

En lille generel ligevægtsmodel med energitjenester

*Peter Stephensen, Martin Aarøe Christensen og
Thomas Thomsen*

Oktober 2010

DREAM Arbejdspapir 2010:1

DREAM, Danish Rational Economic Agents Model. Amaliegade 44, 1256 København K
www.dreammodel.dk

En lille generel ligevægtsmodel med energitjenester

Peter Stephensen, Martin Aarøe Christensen og

Thomas Thomsen, DREAM* (Version 1.12)

14. oktober 2010

Der opstilles en statisk generel ligevægtsmodel med endogent bytteforhold og arbejdsudbud. Modellen er special-designet til at rumme data fra det såkaldte STREAM-system angående virksomhedernes og husholdningernes forbrug af energitjenester. Modellen anvendes til at beregne de langsigtede samfundsøkonomiske omkostninger (2050) i relation til de af Klimakommissionen foreslåede fossil-fri fremtidsscenarier. Der udledes et såkaldt EV-velfærdsmål til måling af disse omkostninger. Der argumenteres for at økonomiens samlede tab i 2050 er i størrelsesordenen 0,2-0,4 procent af BNP. Velfærdstabet dekomponeres i direkte tekniske omkostninger, sparede omkostninger til CO₂-kvoter, diverse skattemæssige forvriddinger samt effekten af endogent bytteforhold.

*DREAM, Danish Rational Economic Agents Model. Amaliegade 44, 1256 København K, www.dreammodel.dk.

Indhold

1	Indledning	3
2	Model	4
2.1	Indledning	4
2.2	Virksomhederne	8
2.3	Husholdningerne	10
2.4	Den offentlige sektor	13
2.5	Ligevægt og lukning af model	14
2.6	Velfærdsanalyse	14
3	Analyse	17
3.1	Samfundsøkonomiske omkostninger	18
3.2	Det ambitiøse scenarie	19
3.2.1	Model uden arbejdsudbudseffekter	22
3.2.2	Model med arbejdsudbudseffekter	26
3.3	Det uambitiøse scenarie	27
4	Konklusion	29

1 Indledning

I forbindelse med Klimakommissionens arbejde efterspørges en vurdering af de langsigtede samfundsmæssige omkostninger ved en omlægning til en totalt fossil-fri dækning af energibehovet i 2050. Til dette formål er udviklet en lille generel ligevægtsmodel. Modellen er designet til at kunne indeholde teknisk baserede omkostnings-data for en lang række energitjenester. Uden om disse er opbygget en lille generel ligevægtsmodel (en såkaldt CGE-model). Modellen blev udviklet, modelleret, testet og dokumenteret i juli-august 2010. Tekniske data er leveret af Klimakommissionens sekretariat og beregnet i det såkaldte STREAM-system. Arbejdet med modellen er foretaget af DREAM. Det skal understreges at modellen er nyudviklet, og ikke har noget at gøre med DREAM-modellen.

Der betragtes to scenarier: det ambitiøse og det uambitiøse. Scenarierne adskiller sig hvad angår rammebetingelserne for den danske økonomi. I det ambitiøse scenarie antages det at den internationale klimapolitik er ambitiøs. Omvendt antages det i det uambitiøse forløb at den internationale klimapolitik er uambitiøs. Hvert scenarie består af to forløb: et reference-forløb og et alternativ-forløb. I reference-forløbet antages det at fossile brændsler fortsat anvendes. I alternativ-forløbet sker en total udfasning af fossil energi. De samfundøkonomiske omkostninger måles ved at sammenligne alternativ- og reference-forløbet i hvert scenarie.

De beregnede langsigtede samfundøkonomiske tab i de to scenarier er 0,41 procent af BNP i det ambitiøse scenarie og 0,21 procent af BNP i det uambitiøse scenarie. De direkte tekniske omkostninger ved en overgang til et fossilfrit samfund vurderes til 0,95 procent af BNP i det ambitiøse scenarie og 0,70 procent af BNP i det uambitiøse scenarie. Danmark sparer imidlertid omkostninger til køb af CO₂-kvoter ved helt at udfase fossile brændsler. Disse besparelser vurderes til 0,60 procent af BNP i det ambitiøse scenarie og 0,45 procent af BNP i det uambitiøse scenarie. Det beregnes i modellen at der er diverse provenu- og forvriddingstab på ialt 0,16 procent af BNP i det ambitiøse scenarie og 0,09

procent af BNP i det uambitiøse scenarie. Endelig beregnes effekten af at introducere endogent bytteforhold i modellen (dette giver en mulighed for at overvælde en del af de ekstra omkostninger på udlandet). Dette giver en gevinst på 0,10 procent af BNP i det ambitiøse scenarie og 0,13 procent af BNP i det uambitiøse scenarie.

2 Model

2.1 Indledning

CGE-modellen beskriver en lille åben økonomi. Den indeholder forbrugere, virksomheder og en offentlig sektor. Der er to typer varer i økonomien: energitjenester og et aggregat af alle andre varer. Forbrugerne efterspørger 3 typer energitjenester (varme, el og transport) og virksomhederne efterspørger 4 typer energitjenester (varme, procesenergi, andet el (primært servicesektoren) og transport).

Som nævnt er modellen bygget for at kunne analysere de samfundsmæssige effekter af skift i omkostningerne til disse energitjenester som følge af omlægning til fossilfri energiforsyning. Forbrugernes og virksomhedernes omkostninger i relation til energitjenesterne dækker både den anvendte energi og det eventuelle forbrug af kapital. F.eks. indeholder omkostningerne i forbindelse med transporttjenesten både brændselsforbruget og den annuierede omkostning ved anskaffelse og vedligeholdelse af et køretøj¹. På samme måde dækker omkostningerne for en eltjeneste både elforbruget og det eventuelle elapparat. Denne sammenvejning af brændselsudgift og kapitalomkostning er foretaget i det tekniske STREAM-system, og ligger derfor udenfor vores model. Når vi i det følgende taler om de *tekniske omkostninger* i forbindelse med overgangen til et fossilfri samfund, menes ændringen i den omkostningsbestemte energitjeneste-pris for givne inputpriser og tjenestemængder. Tekniske omkostningsberegninger foretages typisk på denne måde, idet der tager udgangspunkt i ændringer i brændselstype, brændselsmængde, kapitalinput

¹Idet kapital ikke optræder eksplicit i modellen, optræder der ikke en rente. Den kalkulationsrente der er anvendt ved annuitetsberegningerne, kan imidlertid ses som en implicit rente i modellen.

osv. Denne type beregninger inddrager ikke adfærdsmæssige ændringer. CGE-modellen er bygget til at kunne tage sådanne omkostninger som input, og efterfølgende beregne de adfærdsmæssige effekter.

I modellen produceres energitjenesterne ved at kombinere den indenlandske aggregerede vare med en tilsvarende udenlandsk². De tekniske omkostninger ved en overgang til det fossil-fri samfund optræder i modellen som produktivitetstab i produktionen af den enkelte energitjeneste. Disse produktivitetstab er netop kalibreret således at de for givne input-priser og tjeneste-mængder giver de teknisk beregnede meromkostninger.

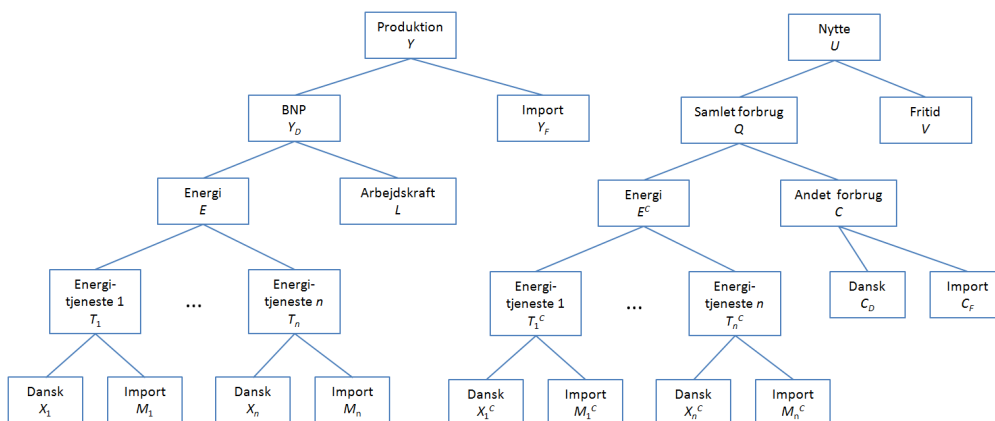
Når vi i det følgende taler om *husholdningernes tekniske omkostninger* ved overgangen til et fossilfrit samfund, menes *husholdningernes meromkostninger til energitjenester* for givne input-priser og tjenestemængder. På tilsvarende måde er *virksomhedernes tekniske omkostninger* defineret som meromkostninger til energitjenester for givne input-priser og tjenestemængder.

Forbrugerne er modelleret ved en repræsentativ forbruger, der maksimerer nytte, givet den tilrådighedsværende løbende efter-skat-indkomst. Nyttens afhænger af fritid samt forbrug af økonomiens varer. Nyttfunktionen modelleres ved en såkaldt nestet CES-funktion (se figur 1)³. Virksomhederne er beskrevet ved en repræsentativ virksomhed, der maksimerer profit under konstant skalaafkast og fuldkommen konkurrence. Virksomhedens input er arbejdskraft, importerede materialer og energitjenester. Produktionsfunktionen er ligeledes en nestet CES-funktion (se figur 1).

Den offentlige sektor er modelleret som en agent, der efterspørger danske varer, udbetaler overførselsindkomst til forbrugerne, indkræver skatter (indkomstskat, moms og vareskatter) og køber/sælger CO₂-kvoter i udlandet. Det antages, at det offentlige budget altid

²Dette er gjort for at muliggøre analyse af ændrede importindhold i de betragtede energitjenesteteknologier

³Der er i realiteten 2 typer forbrugere i modellen: lønmodtagere og modtagere af offentlige transferinger. Lønmodtagerne har endogent arbejdsudbud hvorimod modtagerne af transferinger ikke udbyder arbejdskraft.



Figur 1: Nest-strukturer for forbrugere og virksomheder

er i balance. Dette sikres enten via indkomstskattesatsen eller en lumpsum-skat betalt af forbrugerne.

For både forbrugere og virksomheder antages det, at energi indgår i nytte- og produktionsfunktion som et aggregat af energitjenester (E^C og E i figur 1). Der antages at være meget begrænsede substitutionsmuligheder mellem de enkelte energitjenester. Det er f.eks. ikke rimeligt at antage, at varmetjeneste kan erstatte (substituere) transporttjeneste. Den egentlige substitutionsmulighed for energi ses derfor mellem energiaggregatet og ikke-energivarer.

Forbrugerne udbyder arbejdskraft (=efterspørger fritid) og efterspørger danske og udenlandske varer. Virksomhederne efterspørger arbejdskraft og udenlandske varer og udbyder danske varer. Idet import og eksport antages at afhænge af det relative forhold mellem indenlandsk og udenlandsk prisniveau⁴, haves et endogent bytteforhold. Rent intuitivt fungerer det endogene bytteforhold på følgende måde: hvis det danske prisniveau er meget højt relativt til det udenlandske vil både indenlandske og udenlandske agenter efterspørge relativt få danske produkter. Hvis omvendt det danske prisniveau er lavt, kan vi sælge relativt mange danske varer. Med en given arbejdsstyrke kan vi producere en given mængde

⁴Det antages at der føres fastkurspolitik i økonomien.

danske varer⁵. Der findes derfor et bestemt dansk prisniveau der sikrer at indenlandske og udenlandske agenter efterspørger netop den af arbejdsudbuddet bestemte mængde danske varer. Eller sagt mere kort: den indenlandske pris clearer vare-markedet. Hvis der ændres på en eksogen variabel i modellen, påvirkes denne balance på varemarkedet. Dette fører til en ændring i det danske prisniveau og derfor en ændring i bytteforholdet.

Idet den repræsentative forbruger antages at have en nyttefunktion, er de velfærdsmæssige begreber veldefinerede i modellen. I afsnit 2.6 udledes det for modellen relevante *ekvivalente variations-mål* (EV). I forbindelse med et stød til modellen angiver EV -målet hvor meget ekstra indkomst forbrugerne skal modtage i udgangspunktet, for at have den samme nytte som i alternativ-situationen. Det vises i afsnit 2.6 at dette mål kan opdeles i 2 led:

$$EV = EV_{KO} + EV_I$$

hvor EV_{KO} er det såkaldte konsumentoverskud og EV_I er ændringen i husholdningerne efterskat-indkomst forårsaget af stødet. Ved et stød til økonomien påvirkes forbrugerne af to kanaler: ændret efterskat-indkomst og ændrede priser. Gevinsten af den ændrede efterskat-indkomst måles ved EV_I og gevinsten ved de ændrede priser, måles ved konsumentoverskuddet EV_{KO} . Konsumentoverskuddet kaldes et overskud, idet den beregnes som den samlede velfærdseffekt EV fratrukket velfærdseffekten af ændret indkomst EV_I .

Ændringen i efterskat-indkomsten kan opdeles i 5 komponenter:

$$EV_I = EV_{PO} + EV_{Skat} + EV_{Lump} + EV_{Sats} + EV_{Fri}$$

Komponenten EV_{PO} er det såkaldte producentoverskud. Producentoverskuddet kunne alternativt kaldes BFI-gevinsten, idet den måler ændringen i husholdningernes faktorindkomst (løn- og kapitalindkomst), - dvs. husholdningernes indkomst fra virksomhederne før

⁵Dette er ikke helt rigtigt: substitution mellem arbejdskraft, importerede varer og energitjenester gør det muligt at variere produktionen for givent arbejdsudbud. Det er imidlertid arbejdsudbuddet, der er den helt centrale determinant for produktionens størrelsesorden.

skat. Idet EV_{Skat} måler ændring i husholdningerne indbetalinger af indkomstskat, bliver $EV_{PO} + EV_{Skat}$ ændringen i faktorindkomst efter skat. EV_{Lump} og EV_{Sats} måler ændringer i transfereringer til husholdningerne der skyldes lumpsum-skatten og satsregulering. Endelig måler EV_{Fri} velfædsgevinsten i ændringer i mængden i fritid.

2.2 Virksomhederne

Ud over energitjenester produceres der en vare i økonomien⁶. Produktionsværdien Y er defineret ved CES-produktions-funktionen

$$Y = \left[\gamma_{YE}^{\frac{1}{\sigma_Y}} Y_D^{\frac{\sigma_Y-1}{\sigma_Y}} + \gamma_{YL}^{\frac{1}{\sigma_Y}} Y_F^{\frac{\sigma_Y-1}{\sigma_Y}} \right]^{\frac{\sigma_Y}{\sigma_Y-1}} \quad (1)$$

hvor Y_D er indenlandsk faktorinput (specificeret nedenfor) og Y_F er import i produktionen. Indenlandsk faktorinput Y_D er givet ved

$$Y_D = \left[\gamma_{YE}^{\frac{1}{\sigma_Y}} E^{\frac{\sigma_Y-1}{\sigma_Y}} + \gamma_{YL}^{\frac{1}{\sigma_Y}} L^{\frac{\sigma_Y-1}{\sigma_Y}} \right]^{\frac{\sigma_Y}{\sigma_Y-1}} \quad (2)$$

hvor E er et aggregat af energi-tjenester og L er beskæftigelse. Energi-aggregatet E er defineret ved CES-teknologien

$$E = \left[\sum_{j=1}^n \gamma_{Ej}^{\frac{1}{\sigma_E}} T_j^{\frac{\sigma_E-1}{\sigma_E}} \right]^{\frac{\sigma_E}{\sigma_E-1}} \quad (3)$$

hvor T_j er den j 'te energi-tjeneste. Den j 'te energi-tjeneste produceres ved CES-teknologien

$$T_j = \left[\gamma_{TXj}^{\frac{1}{\sigma_T}} X_j^{\frac{\sigma_T-1}{\sigma_T}} + \gamma_{TMj}^{\frac{1}{\sigma_T}} M_j^{\frac{\sigma_T-1}{\sigma_T}} \right]^{\frac{\sigma_T}{\sigma_T-1}} \quad (4)$$

hvor X_j er input af den danske vare og M_j er import.

⁶Den stærkt forsimplede måde at modellere energi på som anvendes i denne model er inspireret af Ruud A. de Mooij: Environmental Taxation and the Double Dividend (North Holland, 2000)

Produktionsfunktionen (1) giver anledning til CES-efterspørgselssystemet:

$$Y_D = \gamma_{YD} \left(\frac{P_D}{P_Y} \right)^{-\sigma_Y} Y \quad (5)$$

$$Y_F = \gamma_{YF} \left(\frac{P_M}{P_Y} \right)^{-\sigma_Y} Y \quad (6)$$

$$P_Y Y = P_D Y_D + P_M Y_F \quad (7)$$

Produktionsfunktionen (2) giver anledning til CES-efterspørgselssystemet:

$$E = \gamma_{DE} \left(\frac{P_E}{P_D} \right)^{-\sigma_Y} Y_D \quad (8)$$

$$L = \gamma_{DL} \left(\frac{W}{P_D} \right)^{-\sigma_Y} Y_D \quad (9)$$

$$P_D Y_D = P_E E + W L \quad (10)$$

Produktionsfunktionen (3) giver anledning til CES-efterspørgselssystemet:

$$T_j = \gamma_{Ej} \left(\frac{(1+t_j)p_j}{P_E} \right)^{-\sigma_E} E \quad (11)$$

$$P_E E = \sum_{j=1}^n (1+t_j) p_j T_j \quad (12)$$

hvor t_j er afgift på den j 'te energitjeneste. Endelig gælder det at produktionsfunktionen (4) giver anledning til CES-efterspørgselssystemet:

$$X_j = \gamma_{TXj} \left(\frac{P_Y}{p_j} \right)^{-\sigma_T} T_j \quad (13)$$

$$M_j = \gamma_{TMj} \left(\frac{P_M}{p_j} \right)^{-\sigma_T} T_j \quad (14)$$

$$p_j T_j = P_Y X_j + P_M M_j \quad (15)$$

Prisen P_M er det udenlandske prisniveau. Det antages typisk at $P_M = 1$, men det er en god ide at bibeholde P_M således at man kan modellere situationer hvor det indenlandske og udenlandske prisniveau bevæger sig parallelt på grund af koordination.

2.3 Husholdningerne

Husholdningerne antages at have nyttefunktionen

$$U = \left[\mu_{UQ} Q^{\frac{\sigma_U - 1}{\sigma_U}} + \mu_{UV} V^{\frac{\sigma_U - 1}{\sigma_U}} \right]^{\frac{\sigma_U}{\sigma_U - 1}} \quad (16)$$

hvor Q er et forbrugsaggregat og V er fritid. Arbejdsudbuddet defineres ved

$$V = \bar{Z} - L^S \quad (17)$$

hvor \bar{Z} definerer den maksimale arbejdstid og Q defineres ved

$$Q = \left[\mu_{QE} (E^C)^{\frac{\sigma_Q - 1}{\sigma_Q}} + \mu_{QC} C^{\frac{\sigma_Q - 1}{\sigma_Q}} \right]^{\frac{\sigma_Q}{\sigma_Q - 1}}$$

hvor E^C er et aggregat af energitjenester og C er forbrug der ikke er energi-relateret.

Forbrugsaggregatet C er defineret ud fra danske og udenlandske forbrugsvarer:

$$C = \left[\mu_{CD} C_D^{\frac{\sigma_C - 1}{\sigma_C}} + \mu_{CF} C_F^{\frac{\sigma_C - 1}{\sigma_C}} \right]^{\frac{\sigma_C}{\sigma_C - 1}}$$

hvor C_D dansk producerede forbrugsvarer og C_F er importerede forbrugsvarer. Energi-aggregatet E^C er defineret ved CES-teknologien

$$E^C = \left[\sum_{j=1}^n \mu_{E_j^C}^{\frac{1}{\sigma_{EC}}} (T_j^C)^{\frac{\sigma_{EC} - 1}{\sigma_{EC}}} \right]^{\frac{\sigma_{EC}}{\sigma_{EC} - 1}}$$

hvor T_j^C er den j 'te energi-tjeneste. Den j 'te energi-tjeneste produceres ved CES-teknologien

$$T_j^C = \left[\mu_{TX_j}^{\frac{1}{\sigma_{TC}}} \left(X_j^C \right)^{\frac{\sigma_{TC}-1}{\sigma_{TC}}} + \mu_{TM_j}^{\frac{1}{\sigma_Y}} \left(M_j^C \right)^{\frac{\sigma_{TC}-1}{\sigma_{TC}}} \right]^{\frac{\sigma_{TC}}{\sigma_{TC}-1}}$$

hvor X_j^C er input af den danske vare og M_j^C er import.

Forbrugernes budgetbegrænsning er defineret ved

$$P_Q Q = (1 - \tau) W L^S + TR$$

hvor τ er indkomstskattesatsen og TR er en transfereringer fra den offentlige sektor. Ved hjælp af (17) kan denne omskrives til:

$$P_Q Q + (1 - \tau) W V = I \quad (18)$$

hvor

$$I \equiv (1 - \tau) W \bar{Z} + TR$$

Variablen I kaldes den *fritidskorrigerede efterskat-indkomst*. Dette skyldes at I kan ses som den egentlige indkomst $(1 - \tau) W L^S + TR$ tillagt det beløb forbrugeren mister ved at have fritid $(1 - \tau) W V$ (idet det jo gælder at $\bar{Z} = L^S + V$).

Forbrugeren skal herefter maksimere (16) givet (18). Dette giver anledning til CES-forbrugssystemet:

$$Q = \mu_{UQ} \left(\frac{P_Q}{P_U} \right)^{-\sigma_U} \frac{I}{P_U} \quad (19)$$

$$V = \mu_{UV} \left(\frac{(1 - \tau) W}{P_U} \right)^{-\sigma_U} \frac{I}{P_U} \quad (20)$$

$$P_U U = P_Q Q + (1 - \tau) W V \quad (21)$$

Prisindekset P_U er forbrugerprisindekset. Bemærk fra (18) og (21) at

$$P_U U = I$$

således at

$$U = \frac{I}{P_U} \quad (22)$$

Dette viser at det korrekte nyttemål i modellen er den fritidskorrigerede efterskat-indkomst deflateret med prisindekset P_U . Dette prisindeks er en sammenvejning af forbrugerprisindekset P_Q og prisen på fritid (som er givet ved $(1 - \tau)W$)

Hvis vi går længere ned i forbrugssystemet fås CES-forbrugssystemet:

$$E^C = \mu_{QE} \left(\frac{(1 + t_{VAT}) P_E^C}{P_Q} \right)^{-\sigma_Q} Q \quad (23)$$

$$C = \mu_{QC} \left(\frac{(1 + t_{VAT}) P_C}{P_Q} \right)^{-\sigma_Q} Q \quad (24)$$

$$P_Q Q = (1 + t_{VAT}) (P_E^C E^C + P_C C) \quad (25)$$

hvor t_{VAT} er moms og P_Q er forbrugerprisindekset. Forbruget af danske og udenlandske varer er givet ved:

$$C_D = \mu_{CD} \left(\frac{P_Y}{P_C} \right)^{-\sigma_C} C \quad (26)$$

$$C_F = \mu_{CF} \left(\frac{P_M}{P_C} \right)^{-\sigma_C} C \quad (27)$$

$$P_C C = P_Y C_D + P_M C_F \quad (28)$$

Hvis vi går længere ned fås

$$T_j^C = \mu_{Ej} \left(\frac{(1 + t_j^C) p_j^C}{P_E^C} \right)^{-\sigma_E} E^C \quad (29)$$

$$P_E^C E^C = \sum_{j=1}^n (1 + t_j^C) p_j^C T_j^C \quad (30)$$

hvor t_j^C er forbrugsafgift på den j 'te energitjeneste. Endelig gælder det at

$$X_j^C = \mu_{TXj} \left(\frac{P_Y}{p_j^C} \right)^{-\sigma_T} T_j^C \quad (31)$$

$$M_j^C = \mu_{TMj} \left(\frac{P_M^C}{p_j^C} \right)^{-\sigma_T} T_j^C \quad (32)$$

$$p_j^C T_j^C = P_Y X_j^C + P_M^C M_j^C \quad (33)$$

Prisen P_M^C er det udenlandske prisniveau for forbrugsvarer. Man vil typisk antage at $P_M^C = P_M$.

2.4 Den offentlige sektor

De samlede skatteindtægter er givet ved:

$$TAX = \tau WL + t_{VAT} (P_E^C E^C + P_C C) + \sum_{j=1}^n t_j^C p_j^C T_j^C + \sum_{j=1}^n t_j p_j T_j$$

De offentlige udgifter er givet ved $P_Y G$ hvor G er det offentlige forbrug af den danske vare.

Der antages ikke at være nytte af G , men G ændrer sig omvendt heller ikke.

Der antages at være balance på det offentlige budget:

$$P_Y G + TR + K_{CO_2} = TAX \quad (34)$$

hvor TR er diverse transfereringer og K_{CO_2} er offentlige køb af CO2-kvoter. Det antages at transfereringerne er givet ved

$$TR = S + \gamma^{TR} w \quad (35)$$

Parameteren γ^{TR} afspejler en antagelse om at overførselsindkomster er satsregulerede, - dvs. følger lønudviklingen. Størrelsen S er en lump-sum-skat.

2.5 Ligevægt og lukning af model

Både arbejdsmarkedet og det danske varemarked skal være i ligevægt. Arbejdsmarkedet er i ligevægt hvis

$$L^S = L \quad (36)$$

Det antages at eksporten EX er givet ved

$$EX = \phi \left(\frac{P_Y}{P_M} \right)^{-\sigma_x} \quad (37)$$

Modellen lukkes ved at antage ligevægt på varemarkedet:

$$Y = \sum_j X_j + \sum_j X_j^C + G + EX$$

Idet det antages at alle agenter (virksomheder, forbrugere og offentlig sektor) overholder deres budget-restriktioner, vil betalingsbalancen være i ligevægt. Det vil derfor altid gælde at

$$P_Y EX = \sum_j P_M M_j + \sum_i P_M^C M_j^C + K_{CO2}$$

2.6 Velfærdsanalyse

Der dannes et *ekvivalent variations-mål* (EV) ud fra nyttefunktionen (22). I forbindelse med et stød til modellen ønsker vi at beregne hvor megen ekstra indkomst forbrugerne skal modtage i udgangspunktet for at have den samme nytte som i alternativ-situationen. Nyttens i udgangspunktet U_0 er givet ved

$$U_0 = \frac{I_0}{P_U^0}$$

hvor indkomsten I_0 er defineret ved

$$I_0 \equiv (1 - \tau_0) W_0 \bar{Z} + TR_0$$

I alternativet er nytten U_1 givet ved

$$U_1 = \frac{I_1}{P_U^1}$$

EV-målet er nu defineret ved

$$\frac{I_0 + EV}{P_U^0} \equiv \frac{I_1}{P_U^1}$$

således at

$$EV = \frac{P_U^0}{P_U^1} I_1 - I_0$$

Dette kan omskrives til:

$$EV = I_1 - I_0 + \frac{P_U^0 - P_U^1}{P_U^1} I_1$$

Dette viser at EV-målet kan omskrives til summen af to led

$$EV = EV_I + EV_{KO}$$

hvor

$$EV_I \equiv I_1 - I_0$$

og

$$EV_{KO} \equiv \frac{P_U^0 - P_U^1}{P_U^1} I_1$$

Det ses at komponenten EV_I er givet ved stigningen i forbrugernes indkomst (korrigeret for nytte af fritid). Komponentens EV_{KO} er positiv hvis forbrugerprisindekset falder. Den måler med andre ord velfærdseffekten af ændrede priser. Dette er det såkaldte konsumentoverskud (consumers surplus).

Komponenten EV_I kan opdeles yderligere. Fra (35) har vi at:

$$I \equiv (1 - \tau) W \bar{Z} + S + \gamma^{TR} W$$

Dette kan omskrives til

$$I = WL + (1 - \tau) WV - \tau WL + S + \gamma^{TR} W$$

Vi dekomponerer derfor EV_I ved

$$EV_I = EV_{PO} + EV_{Fri} + EV_{Skat} + EV_{Lump} + EV_{Sats}$$

hvor

$$EV_{PO} \equiv W_1 L_1 - W_0 L_0$$

$$EV_{Fri} \equiv (1 - \tau_1) W_1 V_1 - (1 - \tau_0) W_0 V_0$$

$$EV_{Skat} \equiv (-\tau_1 W_1 L_1) - (-\tau_0 W_0 L_0)$$

$$EV_{Lump} \equiv S_1 - S_0$$

$$EV_{Sats} \equiv \gamma_1^{TR} W_1 - \gamma_0^{TR} W_0$$

Komponenten EV_{PO} er producentoverskudet (producers surplus), dvs. fald i faktorindkomsten. EV_{Fri} er velfærdseffekten af fritid. EV_{Skat} er provenue-effekten af indkomsskat. EV_{Lump} er provenue-effekten af lumpsum-skat. EV_{Sats} er provenue-effekten af satsregulering.

3 Analyse

Klimakommissionen beskæftiger sig med to scenarier: et ambitiøst scenarie og et uambitiøst scenarie. Scenarierne adskiller sig hvad angår rammebetingelserne for den danske økonomi. I det ambitiøse scenarie antages det at den internationale klimapolitik er ambitiøs, med lav olie-, kul- og gaspris, høj CO₂-kvotepris og høj pris på bio-energi som følge. Omvendt antages det i det uambitiøse forløb at den internationale klimapolitik er uambitiøs. Dette medfører en høj olie-, kul- og gaspris, lav CO₂-kvotepris og lav pris på bio-energi.

Hvert scenarie består af to forløb: et reference-forløb og et alternativ-forløb. I reference-forløbet antages det at fossile brændsler fortsat anvendes. I alternativ-forløbet sker en total udfasning af fossil energi. De samfundsøkonomiske omkostninger måles ved at sammenligne alternativ- og reference-forløbet i hvert scenarie.

Alternativforløbene opstår ved at støde til modellen, idet stødene er defineret ud fra Klimakommissionens 2 alternativ-forløb i 2050. Model-stødene kan opdeles på følgende måde:

1. Produktivitetsfald i energitjeneste-producerende sektorer (medfører højere enhedsomkostninger og ændrede importandele)
2. Ændringer i afgifter
3. Ændringer i kvote-køb

Kalibreringen af produktivitetstabene er foretaget med udgangspunkt i Klimakommissionens beregninger af faktorprisen på energitjenester i 2050. Produktivitetstabene er netop så store at de korrekte ændringer i faktorpriserne opnås for uændrede input-priser og tjeneste-mængder. Diverse økonomiske data er taget fra det danske IO-system i år 2008.

Der findes i modellen to typer afgifter: energitjeneste-afgifter og en moms-lignende afgift (nettoafgiftsfaktoren). Energitjeneste-afgifterne dækker både diverse energiafgifter og di-

verse CO₂-omkostninger. De beregnes ved at fratække faktorpriser fra markedspriser i Klimakommissionens inputdata. Nettoafgiftsfaktoren kalibreres i referenceforløbet, således at der opstår et afgiftstryk svarende til 2008 (den beregnes til ca. 17,0 procent). Energitjenesteafgifterne ændres i alternativforløbene, mens nettoafgiftsfaktoren er uændret.

Der findes i Klimakommissionens data bud på køb af kvoter i både referenceforløb og alternativforløb. Disse køb er modelleret som transfereringer til udlandet.

3.1 Samfundsøkonomiske omkostninger

Ved et stød til økonomien påvirkes forbrugerne gennem to kanaler: ændrede priser og ændringer i indkomsten. Ved hjælp af et såkaldt *ekvivalent-varitions*-mål (EV-mål) søges denne påvirkning målt (se afsnit 2.6 for en teknisk beskrivelse). EV-målet er opdelt i en række komponenter (se 2.1 for en oversigt). For det første *konsumentoverskuddet*. Som tidligere nævnt måler dette hvor mange penge forbrugerne skal have for at kompenseres for de ændrede priser. Hvis modellen er simpel nok (dvs. hvis der ikke er endogent arbejdsudbud og bytteforholdseffekter) må der forventes et fald i konsumentoverskuddet der ligger relativt tæt på husholdningernes tekniske omkostningsstigning i markedspriser⁷. I den simple model vil produktivitetstabene blive overvæltet direkte på energitjenestepriserne. Forbrugerne vil derfor opleve en umiddelbar fordyrelse af energitjenesterne svarende til de stigende produktionsomkostninger (plus diverse afgifter). Faktisk må det forventes at konsumentoverskuddet bliver lidt mindre end de tekniske omkostninger i markedspriser, idet det er muligt for forbrugerne at reagere med et lavere forbrug. Dette giver et lille fald i de samlede omkostninger. Hvis der er endogent arbejdsudbud og bytteforholdseffekter er sagen lidt mere kompliceret. Vi kommer tilbage til dette nedenfor.

Konsumentoverskuddet måler som sagt effekten af ændrede priser. Herefter mangler vi at måle effekten af ændret indkomst. Forbrugerne har grundlæggende to kilder til indkomst: faktorindkomst (dvs. løn og kapitalindkomst) og offentlige transfereringer. *Producentover-*

⁷Husholdningernes og virksomhedernes tekniske omkostninger er defineret i afsnit 2.1.

skuddet måler ændringen i faktorindkomsten. Det kunne alternativt kaldes BFI-gevinst og ligger derfor begrebsligt tæt på den ofte anvendte BNP-gevinst (eller BNP-tab som det ofte kaldes). Producentoverskuddet måler ændringen i den indkomst der overføres fra virksomhederne til forbrugerne. Hvis vi igen antager at modellen er simpel (ikke endogen arbejdsudbud og bytteforholdseffekter) fås at også producentoverskuddet må ligge relativt tæt på de tekniske omkostninger i markedspriser. Argumentet er næsten det samme. Produktivitetstabene overvælttes på energitjenestepriiserne. De resterende virksomheder (der har energitjenester som input) vil opleve en umiddelbar fordyrelse af energitjenesterne svarende til de stigende produktionsomkostninger (plus diverse afgifter). Da virksomhederne er udenlandskonkurrerende kan de ikke sætte output-prisen op. Derfor overvælttes de stigende udgifter til energitjenester direkte i et tilsvarende fald i faktorindkomsten (dvs. lønnen i denne model). Ligesom ovenfor gælder det at virksomhedernes mulighed for at reducere forbruget af energitjenester reducerer tabet en smule i forhold til de tekniske omkostninger.

Ud over faktorindkomst modtager forbrugerne offentlige transfereringer. For at beskrive pengestrømmene mellem forbrugerne og den offentlige sektor, opdeles transfereringerne i indkomstskat, satsregulerede transfereringer og lumpsum-overførsler fra den offentlige sektor til forbrugerne. Den sidste komponent er en kunstig transferering der især er nyttig af to grunde: for det første gør den det muligt at kalibrere en offentlig sektor der er i balance, for det andet er en lumpsum-overførsel ikke-forvridende. Hvis man ønsker at vurdere forvridningseffekten af en given beskatningsform, kan man sammenligne to økonomier: en med den givne beskatningsform og en med lumpsum-beskatning.

3.2 Det ambitiøse scenarie

Med det emissionsniveau der antages af Klimakommissionen i referenceforløbet skal der købes for 15,279 mia. kr. CO₂-kvoter i 2050. I det fossilfri alternativ-forløb antages det derimod at der sælges for 6,266 mia. kr. CO₂-kvoter til udlandet. I relation til CO₂-

Umiddelbar effekt på den offentlige sektor. Mia. kr., 2008-priser

A: Værdiændring i markedspriser (eksl. moms mm.)	1,417
B: Værdiændring i faktorpriser	34,283
C: CO2-kvotebesparelse	21,545
Provenueffekt (A - B + C)	-11,321

Umiddelbar effekt på husholdningerne. Mia. kr., 2008-priser

A: Værdiændring i markedspriser (eksl. moms mm.)	1,417
B: Provenueffekt	-11,321
Samlet gevinst (B - A)	-12,738

Tabel 1: Det ambitiøse scenarie 2050. Umiddelbare effekter af ændring i samlet værdi af energitjenester.

kvoterne sker der derfor en netto-transferering til Danmark i alternativ-forløbet på 21,545 mia. kr. (= 15,279 + 6,266). Det antages i modellen at staten køber/sælger kvoterne. Staten skaffer pengene ved at lægge afgifter på forbrugere og virksomheder⁸.

Scenariet er beskrevet mere detaljeret i tabel 1. I alternativ-forløbet antages det at overgangen til en fossil-fri teknologi medfører produktivitetstab i produktionen af energitjenester der umiddelbart giver anledning til at tab på 34,283 mia. kr. (svarende til 0.95 procent af BNP). Dette kan betragtes som de umiddelbare tekniske omkostninger ved overgangen til den fossil-fri økonomi. Målt i markedspriser ekskl. moms er tabet kun 1,417 mia. kr.. Dette skyldes at diverse energi-relaterede afgifter bliver betydeligt lavere i en fossil-fri verden. Den offentlige sektor oplevet et umiddelbart provenuetab fra disse afgiftsudsættelser på 32,866 mia. kr (= 34,283 - 1,417). Ved overgangen til et fossil-frit samfund opnås imidlertid som nævnt ovenfor en kvote-besparelse på 21,545 mia. kr.. Som demonstreret i tabel 1 bliver det samlede provenutab derfor kun 11,321 mia. kr.

Hvordan påvirkes husholdningerne af dette? Et første skøn er vist i den nederste del af tabel 1. Husholdningerne vil opleve en umiddelbar merudgift til energitjenester på 1,417 mia.kr. Dette relativt beskedne tab skyldes at de energirelaterede afgifter sættes ned og derved modererer de fordyrelser husholdningerne ellers ville have oplevet. Imidlertid med-

⁸Det kunne alternativt antages at en del af virksomhederne udgjorde en kvote-sektor, - dvs. at disse virksomheder selv købte kvoter. Dette ville imidlertid give præcis samme resultat.

Uden arbejdsudbudseffekter

Mia. kr., 2008-priser	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Konsumentoverskud	-2,576	-2,576	-0,344	-0,344	-0,345	-0,295
Producentoverskud	3,999	3,999	-1,122	-1,122	-1,123	-1,123
Velfærd af fritid						
Indkomstskat	-15,695	-14,345	-14,102	0,561	0,561	0,561
Lumpsum				-14,663	-13,998	-11,882
Satsregulering	1,350					
EV	-12,922	-12,922	-15,567	-15,567	-14,906	-12,739
EV/BNP* (Procent)	-0,36	-0,36	-0,44	-0,44	-0,41	-0,36

Med arbejdsudbudseffekter

Mia. kr., 2008-priser	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Konsumentoverskud	-2,322	-2,364	0,606	-0,315	-0,345	-0,295
Producentoverskud	1,969	2,227	-4,809	-1,275	-1,123	-1,122
Velfærd af fritid	0,818	0,725	0,879	0,047		
Indkomstskat	-16,799	-15,003	-14,948	0,638	0,561	0,561
Lumpsum				-14,775	-13,998	-11,883
Satsregulering	1,701					
EV	-14,634	-14,415	-18,273	-15,680	-14,906	-12,739
EV/BNP* (Procent)	-0,41	-0,40	-0,51	-0,44	-0,41	-0,36

*) BNP i 2050 antages at være 3593 mia.kr. i 2008-priser.

F1: Alle effekter slået til

F2: Uden satsregulering

F3: Uendelig eksport-elasticitet

F4: Lumpsum-lukning

F5: Klimakommissionens antagelser med nettoafgiftsfaktor

F6: Klimakommissionens antagelser

Tabel 2: EV-dekomponering 2050. Ambitiøst scenarie.

fører samme afgiftsnedsettelse et hul i statsbudgettet på 11,321 mia. kr. der må hentes ind via højere skatter. Ses der i første omgang bort fra eventuelle forvridende effekter fra disse skatter, bliver det samlede tab på 12,739 mia. kr. (svarende til 0,36 procent af BNP).

3.2.1 Model uden arbejdsudbudseffekter

I Tabel 2 vises de samfundsøkonomiske omkostninger for 4 modeleksperimenter (F1-F4 med hhv. uden arbejdsudbudseffekter). Det er en god ide først at analysere modellen uden arbejdsudbudseffekter, da denne er lettere at fortolke. F1 er den fulde model. I F2 er satsreguleringen slået fra, således at diverse transfereringer (alderspension, understøttelse, efterløn, førtidspension osv.) ikke reguleres med lønnen. De offentlige udgifter til disse antages herefter faste. I F3 antages yderligere at eksportelasticiteten⁹ ændres fra 5,0 til uendelig. Ved at gøre eksporten uendeligt elastisk opnår man en situation hvor den danske virksomhedssektors outputpris er bundet til det udenlandske prisniveau. Hvis Danmark afviger fra det udenlandske prisniveau vil efterspørgslen enten forsvinde helt (ved højt dansk prisniveau) eller eksplodere (ved lavt dansk prisniveau). Det er en udbredt opfattelse at man ikke på langt sigt kan afvige fra det udenlandske prisniveau. Alle empiriske undersøgelser viser imidlertid at eksportelasticiteten ikke er uendelig. I langsigtede modeller vil man derfor typisk have en endelig, men høj elasticitet (i vores tilfælde er den 5,0). Antagelsen om en uendelig eksportelasticitet betyder at der ikke er endogene bytteforholdseffekter i modellen. Dette gør den nemmere at analysere. Endelig er det i F4 antaget at balancen på det offentlige budget opnås ved en tilpasning i lumpsum-skatten i stedet for en korrektion i indkomstskattesatsen. Dette har betydning i modellen med arbejdsudbudseffekter. Ved at benytte en lumpsum-skat undgås de forvridende effekter fra indkomstskattesatsen. Dette gør det muligt at beregne forvridningseffekten.

Søjlen F6 er et forsøg på at opskrive Klimakommissionens input-data på en måde der er sammenlignelig med modelles resultater. Søjlen data er baseret på en yderligere op-

⁹Eksportelasticiteten angiver hvor mange procent eksporten falder hvis eksportprisen vokser 1 procent.

splitning af informationerne i tabel 1. De tekniske meromkostninger i markedspriser på 1,417 mia.kr. kan opdeles i meromkostninger der skyldes energitjenester efterspurgt af husholdninger (0,295 mia. kr.) og meromkostninger der skyldes energitjenester efterspurgt af virksomhederne (1,122 mia. kr.). Som nævnt ovenfor er disse meromkostninger gode approximationer af h.h.v. konsumentoverskuddet og producentoverskuddet. I denne model vil et fald i producentoverskuddet indebære et tilsvarende fald i lønsummen. Antages det at indkomstskattesatsen er 0,5 som i CGE-modellen, vil et fald i lønsummen betyde et fald i husholdningernes betaling af indkomstskat på det halve. Faldet i producentoverskuddet på 1,122 mia.kr. medfører derfor et fald i indkomstskatten på 0,561 mia. kr.. Vi beregnede ovenfor at staten ville få et provenutab på 11,321 mia.kr.. Vi antager derfor at husholdningerne lumpsum-beskattes for 11,883 mia.kr. (= 11,321 + 0,561). Summeres over søjlen F6 fås igen det samlede tab på 12,738 mia.kr. som genkendes fra tabel 1.

I søjlen F5 inddrages betydningen af afgifter og subsidier der ikke har med energi at gøre (stadig uden at køre modellen). Disse er samlet i nettoafgiftsfaktoren (NAF) der som nævnt er en momslignende afgift der pålægges husholdningernes forbrug, og som er kalibreret således at det samlede afgift-tryk passer med nationalregnskabet. NAF'en har to umiddelbare effekter. For det første skal konsumentoverskuddet måles i markedspriser, dvs. inkl. NAF'en. Derfor er konsumentoverskuddet numerisk ca. 17,0 procent højere i F5 relativt til F6. Producentoverskuddet er derimod ikke påvirket, idet NAF'en kun pålægges husholdningerne. Derfor er indkomstskatten heller ikke påvirket, og således den samme i F5 og F6. Den anden effekt der kommer fra NAF'en, skyldes det såkaldte *balancerede budgets multiplikator*. Vi antager at den offentlige sektors samlede omkostninger er givet¹⁰. Antagelsen om balanceret budget indebærer derfor at en stigning i den offentlige sektors indtægter øjeblikkeligt vil modsvares at et fald i skatterne. I F4-F5 antages dette at ske via et ikke-forvridende fald i lumpsum-skatten. Hvis husholdningernes efterskat-indkomst stiger med 1 procent, vil den umiddelbare effekt være en stigning på 1 procent i værdien af

¹⁰Både offentligt forbrug og transfereringer er eksogene, idet satsreguleringen er slået fra i F2-F6.

det samlede forbrug. Men dette vil resultere i en stigning på 1 procent i de samlede NAF-indbetalinger til den offentlige sektor. Dette vil resultere i et fald i lumpsum-skatten, med en yderligere stigning i efterskat-indkomsten som følge. Dette vil medføre en stigning i det private forbrug, højere NAF-indbetalinger osv.. Dette er det balancerede budgets multiplikator. Det kan vises at når processen dør ud, er efterskat-indkomsten steget svarende til NAF'en, - dvs. med ca. 17,0 procent i vores tilfælde. I den dekomponering af EV der er foretaget i tabel 2, vil alle elementer bortset fra konsumentoverskuddet være at betragte som ændringer i husholdningerne indkomst. I F6 fås en samlet ændring i husholdningerne indkomst på -12,444 mia.kr. ($= -1,122 + 0,561 - 11,883$). Det balancerede budgets multiplikator indebærer at dette indkomsttab resulterer i lavere NAF-indtægter for staten med en stigning i skatten som følge. Denne skattestigning på lidt over 2 mia. kr. er medregnet i lumpsumskatten i F5.

Søjlen F4 er et modeleksperiment hvor balance på det offentlige budget sikres via lumpsum-bekæmpelse (så forvriddinger undgås) og hvor der ikke er bytteforholdseffekter i modellen (det danske prisniveau er givet af det udenlandske). Vi betragter først modellen uden arbejdsudbudseffekter (den øverste tabel i tabel 2). Det ses at konsumentunderskuddet som forventet bliver en smule mindre end de tekniske meromkostninger i markedspriser (0,345 mia. kr.). Dette er en såkaldt trekantsgevinst der skyldes at forbrugerne kan tilpasse deres efterspørgsel. Gevinsten er på 0,3 procent af de tekniske omkostninger, dvs. en ret beskeden tilpasningseffekt. En lignende beskeden effekt ses på producentunderskuddet, som er 0,1 procent mindre end de tekniske omkostninger på 1,123 mia. kr. Da producentunderskuddet som nævnt svarer til et tilsvarende fald i lønsummen ses en gevinst fra lavere indkomsskat for husholdningerne på 0,561 mia. kr. ($= 0,5 * 1,122$). Sammenlignes lumpsum-skatten i F4 og F5 ses lidt højere skattebetalinger i F4. Det skyldes at der skal kompenseres for den lidt lavere indkomstskat og de lidt lavere NAF-betalinger fra husholdningerne.

Søjlen F3 beskriver et modeleksperiment som er ligesom F4 med undtagelse af den of-

fentlige sektors adfærd. Det antages at den offentlige sektor sikrer balance på budgettet ved at ændre indkomstsskattesatsen (i stedet for med en lumpsum-skat). I modellen uden arbejdsudbudseffekter har dette ikke den store effekt. Det ses at EV, konsumentoverskud og producentoverskud er det samme som i F4. Det skyldes at indkomstsskattesatsens forvridende effekt udelukkende virker gennem arbejdsudbuddet (som jo er slået fra). Som følge heraf klarer indkomstsskattesatsen nu hvad indkomstkatten og lumpsum-skatten klarede sammen i F4. Indkomstkattens provenueeffekt bliver derfor -14,102 mia. kr. (= 0,561 - 14,663).

I modeleksperimentet F2 indføres endogene bytteforholdseffekter. Det antages at eksportelasticiteten er 5, i stedet for uendelig stor. Dette indebærer som nævnt at det danske prisniveau kan afvige fra det udenlandske. I dette eksperiment stiger virksomhedernes output-pris med 0,13 procent. Lønnen stiger 0,16 procent (dette skal ses i forhold til F3 hvor output-prisen var uændret og lønnen faldt 0,04 procent). Den stigende løn forklarer at producentoverskuddet bliver positivt i F2. Samtidig sker en betydelig stigning i konsumentunderskuddet. Dette skyldes stigningen i det danske prisniveau. Konsumentoverskuddet falder imidlertid ikke lige så meget som producentoverskuddet vokser. Dette skyldes at de danske forbrugere og virksomheder også i høj grad forbruger importerede varer. Da prisen på de importerede varer ikke følger med op, dæmpes den samlede effekt. Netto ender det med at EV-målet er blevet 2,645 mia. kr. højere i F2 sammenlignet med F3. Der er altså en bytteforholdseffekt på ca. 2,6 mia. kr.

I F1 indføres satsregulering relativt til F2. Dette betyder at en del af de offentlige udgifter kommer til at følge lønudviklingen. Dette aflaster så at sige indkomstsskattesatsen i finansieringen af det offentlige forbrug. Ved et lønfald falder statens indtægter fra indkomstskat, men udgifterne falder også. Derfor behøver indkomstsskattesatsen ikke blive hævet så meget som i en situation uden satsregulering. I modelversionen uden arbejdsudbudseffekter har dette ikke betydning for agenternes adfærd. Derfor sker der ikke nogen ændring i EV-målet.

3.2.2 Model med arbejdsudbudseffekter

Hvis det antages at husholdningerne har nytte af fritid opstår der arbejdsudbudseffekter i modellen. Hermed menes at hvis lønnen efter skat vokser, da stiger udbuddet af arbejde. Hvis lønnen stiger 1 procent (for given indkomstskattesats) da vil lønsummen vokse mere end 1 procent. Hvis den offentlige sektor lukker sit budget ved hjælp af indkomstskattesatsen, da vil dette have afledte (forvridende) effekter.

Modellen med arbejdsudbudseffekter er beskrevet i den nederste del-tabel i tabel 2. Det første der slår en i øjnene, er at rækken "Velfærd af fritid" ikke længere er 0. Lønnen efter skat falder i alle eksperimenterne F1-F4, og husholdningerne substituerer derfor over mod fritid (dvs. arbejder mindre)¹¹.

Sammenlignes F4 i modellerne med og uden udbudseffekter, ses det at producentunderskuddet er større i modellen med arbejdsudbudseffekter. Lønnen falder i begge F4-eksperimenter med 0,04 procent og output-prisen er uændret (ingen bytteforholdseffekter). I eksperimentet med arbejdsudbudseffekter sker der derfor et fald i arbejdsudbuddet, således at lønsummen falder yderligere.

Konsumentoverskuddet bliver til gengæld mindre. Det skyldes at efter-skatlønnen opfattes som prisen på fritid (som jo nu indgår i husholdningernes nyttefunktion), og et fald i en pris vil altid få konsumentoverskuddet til at vokse. Netto bliver EV-tabet 0,113 mia. kr. større i en model med arbejdsudbudseffekter. Dette skyldes grundlæggende den tabte produktion der følger af det netsatte arbejdsudbud.

I F3 tilpasses de offentlige indtægter udelukkende ved tilpasning af indkomstskattesatsen. Lumpsum-beskatningen på 14,775 mia. kr. i F4 laves om til forvridende indkomstskat i F3. Dette giver et fald i EV på 2,593 mia. kr. ($= 18,273 - 15,680$). Dette giver et forvridningstab på 17,5 procent ($= 2,593 / 14,775$). Dette passer relativt fint med tommelfingerregelen om at forvridningstabet er 20 procent. I F2 indføres endogent bytteforhold relativt

¹¹Velfærd af fritid måles som $(1 - \tau)WV$, hvor τ er indkomstskattesatsen, W er lønnen og V er mængden af fritid. Dette kan fortolkes som prisen på fritid $(1 - \tau)W$ multipliceret med mængden af fritid V . Det er dette beløb husholdningen går glip af ved ikke at arbejde.

Umiddelbar effekt på den offentlige sektor. Mia. kr., 2008-priser

A: Værdiændring i markedspriser (eksl. moms mm.)	-5,538
B: Værdiændring i faktorpriser	24,982
C: CO2-kvotebesparelse	16,114
Provenueffekt (A - B + C)	-14,406

Umiddelbar effekt på husholdningerne. Mia. kr., 2008-priser

A: Værdiændring i markedspriser (eksl. moms mm.)	-5,538
B: Provenueffekt	-14,406
Samlet gevinst (B - A)	-8,868

Tabel 3: Det uambitiøse scenarie 2050.

til F3. Som i modellen uden udbudseffekter ses en betydelig velfærdsgvinst. Endelig ses i F1 en mindre velfærdsgvinst på 0,219 mia. kr. af at indføre satsregulering i modellen. Denne effekt skyldes udelukkende arbejdsudbudseffekten, og ses derfor ikke i modellen uden arbejdsudbudseffekter. Forklaringen på effekten er at en del af provenue-tilpasningen overflyttes til personer der ikke har et arbejdsudbud. Dette begrænser arbejdsudbudseffekten, og derfor forvriddningen.

3.3 Det uambitiøse scenarie

I det uambitiøse scenarie antages det at der købes for 5,070 mia. kr. CO2-kvoter i referenceforløbet, og at der sælges for 11,044 mia. kr. kvoter i alternativ-forløbet. Der sker derfor netto-transferinger på 16,114 mia. kr. ($= 11,044 + 5,070$) til Danmark i det fossil-fri alternativ-forløb. Scenariet er beskrevet i tabel 3. De umiddelbare tekniske tab målt i faktorpriser udgør 24,983 mia. kr., svarende til 0,70 procent af BNP i 2050. Målt i markedspriser skifter fortegnet imidlertid, idet tabet bliver -5,538 mia. kr.. Der sker med andre ord et fald i markedspriserne. Dette skyldes nedsættelse af diverse energi-relaterede afgifter. Umiddelbart mister staten 30,521 mia. kr. ($= 5,538 + 24,983$) i provenue. Da staten imidlertid som sagt har en CO2-kvote-relateret netto-gevinst på 16,114 mia. kr., ender provenuetabet på 14,406 mia. kr. Den umiddelbare påvirkning af husholdningerne er beskrevet i den nederste tabel i tabel 3. Der er en direkte gevinst i markedspriser, men

Uden arbejdsudbudseffekter

Mia. kr., 2008-priser	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Konsumentoverskud	0,414	0,414	3,756	3,756	3,764	3,215
Producentoverskud	9,998	9,998	2,328	2,328	2,323	2,323
Velfærd af fritid						
Indkomstskat	-19,898	-16,523	-16,158	-1,164	-1,161	-1,161
Lumpsum				-14,993	-15,307	-13,244
Satsregulering	3,375					
EV	-6,111	-6,111	-10,074	-10,074	-10,381	-8,868
EV/BNP* (Procent)	-0,17	-0,17	-0,28	-0,28	-0,29	-0,25

Med arbejdsudbudseffekter

Mia. kr., 2008-priser	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Konsumentoverskud	0,669	0,580	4,591	3,695	3,764	3,215
Producentoverskud	8,519	9,065	-0,436	3,011	2,323	2,323
Velfærd af fritid	0,523	0,326	0,531	-0,280		
Indkomstskat	-20,710	-16,873	-16,799	-1,505	-1,161	-1,161
Lumpsum				-14,494	-15,307	-13,244
Satsregulering	3,631					
EV	-7,367	-6,902	-12,112	-9,573	-10,381	-8,868
EV/BNP* (Procent)	-0,21	-0,19	-0,34	-0,27	-0,29	-0,25

*) BNP i 2050 antages at være 3593 mia.kr. i 2008-priser.

F1: Alle effekter slået til

F2: Uden satsregulering

F3: Uendelig eksport-elasticitet

F4: Lumpsum-lukning

F5: Klimakommissionens antagelser med nettoafgiftsfaktor

F6: Klimakommissionens antagelser

Tabel 4: EV-dekomponering 2050. Uambitiøst scenarie.

til gengæld et betydeligt provenutab.

De 8 modeleksperimenter er vist i tabel 4. I søjlen F6 er værdierne fra tabel 3 splittet yderligere op. Det ses at afgift-nedsættelserne er så betydelige at både konsumentoverskuddet og producentoverskuddet er positive. Til gengæld opstår der et relativt stort hul i statsfinanserne, som husholdningerne må betale som indkomstskat og lumpsum-skat.

De principielle forklaringer af effekterne er de samme som i afsnittet om det ambitiøse scenarie. I overgangen fra F6 til F5 medtages effekten af det balancerede budgets multiplikator. I følge F6 sker der ialt et fald i husholdningerne indkomst på 12,083 mia.kr. ($= 13,244 + 1,161 - 2,323$). Dette giver en stigning i den offentlige sektors finansieringsbehov på ca. 2,1 mia. kr. ($= 0,170 * 12,083$). I overgangen fra F5 til F4 køres modellen uden skatteforvriddning og endogent bytteforhold. I modellen uden arbejdsudbudseffekter fås resultater der ligger relativt tæt på F5. I modellen med arbejdsudbudseffekter ses større afvigelser. I overgangen F4 til F3 erstattes lumpsum-skat med indkomstskat. Beregnes forvriddningstab på samme måde som i afsnit 3.2.2 fås 17,5 procent hvilket er næsten det samme som ovenfor. Endelig introduceres endogent bytteforhold i overgangen F3 til F2. Betragtes modellen med arbejdsudbudseffekter (den nederste tabel i tabel 4) ses det at producentoverskuddet vokser mens konsumentoverskuddet falder. Som beskrevet ovenfor skyldes det at lønnen vokser.

4 Konklusion

De samfundsøkonomiske tab ved en overgang til fuldstændig fossil-fri teknologi i 2050 er i det ambitiøse scenarie 0,41 procent af BNP og i det uambitiøse scenarie 0,21 procent. Der er foretaget en dekomponering af effekterne i tabel 5. Det er sket med udgangspunkt i modellen med arbejdsudbudseffekter. Dekomponeringen starter med de tekniske omkostninger og CO₂-kvotebesparelserne. I begge scenarier betaler CO₂-kvotebesparelserne godt 60 procent af de tekniske omkostninger. Posten "Provenue-effekter (ikke-energi)" beskriv-

er den offentlige sektors adfærd under antagelsen om et balanceret budget (den beregnes som forskellen mellem EV/BNP i F5 og F6). Husholdningernes indkomsttab på grund af lavere løn og højere skatter medfører et fald i det private forbrug og derfor et fald i den offentlige sektors indtægter fra diverse ikke-energi-relaterede afgifter (beskrevet ved nettoafgiftsfaktoren NAF i modellen). Den offentlige sektor reagerer ved at hæve skatterne svarende til 0,06 procent af BNP i det ambitiøse scenarie og 0,04 procent af BNP i det uambitiøse scenarie. Posten "Provenu-effekter (energi)" beskriver hvad der sker med provenuet fra de energi-relaterede afgifter (den beregnes som forskellen mellem EV/BNP i F4 og F5). I det ambitiøse scenarie vokser markedspriserne på energitjenester (se tabel 1) med et fald i efterspørgslen og provenuet som følge. Da prisstigningerne er meget begrænsede på grund af nedsættelsen af energi-relaterede afgifter ses en ret begrænset mængdreaktion, og derfor et beskedent fald i provenuet. I det uambitiøse scenarie er nedsættelsen af afgifterne så store relativt til de tekniske omkostninger at markedspriserne på energitjenester falder (se tabel 3). Derfor sker der en stigning i efterspørgslen efter energitjenester, med en stigning svarende til 0,02 procent af BNP i provenuet. Man kan alternativt fortolke posten som afgiftsforvridning, dvs. afgiftsforvridningseffekten af at energitjenesterne fordyres (i det ambitiøse scenarie) fra en situation som allerede er second-best set ud fra et økonomisk synspunkt (udgangssituationen er second-best fordi energitjenesteforbruget er reduceret pga. energiafgifterne). Posten "Indkomstskatte-forvridning" beskriver effekten af antagelsen om at den offentlige sektor henter sit manglende provenue ind ved hjælp af indkomstskatten (den beregnes som forskellen mellem EV/BNP i F3 og F4). Det fremgår af tabel 2 og tabel 4 at det i begge scenarier er ca. 14 mia. kr der skal finansieres via indkomstskatten (se F4 - Lumpsum). Som følge heraf bliver forvridningstabene nogenlunde lige store i de to scenarier. Endelig måler posten "Bytteforhold" betydningen af endogent bytteforhold i modellen (den beregnes som forskellen mellem EV/BNP i F1 og F3). Det ses at bytteforholdseffekten er størst i det uambitiøse scenarie. Det skyldes, at afgiftsnedsættelserne i det uambitiøse scenarie er så betydelige at markedspriserne på energitjenesterne

	Ambitiøs	Uambitiøs
Tekniske omkostninger	-0,95	-0,70
CO2-kvotebesparelse	0,60	0,45
Provenu-effekter (ikke-energi) (F5-F6)	-0,06	-0,04
Provenu-effekter (energi) (F4-F5)	-0,03	0,02
Indkomstskatte-forvridding (F3-F4)	-0,07	-0,07
Bytteforhold (F1-F3)	0,10	0,13
I alt	-0,41	-0,21

Tabel 5: Dekomponering af effekter i 2050. Procent af BNP.

falder. Dette medfører som nævnt ovenfor en stigning i forbruget af energitjenester, og som følge heraf et løft i efterspørgslen efter dansk producerede varer. Dette indebærer at det danske prisniveau presses op relativt til prisniveauet i det ambitiøse scenarie. Derfor fås en større bytteforholdseffekt i det uambitiøse scenarie.