforbruget af energivarer opdelt yderligere på fire energityper, elektricitet, gas, flydende brændsler og anden energi (herunder fjernvarme). ECOSMEC opererer dermed med 36 forbrugstyper. De 36 forbrugskategorier er fordelt på otte forbrugshovedgrupper, som indgår i et Cobb-Douglas forbrugssystem med budgetelasticiteter på 1, jf. tabel 2.7. Danmarks Statistiks ADAM-modelgruppe har vist, at disse forbrugshovedgruppers indkomstelasticiteter på både kort og lang sigt er tæt på 1, jf. Danmarks Statistik (1995). Dermed er der stort set proportionalitet mellem det samlede forbrug og forbruget af de enkelte forbrugshovedgrupper. Forbrugssystemet kan siges at være et specialtilfælde af et lineært udgiftssystem med minimumsforbrug af de enkelte hovedgrupper på 0.¹³

- 13) I ECOSMEC-modellen er fødevarer slået fødevarer sammen med nydelsesmidler, som har en indkomstelasticitet i nærheden af 1. Varige varer har meget høje indkomstelasticiteter på både kort og lang sigt. Der er således en tendens til især at omsætte øget indkomst i forbrug af varige varer.

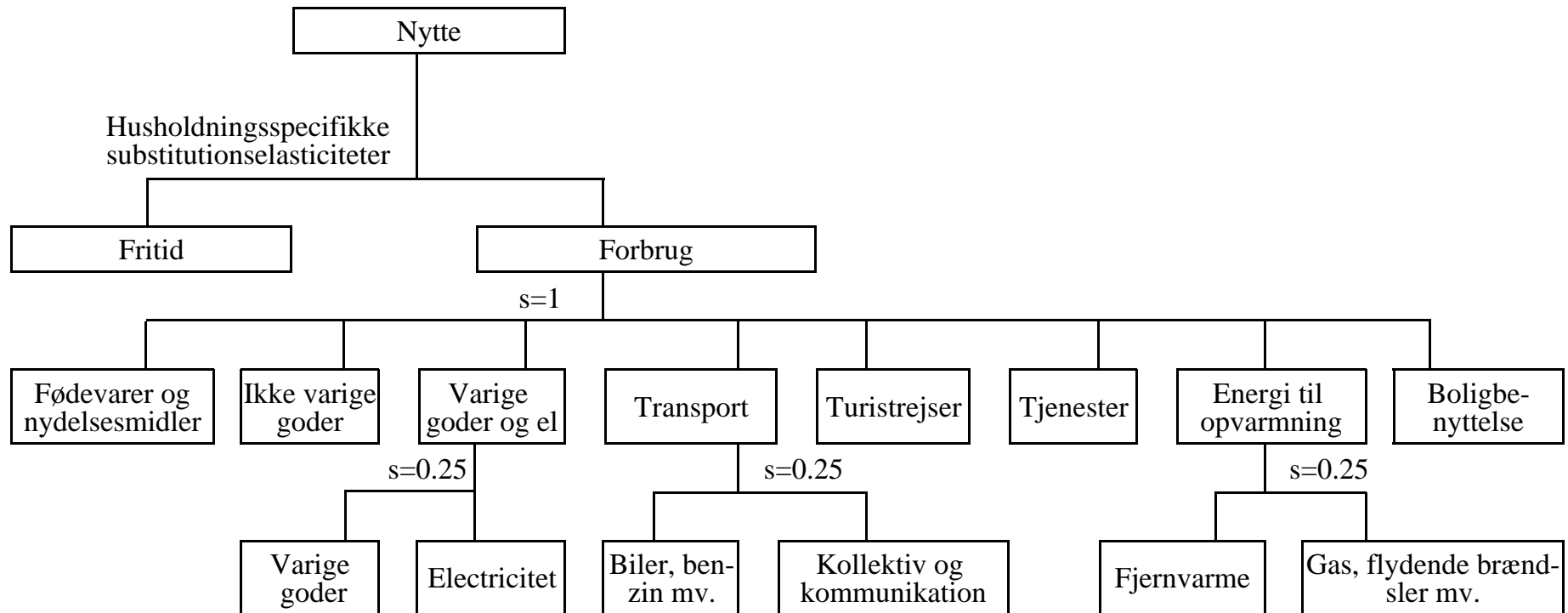
Tabel 2.7 Forbrugsgoder i ECOSMEC-modellen

Forbrugshovedgruppe	Forbrugsgruppe	i
CFN	Fødevarer og nydelsesmidler	hFOP Fødevarer
		hBEV Ikke-alkoholiske drikke
		hALC Alkoholiske drikke
		hTOB Tobak
CI	Ikke-varige varer	hCLO Tøj
		hFOO Fodtøj
		hOTH Andet forbrug i husholdningen inkl. service
		hMED Medicin og andre farmaceutiske produkter
		hREQ Radio og tv, musikinstrumenter, fritidsudstyr mv.
		hBOO Bøger, aviser og blade
		hPRS Toilettartikler, barbermaskiner mv.
CV	Varige varer og el	hHHF Møbler og tæpper mv.
		hHHT Boligtilbehør
		hHHA Større husholdningsmaskiner
		hKIT Service, køkkenudstyr, rep. af hush.maskiner
		hMIS Briller, høreapparater mv.
		hELE Elektricitet
CH	Boligbenyttelse	hHOW Boligbenyttelse og vand
CE	Opvarmning	hGAS Gas
		hLFU Flydende brændsler
		hOFU Anden energi (bl.a. fjernvarme)
CS	Tjenester	hDOC Læge, tandlæge mv.
		hHOS Plejehjem og sanatorier
		hSER Husholdningstjenester
		hINS Forsikring
		hREO Forlystelser, licens mv.
		hEDC Undervisning og daginstitutioner for børn
		hHAI Frisører mv.
		hFSE Finansielle tjenester, herunder livsforsikr., bankgeb. mv.
		hUNI Udgifter til medlemskab af fagforeninger mv.
		hHOT Smykker, papir, hoteller og restauranter mv.
CGBK	Transport	hTRA Anskaffelse af køretøjer
		hTRM Vedligehold. af køretøjer, benzin og olie, autoforsikr.. mv.
		hTRP Køb af transportydelse
		hCOM Kommunikation, herunder porto og telefon
CT	Turistrejser	hTRV Rejseudgifter

I modellen optimerer husholdningerne deres nytte, som er en funktion af forbrug og fritid. Forbrugernes nytte er formuleret i en nestet CES-nyttfunktion, hvor værdien af det samlede forbrug og fritiden indgår på øverste niveau, jf. figur 2.4. Substitutionselasticiteten mellem forbrug og fritid er aftagende, jo højere husholdningens indkomst er. Ved anvendelse af husholdningsaggregeringen baseret på en opdeling efter bruttoindkomst varierer substitutionselasticiteten mellem 1,4 i det laveste indkomstinterval og 0,7 i gruppen med de højeste indkomster, jf. tabel 2.8.

På næste niveau sammensættes det samlede forbrug på de otte forbrugshovedgrupper i endnu et CES-nest. Substitutionselasticiteten mellem forbrugsgrupperne er 1, hvis husholdningerne bruger en fast andel af deres budget på hver forbrugsgruppe, jf. ovenfor. Hver forbrugsgruppe består af en eller flere forbrugskomponenter, som er grupperet i en række undernests, jf. figur 2.4. For føde- og nydelsesmidler (CFN), ikke-varige varer (CI) og tjenester (CS) er substitutionselasticiteterne mellem de respektive forbrugskomponenter 0, svarende til en Leontief-struktur med faste koefficienter. Turistrejser (CT) og boligbenyttelse (CH) er ikke underopdelt yderligere i HES-forbrugsaggregeringen. Efterspørgslen efter transportydelser er modelleret med udgangspunkt i en version af GESMEC, der blev udformet specielt mhp. analyser af transportsektoren, jf. Hansen (1996). Tanken bag denne modellering er, at husholdningerne i første omgang vælger mellem privat biltransport og et aggregat for kollektiv transport. I næste led indgår i biltransporten bilkøb og køb af benzin, forsikring, vedligeholdelse mv. i et fast forhold. Kollektiv transport-aggregatet består på samme måde af en fast andel kollektiv transport og en fast andel kommunikation (herunder porto og telefon).

Figur 2.4 Nytte-specifikationen for husholdning HH



I energiefterspørgslen sonderer vi mellem energi til opvarmning (CE) og elektricitet. Elektriciteten antages at blive bestemt sammen med de varige forbrugsgoder (CV). I nestningen af energi til opvarmning antages det, at fjernvarme efterspørges separat i forhold til de decentrale opvarmningsformer, naturgas og flydende brændsler.

ECOSMEC behandler arbejdsudbuddet på samme måde som MobiDK. Substitutionselasticiteten mellem fritid og forbrug for husholdningerne i de enkelte husholdningsgrupper, beregnes ud fra den ukompenserede arbejdsudbudselasticitet, vægtet med husholdningernes velfærd og efter-skat-arbejdsudbuddet. Der er forudsat en ukompenseret arbejdsudbudselasticitet, på 0,1. Dette svarer til arbejdsudbudselasticiteter i andre danske undersøgelser. Værdien af fritid er eksogent sat til 1/4 af efter-skat-værdien af arbejdet. Beregnet på denne måde ligger husholdningernes substitutionselasticiteter mellem fritid og forbrug i intervallet 0,7 til 1,4, jf. tabel 2.8. I forhold til andre danske undersøgelser er der i såvel MobiDK som ECOSMEC anvendt relativt store substitutionselasticiteter mellem forbrug og fritid.¹⁴ Substitutionselasticiteten varierer bl.a. med fritidens andel af husholdningernes samlede tidsbudget. CES-formen i nestet mellem forbrug og fritid implicerer en indkomstelasticitet på 1 for både forbrug og fritid.

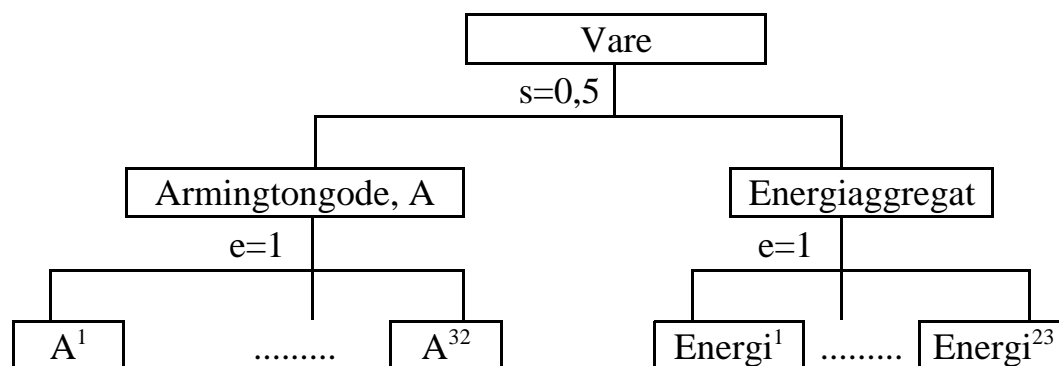
14) Se bl.a. Smith og Graversen (1998) for et studie af danske arbejdsudbuds- og substitutionselasticiteter.

Tabel 2.8 Substitutionselasticiteter mellem fritid og forbrug

	Totalindkomst (kr.)	Substitutionselasticitet
TI1	Under 50.000	1,4
TI2	50.000 - 99.999	1,2
TI3	100.000 - 199.999	0,9
TI4	200.000 - 299.999	0,9
TI5	300.000 - 399.999	0,9
TI6	400.000 - 499.999	0,9
TI7	Over 500.000	0,7

Vha. input-output-matricen er det muligt at koble hver enkelt forbrugskomponent til et Armington-gode (svarende til leverende erhverv inkl. import), jf. figur 2.5. Energiforbruget i det private forbrug indgår separat, og energiaggregatet underopdeles på de 23 energivarer med en substitutionselasticitet på 1, svarende til at der for energiaggregatet tilknyttet hver enkelt forbrugsgode anvendes en fast del af energjudgiften på hver enkelt energitype. Til hver energitype er tilknyttet en CO₂-emission, hvilket indirekte implicerer, at der til den enkelte forbrugsvare tilskrives en CO₂-emission.

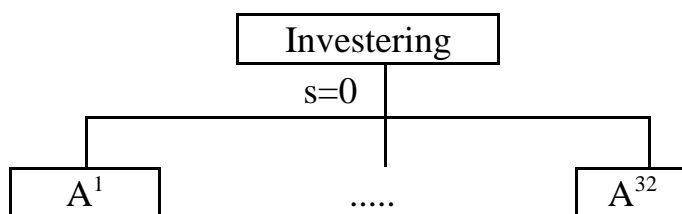
Figur 2.5 Forbrugsspecifikation for hver enkelt forbrugsvare



2.6. Investeringer og offentlig produktion

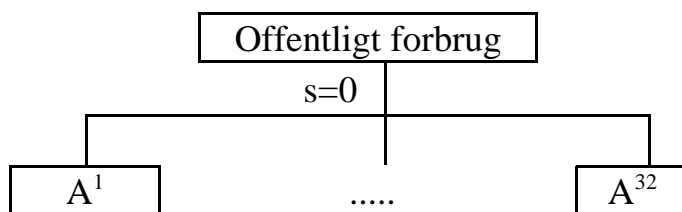
Da modellen er statisk, er det samlede kapitalapparat og dermed også de totale investeringer konstante. Derimod kan forskellige politik-eksperimenter give anledning til skævheder i kapitalafløningen imellem erhvervene, som udlignes ved at omallokere det samlede kapitalapparat mellem erhvervene. I modellen er det antaget, at investeringerne fordeles på leverende erhverv (inkl. import) vha. faste koefficienter. Det betyder, at de samlede investeringer kan specificeres ved et nest mellem de 32 Armington-goder med en substitutionselasticitet på 0, jf. figur 2.6. Da investeringerne er konstante, udøver de et konstant træk på de enkelte Armington-goder.

Figur 2.6 Investerings-specifikationen



Tilsvarende er det offentlige forbrug eksogent og konstant i modellen. Leverancer til offentligt forbrug fra erhvervene (inkl. import), dvs. leverancer fra Armington-goderne, indgår i fast forhold i det samlede offentlige forbrug, svarende til en substitutionselasticitet på 0, jf. figur 2.7 nedenfor. Det betyder, at også det offentlige efterspørger en konstant mængde af de 32 Armington-goder.

Figur 2.7 Specifikation af det offentlige forbrug



2.7 Lukning af modellen

I modellen er det antaget, at betalingsbalancens saldo i basisåret fastholdes i simulationerne. Modellen lukkes ved at sørge for, at den private sektors budget overholdes. For den offentlige sektors vedkommende skal det gælde, at et eventuelt budgetunderskud i basisåret videreføres i scenarierne.

3. Analyser af dobbelt-dividende i ECOSMEC

En stor del af litteraturen inden for miljø- og ressourceøkonomi er tilegnet diskussionen om anvendelse af økonomiske styringsmidler i miljøpolitikken. Tilslutningen til - også i praksis - at anvende økonomiske styringsmidler som afgifter og omsættelige forureningstilladelser frem for administrative virkemidler såsom kvoter mv. har i de senere år været stigende. En del af debatten om miljøregulering via afgifter har været koncentreret om spørgsmålet, om miljøafgifter kan give en såkaldt "dobbelt-dividende". Dobbelt-dividende-hypotesen siger, at højere afgifter på forurening kan give to slags gevinster (dividender). Den første gevinst består i en forbedring af miljøet. Den anden gevinst kommer via en øget økonomisk efficiens som følge af, at provenuet fra en miljøafgift kan anvendes til at reducere andre skatter, såsom indkomsts-katten, som kan forvråde arbejdsudbuds- og opsparingsbeslutningerne. I dette kapitel opsummerer vi kort teorien bag dobbelt-dividende-hypotesen. Dernæst gennemgår vi kort en række tidligere empiriske studier af dobbelt-dividende. Endelig belyser vi ved anvendelse af ECOSMEC, om og under hvilke betingelser det er muligt at opnå en dobbelt-dividende ved omlægninger i det danske skattesystem i retning af grønne afgifter, her en CO₂-afgift.

3.1 Teori om dobbelt-dividende ved grøn skatteomlægning

En række tidlige studier finder, at der optræder en positiv effekt i forbindelse indførelse af miljøskatter, hvis provenu kan erstatte andre, forvridende skatter, jf. bl.a. Terkla (1984) samt Lee og Misiolak (1986). Hos Pearce (1991), nævnes begrebet "dobbelt-dividende" for første gang, jf. Fullerton og Metcalf (1997). Pearce fremhæver det attraktive ved, at miljøskatter, ud over at forbedre miljøet, også giver et provenu, som kan bruges til at reducere forvridende skatter, men nævner, at også en miljøskat kan have velfærdsmkostninger, idet f.eks. en CO₂-skat øger produktionsomkostningerne og forbrugerpriserne og dermed reducerer

reallønnen efter skat.

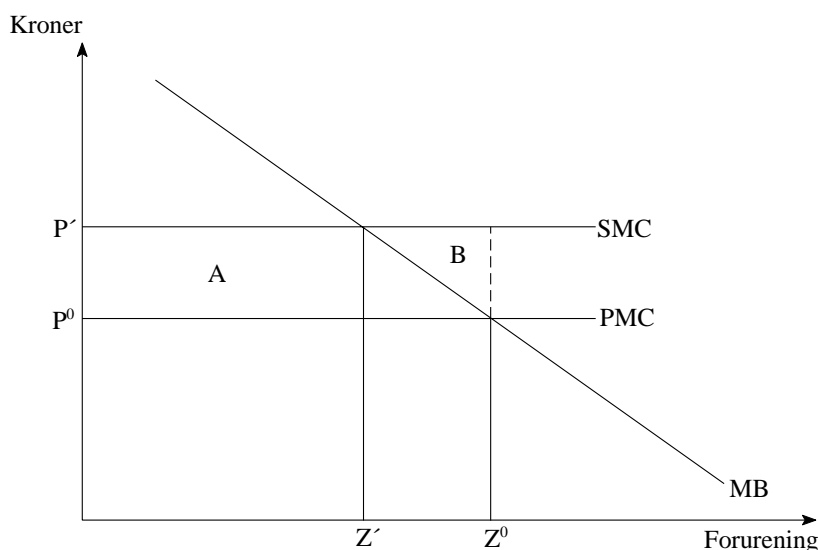
Goulder (1994) skelner mellem tre dobbelt-dividende-begreber. En *svag* form, som siger, at det altid er ønskeligt at tilbageføre provenuet af en miljøskat ved at reducere en forvridende skat snarere end ved at tilbageføre via lump-sum-subsidier. En *melleform*, som angiver, at der altid findes en eller anden skat, som er tilstrækkeligt forvridende til, at det samlede velfærdstab ved skattesystemet reduceres som følge af en omlægning fra denne skat over mod miljøskatter. Og endelig en *stærk* form, som siger, at det samlede velfærdstab forbundet med skattesystemet vil falde, hvis en miljøskat erstatter en anden typisk skat. Eksistensen af svag dobbelt-dividende kan let forsvares teoretisk. Det vil altid gælde, at effciensen forbedres ved at reducere en forvridende skat frem for at foretage lumpsum-overførsler. Beregninger har endvidere eftervist eksistensen af svag dobbelt-dividende i praksis, jf. Goulder (1994). Såvel melleformen som den stærke version af dobbelt-dividende-hypotesen postulerer, at effciensgevinsten ved at reducere allerede eksisterende, forvridende skatter er så stor, at det (mere end) opvejer velfærdstab i form af tabt produktion og forbrug ved at beskutte forurening. Melleformen siger, at der altid findes en skat, for hvilken dette er opfyldt, mens den stærke form siger, at det samlede velfærdstab ved skattesystemet nedbringes, ligegyldigt hvilken anden skat der reduceres.

Fullerton og Metcalf (1997) gennemgår i en oversigtsartikel den nyere litteratur om dobbelt-dividende. De fremhæver, at en del af uenigheden i litteraturen om eksistensen af dobbelt-dividende skyldes, at de forskellige analyser adskiller sig på to punkter. For det første adskiller analyserne sig mht. deres udgangspunkt: Reguleres den pågældende forureningstype i forvejen, og sker den eksisterende regulering vha. administrative virkemidler, og/eller anvendes der i et vist omfang økonomiske styringsmidler? For det andet adskiller dobbelt-dividende-analyserne sig mht. hvilken reform, der er på tale: Skal den undersøgte miljøskat *erstatte* en allerede eksisterende regulering af den pågældende forureningstype, eller bygges miljøskatten *oven på* andre typer miljøregulering. Hvis forureningen allerede reguleres vha. administrative virkemidler, vil en miljøskat, der erstatter disse virkemidler, ikke have nogen effekt på miljøet. Omvendt har man i visse undersøgelser undersøgt virkningerne af at øge en miljøskat *ud over* det optimale niveau (Pigou-skatten).

Fullerton og Metcalf redegør i en simpel figur for de forhold, der har betydning for, om det er muligt at opnå en dobbelt-dividende ved omlægning fra forvriddene skatter på f.eks. arbejdsindkomst til miljøskatter. De økonomiske gevinster ved at forurene er kvantificeret ved MB-kurven i figur 3.1, som angiver sammenhængen mellem forureningsomfanget og den marginale gevinst pr. enhed forurening. Denne kurve, som også kan fortolkes som virksomhedernes "efterspørgselskurve" efter forurening, har det velkendte udseende med en negativ hældning. Forestiller man sig en situation uden nogen form for miljøregulering, vil virksomhedernes marginale omkostninger ved at forurene blot være givet ved produktionsomkostningerne, PMC. Forureningsomfanget vil i denne situation være givet ved Z^0 , hvor den marginale gevinst ved at forurene (MB) netop svarer til virksomhedens private marginale omkostning (PMC) ved at forurene. Forureningen giver imidlertid også anledning til eksternaliteter, og de samlede samfundsøkonomiske omkostninger ved forurening (SMC) består dermed af de privatøkonomiske omkostninger tillagt de eksterne omkostninger. Det samfundsøkonomisk optimale forureningsomfang er derfor Z' . Miljøpolitikens opgave er derfor at reducere forureningen fra Z^0 til Z' . Denne reduktion af forureningen har en velfærdsgevinst svarende til arealet B. Reduktionen kan f.eks. opnås ved at pålægge en Pigou-skat pr. forureningsenhed svarende til den eksterne omkostning. Dermed kan det offentlige inddrive et skatteprovenu svarende til arealet A. Alternativt kan miljøpolitikken stille krav om, at forureningen ikke overstiger Z' . Dette kan eksempelvis håndhæves ved administrative virkemidler, som imidlertid ikke giver anledning til et provenu til det offentlige.¹⁵

- 15) I litteraturen omhandlende økonomiske styringsmidler kontra administrativ regulering er det en væsentlig pointe, at økonomiske styringsmidler minimerer de samlede omkostninger ved at leve op til et givet miljømål, fordi skatter eller omsættelige forureningstilladelser sikrer, at reduktionerne finder sted på de virksomheder, hvor det er billigst at reducere forureningen. Fullerton og Metcalf anerkender, at heterogenitet i produktionen bevirker, at administrative virkemidler ikke nødvendigvis sikrer den billigst mulige forureningsreduktion, men vælger alligevel at se bort fra denne forskel i deres analyse. Til gengæld fremhæver de, at anvendelsen af administrativ regulering og det deraf følgende lavere forureningsomfang kan medføre en reduktion i produktionen, som øger produktpriserne og dermed virksomhedernes indtjening. Dermed opstår en form for "knaphedsrente" ("scarcity rent"), som kan tilfalde producenterne. Økonomiske styringsmidler giver mulighed for at bortbeskatte denne "rent".

Figur 3.1 Marginale omkostninger og marginal gevinst ved forurening



Dobbelt-dividende-hypotesen fremhæver, at det er en væsentlig fordel, at provenuet forbundet med miljøskatter kan anvendes til at reducere forvriddende skatter. Som et eksempel nævnes indkomstskatten, der forvrider arbejdsudbuddet, jf. figur 3.2. Der vil optræde ligevægt på arbejdsmarkedet, når udbuddet er lig efterspørgslen efter arbejdskraft. En lønkat bevirker, at der “drives en kile” ind mellem den nominelle bruttoløn, w_g^0 , som bestemmer arbejdsgivernes efterspørgsel efter arbejdskraft, og nettolønnen, w_n^0 , som bestemmer arbejdsudbuddet. Resultatet er en lavere beskæftigelse, L^0 , end i fravær af lønskatten. Værdien af den lavere beskæftigelse giver et økonomisk tab for såvel udbydere som efterspørgere af arbejdskraft svarende til arealet C. Dette tab kaldes “efficienstab” eller “dødvægtstabet”.

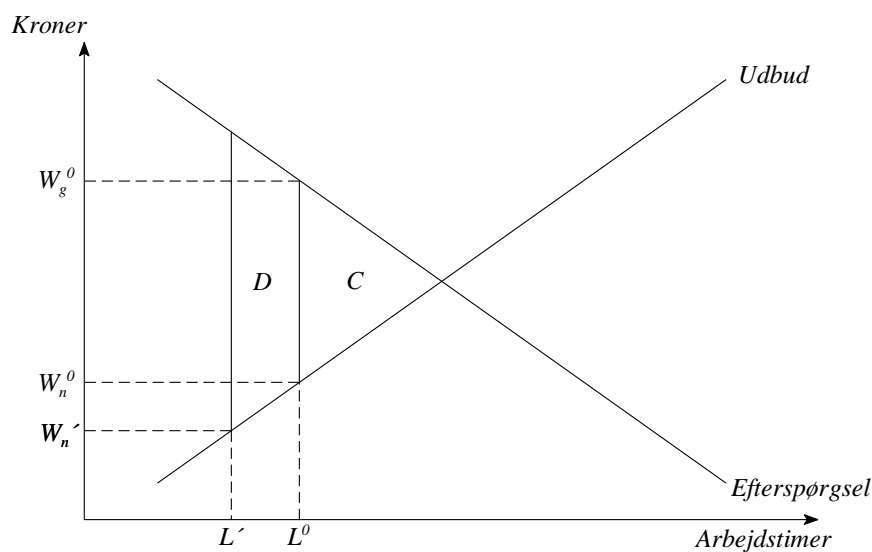
Ifølge økonomisk teori er arbejdsudbuddet afhængig af den *reale* nettoløn, w_n' , som er defineret som nettolønnen korrigeret for forbrugerpriserne (P_C), jf. bl.a. Fullerton og Metcalf (1997). Forbrugerpriserne er en funktion af producentpriserne (P_P) og forureningsafgiften (t_e).

$$w_n = w_g (1 - t_w) / P_C \quad (3.1)$$

hvor $P_C = (1 + t_e) P_P$

Husholdningernes arbejdsudbud bliver dermed påvirket lige meget, hvad enten nettolønnen påvirkes af en lønskat på 50 pct. eller en fordobling af forbrugerpriserne via en øget forureningsbeskatning. En stigning i en miljøafgift, der slår ud i forbrugerpriserne, øger isoleret set dødvægtstabet svarende til arealet D. Der er derfor en risiko for, at en reduktion af indkomstskatten ikke medfører den ønskede reduktion af dødvægtstabet på arbejdsmarkedet, fordi den positive effekt på arbejdsudbuddet som følge af reduceret indkomstskat helt eller delvist opvejes af en negativ effekt på arbejdsudbuddet som følge af miljøafgiften. Fullerton og Metcalf påviser, at dette forhold blev glemt i noget af den tidlige dobbelt-dividende-litteratur.

Figur 3.2 Udbud og efterspørgsel efter arbejdskraft



Goulder (1994) opsummerer nogle generelle overvejelser om eksistensen af stærk dobbelt-dividende. For det første er størrelsesforholdet mellem forvriddingstabe-
ne forbundet med eksisterende indkomst- hhv. kapitalbeskatning afgørende. Den isolerede velfærdsgevinst af en reduktion af allerede eksisterende skatter er alt andet lige størst, hvis man vælger at reducere de mest forvriddende skatter først. For det andet har miljøafgiftens incidens betydning for en evt. opnåelse af dobbelt-dividende ved en skatteomlægning. Efficiensstabet ved en forureningsbeskatning er mindst, hvis incidensen af forureningsafgiften falder på den produktionsfaktor,

hvis beskatning er forbundet med det laveste forvriddingstab.¹⁶ For det tredje er det vigtigt, at miljøskattens grundlag er bredt, så resulterende ændringer af de relative priser på vare- og råvaremarkeder er små. Velfærdstab forbundet med pålæggelsen af en miljøafgift minimeres lettest, hvis de deraf følgende ændringer i priserne ikke giver anledning til alt for store ændringer i sammensætningen af forbrugsvalget.

Goulder mfl. (1997) uddyber de tidligere analyser af dobbelt-dividende-spørgsmålet i en model i en second-best-situation, hvor der allerede eksisterer forvriddende skatter. I modellen optræder en repræsentativ agent, hvis nytte er formuleret vha. en nestet CES-funktion, der indgår desuden to forbrugsgoder, et forurenende gode, X, og et ikke-forurenende gode, Y, værdien af fritid samt værdien af miljøkvalitet. Strammere miljøkrav kan opnås enten ved administrativ regulering eller som følge af en miljøafgift på, X, τ_X . Den samlede velfærdseffekt af strammere miljøkrav kan ifølge Goulder mfl. (1997) dekomponeres på tre effekter:

$$\frac{1}{\lambda} \frac{dU}{d\tau_X} = dW^P + \partial W^R - \partial W^I \quad (3.2)$$

λ symboliserer den marginale nytte af indkomst. dW^P , som benævnes Pigou-effekten, er velfærdseffekten af et bedre miljø, mens ∂W^R , som kaldes "provenu-tilbageførsels-effekten" ("revenue-recycling effect"), består i den marginale velfærdsgevinst, som opstår, når et eventuelt provenu i forbindelse med miljøregulering anvendes til at reducere forvriddingstab andre steder i skattesystemet. ∂W^I er en såkaldt "skatte-sampils-effekt" ("tax-interaction effect"), som fanger de marginale velfærdsomkostninger forbundet med, at miljøregulering (uanset instrumentvalg) kan bidrage til en forøgelse af velfærdstabet ved allerede eksisterende skatter.

- 16) Goulder nævner, at der i USA er større forvriddingstab for kapitalsskatter end for indkomstsskatter. Hvis arbejdsudbuddet er ufølsomt over for ændringer i reallønnen, kan en miljøafgift på det private forbrug, som reducerer efter-skat-udbyttet af at arbejde, dermed give anledning til en samlet velfærdsforbedring. Som et eksempel nævner Goulder en benzinafgift for privatbiler. Omvendt vil det ifølge Goulder være forbundet med velfærdstab at indføre en miljøafgift på input i produktionen som f.eks. en amerikansk CO₂-afgift, idet en sådan ventes at blive nedvæltet i kapitalafløningen, hvor forvriddingstabet er størst.

Hvis der reguleres vha. administrative virkemidler, inddriver det offentlige ikke noget ekstra provenu, og effekten ∂W^R er derfor lig 0. Dette vil også være tilfældet, hvis reguleringen foregår vha. omsættelige forureningstilladelser, der uddeles gratis til virksomhederne (f.eks. i form af et såkaldt “grandfathering”-system). For at miljøreguleringen skal kunne give anledning til en samlet velfærdsforbedring i samfundet, er det således afgørende, at miljøeffekten dW^P er større end “skatte-samspils-effekten”, ∂W^I .

Hvis miljøreguleringen foretages ved at pålægge forureningen en afgift, τ_X , er effekten ∂W^R normalt positiv. Goulder mfl. finder i den teoretiske løsning af modellen, at provenutilbageførselseffekten, ∂W^R , er større end skatte-samspils-effekten, ∂W^I , hvis det forurerende gode, X, er en relativt svagere substitut for fritid end det relativt “rene” gode, Y. Dvs. hvis arbejdsudbuddet falder forholdsvis mindre, når forbruget af X falder, end hvis forbruget af Y falder. Konklusionen hos Goulder mfl. er, at netto-velfærdseffekten ved omlægninger af skattesystemet som regel er negativ, medmindre det forurerende gode, X, er en tilstrækkeligt svag substitut for fritid.

3.2 Empiriske studier af dobbelt-dividende

Eksistensen af dobbelt-dividende er undersøgt i en lang række empiriske studier. I det følgende refereres nogle hovedresultater fra både danske og amerikanske studier. Hovedparten af dobbelt-dividende-studierne analyserer problemstillingen i en statisk modelramme, men den noget forskellige behandling af kapitalakkumuleringen i hhv. en statisk og dynamisk sammenhæng kan tænkes at give anledning til ret forskellige resultater. Gennemgangen af dobbelt-dividende-studierne er derfor opdelt alt efter, om analyserne er udført i en statisk eller i en dynamisk model. I hovedparten af studierne er det antaget, at en øget miljøkvalitet hverken påvirker husholdningernes nytte eller erhvervenes produktionsmuligheder.

3.2.1 Studier udført i statiske modeller

Nogle af de første, der satte spørgsmålstegn ved eksistensen af dobbelt-dividende, er Bovenberg og de Mooij (1994), der konkluderer, at “miljøskatter snarere øger end letter allerede eksisterende skatteforvridninger, selv om provenuet bruges til at skære i allerede eksisterende forvridende skatter”. Det er imidlertid vigtigt at

være opmærksom på, at Bovenberg og de Mooij's udgangspunkt er en skattesats, som *overgår* de marginale skadesomkostninger, jf. Fullerton og Metcalf (1997). Bovenberg og de Mooij analyserer dermed en stigning i skattesatsen oven på en i forvejen eksisterende Pigou-skat.¹⁷ Der er således ikke mulighed for at opnå en velfærdsforøgelse ved at reducere forureningen. For at opnå en velfærdsforbedring ved en samlet omlægning af skattesystemet, er det en nødvendig betingelse, at arbejdsudbuddet stiger. Bovenberg og de Mooij beregner, at den højere forureningsskat og deraf følgende lavere realløn bevirker et fald i arbejdsudbuddet. Dette kan ikke opvejes af en lavere lønsskat, idet forbrugerne substituerer bort fra det forurenende gode, skattebasen for forureningsafgiften udhules, og der er dermed ikke plads til en tilstrækkeligt stor nedsættelse af lønskatten til at øge arbejdsudbuddet. Bovenberg og de Mooij finder derfor, at den optimale skat tværtimod er *lavere* end Pigou-skatten.

Goulder mfl. (1997) understreger imidlertid, at kravene til miljøgevinsterne ved miljøregulering forstærkes, hvis der reguleres vha. virkemidler, der ikke inddriver et provenu til det offentlige. Goulder mfl. har gennemført en empirisk generel ligevægts-analyse på amerikanske data af velfærdseffekterne under forskellige tiltag til reduktion af SO₂-emissioner. Resultatet er, at velfærdsomkostningerne ved at regulere miljøet er højere, når der i forvejen er efficienstab i økonomien som følge af forvridende skatter (dvs. når man er i en second-best verden). Hvis man anvender administrative virkemidler eller gratis omdeler omsættelige forureningstilladelser, er omkostningerne 71 pct. højere end i first-best-situationen, mens ekstraomkostningerne kun er ca. 30 pct. højere, når der anvendes afgifter, hvis provenu anvendes til at reducere forvridningstab andre steder i skattesystemet.¹⁸

- 17) En Pigou-skat er en forureningsskat, hvor skattesatsen er fastlagt efter, at de marginale omkostninger knyttet til forureningen netop svarer til den marginale gevinst ved at forurene.
- 18) Goulder mfl. (1997) understreger, at pointen om, at allerede-eksisterende skatteforvridninger har betydning for efficienstab, er af generel karakter og følgelig også bør indgå i vurderingen af betydningen af andre politikker, som øger forbrugerpriserne og dermed reducerer det reale faktorafkast. Denne pointe kan f.eks. udstrækkes til industripolitik, landbrugspolitik, arbejdsmarkedspolitik, international handel etc.

Jensen (1994) analyserer muligheden for at opnå en dobbelt-dividende ved at omlægge fra skat på arbejdsindkomst til en CO₂-skat i en generel ligevægtsmodel for Danmark. Analysen og dens resultater følger i store træk Bovenberg og de Mooij (1994). Jensen konkluderer, at der ikke er udsigt til at kunne høste en dobbelt-dividende ved en sådan skatteomlægning. Det skyldes, at en CO₂-afgift øger forvriddningstab af det samlede skattesystem, hvilket reducerer den samlede velfærd. Denne effekt fremkommer, ligesom hos Bovenberg og de Mooij (1994), fordi en øget energibeskatning overvæltes i forbrugerpriserne, hvilket reducerer den reale efter-skat-løn. Dermed fås et lavere niveau for arbejdsudbuddet og beskæftigelsen. Jensen finder, at sammenhængen mellem bedre miljø og lavere beskæftigelse er afhængig af to forhold: den ukompenserede lønelasticitet i arbejdsudbuddet og substitutionen mellem "rene" og energiintensive goder i forbrugsefterspørgslen. Hvis der er en høj grad af substitution mellem "rene" og "beskidte" goder, forbedres miljøkvaliteten betragteligt, men samtidig udhules skattebasen, hvilket betyder, at lønskatten ikke kan lempes så meget, hvorfor beskæftigelsen falder. Hvis der omvendt er ringe substitution mellem "rene" og "beskidte" goder, forbedres miljøkvaliteten kun lidt, til gengæld er der mulighed for en større skatteomlægning, hvorfor beskæftigelsesniveauet kun påvirkes svagt.

3.2.2 Dobbelt-dividende i en dynamisk modelramme

En undersøgelse foretaget af Jorgenson og Wilcoxon (1990) i en dynamisk modelramme underbygger hypotesen om tilstedeværelsen af dobbelt-dividende. Jorgenson og Wilcoxens model opererer med en høj kapitalmobilitet på tværs af sektorer og en stor priselasticitet i efterspørgslen efter kapital. Desuden analyserer de en nedsættelse af skatten på kapital, som i USA opfattes som den mest forvridende skat. De ideelle betingelser for tilstedeværelsen af dobbelt-dividende er dermed til stede.

Frederiksen (1996) undersøger i en dynamisk generel ligevægtsmodel, om det er muligt at opnå en dobbelt-dividende ved en grøn skattereform i Danmark. Dynamikken er indbygget i form af en OLG-model, hvor fremtidige generationers velfærd tilbagediskonteres ved anvendelse af verdensmarkedsrenten. I beregningerne sammenlignes efficiensvirkningerne af tilbageførsel som hhv. lumpsum-transferinger, over lønskatter, over moms og endelig via forskellige typer kapitalbeskatning. Frederiksen viser, at valget af tilbageføringsinstrument har stor betydning for de samlede efficiensvirkninger af en grøn skatteomlægning. En

stigning i energibeskatningen kan ifølge beregningerne kun generere en dobbelt-dividende, hvis provenuet anvendes til at reducere skatten på opsparing. For alle de øvrige undersøgte tilbageføringsmuligheder gælder det, at der er omkostninger forbundet med omlægningen i form af et større samlet forvriddningstab i skattesystemet.¹⁹ For indkomstskattens vedkommende skyldes dette, at en nedsættelse af skatten på arbejdsindkomst blot fungerer som en erstatning af direkte beskatning med indirekte beskatning på arbejde. Dette kan forklares med, at CO₂-skatten stort set svarer til en beskatning af de immobile produktionsfaktorer, dvs. primært arbejdskraft. Frederiksen (1996) finder, at man i tilfælde, hvor det ikke er muligt at reducere skatten på opsparing, som næst-bedst alternativ bør foretage en reduktion i lønskatten eller næstbedst moms, idet de samlede velfærdsomkostninger forbundet med en sådan skatteomlægning er relativt lave.

Nielsen mfl. (1995) har udviklet en endogen vækstmodel, som inden for en teoretisk modelramme ser på effekterne af at indføre en forureningskat, hvis provenu anvendes til at reducere en forvridende skat på arbejdsindkomst. I modellen drives den endogene vækst af privat kapitalakkumulation og offentlige investeringer i humankapital, sundhed og forureningsbegrænsende tiltag. Lønnen fastsættes i fagspecifikke fagforeninger. Forbrugernes nytte er en funktion af privatforbrug og miljø, mens de ikke har nogen nytte af fritid. Erhvervenes produktion afhænger af arbejdskraft (vægtet med sundhed og uddannelse), kapital og forurening. Modellen adskiller sig især fra andre analyser i litteraturen ved, at der eksisterer ufrivillig arbejdsløshed i modellen. De ledige får arbejdsløshedsunderstøttelse, som indekseres med forbrugerpriserne, og som beskattes. Nielsen mfl. (1995) viser, at arbejdsløsheden falder, hvis det offentlige pålægger virksomhederne en skat på forurening. Denne konklusion, som er i modstrid med meget af den øvrige dobbelt-dividende-litteratur, skyldes, at stigningen i forbrugerpriserne som følge af øgede produktionsomkostninger både reducerer reallønnen og realværdien af arbejdsløshedsunderstøttelsen, hvorfor det ikke bliver mere fordelagtigt at være arbejdsløs efter indførelse af forureningsafgiften. Derimod kan skatteomlægningen have en negativ effekt på væksten, idet det lavere forureningsniveau reducerer kapitalens marginalproduktivitet og dermed gør kapitalak-

19) I Danmark har det ellers ofte været fremført, at den personlige indkomstskat er den vægtigste kilde til forvriddningstab i det samlede skatte- og afgiftsbillede. Hvis denne formodning skulle holde stik, ville det betyde, at sandsynligheden for dobbelt-dividende øges, hvis miljøafgiften rammer input i produktionen, hvor byrden som regel overvælttes på kapital, og hvis provenuet anvendes til at reducere indkomstskatten.

kumulation mindre fordelagtig, hvilket kan bidrage til at sænke vækstraten. Nielsen mfl. fremhæver, at en miljøafgift beskatter en evt. "rent" ved at nedbringe forureningen, hvormed skattesystemet tilnærmes en beskatning af profitter.

Bovenberg og de Mooij (1997) analyserer dobbelt-dividende-problemet i en empirisk funderet endogen vækstmodel og inddrager desuden miljøkvaliteten som et offentligt ejet input i den private sektors produktionsfunktion. Analysens udgangspunkt er en second-best verden, hvor allerede eksisterende skatter påfører samfundet et efficienstab. Bovenberg og de Mooij (1997) viser, at en evt. dobbelt-dividende ved en grøn skatteomlægning kan tilvejebringes ad to kanaler. For det første er det vigtigt, at den bedre miljøkvalitet giver anledning til en positiv eksternalitet i produktionen. Dermed reduceres byrden af øget miljøregulering på produktionssektoren. For det andet tilslutter de sig synspunktet i Nielsen mfl. (1995) om, at en miljøafgift kan virke som en beskatning af "rents" i forbindelse med et lavere forureningsniveau. Bovenberg og de Mooij viser, at dette kan virke gunstigt på væksten. Pointen om, at den optimale skat er mindre end Pigou-skatten, som var et væsentligt resultat i Bovenberg og de Mooij (1994), fastholdes imidlertid i 1997-papiret.

3.3 Dobbelt-dividende-beregninger med ECOSMEC

3.3.1 Danmarks CO₂-politik

Danmark har en målsætning om at reducere emissionerne af CO₂ med 20 pct. i år 2005 i forhold til udledningen i 1988. På denne baggrund indførte Danmark med virkning fra 1992 en CO₂-afgift. Denne CO₂-afgift stillede erhverv og husholdninger meget forskelligt mht. samlet energiafgiftsbelastning.²⁰ I 1995 indførtes en række ændringer af CO₂-afgiften, således at afgiftsniveauet for erhvervenes energiforbrug til rumopvarmning tilnærmede sig husholdningernes

20) CO₂-pakke I (1992-95), der tidligere er beskrevet i Det Økonomiske Råd (1993a), pålagde husholdningerne en afgift på 100 kr. pr. ton CO₂ oven i de allerede eksisterende energiafgifter. Den samlede energi- og CO₂-afgiftsbelastning for husholdningerne andrager derfor i alt ca. 600 kr. pr. ton CO₂. Erhvervene var ikke før 1992 pålagt energiafgifter, men med CO₂-pakke I kom erhvervene til at betale 50 kr. pr. ton CO₂. For at lette afgiftsbyrden for energitunge virksomheder indførte man imidlertid en række friholdelses- og kompensationsordninger. Den marginale afgiftsbelastning kunne derfor i praksis variere betydeligt mellem erhvervene og var for enkelte erhverv forsvindende lille.

afgiftsbelastning. Også CO₂-afgiften for energi anvendt i processer optrappedes, men der blev samtidig åbnet op for muligheden for, at den enkelte virksomhed kan indgå en frivillig aftale med myndighederne om energibesparelser mod en reduktion i CO₂-afgiften.²¹

Den meget uensartede afgiftsbelastning af energiforbrug i forskellige anvendelser begrundes sædvanligvis med, at de konkurrenceudsatte erhverv ikke kan overvælte energiomkostningsstigninger i priserne. Hvis arbejdsmarkedet på lang sigt er karakteriseret ved reallønssstivhed, kan en afvejning mellem hensyn til beskæftigelsen og effektivitet i miljøreguleringen retfærdiggøre sådanne variationer. Der er imidlertid intet, der tyder på, at den nuværende CO₂-lovgivning tilstrækkeligt målrettet tager højde for disse problemer. I det følgende analyserer vi i stedet effekterne af en CO₂-afgift, der er den samme i alle anvendelser. Analysen kan dermed ikke anvendes til at vurdere effekterne af den nuværende danske CO₂-afgift.²² Udgangspunktet for vore beregninger er den danske målsætning om, at CO₂-emissionerne i 2005 skal være 20 pct. lavere end i 1988.

3.3.2 Makroøkonomiske virkninger af CO₂-afgift med lumpsum-tilbageførsel

En CO₂-afgift øger erhvervenes energiomkostninger. Eftersom ECOSMEC-modellen beskriver en lille åben økonomi med fuldkommen konkurrence på vare- og faktormarkederne, kan erhvervene kun i begrænset omfang overvælte de øgede omkostninger i producentpriserne. Erhvervene vil forsøge at substituere CO₂-intensive energityper bort til fordel for mindre forurenende energityper, og de højere energiomkostninger vil ligeledes gøre andre produktionsfaktorer relativt

- 21) Indholdet i CO₂-pakke II (1996-2000) er beskrevet grundigere i Det Økonomiske Råd (1995). Ved pålæggelse af CO₂-afgift på erhvervene sondres mellem energiforbrug til opvarmning og energiforbrug til processer. CO₂-afgiften på opvarmning er 600 kr. pr. ton CO₂ og ligestiller således forbrugere og erhverv. For procesenergi sondres mellem tunge og lette processer. CO₂-pakken indføres gradvist og er derfor først fuldt implementeret i år 2000. På dette tidspunkt vil afgiften på procesenergi være 90 kr. pr. ton CO₂ for en virksomhed, der ikke har indgået en frivillig aftale om reduktioner i energiforbruget, mens afgiften kan gå helt ned til 3 kr. pr. ton CO₂, hvis virksomheden har indgået en frivillig aftale.
- 22) Ifølge CO₂-pakke II skal den nuværende danske CO₂-afgift evalueres i løbet af 1998. Evalueringen skal bl.a. medvirke til at vurdere, om tiltagene er tilstrækkelige til at nå Danmarks CO₂-målsætning i 2005.

mere fordelagtige. Erhvervenes forringede konkurrenceevne vil imidlertid også betyde, at virksomhederne vil forsøge at nedvælge de øgede energiomkostninger i aflønningen af arbejdskraft og kapital. I ECOSMEC-modellen er det samlede kapitalapparat konstant, hvorfor kapitalaflønningen kan give sig.²³ Tilsvarende er arbejdsmarkedet fleksibelt, hvorfor lønnen kan tilpasse sig.

For at illustrere de isolerede virkninger af en CO₂-afgift antager vi i det følgende, at provenuet tilbageføres til husholdningerne vha. lumpsum-overførsler. I denne situation kan en samlet CO₂-reduktion på 20 pct. opnås med en CO₂-afgift på 304 kr. pr. ton CO₂, hvilket giver et samlet skatteprovenu på godt 13 mia. kr. Der er således tale om et ret beskedent skattepolitisk indgreb i forhold til det samlede forbrug.

De stigende energipriser bevirker, at producenterne forsøger at substituere energiforbrug med en øget indsats af kapital og arbejdskraft. Dette vil i sig selv tilsige en stigning i aflønningen af de primære produktionsfaktorer. Samtidig overvælttes de højere energipriser i et vist omfang i forbrugerpriserne. I ECO-SMEC-beregningerne er samtlige prisændringer relateret til forbrugerprisindekset. Samlet set falder den reale løn (brutto såvel som netto, fordi lønskatten er uændret) med ca. 2,0 pct., jf. tabel 3.1. Resultatet er et lille fald i arbejdsudbuddet og dermed i beskæftigelsen på 0,2 pct., fordi husholdningerne i et vist omfang vil vælge at substituere over mod fritid. Desuden betyder de stigende forbrugerpriser, at privatforbruget er godt 1 pct. lavere, når der er indtruffet en ny ligevægt, fordi husholdningerne i højere grad vælger fritid frem for forbrug (substitutionseffekten), og fordi husholdningernes realløn er lavere (indkomsteffekten).

BNP falder med ca. 0,2 pct. De meget begrænsede makroøkonomiske konsekvenser af indgrebet er naturlige i en model, hvor produktionen er kendetegnet ved at skulle operere under fuldkommen konkurrence på alle markeder inkl. arbejdsmarkedet. En stor del af tilpasningen sker via det i modellen relativt fleksible arbejdsmarked. En anden forklaring på modellens fleksibilitet er antagelsen om fuld kapacitetsudnyttelse samt kapitalens næsten fuldkomne mobilitet mellem pro-

23) Dette er ikke nødvendigvis realistisk i en lille åben økonomi med frie kapitalbevægelser.

duktionssektorerne.²⁴ I praksis bør man imidlertid være forbeholden over for modellens meget fleksible struktur. For det første kan der på kort sigt optræde tilpasningsomkostninger på både kapital- og arbejdsmarkedet. Kapital investeret i bygninger og maskiner kan ikke nødvendigvis anvendes i andre sektorer eller til andre formål end der, hvor de oprindeligt var tiltænkt. På samme måde kan arbejdsstyrken være uddannet og trænet i forhold til en bestemt erhvervsstruktur, hvilket kan vanskeliggøre en hurtig omstilling af produktionen. For det andet kan der være stor usikkerhed om substitutionselasticiteterne i energiforbruget, hvis der sker store ændringer i mængden og sammensætningen af energi. Disse forhold belyses i følsomhedsanalyserne i kapitel 3.4.

Tabel 3.1 Virkninger af en 20 pct. CO₂-reduktion ved lumpsum-tilbageføring, pct.

	Lumpsum tilbageføring
Velfærd	-0,9
Real BNP	-0,2
Privatforbrug	-1,1
Eksport	-1,4
Import	-1,8
Beskæftigelse	-0,2
Realløn (brutto og netto)	-2,0
Real kapitalaf lønning	-3,8
Real valutakurs	-1,2
Real CO ₂ -skat (kr. pr. ton CO ₂)	304

Ændringerne i de relative priser på forbrugsvarer og de resulterende ændringer i forbruget er generelt relativt lige fordelt på forbrugskomponenter, jf. tabel 3.2. Dette gælder dog ikke de meget energiintensive forbrugsvarer som el, gas, flydende brændsler og anden opvarmning, hvor der ses store reale prisstigninger. Forbrugerne reagerer herpå med en kraftig reduktion i elforbruget samt forbruget af brændsler til opvarmning. Der er endvidere en tendens til, at forbruget af serviceintensive eller lønintensive varer stiger.

24) Som omtalt i kapitel 2 er der dog en undtagelse i kraftvarmesektoren, hvor det er antaget, at kapitalen er mobil mellem forskellige kraft- og varmeteknologier, men immobil ud af sektoren. Dette betyder, at kraftvarmeproduktionen forholdsvis let kan omstilles fra kulfyret til naturgasfyret produktion.

Tabel 3.2 Ændringer i priser og forbrug af private forbrugsgoder

	Ændring i priser (pct.)	Ændring i mængde (pct.)
Fødevarer	-0,8	-0,2
Ikke-alkoholiske drikke	-0,7	0,3
Alkoholiske drikke	-0,6	-0,5
Tobak	-0,4	0,2
Tøj	-1,6	0,2
Fodtøj	-1,6	0,6
Boligbenyttelse og vand	-3,2	1,9
Elektricitet	33,0	-10,3
Gas	18,2	-15,8
Flydende brændsler	17,1	-15,3
Anden opvarmning inkl. fjernvarme	18,1	-16,3
Møbler og tæpper mv.	-1,7	-9,1
Boligtilbehør	-1,6	-8,5
Større husholdningsmaskiner	-1,7	-8,7
Køkkenudstyr, rep. af hushold.maskiner	-1,1	-7,8
Andet forbrug i hush. inkl. service	-1,6	1,3
Husholdningstjenester	-2,0	-0,8
Medicin og andre farmaceutika	-1,4	0,3
Briller, høreapparater mv.	-1,8	-8,9
Læge, tandlæge mv.	-2,5	0,7
Plejehjem og sanatorier	-1,6	0,9
Forsikring	-2,3	0,1
Anskaffelse af køretøjer	-1,6	-2,8
Vedl. af køretøjer, benzin og olie, autofors.	2,9	-2,3
Køb af transportydelser	-0,3	-1,4
Komm., herunder porto og telefon	-2,3	-0,4
Radio og tv, fritidsudstyr mv.	-1,7	0,4
Forlystelser, licens mv.	-2,0	0,5
Bøger, aviser og blade	-1,4	0,9
Undervisn. og daginstitutioner	-1,5	-0,2
Frisører mv.	-1,8	0,6
Toiletartikler, barbermaskiner mv.	-1,9	0,1
Smykker, papir, hoteller og rest. mv.	-1,1	0,2
Rejseudgifter	-1,0	-0,5
Finansielle tjenester	-2,2	0,2
Medlemskab af fagforeninger mv.	-2,1	0,3
Privatforbrug i alt	0,0	-1,1

CO₂-afgiften belaster de enkelte erhverv relativt forskelligt, jf. tabel 3.3. Således vil nogle erhverv beskære (eller omlægge) energiforbruget betragteligt, mens CO₂-emissionerne i andre erhverv kun reduceres lidt. På grund af substitution over mod produktion med en lav energiintensitet vil produktionen inden for enkelte erhverv øges så meget, at CO₂-emissionerne i disse erhverv vil stige. Det gælder mest markant i den gasfyrede fjernvarmeproduktion, hvor aktiviteten vil stige med knap 10 pct., idet fjernvarmeværkerne substituerer bort fra kulfyret fjernvarme og over mod gasfyret fjernvarme. Alt i alt fås en betragtelig nedgang i CO₂-emissionerne inden for fjernvarmeproduktionen.

Beregningerne viser som nævnt, at den samlede beskæftigelsesnedgang er beskeden. I hovedparten af erhvervene kan det således forholdsvis let kan lade sig gøre at reducere CO₂-emissionerne betydeligt, uden at det giver anledning til et stort fald i beskæftigelsen. Det bør dog bemærkes, at CO₂-emissioner knyttet til el- og varmeproduktion tilskrives el- og fjernvarmeksektoren og dermed ikke afspejles i de øvrige erhvervs CO₂-emissioner. I nogle erhverv giver CO₂-afgiften anledning til et kraftigt fald i såvel aktivitet som beskæftigelse; dette gælder bl.a. i jern- og metalindustrien (MET), fiskeri og dambrug (FIS), olieraffinaderier (PET) samt gasforsyning (GAS). Endelig oplever vi i en række erhverv, f.eks. skovbrug (FRS), guld-, sølv- og legetøjsproduktion (JTO) samt en række serviceerhverv, en fremgang i aktivitet og beskæftigelse. Denne fremgang hænger bl.a. sammen med fremgangen i den private forbrugsefterspørgsel efter goder fremstillet i disse sektorer. Alt i alt er der en tendens til, at en øget CO₂-afgift giver anledning til en omlægning af erhvervsstrukturen bort fra energitung industri og over i retning af den energiektensive servicesektor.

Tabel 3.3 Effekter på aktivitet, beskæftigelse og CO₂-emissioner i erhvervene

		Aktivitetsændr. (pct.) ¹	Beskæftigelses- ændring (pct.)	Ændring i CO ₂ - emission (pct.) ²
AGH	Landbrug, gartneri mv.	-3,2	-2,5	-19,0
FRS	Skovbrug	1,8	4,0	-8,5
FIS	Fiskeri og dambrug	-7,3	-8,8	-25,8
EXT	Udvinding af olie mm.	-13,7	-3,3	-21,5
OMI	Udvinding af grus mm.	-4,4	-3,3	-24,6
FOP	Nærings- og nydelsesmiddelfremst.	-2,3	-2,5	-29,2
TXL	Tekstil-, beklædn.- og læderfremst.	0,3	1,2	-26,0
FRN	Træ- og møbelindustri	-0,1	1,4	-21,3
PRP	Papirfremst. mm.	-0,4	0,1	-26,0
CHP	Fremstilling af kemiske produkter mv.	-1,9	-1,8	-26,9
PET	Olieraffinaderier	-13,1	-11,5	-33,9
NMP	Fremst. af sten-, ler- og glasprod.	-4,8	-4,3	-29,6
MET	Jern- og metalværker og støberier	-7,7	-8,4	-45,7
MPM	Fremstilling af jern og metalprodukter	-0,3	1,3	-17,1
JTO	Guld- og sølvvarer, legetøj mv.	2,8	6,0	-12,2
GAS	Gasforsyning	-11,2	-11,9	-20,9
WAT	Vandforsyning	-2,2	0,1	17,1
CON	Bygge- og anlægsvirksomhed	-0,4	-0,1	-13,9
WTR	Engroshandel	-0,6	0,0	-11,1
RTR	Detailhandel	-0,7	-0,5	-10,0
RES	Hoteller og restauranter	0,0	0,5	-12,2
TRP	Transportvirksomhed	-1,5	-1,2	-15,8
COM	Postvæsen og telekommunikation	-0,3	-0,6	-11,4
FIN	Finansiel virksomhed	-0,2	-0,3	-7,4
INS	Forsikringsvirksomhed	0,0	-0,2	-6,1
DWE	Boligbenyttelse	1,9	1,0	-10,7
BUS	Forretningsservice	-0,5	-0,6	-11,8
EDH	Privat undervisning og sundhed	0,4	0,0	-10,7
REC	Forlystelser, kulturelle aktiviteter	0,1	-0,1	-11,8
MHS	Hushold.service inkl. autoreparation	-0,2	-0,3	-11,5
DNP	Husass., private velfærdsinst. mv.	0,1	0,1	-11,3
GOV	Offentlige tjenester	0,0	0,3	-9,2
El- og fjernvarmeproduktion				
CCHP	Kulfyret fjernvarmeproduktion	-18,4	-29,6	-22,4
GCHP	Gasfyret fjernvarmeproduktion	9,6	24,2	8,0
WIND	Vindenergi	14,7	37,7	0,0
Erhvervene i alt		-0,9	-0,2	-19,3

1) Aktivitetsændringen er målt som ændring i produktionsværdi.

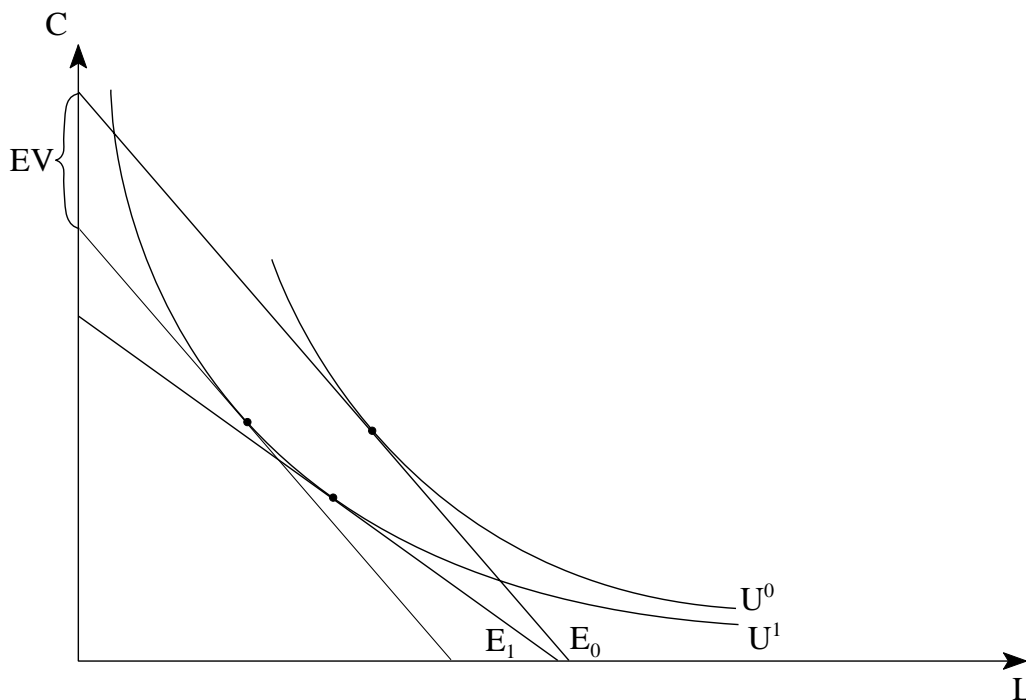
2) CO₂-emissioner knyttet til el- og fjernvarmebrug ligger i el- og fjernvarmesektoren.

3.3.4. Velfærdseffekter af CO₂-afgift med lumpsum-tilbageførsel

I en generel ligevægtssammenhæng er det især velfærdseffekterne, der er af interesse. I modellen har husholdningerne nytte af privatforbrug og fritid. Husholdningernes nyttefunktion er formuleret som en CES-funktion, hvor substitutionselasticiteterne mellem fritid og forbrug ligger i intervallet 0,6-1,5, jf. tabel 2.8. Husholdningernes budgetrestriktion er givet som summen af diverse indkomster. For arbejdsindkomstens vedkommende indregnes den samlede *potentielle* arbejdsindkomst i fravær af fritid. Den optimale sammensætning af forbrug (C) og fritid (L) findes, hvor husholdningernes budgetrestriktion (E_0) tangerer nyttefunktionen (U_0), jf. figur 3.3. Budgetrestriktionens hældning svarer til prisforholdet mellem det samlede privatforbrug og fritid. Ved et tiltag, som f.eks. CO₂-afgiften, ændres de relative priser i modellen og dermed budgetrestriktionens hældning, ligesom kurvens placering ændres som følge af ændringer i de reale forbrugsmuligheder. En ny ligevægt indtræder, hvor budgetlinien (E_1) netop tangerer en nyttefunktion. I figur 3.3 er dette ensbetydende med, at husholdningerne lander på et lavere nytteniveau. Velfærdstabet for husholdningerne kan eksempelvis opgøres som det pengebeløb (netto), husholdningerne mister i den nye ligevægt, givet de relative priser i den oprindelige ligevægt. Dette pengebeløb benævnes den "ækvivalerende variation". I modellen anvendes denne definition til at beregne velfærdseffekterne af forskellige tiltag.²⁵

- 25) En alternativ måde at beregne velfærdskonsekvenserne er den såkaldte "kompenserende variation". Ifølge denne definition anvendes de relative priser, *efter* den ny ligevægt er indtrådt, som udgangspunkt for at beregne det pengebeløb, som netop sikrer, at forbrugeren kan bevare det oprindelige nytteniveau.

Figur 3.3 Velfærdseffekt illustreret ved den ækvivalerende variation



Husholdningerne under ét oplever, som tidligere omtalt, et fald i privatforbruget på 1,1 pct. og en reduktion i arbejdsudbuddet på godt 0,2 pct. ved introduktionen af en CO₂-afgift, hvor provenuet tilbageføres som lumpsum-transfereringer. Disse to effekter har modsatrettede virkninger på husholdningernes nytte, men alt i alt oplever husholdningerne en samlet tilbagegang i velfærd på ca. 0,9 pct., jf. tabel 3.4. Ændringerne i forbrug, arbejdsudbud/fritid og dermed velfærd er imidlertid relativt ulige fordelt på husholdninger. Det skyldes at husholdningerne i initialsituationen har en forskellig sammensætning af forbruget, at sammensætningen af samlet forbrug og fritid varierer, og at husholdningernes substitutionselasticiteter mellem forbrug og fritid er forskellig. En opdeling af husholdningerne efter samlet indkomst (brutto) viser, at alle syv husholdningstyper oplever et fald i det private forbrug, men at forbrugsnedgangen er relativt større for grupper med lave indkomster. Dette skyldes, at det er i lavindkomstgrupperne, at arbejdsudbuddet reduceres (fritiden stiger) mest, mens højindkomstgrupperne tenderer at øge deres arbejdsudbud (reducere fritiden). Variationen i arbejdsudbudsadfærd mellem de forskellige indkomstgrupper skyldes forskellige indkomsteffekter af indgrebet. Lavindkomstgrupperne oplever en indkomstfremgang, fordi en lille nominel forbrugsnedgang kompenseres ved en relativt stor lumpsum-trans-

ferering på ca. 6.000 kr. pr. husholdning, mens højindkomstgruppernes forbrugsnedgang i kroner langt overstiger lumpsum-overførslen.

Den samlede effekt bliver en velfærdsfremgang for husholdninger med indkomster op til 200.000 kr. og et velfærdstab for husholdninger med indkomster over 200.000 kr. De største velfærdstab findes i gruppen af husholdninger med indkomster over ½ mio. kr., hvor det gennemsnitlige velfærdstab kan opgøres til mere end 25.000 kr., svarende til knap 3,5 pct. af den samlede indkomst. Det skyldes, at disse grupper oplever en stor absolut forbrugsnedgang sammenlignet med en lumpsum-overførsel på ca. 6.000 kr. pr. husholdning.

Tabel 3.4 Velfærdsændringer pr. husholdning ved lumpsum-tilbageføring

	Total indkomst	Forbrug	Realløn netto	Arbejdsudbud	Velfærd	Velfærd
	kr.	----- pct. -----				kr.
TI1	Under 50.000	7,1	-2,0	-2,8	7,8	4.900
TI2	50.000-99.999	2,8	-2,0	-1,6	3,2	2.800
TI3	100.000-199.999	0,8	-2,0	-0,7	0,9	1.100
TI4	200.000-299.999	-0,9	-2,0	-0,2	-0,8	-1.700
TI5	300.000-399.999	-1,5	-2,0	-0,1	-1,4	-4.400
TI6	400.000-499.999	-1,4	-2,0	0,0	-1,4	-5.800
TI7	Over 500.000	-3,5	-2,0	0,6	-3,5	-18.800
Alle		-1,1	-2,0	-0,2	-0,9	-2.100

En tilbageføring via lumpsum-transfereringer bidrager ikke til at reducere forvridningstab andre steder i økonomien. I det følgende vil vi undersøge, om det er muligt at nedbringe skattesystemets samlede forvridningstab ved at anvende provenuet fra CO₂-afgiften til at reducere andre forvridende skatter.²⁶

26) Det skal endnu engang understreges, at de positive velfærdseffekter af et bedre miljø ikke er indregnet i husholdningernes velfærd.

3.3.5 Virkninger af en CO₂-afgift i alternative tilbageføringsscenarier

Alternativt til lumpsum-tilbageføring kan provenuet fra CO₂-afgiften i stedet tilbageføres ved en reduktion i hhv. skatten på løn og moms. Tilbageføres provenuet via en reduceret lønskat, er det nødvendigt at indføre en CO₂-afgift på 320 kr. pr. ton CO₂, jf. tabel 3.5. CO₂-afgiften vil i givet fald inddrive et provenu på ca. 13,8 mia. kr. Et provenu af denne størrelsesorden muliggør en nedsættelse af lønskatten på 9,5 pct. svarende til en nedsættelse af den gennemsnitlige marginalskat på løn fra 58,2 pct. til 52,6 pct. for den gennemsnitlige lønmodtager.²⁷

Anvendes CO₂-skatteprovenuet til at reducere momsen, vil en reduktion af CO₂-emissionerne på 20 pct. kunne opnås med en afgift på 327 kr. pr. ton CO₂ svarende til et samlet provenu på ca. 14,1 mia. kr. Dermed er det muligt at reducere momssatsen fra 25 pct. til knap 21 pct.

Det ses af tabel 3.5, at effekterne uanset fortegn er beskedne. En tilbageføring via lumpsum-transfereringer giver anledning til lidt kraftigere negative makroøkonomiske konsekvenser end i tilfældet, hvor der tilbageføres over momsen. Til gengæld er effekterne på velfærd, produktion og beskæftigelse positive, hvis provenuet tilbageføres ved at reducere lønskatten. Forklaringen er, at en lumpsum-tilbageføring ikke bidrager til at reducere forvriddningstab i skattesystemet, mens der er forvriddningstab forbundet med især lønskatten.

27) Den relativt store nedsættelse af skatteprocenten skyldes, at det i modellen kun er muligt at nedsætte skatten på løn. En lettelse af den generelle indkomstskat, hvor skattebasen er betydeligt større, ville give anledning til en mindre reduktion af skatteprocenten.

Tabel 3.5 Virkninger af en 20 pct.-reduktion af CO₂-emissionerne med alternative tilbageføringsmodeller, ændring i pct.

	Lumpsum-tilbageføring	Tilbageført via lønskat	Tilbageført via moms
Velfærd	-0,9	0,3	-0,5
Real BNP	-0,2	0,9	0,1
Privatforbrug	-1,1	1,1	-0,4
Eksport	-1,4	-0,6	-0,9
Import	-1,8	-0,7	-1,2
Beskæftigelse	-0,2	1,4	0,3
Realløn (brutto)	-2,1	-4,1	0,6
Realløn (netto)	-2,0	8,0	0,6
Real kapitalaf lønning	-3,8	-2,3	-0,9
Real valutakurs	-1,2	-1,8	1,6
Real CO ₂ -skat (kr. pr. ton CO ₂)	304	320	327

3.3.6 Effekter af tilbageføring via reduceret lønskat

Tilbageføres provenuet fra CO₂-afgiften via en proportional nedgang i skatten på lønindkomst, øges BNP med 0,9 pct., mens beskæftigelsen stiger med 1,4 pct. I forhold til lumpsum-tilbageføring nedvælttes en større del af virksomhedernes energiomkostningsstigning i aflønningen af arbejdskraft, mens den reale kapitalaf lønning belastes mindre i dette scenarie. Grunden til, at arbejdskraftaf lønningen kan bære så stor en del af tilpasningen er, at marginals-katten på løn samtidig lempes, hvorfor reallønnen *efter skat* stiger for husholdningerne som helhed, jf. tabel 3.6. Dette tilsiger en stigning i arbejdsudbuddet og et fald i virksomhedernes reale lønomkostninger pr. arbejdstime. Dermed stimuleres beskæftigelsen i økonomien. I modellen holdes det samlede kapitalapparat konstant, og der er ingen muligheder for kapitaleksport, så ændringer i kapitalaf lønningen har først og fremmest betydning for *fordelingen* af kapitalapparatet på erhverv. Både eksport og import falder. Den reale valutakurs tilpasser sig for at sikre betalingsbalanceligevægt.

Stigningen i reallønnen efter skat er størst for de højt-lønnede grupper, som har

den højeste gennemsnitlige marginalskat på løn, jf. tabel 3.6. For gruppen af lavtlønnede beregner modellen en tilbagegang i realløn efter skat. Dette skyldes, at der regnes på en reduktion i skatten på arbejdsindkomst, hvilket ikke har den store effekt blandt personer med lave indkomster, hvor en forholdsvis stor del af indkomsten udgøres af transfereringer. Modellen giver imidlertid ikke mulighed for alternativt at regne på ændringer i en skat på den samlede indkomst inkl. overførsler. En beskrivelse af husholdningernes samlede disponible indkomster fordelt på transfereringer, arbejdsindkomst og skattebetalinger er et oplagt område at videreudvikle ECOSMEC.

Alle husholdningstyper undtagen lavindkomstgruppen øger deres arbejdsudbud. Stigningen i arbejdsudbuddet skyldes, at stigningen i netto-reallønnen giver et øget incitament til at arbejde. Den samlede velfærd er for husholdningerne som helhed stort set uændret, idet skatteomlægningen betyder et samlet årligt velfærdstab på ca. 600 kr. pr. gennemsnitshusholdning. Velfærdsændringerne er imidlertid temmelig ulige fordelt på husholdningerne, idet såvel lavindkomst- som højindkomstgrupperne oplever et nyttetab, mens mellemindkomsthusholdninger med indkomster på 300-500.000 kr. kan nyde en velfærdsfremgang. For lavindkomsthusholdningerne tilskrives velfærdstabet det faldende forbrug, mens højindkomsthusholdningerne mister fritid og dermed velfærd. Endvidere medfører en ensidig reduktion af skatten på løn, at effekterne på gennemsnitsskatten (inkl. alle former for indkomst) i grupperne er forskellige. Højindkomstgrupperne har en del kapitalindkomst, hvis nettoværdi heller ikke stiger som følge af en lempet lønsskat. Bl.a. derfor øges højindkomstgruppernes arbejdsudbud. Alt i alt vurderes skatteomlægningen at være velfærdsmæssigt neutral.

Tabel 3.6 Velfærdsændringer pr. husholdning ved tilbageføring via lønskat

	Total indkomst	Forbrug	Realløn netto	Arbejdsudbud	Velfærd	Velfærd
	kr.	-----	pct.	-----	kr.	
TI1	Under 50.000	-5,0	-3,1	-0,2	-4,0	-2.500
TI2	50.000-99.999	-0,2	2,8	0,7	-0,8	-700
TI3	100.000-199.999	0,1	5,7	1,2	-0,6	-700
TI4	200.000-299.999	0,9	7,7	1,4	0,1	200
TI5	300.000-399.999	1,6	8,3	1,4	0,7	2.200
TI6	400.000-499.999	2,5	10,2	1,6	1,5	6.300
TI7	Over 500.000	0,3	11,8	1,9	-0,2	-1.200
Alle		0,4	8,1	1,4	0,3	600

3.3.7 Virkninger af tilbageføring via reduceret moms

Tilbageføres provenuet fra CO₂-afgiften ved at reducere momsen, er det som nævnt nødvendigt med en afgift på 327 kr. pr. ton CO₂ for at opnå en 20 pct. reduktion af CO₂-emissionerne, jf. tabel 3.7. I dette scenario fås en svag fremgang i beskæftigelsen. Det skyldes populært sagt, at momsen diskriminerer mellem forbrug og fritid, idet der er moms på forbrugsvarerne, men ikke fritiden. Lavere moms medfører derfor isoleret set en substitution fra fritid over mod forbrug. På trods af momsreduktionen stiger de reale forbrugerpriser på forbrugsvarer med et højt energiindhold. Forbrugerne reagerer ved at efterspørge mindre forbrug, men også mindre fritid, eftersom reallønnen stiger en smule. I ligevægten er forbruget derfor faldet med 0,4 pct., mens arbejdsudbud og beskæftigelse er steget med 0,3 pct. Husholdningerne er villige til at arbejde mere til samme nominelle løn, hvorfor produktionsomkostningerne falder trods stigende energipriser. Dette giver anledning til den lille aktivitetsfremgang.

Både forbrugsnedgangen og stigningen i arbejdsudbuddet peger i retning af en reduceret velfærd. Således reduceres velfærden for husholdningerne under ét med ca. 0,3 pct. svarende til knap 600 kr. om året pr. husholdning. Velfærdsnedgangen målt i procent er kraftigst for lavindkomstgrupperne, mens højindkomstgrupperne absolut set mister mest velfærd. Midtergruppen med indkomster i intervallet 300-400.000 kr. oplever en meget lille velfærdsgevinst trods tilbagegang i fritid.

Tabel 3.7 Velfærdsændringer pr. husholdning ved tilbageføring via moms

	Total indkomst	Forbrug	Realløn netto	Arbejdsudbud	Velfærd	Velfærd
	kr.	-----	pct.	-----	kr.	
TI1	Under 50.000	-1,7	0,6	0,4	-1,8	-1.100
TI2	50.000-99.999	-1,8	0,6	0,5	-1,9	-1.700
TI3	100.000-199.999	-1,2	0,6	0,5	-1,3	-1.600
TI4	200.000-299.999	-0,6	0,6	0,3	-0,7	-1.500
TI5	300.000-399.999	0,0	0,6	0,1	-0,2	-500
TI6	400.000-499.999	0,5	0,6	0,1	0,4	1.600
TI7	Over 500.000	-0,5	0,6	0,3	-0,6	-3.200
Alle		-0,4	0,6	0,3	-0,5	-1.200

3.3.8 Opsummering af forskellige tilbageføringsscenarier

En reduktion af CO₂-emissionerne på 20 pct. opnået ved en skat, hvis provenu tilbageføres til husholdningerne som lumpsum-transfereringer, tenderer til at udjævne indkomstuligheder og forbrugsmuligheder i forhold til udgangssituationen. Det skyldes, at det især er de rigeste, der bruger meget energi, mens alle husholdninger får det samme beløb tilbageført. Tilbageføres provenuet alternativt ved at reducere lønskatten eller momsen, vender en CO₂-skat derimod den tunge ende nedad. Det er især husholdninger med en samlet indkomst på under 100.000 kr., der taber i forbrug og velfærd på sådanne skatteomlægninger. De to laveste indkomstgrupper udgør ca. 20 pct. af samtlige husholdninger.²⁸

Også ændringerne i arbejdsudbud er ulige fordelt mellem husholdningstyper. Ved lumpsum-tilbageføring sker der aggregeret set et lille fald i arbejdsudbuddet, men dette fald opstår bl.a., fordi især lavindkomstgrupperne får et mindre incitament til at arbejde, når forbrugsvarerne fordyres via højere energipriser og realindkomsten samtidig stiger relativt meget som følge af lumpsum-tilbageføringen. Højindkomstgrupperne har relativt lave substitutionselasticiteter mellem forbrug og fritid, hvorfor indkomsteffekten dominerer over substitutionseffekten. Derfor

28) I gruppen med bruttoindkomster under 50.000 kr. findes ca. 86.000 husholdninger, mens gruppen med indkomster mellem 50.000-99.999 kr. rummer ca. 383.000 husholdninger. Samlet opererer modellen med ca. 2,2 mio. husholdninger, jf. tabel 2.6.

øger højindkomstgrupperne deres arbejdsudbud en smule trods lavere realløn.

For lumpsum- og momstilbageføring er der for husholdningerne under ét tale om en nedgang i velfærd. Tilbageføres der i stedet ved at reducere lønskatter, ses derimod en bekseden velfærdsgevinst. I lumpsum-scenariet oplever lavindkomst-husholdningerne en nyttefremgang, mens højindkomstgrupperne går tilbage. Omvendt forholder det sig i scenariet, hvor CO₂-skatteprovenuet tilbageføres via lønskatterne. Her oplever de højeste mellemindkomster en fremgang, mens både lavindkomst- og den allerhøjeste lønnede gruppe oplever en nedgang i velfærd. Velfærdsnedgangen er her ekstra markant for gruppen med husholdningsindkomst under 50.000 kr. Denne gruppe har en ret lille lønindkomst og får derfor ikke glæde af en lavere lønskat. Problemet i modellen er som tidligere nævnt, at transfereringssiden ikke er eksplicit modelleret, hvorfor det kun er muligt at modellere en reduktion i lønskatten og ikke, hvilket ellers ville være mere realistisk, en reduktion i den generelle indkomstskat.

3.4 Følsomhedsanalyser

De samfundsøkonomiske omkostninger ved at reducere CO₂-emissionerne med 20 pct. afhænger af en lang række forudsætninger om økonomiens funktionsmåde:

- Graden hvormed virksomheder og forbrugere er i stand til at erstatte CO₂-intensive energityper med mindre forurenende energiformer.
- Virksomhedernes evne til at substituere bort fra energi ved f.eks. at øge kapital- eller arbejdskraftintensiteten i produktionen.
- Husholdningernes vægtning af forbrug i forhold til fritid har betydning både for arbejdsmarkedets funktionsmåde og for husholdningernes velfærd.
- Husholdningernes tilbøjelighed til at erstatte goder med et højt forureningsindhold med mindre forurenende goder.
- Konkurrencen på arbejdsmarkedet og arbejdsstyrkens evne til omstilling til ændret erhvervsstruktur.
- Kapitalens mobilitet mellem forskellige erhverv og mellem forskellige

produktionsprocesser.

Generelt vil det naturligvis gælde, at jo mere fleksibel økonomien er, des mindre bliver de økonomiske effekter af diverse indgreb. I det følgende vil vi forsøge at belyse, hvor meget modellens antagelser om økonomiens funktionsmåde på disse punkter påvirker beregningsresultaterne gennemgået ovenfor. Følsomhedsanalyserne foretages med udgangspunkt i beregningerne af de makroøkonomiske effekter ved at reducere CO₂-emissionerne. For at kunne vurdere følsomheden af de "rene" effekter af CO₂-politikken har vi som regel valgt at tilbageføre provenuet via lumpsum-overførsler. Dog vises beregningernes følsomhed over for substitution mellem forbrug og fritid ved tilbageføring via lønskatter.

3.4.1 Resultaternes følsomhed mht. substitution mellem energiformer

Spørgsmålet om, hvor følsomme resultaterne er over for modellens antagelser om erhvervenes muligheder for at omlægge energiforbruget fra CO₂-intensive energityper til mindre forurenende energikilder, kan belyses ved at variere substitutionselasticiteterne i energiefterspørgslen i erhvervene. Modelberegninger viser, at en halvering hhv. en fordobling af substitutionselasticiteterne i energiefterspørgslen på alle niveauer i nestningsstrukturen har forsvindende lille betydning for estimaterne for såvel de velfærdsmæssige som de makroøkonomiske konsekvenser af at reducere CO₂-emissionerne, jf. tabel 3.8. Dog kan CO₂-reduktionen nås med en lavere afgiftssats, hvis virkshederne har gode muligheder for at erstatte CO₂-intensive energityper med forholdsvis CO₂-ekstensive energityper, mens det omvendte naturligvis gør sig gældende, hvis substitutionen mellem energityper er lav. Skatteprovenuet fra CO₂-afgiften varierer mellem knap 11 mia. kr. og knap 15 mia. kr. afhængig af antagelserne om substitutionselasticiteterne i energiforbruget.

Tabel 3.8 Virkninger af en 20 pct.-reduktion af CO₂-emissionerne under alternative antagelser om substitution mellem energiformer i erhvervene, ændring i pct.¹

	Lav substitution²	Standard-scenariet	Høj substitution³
Velfærd	-1,0	-0,9	-0,7
Real BNP	-0,3	-0,2	-0,2
Privatforbrug	-1,2	-1,1	-0,9
Eksport	-1,5	-1,4	-1,2
Import	-1,9	-1,8	-1,6
Beskæftigelse	-0,3	-0,2	-0,2
Realløn (brutto og netto)	-2,3	-2,0	-1,7
Real kapital aflønning	-4,2	-3,8	-3,2
Real valutakurs	-1,3	-1,2	-1,0
Real CO ₂ -skat (kr. pr. ton CO ₂)	337	304	247

1) Provenuet er tilbageført som lumpsum-overførsler i alle tre scenarier.

2) Substitutionselasticiteter mellem energiformer halveret på alle niveauer i energinestene.

3) Substitutionselasticiteter mellem energiformer fordoblet på alle niveauer i energinestene.

3.4.2 Resultaternes følsomhed mht. substitution mellem produktionsfaktorer

Modellens følsomhed mht. substitution mellem kapital, arbejdskraft og energiaggregatet er belyst ved at halvere hhv. fordoble substitutionselasticiteterne i erhvervene. Beregningerne viser, at såvel den aggregerede velfærd som aktiviteten i økonomien er forholdsvis upåvirkede af modellens antagelser om substitution mellem kapital og energi og mellem kapital-energi-aggregatet og arbejdskraft, jf. tabel 3.9. Derimod har substitutionsmulighederne relativt stor betydning for CO₂-afgiftens konsekvenser for faktoraflønningen, idet lav substitution mellem produktionsfaktorerne gør, at det er nødvendigt at nedvælge en temmelig stor del af afgiftsbyrden i aflønningen af arbejdskraft og kapital, og vice versa. Endvidere er der stor forskel på størrelsen af den CO₂-afgift, der er nødvendig for at nå CO₂-målsætningen. Afgiftsprovenuet vil kunne variere mellem knap 10 mia. kr. og knap 17 mia. kr. alt efter, hvor nemt erhvervene har ved at omstille produktionen bort fra energiintensive processer og erhverv. Den store forskel i afgiftsprovenuet vil naturligvis også have betydning for mulighe-

derne for at reducere forvridningstab andre steder i skattesystemet.

Tabel 3.9 Virkninger af en 20 pct.-reduktion af CO₂-emissionerne under alternative antagelser om substitution mellem produktionsfaktorer, ændring i pct.¹

	Lav substi- tution²	Standard- scenariet	Høj substi- tution³
Velfærd	-1,1	-0,9	-0,7
Real BNP	-0,3	-0,2	-0,1
Privatforbrug	-1,3	-1,1	-0,8
Eksport	-1,5	-1,4	-1,3
Import	-1,9	-1,8	-1,7
Beskæftigelse	-0,3	-0,2	-0,1
Realløn (brutto og netto)	-2,7	-2,0	-1,4
Real kapitalaf lønning	-5,2	-3,8	-2,5
Real valutakurs	-1,5	-1,2	-0,8
Real CO ₂ -skat (kr. pr. ton CO ₂)	383	304	224

1) Provenuet er tilbageført som lumpsum-overførsler i alle tre scenarier.

2) Substitutionselasticiteter mellem kapital, arbejdskraft og energi er halveret.

3) Substitutionselasticiteter mellem kapital, arbejdskraft og energi er fordoblet.

Den relativt store forskel på effekterne på realløn og real kapitalaf lønning og på det private forbrug har betydning for *fordelingen* af velfærdseffekterne, jf. tabel 3.10. Hvis substitutionen mellem produktionsfaktorerne er højere end i standardmodellen, reduceres både det gennemsnitlige velfærdstab og de fordelingsmæssige forskelle mellem husholdningsgrupperne. Det skyldes, at tilbagegangen i realløn er lavest i det scenario, hvor der er høj substitution mellem produktionsfaktorerne, hvilket begrænser såvel forbrugsnedgangen som ændringerne i arbejdsudbud for alle grupper.

Tabel 3.10 Velfærdseffekter fordelt på husholdningstyper under forskellige antagelser om substitution mellem produktionsfaktorer, ændring i pct.¹

	Lav substitution ²	Standardscenariet	Høj substitution ³
0-49.999 kr.	10,1	7,8	5,5
50-99.999 kr.	4,2	3,2	2,2
100-199.999 kr.	1,2	0,9	0,6
200-299.999 kr.	-1,0	-0,8	-0,6
300-399.999 kr.	-1,7	-1,4	-1,0
400-499.999 kr.	-1,8	-1,4	-1,0
Over 500.000 kr.	-4,4	-3,5	-2,6
Alle husholdninger	-1,1	-0,9	-0,7

1) Provenuet er tilbageført som lumpsum-overførsler i alle tre scenarier.

2) Substitutionselasticiteter mellem kapital, arbejdskraft og energi er halveret.

3) Substitutionselasticiteter mellem kapital, arbejdskraft og energi er fordoblet.

Som nævnt i kapitel 2.3 repræsenterer elasticiteterne i standardscenariet substitutionsmulighederne på det lange sigt. Er tidshorizonten af mellemfristet karakter (op til 5 år) eller det meget lange sigt (65 år som OECD's GREEN-model), er det mere relevant at se på enten scenariet med lav substitution eller scenariet med høj substitution.

3.4.3 Resultaternes følsomhed mht. substitution mellem fritid og forbrug

Modellen opererer med en kompenseret arbejdsudbudselasticitet på 0,1, hvilket er normalt i forhold til andre danske undersøgelser, jf. Graversen og Smith (1998). Den kompenserede arbejdsudbudselasticitet omregnes til en substitutionselasticitet mellem forbrug og fritid for de forskellige husholdningstyper ved at vægte med de respektive husholdningstypers forbrug, fritid og arbejdsudbud, jf. kapitel 2. Den beregnede substitutionselasticitet ligger i intervallet 0,7-1,5 for de forskellige husholdningstyper opdelt efter total indkomst, jf. tabel 2.8.

Følsomhedsanalyser viser, at substitutionselasticiteterne mellem forbrug og fritid ikke har så stor betydning for hverken de makroøkonomiske størrelser eller velfærdseffekterne, når der tilbageføres via lumpsum-transfereringer. Tilbage-

føres CO₂-provenuet via lønskatten, har det imidlertid større betydning, i hvor høj grad husholdningerne er villige til at ombytte øget forbrug med mindre fritid og vice versa, jf. tabel 3.11. Substitutionselasticiteternes størrelse påvirker især velfærdseffekterne for højindkomstgrupperne, mens lavindkomstgruppernes adfærd ikke påvirkes voldsomt af ændringer i lønskatten, fordi løn udgør en relativt lille andel af disse gruppers samlede indkomst. Sammenlignet med andre studier er ECOSMEC's substitutionselasticiteter mellem forbrug og fritid høje. Usikkerheden trækker således i retning af, at en omlægning af lønskatte til energiafgifter stort set er velfærdsmæssigt neutral.

Tabel 3.11 Velfærd fordelt på husholdningstyper under forskellige antagelser om substitution mellem forbrug og fritid, ændring i pct.¹

	Lav substitution²	Standardscenariet	Høj substitution³
0-49.999 kr.	-3,7	-4,0	-4,9
50-99.999 kr.	-1,3	-0,8	0,6
100-199.999 kr.	-1,2	-0,6	1,0
200-299.999 kr.	-0,4	0,1	1,4
300-399.999 kr.	0,3	0,7	1,6
400-499.999 kr.	1,1	1,5	2,6
Over 500.000 kr.	-1,1	-0,2	2,2
Alle husholdninger	-0,3	0,3	1,6

1) Provenuet er tilbageført via reduceret lønskat i alle tre scenarier.

2) Substitutionselasticiteter mellem forbrug og fritid er halveret.

3) Substitutionselasticiteter mellem forbrug og fritid er fordoblet.

Følsomhedsanalyser viser endvidere, at antagelser om fritidens initiale andel af arbejdsudbuddet har en vis betydning for såvel de gennemsnitlige velfærdseffekter som fordelingen på husholdningstyper. Dette gælder især ved tilbageføring via reducerede lønskatte, men også i et vist omfang ved lumpsum-tilbageførsel. Tilbageføres CO₂-provenuet via reduceret lønskat, betyder en forøgelse af fritidens initiale andel af arbejdsudbuddets værdi fra 0,25 til 0,5 en ekstra velfærdsgavn for husholdningerne. Desuden udjævnes forskellene mellem husholdningstyperne. En forøgelse af fritidens initiale værdi indebærer, at arbejdsudbuddets indkomstelasticitet bliver større.

3.4.4 Resultaternes følsomhed mht. substitution mellem forbrugsvarer

I modellen er det antaget, at forbrugsvarerne kan grupperes i nogle hovedgrupper, og at substitutionselasticiteten mellem disse hovedgrupper er 1 svarende til en Cobb-Douglas-forbrugsfunktion. Hver af de 36 forbrugsvarer er formuleret som et nest af et ikke-energi-gode og et energiaggregat, og substitutionselasticiteten mellem disse to er i modellen sat til 0,5. Ikke-energi-aggregatet hhv. energiaggregatet er hver i et under-nest sammensat af en række mere specifikke varer, og substitutionselasticiteten mellem disse er ligeledes 1. I følsomhedsanalyserne er alle substitutionselasticiteter i forbrugsfunktionen forsøgt halveret hhv. fordoblet. Det viser sig, at de makroøkonomiske hovedstørrelser, BNP, privatforbrug, import og eksport, er relativt ufølsomme over for ændringer i antagelserne om husholdningernes lyst til at ændre det samlede forbrugs sammensætning på forbrugsvarer.²⁹ Derimod påvirkes den reale faktor aflønning relativt meget af de valgte forudsætninger om substitution mellem forbrugsvarerne. Hvis husholdningerne er relativt utilbøjelige til at udskifte relativt energiintensive forbrugsvarer med relativt energiekstensive varer, kræves der samtidig en betydeligt højere CO₂-afgift for at nå reduktionsmålet, hvilket giver et større skatteprovenu, der skal tilbageføres. Disse forskelle har især betydning for velfærdseffekternes fordeling mellem husholdningstyper, jf. tabel 3.12. Fordelingen af velfærdseffekterne udjævnes således, når substitutionen mellem forbrugsgoder er høj. Højindkomstgrupperne oplever et lavere velfærdstab, mens lavindkomstgruppernes velfærdsgevinst reduceres. Dette skyldes naturligt nok, at højindkomstgrupperne rammes relativt hårdest af fald i den reale faktor aflønning. Desuden har lavindkomstgrupperne relativt størst glæde af lumpsum-transferinger, som er størst, når CO₂-skatteprovenuet er stort.

29) Det er her antaget, at provenuet tilbageføres som lumpsum-transferinger.

Tabel 3.12 Velfærd fordelt på husholdningstyper under forskellige antagelser om substitution mellem forbrugsvarer, ændring i pct.¹

	Lav substitution ²	Standardscenariet	Høj substitution ³
0-49.999 kr.	10,3	7,8	5,3
50-99.999 kr.	4,5	3,2	2,0
100-199.999 kr.	1,5	0,9	0,3
200-299.999 kr.	-0,8	-0,8	-0,8
300-399.999 kr.	-1,6	-1,4	-1,2
400-499.999 kr.	-1,5	-1,4	-1,3
Over 500.000 kr.	-4,2	-3,5	-2,8
Alle husholdninger	-0,9	-0,9	-0,9

1) Provenuet er tilbageført via lumpsum-transferinger i alle tre scenarier.

2) Substitutionselasticiteter i forbruget er halveret.

3) Substitutionselasticiteter i forbruget er fordoblet.

Vi har foretaget en tilsvarende følsomhedsanalyse som ovenfor, men hvor CO₂-skatteprovenuet anvendes til at reducere lønskatten. I dette tilfælde viser det sig, at antagelserne om substitution i forbruget har relativt større betydning for især de makroøkonomiske størrelser, jf. tabel 3.13. Aktiviteten stiger således mest, når substitutionen i forbruget er forholdsvis ringe, fordi der i dette tilfælde er tale om et relativt stort CO₂-skatteprovenu og dermed en relativt stor reduktion i lønskatterne. På trods af en høj nedgang i reallønnen brutto, oplever hovedparten af husholdningerne en fremgang i reallønnen netto, hvilket betyder, at de øger deres arbejdsudbud med ca. 1,7 pct.

Tabel 3.13 Virkninger af en 20 pct.-reduktion af CO₂-emissionerne under alternative antagelser om substitution mellem forbrugsvarer, ændring i pct.¹

	Lav substi- tution²	Standard- substitution	Høj substi- tution³
Velfærd	0,6	0,3	-0,1
Real BNP	1,1	0,9	0,6
Privatforbrug	1,5	1,1	0,5
Eksport	-0,4	-0,6	-0,9
Import	-0,4	-0,7	-1,0
Beskæftigelse	1,7	1,4	1,1
Realløn (brutto)	-5,1	-4,1	-3,1
Realløn (netto)	0,6	8,0	5,7
Real kapitalaflønnig	-3,3	-2,3	-1,5
Real valutakurs	-2,4	-1,8	-1,2
Real CO ₂ -skat (kr. pr. ton CO ₂)	390	320	256

1) Provenuet er tilbageført via reduceret lønsskat i alle tre scenarier.

2) Substitutionselasticiteter i forbruget er halveret.

3) Substitutionselasticiteter i forbruget er fordoblet.

Igen er fordelingen mellem husholdninger mere ulige, hvis husholdningerne er relativt utilbøjelige til at omstille deres forbrug i retning af mere energiekstensive varer, jf. tabel 3.14. Omvendt dæmpes de fordelingsmæssige skævheder for især lavindkomstgruppen, hvis alle grupper har gode muligheder for at substituere bort fra energiintensive forbrugsgoder.

Tabel 3.14 Velfærd fordelt på husholdningstyper under forskellige antagelser om substitution mellem forbrugsvarer, ændring i pct.¹

	Lav substitution ²	Standard-substitution	Høj substitution ³
0-49.999 kr.	-5,0	-4,0	-3,1
50-99.999 kr.	-0,7	-0,8	-0,9
100-199.999 kr.	-0,4	-0,6	-0,7
200-299.999 kr.	0,3	0,1	-0,1
300-399.999 kr.	1,0	0,7	0,3
400-499.999 kr.	2,1	1,5	0,9
Over 500.000 kr.	0,0	-0,2	-0,5
Alle husholdninger	0,6	0,3	-0,1

1) Provenuet er tilbageført via reduceret lønskat i alle tre scenarier.

2) Substitutionselasticiteter i forbruget er halveret.

3) Substitutionselasticiteter i forbruget er fordoblet.

3.5 Afslutning

Beregninger med ECOSMEC-modellen viser, at opfyldelse af den danske målsætning om at reducere CO₂-emissionerne med 20 pct. har beskedne makroøkonomiske og velfærdsmæssige konsekvenser. Isoleret set pålægger CO₂-afgiften samfundet et mindre velfærdstab, idet forbrugernes nytte reduceres via lavere forbrug, når CO₂-afgiftsprovenuet tilbageføres som lumpsum-transfereringer. I denne situation reduceres arbejdsudbuddet, fordi husholdningernes realløn efter skat er lavere, når forbrugerpriserne stiger.

Velfærdstabets som følge af den højere energibeskatning kan imidlertid delvist modvirkes, hvis CO₂-skatteprovenuet anvendes til at reducere andre forvridende skatter. Hvis provenuet fra CO₂-afgiften tilbageføres via reduceret lønskat eller reduceret moms, reduceres det samlede velfærdstab i forhold til situationen, hvor provenuet gives tilbage til husholdningerne som lumpsum-transfereringer. Tilbageføring via reduceret lønskat er stort set velfærdsmæssigt neutral, idet husholdningerne under ét oplever en lille velfærdsgevinst. Velfærdseffekterne er derimod ret ulige fordelt mellem de forskellige husholdningstyper. Således er der en tendens til, at lavindkomstgrupperne får de relativt højeste velfærdstab, mens mellemindkomsterne får en velfærdsgevinst. Den fordelingsmæssige skævhed

kan især tilskrives, at CO₂-skatteprovenuet tilbageføres som reduceret lønskat i stedet for som en generel sænkning af indkomstskatten. En lavere lønskat kommer kun i meget begrænset omfang lavindkomstgrupperne til gode, idet kun en lille del af disse gruppers samlede indkomst udgøres af løn. For at belyse dobbelt-dividende-ideen nærmere ville det derfor også være relevant at forsøge at indlægge en beskatning af transfereringerne i ECOSMEC.

Konklusionerne ændrer sig ikke voldsomt, hvis man ændrer på modellens antagelser mht. økonomiens evne til at tilpasse sig ændrede relative priser i produktion og efterspørgsel. Følsomhedsanalyser viser, at virkningerne på aktivitet og velfærd er relativt upåvirkede af, at man varierer substitutionselasticiteterne i produktionen. Dog har substitutionselasticiteterne mellem hhv. forbrug og fritid og indbyrdes mellem forbrugsgoder en vis betydning for velfærdseffekterne, når et CO₂-afgiftsprovenu tilbageføres via reducerede lønskatter.

De relativt beskedne makroøkonomiske effekter er en naturlig følge af ECOSMEC-modellens relativt fleksible struktur. Produktionsstrukturen er overalt kendetegnet ved fuldkommen konkurrence, og der er antaget en høj grad af fleksibilitet i faktormarkederne. Fast realkapital antages således stort set fuldt mobil mellem erhvervene, og elasticiteterne i husholdningernes substitution mellem fritid og forbrug er relativt høje. Følsomhedsanalyserne understreger da også, at netop substitutionselasticiteten mellem fritid og forbrug har stor betydning for velfærdseffekternes fortegn og størrelse.

Hypotesen om stærk dobbelt-dividende er blevet set som en genvej til at forsvare indførslen af miljøafgifter uden at være nødt til at kunne påvise gevinsterne for miljøet. Eftersom benefitsiden af miljøforbedringer er vanskelig at værdisætte, og eftersom miljøgevinster ikke nødvendigvis opvejer den betydning, som politikerne tillægger et eventuelt fald i beskæftigelse og produktion, kan det være belejligt at kunne forsvare miljøafgifter udelukkende med skattepolitiske argumenter. I litteraturen og i det tidligere empiriske arbejde hersker der imidlertid en del uenighed om, hvorvidt en sådan dobbelt-dividende er opnåelig. Vanskelighederne ved at eftervise eksistensen af dobbelt-dividende empirisk understreger, at der ikke er nogen vej udenom at afveje fordele (renere miljø) og omkostninger, når den optimale miljøindsats skal fastlægges. Beregningerne i dette kapitel viser, at selvom de overordnede effekter er små, rammes forskellige husholdninger og erhverv vidt forskelligt af en CO₂-afgift.

4. Imperfekt konkurrence i energisektoren

4.1 Konkurrenceforhold i generel ligevægtssammenhæng

I den grundliggende version af ECOSMEC, som blev beskrevet i kapitel 2, er produktionen i alle erhverv underkastet fuldkommen konkurrence på alle markeder. Forudsætningen om fuldkommen konkurrence er central i mange generelle ligevægtsmodeller. Sådanne forenklede antagelser kan være praktiske både ved opbygningen af en model og i forbindelse med fortolkningen af resultaterne af forskellige simulationer. Virkelighedens verden er imidlertid sjældent så enkel, som modellerne beskriver. Høje faste omkostninger kan åbne op for muligheden for stigende skalaafkast, som sjældent er foreneligt med fuldkommen konkurrence. Ligeledes kan der af historiske årsager eller som følge af mangelfuld regulering være virksomheder eller erhverv, som ikke, eller kun i begrænset omfang, er udsat for konkurrence.

El- og fjernvarmesektoren er et eksempel på en sektor, hvor der er imperfekt konkurrence. I det følgende diskuteres mulighederne for at beskrive imperfekt konkurrence i energisektoren. Formålet med kapitlet er bl.a. at diskutere, hvorledes produktionsstrukturen i el- og varmesektoren kan formuleres, så der tages hensyn til, at en relativt stor del af de samlede omkostninger består af faste omkostninger (især i transmissionsleddet) og, at sektorens produktion er karakteriseret ved stigende skalaafkast (IRTS). Vi belyser betydningen af en sådan omformulering ved at genberegne nogle af de CO₂-scenarier, der blev vist i kapitel 3. Endelig forsøger vi at kvantificere de generelle ligevægtseffekter af øget konkurrence i energisektoren.

4.2 Imperfekt konkurrence i el- og fjernvarmesektoren

El- og fjernvarmesektoren er underkastet en høj grad af offentlig regulering.³⁰ Den offentlige regulering af selskaberne giver sig bl.a. udtryk i, at priserne er baseret på et såkaldt "hvile-i-sig-selv"-princip, som indebærer, at selskaberne ikke må generere overskud. Derimod må de godt foretage henlæggelser til frem-

30) Den offentlige regulering af el- og fjernvarmesektoren har også været politisk motiveret ud fra hensyn til samfundsøkonomi, forsyningsikkerhed og miljø. Forsyningsomlægninger og krav til brændselsammensætning har været centrale elementer i den statslige styring af el- og varmesektoren, jf. Det Økonomiske Råd (1997).

tidige investeringer. Fraværet af konkurrence i sektoren fra både danske og udenlandske konkurrenter medfører inefficiens i produktionen og i sidste ende for høje el- og varmepriser, jf. bl.a. Det Økonomiske Råd (1997 og 1995).³¹

Kraftvarmesektoren er karakteriseret ved, at en meget stor andel af de samlede omkostninger er faste omkostninger bundet i et stort kapitalapparat med en lang levetid. Dette gælder til en vis grad for selve produktionen af fjernvarme og el, men det er i særdeleshed karakteristisk for transmission og distribution af el og varme over hhv. el- og fjernvarmenettet.³² Inden for det eksisterende kapitalapparats levetid udgør de variable omkostninger kun en meget lille del af de samlede omkostninger.

For elsektorens vedkommende viser beregninger fra Konkurrencestyrelsen (1998a) baseret på budgettal for 1998, at distributionsomkostninger udgør ca. 22 pct. af de samlede omkostninger i elproduktionen. En undersøgelse af elsektorens produktivitet viser, at der er effektivitetsproblemer i distributionsleddet, jf. Hougaard (1994). Analysen konkluderer, at der er et potentiale for at reducere omkostningerne i distributionen med mellem 17 og 44 pct. For elsektoren som helhed vurderer Finansministeriet (1997), at der er et betydeligt potentiale for effektivitetsgevinster, idet arbejdskraftproduktiviteten i sektoren er noget lavere end i Sverige, Japan og USA. Endvidere var der en reservekapacitet i kapitalapparatet på hele 70 pct. i 1995.

Med udgangspunkt i oplysninger fra Konkurrencestyrelsen har vi skønnet, at ca. 20 pct. af fjernvarmesektorens samlede omkostninger udgøres af netværksomkostninger. Konkurrencestyrelsen (1998a) vurderer, at både arbejds- og kapitalproduktiviteten i fjernvarmesektoren vil kunne øges betydeligt. Potentialet for at øge kapitalproduktiviteten er bl.a. en konsekvens af, at fjernvarmenettene

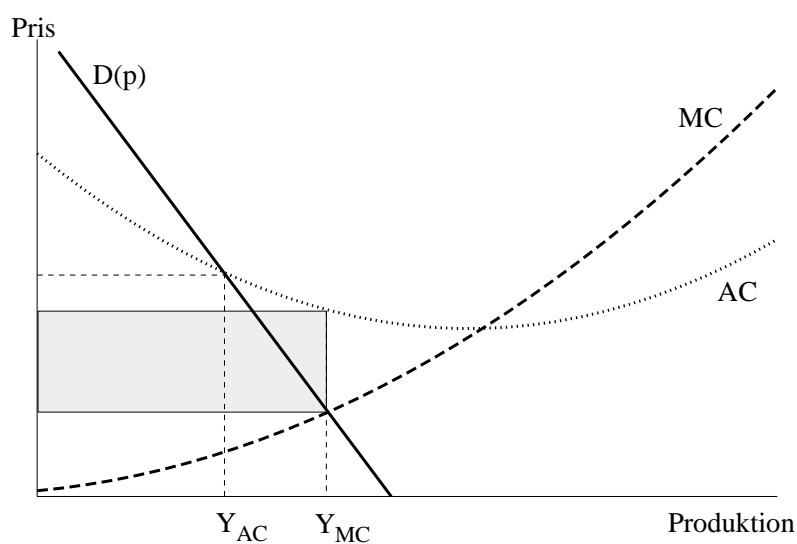
- 31) Elforsyningen i Danmark har været præget af vertikal integration, idet produktion, transmission og distribution har været tæt forbundne, jf. Det Økonomiske Råd (1997). El- og varmesektoren er imidlertid i disse år under forandring. Folketinget vedtog i 1996 en ændring af elforsyningsloven, der indebærer en delvis liberalisering af elsektoren. Loven, som er godkendt af EU-Kommissionen, trådte i kraft primo 1998. Desuden har EU-landene vedtaget et direktiv om gradvis liberalisering af elsektoren fra 1999. Endelig arbejdes der i Danmark på et nyt oplæg til liberaliseringer på elområdet.
- 32) Mht. el deles transmissionsopgaven af Eltra og Elkraft efter de to selskabers geografiske udbredelse. Distributionsopgaverne er fordelt mellem en række selskaber, som har ansvaret for forskellige regioner i landet.

stort set er fuldt udbygget, hvorfor der ikke fremover vil være behov for investering i ny produktionskapacitet. Dertil kommer iflg. Konkurrencestyrelsen, at fjernvarmenettene efterhånden er ved at være fuldt afskrevet.

4.3 Modellering af imperfekt konkurrence i ECOSMEC

I praksis kan en del af de meget langsigtede investeringer, som foretages i el- og varmesektoren, opfattes som faste omkostninger. Dette gælder i særdeleshed omkostninger til netværksfaciliteter, som i et vist omfang er uafhængige af, hvor meget el og varme som transmitteres og distribueres via elnet og -kabler og fjernvarmerør. Sammenhængen mellem omkostninger og efterspørgsel for en producent, som har relativt høje faste omkostninger i forhold til marginalomkostningerne, kan forenklet beskrives som i figur 4.1.

Figur 4.1 Produktion og prisfastsættelse med høje faste omkostninger



Eftersom de faste omkostninger udgør en relativt stor del af de samlede omkostninger, er gennemsnitsomkostningerne (AC) ret høje i forhold til marginalomkostningerne (MC) indtil produktionen når et vist niveau, jf. figur 4.1. Dette giver mulighed for stigende skalaafkast i produktionen. Det punkt, hvor gennemsnitsomkostningerne er i minimum, og hvor MC-kurven skærer AC-kurven, nås derfor først for en forholdsvis høj produktion i forhold til efterspørgslen. Den del af MC-kurven, der ligger over AC-kurven, og som i fuldkommen

konkurrence svarer til udbudskurven, har følgelig ikke nogen skæring med efterspørgselskurven (D). Hvis producenten blev tvunget til at producere y_{MC} , ville producenten ikke få dækket sine faste omkostninger og ville i det lange løb være nødt til at stoppe produktionen. Dette dilemma er baggrunden for at karakterisere situationen med høje faste omkostninger og lave marginalomkostninger som et naturligt monopol. Offentlig regulering af naturlige monopoler via konkurrencelovgivningen har traditionelt sigtet mod, at producenten skal sætte prisen lig den gennemsnitlige produktionsomkostning, dvs. p_{AC} . Det svarer til den situation, hvor efterspørgselskurven skærer AC-kurven. Den udbudte mængde, y_{AC} , er lavere end den mængde, y_{MC} , der ville blive udbudt, hvis der var tale om fuldkommen konkurrence.³³

I ECOSMEC skelnes der ikke mellem selve produktionen af el- og fjernvarme og distribution/transmission af el hhv. varme, idet el- og fjernvarmesektoren antages at dække hele processen fra indfyring af brændsler i kraftvarmeverkerne til levering af slutproduktet hos forbrugerne og i erhvervene. I modellen behandles el- og fjernvarmesektoren under ét for at tage højde for den forenede produktion af kraftvarme, jf. kapitel 2.2. Som nævnt ovenfor vurderes det, at distributionsledet i elsektoren udgør mere end 20 pct. af de samlede omkostninger. For fjernvarmesektoren har vi skønnet, at ca. 20 pct. af omkostningerne er netværksomkostninger. Givet, at flere kilder peger på betydelige effektiviseringsgevinster i distributionsledet, må det dog antages, at kun en del af omkostningerne i distributionsledet reelt kan opfattes som faste omkostninger.

I MobiDK er betydningen af faste omkostninger og stigende skalaafkast repræsenteret ved en såkaldt Cost Disadvantage Ratio (CDR), som angiver andelen af faste omkostninger ud af samlede omkostninger. CDR er beregnet for erhvervene i en række europæiske lande på baggrund af ingeniør-tekniske vurderinger, jf. Harrison mfl. (1993). I MobiDK tager beregningen af de faste omkostninger i erhvervene udgangspunkt i de CDR-værdier, der findes hos Harrison mfl. CDR i el- og fjernvarmesektoren er således 2,5 pct. i MobiDK. Denne kvote for de faste omkostninger som andel af de samlede omkostninger er meget lav i forhold til de ovenfor omtalte budget- og regnskabstal for den danske el- og fjernvarmesektor. Forskellen kan muligvis tilskrives forskellige definitioner af faste omkost-

33) Alternativt kan det offentlige regulere et naturligt monopol ved at give producenten et tilskud svarende til de faste omkostninger og dernæst forlange, at producenten fastsætter sin pris svarende til marginalomkostninger som i fuldkommen konkurrencesituationen.

ninger i de to kilder, bl.a. begrundet i den valgte tidshorisont for vurderingen.

I de følgende beregninger har vi valgt at operere med en fast omkostningsandel på 10 pct. Dette er et forsigtigt skøn i forhold til danske data, men et noget højere tal end de CDR-værdier fra et europæisk studie, som MobiDK baserer sig på.

Modelleringen af imperfekt konkurrence i ECOSMEC ligger i øvrigt tæt op ad MobiDK.³⁴ Der er dog foretaget nogle ændringer i forhold til MobiDK, dels for at tage højde for den forenede produktion i kraftvarmesektoren, dels mhp. at inddrage produktionsstrukturen fra GESMEC i formuleringen af nestning, substitutionselasticiteter etc., jf. kapitel 2. Reguleringen af el- og varmesektoren går i Danmark ud på at fastsætte el- og varmepriserne ud fra gennemsnitsomkostningerne, og der opstår ikke nogen profit. Dette kaldes AC-prisfastsættelse. Prisfastsættelse ud fra gennemsnitsomkostninger (AC-prisfastsættelse) vurderes som den mest realistiske måde at beskrive prisfastsættelsen i den danske el- og fjernvarmesektor. Af illustrative grunde har vi imidlertid forsøgt at modellere yderligere to forskellige typer af imperfekt konkurrence i energisektoren, oligopol med fri adgang til markedet, som også findes i MobiDK, samt monopol uden fri markedsadgang.³⁵ Modelformuleringen af produktionsstrukturen i energisektoren er relativt ensartet under de tre alternative konkurrenceformer, idet producenten i alle tre tilfælde optimerer udelukkende ud fra de variable omkostninger, som er de samlede omkostninger ekskl. faste omkostninger. Forskellen mellem den samlede indtjening og de variable omkostninger kan opfattes som en rent, som skal dække de faste omkostninger. I AC-tilfældet overføres renten til det offentlige, som til gengæld skal dække de faste omkostninger. I tilfældet med monopol uden markedsadgang overføres renten (efter fradrag for faste omkostninger) til energierhvervet. Det betyder indirekte, at husholdningerne får profitten, da de ejer erhvervene. I oligopol med fri markedsadgang konkurreres

- 34) I Erhvervsministeriets nuværende version af MobiDK er der indbygget en option for at vælge to forskellige typer af imperfekt konkurrence i erhvervene, nemlig AC-prisfastsættelse og monopol med fri adgang for nye producenter for at etablere sig i markedet.
- 35) Programmeringen af imperfekt konkurrence i ECOSMEC er på linje med programmeringseksempler på forskellige typer af imperfekt konkurrence formuleret af Markusen og Rutherford (1995). I princippet kan modeller med imperfekt konkurrence kalibreres ved at antage i) en fast omkostningsandel, ii) en mark-up eller iii) et antal virksomheder. I dette tilfælde har vi valgt at tage udgangspunkt i en fast omkostningsandel.

profitten bort. Teknisk er dette gjort ved at formulere en netto-rent til en agent, som efterspørger en vare, der er sammensat som de faste omkostninger. Når netto-renten ændres i modellen, ændres også “efterspørgslen efter faste omkostninger”. Ændringer i aktivitetsniveauet i den virksomhed, som producerer faste omkostninger, kan fortolkes som ændringer i antallet af firmaer, dvs. tilgang eller afgang af nye virksomheder.

4.4 Ensartede CO₂-afgifter under imperfekt konkurrence

CO₂-afgifts-beregningerne i kapitel 3 er udført for en økonomi, hvor alle erhverv agerer under fuldkommen konkurrence, og hvor produktionen foregår under konstant skalaafkast. I det følgende analyserer vi effekterne af en ensartet CO₂-afgift, når der er imperfekt konkurrence og stigende skalaafkast i produktionen i el- og fjernvarmesektoren. Resultaterne sammenlignes med beregningerne fra kapitel 3. Beregningerne er foretaget for den “rene” form for CO₂-afgift, hvor provenuet tilbageføres som lumpsum-overførsler.

Forskellene mellem en CO₂-afgift pålagt under forskellige antagelser om konkurrenceforholdene i energisektoren er små på makroplan, jf. tabel 4.1. Velfærdseffekterne for husholdningerne er også stort set ens uanset konkurrenceform.

Tabel 4.1 Velfærds- og makroeffekter af en CO₂-afgift under forskellige konkurrenceformer, ændring i pct.

	Fuldkommen konkurrence	AC-pris-fastsættelse	Monopol uden adgang	Oligopol med fri adgang
Velfærd	-0,9	-0,9	-1,1	-0,9
Real BNP	-0,2	-0,2	-0,3	-0,2
Privatforbrug	-1,1	-1,1	-1,3	-1,0
Eksport	-1,4	-1,4	-1,4	-1,3
Import	-1,8	-1,8	-1,8	-1,6
Beskæftigelse	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
Realløn (brutto og netto)	-2,0	-2,1	-2,2	-1,7
Real kapitalaf lønning	-3,8	-3,8	-3,5	-3,3
Real valutakurs	-1,2	-1,2	-1,2	-1,0

Den påkrævede CO₂-afgift for at nå CO₂-målsætningen er mindre, når sektoren nyder en vis form for konkurrencemæssig beskyttelse, som under AC-prisfastsættelse og monopol uden adgang, jf. tabel 4.2. Provenuet fra CO₂-afgiften bliver selvsagt også mindre (og dermed også potentialet for en eventuel dobbelt-dividende, jf. kapitel 3).

Tabel 4.2 CO₂-afgiftssats og -provenu under forskellige konkurrenceformer

	Fuldkommen konkurrence	AC-prisfastsættelse	Monopol uden adgang	Oligopol med fri adgang
CO ₂ -afgiftssats, kr. pr. ton CO ₂	304	277	271	247
CO ₂ -provenu, mia. kr.	13,2	12,0	11,7	10,7

Forskellene indbyrdes mellem de tre konkurrenceformer er ret små og kan primært tilskrives indkomsteffekter som følge af, at “renten” kanaliseres forskellige steder hen afhængigt af, om vi simulerer AC-prisfastsættelse, monopol uden markedsadgang eller oligopol med fri adgang. På trods af forskellene i CO₂-afgift ses relativt ensartede ændringer i produktionsstrukturen i energisektoren under de forskellige konkurrence-former, jf. tabel 4.3. En forklaring på de ensartede aktivitetsændringer kombineret med forskellene i den nødvendige CO₂-afgift er, at sektoren, fordi den nyder en form for konkurrencemæssig beskyttelse, kan “mark-uppe” CO₂-afgiften, så forbrugerne af el og fjernvarme møder den samme prisændring uanset konkurrenceform.

Tabel 4.3 Aktivitetsændring i kraftværksteknologierne under forskellige konkurrenceformer, ændring i pct.

	Fuldkommen konkurrence	AC-prisfastsættelse	Monopol uden adgang	Oligopol med fri adgang
Kulfyret	-18,5	-19,8	-19,5	-17,9
Gasfyret	9,7	11,1	10,8	11,9
Vind	14,8	15,8	15,5	15,2

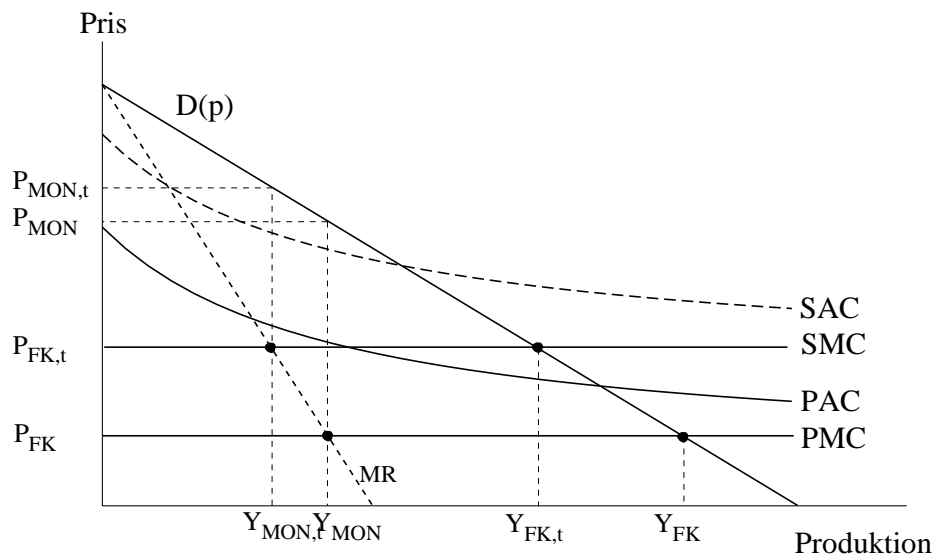
4.5 Differentierede CO₂-afgifter under imperfekt konkurrence

I litteraturen om optimal beskatning diskuteres det flere steder, i hvilket omfang en Pigou-skat skal modificeres for at tage højde for allerede eksisterende imperfektioner som f.eks. imperfekt konkurrence, jf. bl.a. Cropper og Oates (1992), Baumol og Oates (1988), Misiolek (1980) samt Oates og Strassmann (1984). Problemet er, at produktionen i sektorer med imperfekt konkurrence er lavere end ved fuldkommen konkurrence. Pålægges denne produktion en Pigou-skat, kan resultatet være yderligere reduktioner i produktionen i forhold til det optimale. En politisk følge af dette kunne være differentierede CO₂-skatter, som afhænger af markedsstrukturen i erhvervene.³⁶

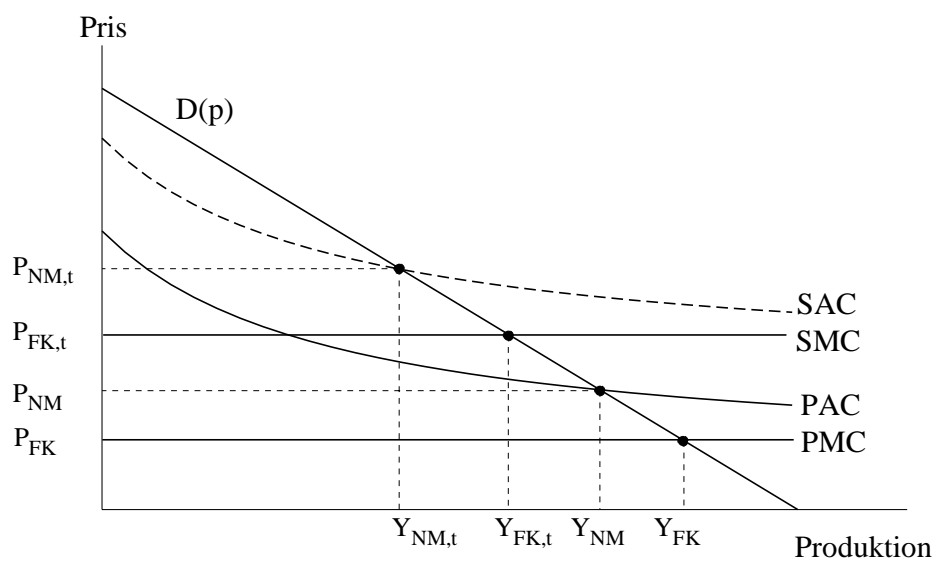
Problemet anskueliggøres i nedenstående diagrammer i tilfældet med traditionelt monopol (uden markedsadgang), jf. figur 4.2a og naturligt monopol med AC-prisfastsættelse, jf. figur 4.2b. Den traditionelle monopolist udbyder varer indtil den marginale indtjening (MR) svarer til de driftsøkonomiske marginalomkostninger (PMC). Produktionsomfanget fastlægges følgelig til y_{MON} , og prisen er P_{MON} . Producenten, der har et naturligt monopol, skal blot have dækket gennemsnitsomkostningerne, og produktionen er derfor y_{NM} og prisen P_{NM} . Produktionen er både i traditionelt og naturligt monopol lavere, end den ville have været, hvis der havde været fuldkommen konkurrence på markedet for sektorens varer. Om produktionen i naturligt monopol er større eller mindre end produktionen i traditionelt monopol, afhænger af størrelsen af de faste omkostninger. Hvis de faste omkostninger er meget høje, vil prisen blive højere og den udbudte mængde mindre i naturligt monopol i forhold til traditionelt monopol.

36) En anden del af litteraturen diskuterer, i hvilket omfang Pigou-skatter skal korrigeres for at tage hensyn til allerede eksisterende forvridende skatter. Dette problem diskuteres i kapitel 3, se også Bovenberg og Goulder (1996). Denne litteratur resulterer typisk i anbefaling af ensartede miljøskatter, der er mindre en Pigou-skatter.

Figur 4.2a *Produktionsoptimering og forureningskat under traditionelt monopol og under fuldkommen konkurrence*



Figur 4.2b *Produktionsoptimering og forureningskat under naturligt monopol med AC-prisfastsættelse og under fuldkommen konkurrence*



Produktionen genererer eksternaliteter, således at de samlede samfundsøkonomiske omkostninger svarer til SMC. Pålægges produktionen en forureningsskat svarende til forskellen mellem de privatøkonomiske omkostninger (PMC) og de samfundsøkonomiske omkostninger (SMC), vil forureningsomkostningerne internaliseres i produktionsomkostningerne, der følgelig stiger. Den traditionelle monopolist vil optimere sin produktion, hvor $MR=SMC$, dvs. $Y_{MON,t}$, jf. figur 4.2a. Producenten i naturligt monopol fastlægger sin produktion, hvor $D=SAC$, dvs. $Y_{NM,t}$, jf. figur 4.2b.

Der opstår således to modsatrettede effekter af Pigou-skatten. På den ene side opnås der en velfærdsgevinst som følge af reduceret forurening. På den anden side opstår der et velfærdstab som følge af, at producenten sænker produktionen yderligere under det optimale niveau. Nettoeffekten af disse to effekter er uklar.

Havde der i stedet været tale om en producent underlagt fuldkommen konkurrence, ville den optimale produktion i tilfældet med fuld internalisering af de eksterne omkostninger have været $Y_{FK,t}$. En samfundsplanlægger, der både ønsker at tage hensyn til de eksterne omkostninger ved produktionen og samtidig løse problemet med den for lave produktion i monopoltilfældet, vil ønske at påvirke producenten til at producere svarende til $Y_{FK,t}$.

Det optimale (first-best) svar på dette problem er at introducere to politiktiltag, der hver især sigter målrettet på at løse et af de to problemer: En Pigou-skat på emissionerne (som ovenfor beskrevet) og et enhedssubsidie på output. I traditionelt monopol skal dette subsidie svare til forskellen mellem de marginale omkostninger og den marginale indtjening. I naturligt monopol skal subsidiet dække forskellen mellem de marginale og de gennemsnitlige omkostninger. I mange tilfælde er det imidlertid usandsynligt, at miljømyndighederne har kompetence til at subsidiere produktionen i monopoltilfældet, jf. Cropper og Oates (1992). I tilfældet med den danske energisektor, som er karakteriseret ved naturligt monopol, og hvor reguleringen i forvejen er så omfattende på såvel forsynings- som input- og miljøside, synes det dog ikke på forhånd umuligt at udforme en politik, der sigter mod at løse begge problemer.

Den næst-bedste (second-best) løsning er at korrigere miljøskatten for monopolelementet i produktionen. Denne korrigerede miljøskat (t^*) skal være lavere end den sande Pigou-skat (t_c) svarende til nettoværdien af det produktionstab, som reduktionen i forurening giver anledning til. I det følgende viser vi, hvordan en sådan korrektion kan beregnes for et naturligt monopol. Udledningen er baseret

på Baumol og Oates (1988), der behandler tilfældet med beskatning af en traditionel monopolist.³⁷ I tilfældet med rent monopol beregnes den “næst-bedste” skat ved at korrigere Pigou-skatten (t_C) med et led, der afspejler nettoværdien af en reduktion af produktionsniveauet (y) ved en ændring i emissionerne (s). Jo højere grad af monopol, des mere overstiger prisen (P) marginalomkostningerne (MC). Dette vil være tilfældet, hvis efterspørgselskurven er relativt stejl, svarende til en lav prisfølsomhed efter sektorens produkter. Endvidere vil det gælde, at jo højere produktionstab (dy) forbundet med at reducere emissionerne (ds), des mere skal den næst-bedste skat reduceres i forhold til den først-bedste.

$$t^* = t_{PC} - |(P - MC) \frac{dy}{ds}| \quad (4.1)$$

I tilfældet med AC-prisfastsættelse kan det vises, at den skat, der både tager højde for omkostninger ved forurening og velfærdstab som følge af imperfekt konkurrence, er følgende:

$$t^* = t_{PC} - \frac{FC}{y} \frac{dy}{ds} \quad (4.2)$$

Den optimale skat i naturligt monopol (som er en slags næst-bedst skat) svarer altså til Pigou-skatten fratrukket et led, som bl.a. er afhængigt af de gennemsnitlige faste omkostninger. Jo større produktion, des mindre betydning får FC/y , og jo tættere er t^* på t_{PC} . Desuden vokser det korrigerende led, hvis produktionen påvirkes meget af en ændring af emissionerne.

Formel (4.2) svarer stort set til formlen for den optimale miljøafgift i den traditionelle monopolsituation, som er givet i formel (4.1). For en udledning af formel (4.2) henvises til Gørtz og Hansen (1999). Udledningen følger i øvrigt Baumol og Oates (1988). I tilfældet med naturligt monopol svarer forskellen mellem pris og marginalomkostninger netop til de gennemsnitlige faste omkostninger. Medmindre der er tale om *meget* store faste omkostninger i forhold til de variable omkostninger, vil korrektionen for traditionelt monopol

37) Se Baumol og Oates (1988, pp. 82-83). Baumol og Oates's udledning baserer sig på Lee (1975) og Barnett (1980).

være større end korrektionen for naturligt monopol, fordi traditionelt monopol som regel giver anledning til en højere pris og et lavere produktionsniveau end naturligt monopol med AC-prisfastsættelse. Ved en marginal reduktion i CO₂-emissionerne finder vi, at produktionen i energisektoren falder med 0,15 mia. kr. (dy), mens sektorens CO₂-emissioner falder med 0,32 mio. ton (ds). Idet vi har antaget, at de faste omkostningers andel af de samlede omkostninger er 10 pct. (FC/y), beregner vi, at Pigou-skatten skal korrigeres med ca. 45 kr. for at tage højde for velfærdstab forbundet med monopol. Sammenlignet med en CO₂-afgift i omegnen af 300 kr., synes en eventuel korrektion på 45 kr. for at tage hensyn til allerede eksisterende forvriddinger at være moderat.

Der eksisterer en del andre studier, der beskæftiger sig med at kvantificere størrelsen af det velfærdstab, der opstår, når monopolistens produktion pålægges en eller anden form for Pigou-skat. Disse studier konkluderer, at velfærdsgevinsterne forbundet med et bedre miljø typisk er langt større end tabet ved reduceret monopolproduktion, jf. Oates og Strassmann (1984). Der er således ikke noget, der tyder på, at de attraktive egenskaber ved Pigou-skatter er stærkt truet af imperfekt konkurrence blandt producenterne, hvorfor der ikke er belæg for, at imperfekt konkurrence i energimarkederne nødvendiggør differentierede miljøafgifter mellem erhvervene.

4.6 Illustration af øget konkurrence i el- og fjernvarmesektoren

Bestræbelserne på at liberalisere elsektoren i Danmark og resten af Norden har været rettet mod at sikre øget konkurrence i såvel produktion som distribution. De hidtidige liberaliseringsplaner har ikke i samme omfang været rettet mod varmeproduktionen. Det skyldes bl.a., at konkurrence mellem varmeproducenter kun kan etableres i områder, hvor flere producenter leverer til et sammenhængende fjernvarmenet. Det vurderes dog, at der på længere sigt kan etableres mere konkurrence, hvilket vil give leverandørerne af fjernvarme incitament til at blive mere effektive og konkurrencedygtige, jf. Konkurrencestyrelsen (1998a).

Den mest korrekte metode til modelmæssigt at beskrive øget konkurrence i el- og fjernvarmesektoren ville være at forsøge at tage højde for alle effektivitetsgevinster. Vi har forenklet valgt at beskrive en øget konkurrencesituation ved at

reducere de faste omkostningers andel af de samlede produktionsomkostninger.³⁸ Denne ændring i de faste omkostningers omkostningsandel kan forklares ved, at liberaliseringen især går ud på lette adgangen til nettet og derved presse priserne, hvorfor det må forventes, at distributionsomkostningerne, som hovedsagelig er faste omkostninger, reduceres. Denne fremgangsmåde er naturligvis mindre attraktiv i forhold til en korrektion af alle inputeffektiviteter, som ville medføre generelle omkostningsbesparelser, men metoden kan anvendes som en tilnærmet beskrivelse af principperne i en energimarkedsliberalisering. I tabel 4.4 vises resultaterne af et scenarie, hvor de faste omkostningers andel af de samlede omkostninger alternativt reduceres fra 10 til 5 pct.

Tabel 4.4 Makrovirkninger ved øget konkurrence i energisektoren, ændr. i pct.

	AC-pris- fastsættelse	Monopol uden adgang	Oligopol med fri adgang
Velfærd	0,6	0,7	1,0
Real BNP	0,2	0,3	0,5
Privatforbrug	0,7	0,9	1,2
Eksport	0,6	0,7	1,0
Import	0,9	1,0	1,2
Beskæftigelse	0,1	0,1	0,1
Realløn	1,0	1,2	1,3
Real kapitalaf- fløn- ning	1,8	1,6	2,1
Real valutakurs	0,8	0,8	0,9
CO ₂ -emissioner	8,9	9,1	11,3

Øget konkurrence i el- og fjernvarmesektoren har positive effekter på såvel den økonomiske aktivitet som velfærden i samfundet. Tilfældet med AC-prisfastsættelse fremhæves i det følgende, fordi vi vurderer, at denne beskrivelse kommer

38) Vi har ikke forsøgt at analysere eventuelle effekter af konkurrence i forbindelse med øget import af el (og evt. fjernvarme). Importen af el og fjernvarme er dermed exogen i beregningerne. For en partiel analyse af liberalisering af energimarkedet i Norden henvises til Det Økonomiske Råd (1997). For en generel ligevægtsanalyse af dette problem henvises til Jensen og Rutherford (1997).

tættets på de aktuelle danske forhold, jf. diskussionen i afsnit 4.3. De positive virkninger bliver initieret af et prisfald på el og varme kombineret med en vækst i aktiviteten i energisektoren. Pga. den øgede effektivitet falder beskæftigelsen for både kul- og gasfyret kraftvarme samt for el frembragt ved vindmøllekraft, jf. tabel 4.5, som viser de erhvervsfordelte effekter i AC-tilfældet. Dette giver i sig selv et pres på lønningerne, og kombineret med lavere priser på el og fjernvarme sættes de øvrige erhverv i stand til at øge aktiviteten, hvorfor den samlede beskæftigelse stiger. Pga. den øgede aktivitet øges CO₂-emissionerne med ca. 9 pct.

Også forbrugerne nyder godt af den øgede konkurrence i el- og fjernvarmesektoren. Den reale forbrugerpris for el falder med knap 28 pct., mens den reale forbrugerpris for fjernvarme mv. reduceres med omkring 20 pct., afhængigt af den valgte form af imperfekt konkurrence. Dette får forbruget til at stige med henholdsvis ca. 11 pct. og 18 pct. for hhv. el og fjernvarme. Til gengæld falder forbruget af næsten alle de øvrige forbrugsvarer en smule. Den (lille) positive velfærdseffekt er ulige fordelt mellem husholdningerne, jf. tabel 4.6. Mens lavindkomstgrupperne oplever et lille fald i velfærden, ligger velfærdsgevinsten hos højindkomstgrupperne. Modellen er skruet sådan sammen, at den reallønsstigning, som kommer husholdninger med lønindkomst til gode, ikke giver anledning til en stigning i transfereringerne i modellen, hvorfor indkomstulighederne øges. Her afviger modellen imidlertid i forhold til virkeligheden. En anden effekt af den højere realløn er, at husholdningerne øger deres arbejdsudbud, hvilket øger deres købekraft. Målt i kroner er de samlede velfærdsændringer pr. husholdning dog beskedne.

Tabel 4.5 Erhvervsfordelte effekter af øget konkurrence i tilfældet med AC-prisfastsættelse, ændring i pct.

		Aktivitetsændr. (pct.) ¹	Beskæftigelses- ændring (pct.)	Ændring i CO ₂ - emission (pct.)
AGH	Landbrug, gartneri mv.	0,2	0,1	0,7
FRS	Skovbrug	0,0	-0,5	-0,1
FIS	Fiskeri og dambrug	-0,3	-0,6	-0,9
EXT	Udvinding af olie mv.	5,1	1,4	0,6
OMI	Udvinding af grus mv.	1,2	1,0	1,7
FOP	Nærings- og nydelsesmiddelfremst.	0,1	0,0	-6,2
TXL	Tekstil-, beklædn.- og læderfremst.	0,9	0,8	-3,7
FRN	Træ- og møbelindustri	2,0	1,9	1,9
PRP	Papirfremstilling mv.	0,4	0,3	-1,2
CHP	Fremstilling af kemiske produkter mv.	1,9	1,9	-1,1
PET	Olieraffinaderier	1,1	1,0	1,0
NMP	Fremst. af sten-, ler- og glasprod.	1,7	1,5	2,7
MET	Jern- og metalværker og støberier	9,8	5,8	-19,0
MPM	Fremstilling af jern og metalprodukter	1,0	0,9	-4,2
JTO	Guld- og sølvvarer, legetøj mv.	-0,1	-0,5	-1,2
GAS	Gasforsyning	4,4	4,8	4,7
WAT	Vandforsyning	2,1	-0,1	-75,4
CON	Bygge- og anlægsvirksomhed	0,9	0,9	0,6
WTR	Engroshandel	0,7	0,5	0,3
RTR	Detailhandel	0,9	0,7	-1,7
RES	Hoteller og restauranter	0,0	-0,4	1,5
TRP	Transportvirksomhed	0,1	-0,2	0,4
COM	Postvæsen og telekommunikation	0,1	0,2	1,5
FIN	Finansiell virksomhed	0,3	0,2	2,0
INS	Forsikringsvirksomhed	0,0	0,0	1,7
DWE	Boligbenyttelse	-1,0	-0,6	3,0
BUS	Forretningsservice	0,8	0,8	1,4
EDH	Privat undervisning og sundhed	-0,2	-0,1	0,2
REC	Forlystelser, kulturelle aktiviteter	0,4	0,4	1,0
MHS	Hushold.service inkl. autoreparation	0,1	0,1	1,5
DNP	Husass., private velfærdsinst. mv.	-0,2	-0,2	1,4
GOV	Offentlige tjenester	0,0	-0,2	3,4
CCHP	Kulfyret kraftvarmeproduktion	16,2	-29,9	17,5
GCHP	Gasfyret kraftvarmeproduktion	9,5	-34,3	10,5
WIND	Vindenergi	28,1	-20,1	0,0
Erhvervene i alt		0,6	0,1	8,9

1) Aktivitetsændringen er målt som ændring i produktionsværdi.

Tabel 4.6 Velfærdsændringer pr. husholdning ved øget konkurrence i tilfædet med AC-prisfastsættelse

	Total indkomst	Forbrug	Realløn netto	Arbejdsudbud	Velfærd	Velfærd
	kr.	-----	pct.	-----	kr.	
TI1	Under 50.000	0,2	1,0	0,6	-0,4	-300
TI2	50.000-99.999	0,3	1,0	0,4	-0,1	-100
TI3	100.000-199.999	0,1	1,0	0,2	0,0	0
TI4	200.000-299.999	1,0	1,0	0,1	0,8	1.600
TI5	300.000-399.999	1,1	1,0	0,0	0,9	3.000
TI6	400.000-499.999	0,9	1,0	0,0	0,8	3.300
TI7	Over 500.000	0,3	1,0	0,0	0,3	1.400
Alle		0,7	1,0	0,1	0,6	1.300

Modellsimulationerne viser, at der er samfundsøkonomiske gevinster i form af øget velfærd og højere BNP at hente ved at liberalisere el- og fjernvarmesektoren. Gevinsternes størrelse skal ses i lyset af, at det samlede indgreb er begrænset, og at el- og fjernvarmesektoren kun udgør en mindre del af den samlede produktion i Danmark. Den stigning i CO₂-emissionerne, som den større efterspørgsel efter el og varme og den øgede aktivitet vil give anledning til, kan bortbeskattes ved en CO₂-afgift af en passende størrelse. Selv hvis CO₂-emissionerne fastholdes på samme niveau, vil øget konkurrence alligevel øge samfundets velfærd. De negative effekter på produktion og velfærd, som en CO₂-afgift afstedkommer, kan således delvist opvejes af en øget konkurrence i el- og varmesektoren.

5. Afslutning og perspektiver for det videre arbejde

Fokus for analyserne i denne rapport har været energiøkonomiske og -politiske problemstillinger. ECOSMEC's detaljerede beskrivelse af energiproduktionen og efterspørgslen efter energi i erhvervene og husholdningerne bevirker, at modellen egner sig godt til sådanne analyser. Endvidere har ECOSMEC fra MobiDK "arvet" en relativt detaljeret beskrivelse af indkomstkredsløbet, herunder skatter og transfereringer, som gør modellen velegnet til at belyse skattepolitiske problemstillinger som f.eks. dobbelt-dividende-diskussionen i kapitel 3. I ECOSMEC-beregningerne i kapitel 3 finder vi belæg for en svag dobbelt-dividende

ved introduktion af en CO₂-skat, som tilbageføres via reducerede lønskatter. Dette resultat er imidlertid stærkt afhængigt af især den anvendte substitutionselasticitet mellem fritid og forbrug, som det vises i følsomhedsanalyserne i kapitlet. En anden mulig nuancering af dobbelt-dividende-beregningerne kunne opnås ved at forbedre beskrivelsen af transfereringssiden og dermed muliggøre beskatning af transfereringer. Dermed ville det være muligt at analysere en lettelse af indkomstkatten frem for blot lønskatten og dermed undgå de uheldige fordelingsvirkninger fundet i kapitel 3.

Man kunne også overveje at indføre en mere detaljeret beskrivelse af arbejdsmarkedet i ECOSMEC. En mulig inspirationskilde kan være AGL-modellen MODULA (MODel with DUal LABour markets) udviklet i Det Økonomiske Råds Sekretariat, jf. Brixen (1997). En sådan videreudvikling vil kunne øge ECOSMEC's anvendelsesområder.

I kapitel 4 belyser vi betydningen af forskellige imperfekte markedsformer i energisektoren. Fremtidige analyser på dette område kunne forsøge at identificere de aktuelle konkurrenceforhold på det danske energimarked. Endvidere vil det være relevant at inddrage betydningen af international handel med el; analyserne i kapitel 4 ser forenklede bort fra ændringer i nettoeksporten af el som følge af liberaliseringer af det danske energimarked.

En nyttig facilitet i ECOSMEC, som også stammer fra MobiDK, er muligheden for at beregne fordelingsmæssige konsekvenser af forskellige politikindgreb. Sådanne fordelingsberegninger er præsenteret i både kapitel 3 og 4. En forbedring af fordelingsmodulet kræver, at transfereringerne indekseres med årslønningerne, hvor der i det nuværende modul ikke foregår indeksering af nogen art. En anden påtrængende opgave vil være at få fordelt offentlige transfereringer på husholdningstyper med udgangspunkt i dansk statistik.

Appendiks. GESMEC-modellen

GESMEC (General Equilibrium Simulation Model of the Economic Council) er en generel ligevægtsmodel for den danske økonomi. Modellen blev udviklet i Det Økonomiske Råds Sekretariat i perioden 1993-95. Formålet med udviklingen af modellen var at designe en relativt generel model, der kunne belyse de samfundsøkonomiske konsekvenser af den danske CO₂-målsætning under forskellige antagelser om bl.a. virkemidler og udlandets CO₂-målsætning. Dette arbejde resulterede bl.a. i de beregninger, som blev præsenteret i Det Økonomiske Råd (1993a). I efteråret 1993 blev modellen efterfølgende tilpasset, således at det blev muligt at analysere de samfundsøkonomiske konsekvenser af handelsliberaliseringer i GATT-regi med særlig vægt på beskrivelsen af dansk landbrug og konsekvenserne af landbrugsliberaliseringer. Analyserne blev præsenteret i Det Økonomiske Råd (1993b). Den seneste samlede beskrivelse af den version af GESMEC, der blev anvendt til disse beregninger, findes i Frandsen, Hansen and Trier (1994).

Udviklingen af GESMEC tog udgangspunkt i den australske ORANI-model, som er beskrevet i Dixon mfl. (1982). I efteråret 1994 videreudvikledes GESMEC's simple beskrivelse af sammenhængen mellem investeringer og kapitalapparat samt vare- og tjenestebalancen og udlandsgæld, således at modellen i sin nuværende version har en mere konsistent behandling af sammenhænge mellem strømme og beholdninger. Dette arbejde tog udgangspunkt i en senere version af ORANI-modellen, jf. Horridge mfl. (1993). Samtidig er modellen på en række andre områder blevet betydeligt forbedret, idet flere af de anvendte parametre og elasticiteter (adfærdsbeskrivelsen) tager udgangspunkt i egne eller andre danske økonometriske undersøgelser. Disse undersøgelser har også ført til, at modelleringen af erhvervenes inputefterspørgsel er blevet ændret. Den seneste version af GESMEC er dokumenteret i Frandsen, Hansen og Trier (1995) og (1996).

Den foreliggende version af GESMEC har 29 produktionssektorer, herunder 5 energierhverv og 5 primære landbrugserhverv, en type arbejdskraft, en type kapital, samt en type landbrugsjord. Mens kapital og arbejdskraft på lang sigt antages at være perfekt mobile imellem erhvervene, antages landbrugsjorden kun anvendt i de to vegetabiliske landbrugserhverv. Der er 15 komponenter i det private forbrug. Investering og eksport er erhvervsfordelte.

ECOSMEC og GESMEC har mange lighedspunkter, da de er inspireret af samme modeltradition. Men modellerne i deres nuværende version adskiller sig fra hinanden på væsentlige punkter :

- ECOSMEC har endogent arbejdsudbud, hvor arbejdsudbuddet i GESMEC er eksogent.
- ECOSMEC har specificeret disponibel indkomst for den private sektor, dvs. alle skatter, afgifter, subsidier og transfereringer er indeholdt i modellen. GESMEC modellerer kun afgifter og subsidier og kan derfor ikke operere med disponibel indkomst. Det er derfor ikke muligt i den foreliggende version af GESMEC at belyse forvridningerne af skatter på arbejdsindkomst.
- ECOSMEC antager, at danske eksportører afsætter deres varer og tjenesteydelser til eksogene verdensmarkedspriser, dvs. indenlandske omkostningsændringer påvirker ikke eksportpriserne. I GESMEC er der i overensstemmelse med danske empiriske studier antaget, at danske eksportører har "market power", dvs. indenlandske omkostningsstigninger som følge af eksempelvis en CO₂-afgift bæres i et vist omfang af udlandet.

Litteraturliste

Barnett, A. H. (1980): The Pigouvian Tax Rule under Monopoly. *American Economic Review* LXX, pp. 1037-41.

Baumol, W.J. and W.E. Oates (1988): *The theory of environmental policy*. Cambridge University Press. USA.

Bovenberg, A.L. and L.H. Goulder (1996): Optimal Environmental Taxation in the Presence of Other Taxes: General-Equilibrium Analyses. *American Economic Review*, Vol. 86, No. 4, pp. 985-1000.

Bovenberg, A.L. and R. de Mooij (1997): Environmental tax reform and endogenous growth. *Journal of Public Economics*, 63, pp. 207-237.

Bovenberg, A.L. and R. de Mooij (1994): Environmental Levies and Distortionary Taxation. *American Economic Review*, 84, pp. 1085-1089.

Brixen, P. (1998): MODULA: En AGL-model med duale arbejdsmarkeder. Arbejdsrapport 1998:1. Det Økonomiske Råds Sekretariat, København.

Cropper, M.L. and W.E. Oates (1992): Environmental Economics: A Survey. *Journal of Economic Literature*, Vol. XXX, pp. 675-740.

Danmarks Statistik (1995): *Adam. En model af dansk økonomi. Marts 1995*. København.

Det Økonomiske Råd (1998): *Dansk Økonomi, efterår 1998*. København.

Det Økonomiske Råd (1997): *Dansk Økonomi, efterår 1997*. København.

Det Økonomiske Råd (1996): *Dansk Økonomi, efterår 1996*. København.

Det Økonomiske Råd (1995): *Dansk Økonomi, efterår 1995*. København.

Det Økonomiske Råds Sekretariat (1994): *SMEC. Modeldokumentation og beregnede virkninger af økonomisk politik*. København.

Det Økonomiske Råd (1993a): *Dansk Økonomi, maj 1993*. København.

Det Økonomiske Råd (1993b): *Dansk Økonomi, november 1993*. København.

Det Økonomiske Råd (1980): *Dansk økonomi og energiproblemerne, juni 1980*. København.

Dixon, P.B., B.R.Parmenter, J.Sutton and D.P.Vincent (1982): *ORANI: A multisectoral Model of the Australian Economy*. North-Holland, Amsterdam.

Finansministeriet (1997): *Finansredegørelse 1997*. København.

Frandsen, S.E., J.V. Hansen og P. Trier (1996): En generel ligevægtsmodel for Danmark og beregnede virkninger af CO₂-afgifter. *Nationaløkonomisk Tidsskrift* 134, pp. 272-89, København.

Frandsen, S.E., J.V. Hansen og P. Trier (1995): *GESMEC . En generel ligevægtsmodel for Danmark. Dokumentation og anvendelser*. Det Økonomiske Råds Sekretariat. København.

Frandsen, S.E., J.V. Hansen and P. Trier (1994): A General Equilibrium Model for Denmark with Two Applications. *Economic and Financial Modelling, 1, Summer 1994*, pp.105-138.

Frederiksen, N.K. (1996): Green Taxes on Business and Revenue Recycling. **Draft**. EPRU, Copenhagen Business School, Copenhagen.

Fullerton, D. and G.E. Metcalf (1997): Environmental Taxes and the Double-Dividend Hypothesis: Did you really expect Something for Nothing? *NBER Working Paper 6199*.

Goulder, L.H. (1994): *Environmental Taxation and the Double Dividend: A Reader's Guide*. Paper presented at the 50th Congress of the International Institute of Public Finance. Harvard University, Cambridge MA, USA.

Goulder, L.H., I.W.H. Parry and D. Burtraw (1997): Revenue-raising versus other approaches to environmental protection: The critical significance of preexisting tax distortions. *RAND Journal of Economics*. Vol. 28, No. 4, pp. 708-731.

Graversen, E.K. and N. Smith (1998): Labour supply, overtime work and taxation in Denmark. Working Paper 98-06. CLS, Centre for Labour Market and Social Research, University of Aarhus and the Aarhus School of Business.

Gørtz, M. and J. V. Hansen (1999): Regulation of Danish Energy Markets with

Imperfect Competition. Working Paper 1999:2. Det Økonomiske Råds Sekretariat, København.

Hansen, J.V. (1996): GESMEC-T: En generel ligevægtsmodel med fokus på transportsektoren. *Arbejdsrapport No. 1996:7*. Det Økonomiske Råds Sekretariat, København.

Harrison, G.W., J. Jensen, M.I. Lau and T.F. Rutherford (1997): Passing the Laugh Test: Version 0 of the *MobiDK* Core Model. *Working paper from the MobiDK Project, Danish Ministry of Business and Industry*. Denmark.

Harrison, G.W., T.F. Rutherford and D.G. Tarr (1993): Product Standards, Imperfect Competition and Completion of the Market in the European Union. *Policy Research Working Paper 1293*. World Bank, Washington D.C.

Hougaard, J.L. (1994): Produktivitetsanalyse af dansk elproduktion. *AKF rapport*. Amternes og Kommunernes Forskningsinstitut. AKF Forlaget.

Horridge, J.M., B.R. Parmenter and K.R. Pearson (1993): ORANI-F: A General Equilibrium Model of the Australian Economy. *Economic and Financial Computing, Summer 1993, London*.

Jensen, J. and T. Rutherford (1997): The Economic Effects of Electricity Market Reform in Denmark. Paper presented at the 18th Annual IAEE conference on "International Energy Markets, Competition and Policy". September 7-10, San Francisco.

Jensen, J. (1994): *Carbon Taxes and the Double Dividend in a Small Open Economy: A Theoretical and Applied Analysis*. Master thesis at the University of Colorado, USA.

Jørgensen, D. W and P. J. Wilcoxon (1990): *The Costs of Controlling US Carbon Dioxide Emissions*. Haward University.

Konkurrencestyrelsen (1998a): *Konkurrence i energisektoren*. Schultz Grafisk A/S, København.

Konkurrencestyrelsen (1998b): *Energiprisstatistik*. Schultz Grafisk A/S, København.

Lee, D. and W. Misiolek (1986): Substituting Pollution Taxation for General

Taxation: Some Implications for Efficiency in Pollution Taxation, *Journal of Environmental Economics and Management*, 13, p. 338-347.

Lee, D.R. (1975): Efficiency of Pollution Taxation and Market Structure. *Journal of Environmental Economics and Management* 2, pp. 69-72.

Markusen, J. and T. Rutherford (1995): General Equilibrium Modeling with MPSGE: Some Examples for Self-Study. Models M3: Increasing Returns and Imperfect Competition. Department of Economics, University of Colorado. From internet address <http://robles.colorado.edu/~tomruth/6433/markusen.htm>.

Misiolek, W.S. (1980): Effluent Taxation in Monopoly Markets. *Journal of Environmental Economics and Management* 7, pp. 103-107.

Nielsen, S.B., L.H. Pedersen and P.B. Sørensen (1995): Environmental Policy, Pollution, Unemployment, and Endogenous Growth. *International Tax and Public Finance*, 2, pp. 185-205.

Oates, W.E. and D.L. Strassmann (1984): Effluent Fees and Market Structure. *Journal of Public Economics* 24, pp. 29-46.

Olsen, O.J. (1998): The Consequences of Different Institutional Settings for the Creation of a Common Electricity Market in Northern Europe. Paper presented at the Nordic Energy and Society Conference in Oslo, October 1-2 1998.

Olsen, O.J. and J. Munksgaard (1997): *Cogeneration and Taxation in a Liberalised Nordic Power Market*. Nordvärme, Copenhagen.

Pearce, D. (1991): The Role of Carbon Taxes in Adjusting to Global Warming, *The Economic Journal*, 101, pp. 938-948.

Terkla, D. (1984): The Efficiency Value of Effluent Tax Revenues, *Journal of Environmental Economics and Management*, 11, pp. 107-123.

Thomsen, T. (1995): Faktorefterspørgsel på kort og langt sigt. *Nationaløkonomisk Tidsskrift* 133, pp. 52-65.

Trier, P. (1995): Interfuel Substitution in ADAM Branches. *Progress Report for the Danish Strategic Environmental Research Programme*. Danmarks Miljøundersøgelser, Afdelingen for Systemanalyse, København.

Varian, H. (1987): *Intermediate Microeconomics. A Modern Approach*. W.W. Norton & Company, New York.