

DREAM

Danish Research Institute for  
Economic Analysis and Modelling



# Velfærdseffekter ved drivhusgasbeskatning

Undersøgelse af produktions- og markedsforholds betydning i en simpel generel ligevægtsmodel

**Thomas Nyvang Dalgaard**

**Baggrundsnotat**

4. oktober 2023

[www.dreamgruppen.dk](http://www.dreamgruppen.dk)



# Indhold

<b>1.</b>	<b>Indledning .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Modellen .....</b>	<b>5</b>
2.1	Produktion og drivhusgasudledninger .....	5
2.2	Husholdningerne og arbejdsmarkedet .....	5
2.3	Eksportefterspørgsel og ligevægt på varemarkedet .....	6
2.4	Velfærdsevaluering .....	7
<b>3.</b>	<b>Skat på udledning af drivhusgasser .....</b>	<b>9</b>
<b>4.</b>	<b>Positive velfærdseffekter igennem bytteforholdsgevinster .....</b>	<b>12</b>
4.1	Lavere lønandel i produktionen .....	12
4.2	Større eksportandel i udledende brancher .....	14
4.3	Lavere eksportpriselasticitet i udledende brancher .....	16
<b>5.</b>	<b>Positive globale velfærdseffekter .....</b>	<b>18</b>
5.1	Modeludvidelse med markup'er og ejerskab .....	18
5.2	Drivhusgasbeskatning og markup'er i økonomien .....	20
<b>6.</b>	<b>Velfærdseffekter ved abatement-teknologier .....</b>	<b>24</b>
6.1	Modeludvidelse med abatement-teknologi .....	25
6.2	Skyggepris højere end afgiftsniveauet ved en høj eksportpriselasticitet .....	26
6.3	Indtrængning af abatement medfører en skyggepris tæt på afgiftsniveauet .....	27
<b>7.</b>	<b>Konklusion .....</b>	<b>30</b>
<b>8.</b>	<b>Referencer .....</b>	<b>31</b>

# 1. Indledning

Analysen i partielle økonomiske modeller viser typisk, at indførelsen af en afgift medfører et velfærdstab. Dette ses eksempelvis i Skatteministeriet (2023)<sup>1</sup>. I en generel ligevægtsmodel som GrønREFORM er velfærdseffekterne af indførelse af en afgift, som f.eks. ved beskatning af drivhusgasudledninger (CO<sub>2</sub>e-udledninger), også ofte negative. Der er dog tilfælde, hvor velfærdseffekterne kan være positive. Dette ses ofte, når beskatningen rammer få brancher, og når beskatningsgraden ikke er særlig høj. Som eksempler kan der henvises til Warr (2001) og DØRS (2017).

Positive velfærdseffekter opstår ofte som konsekvens af en bytteforholdsgevinst over for udlandet. Dermed vil den globale velfærdseffekt fortsat være negativ. Der kan dog også være tilfælde, hvor den globale velfærd stiger, når der indføres en afgift. Dette kan ske, hvis afgiften medfører en såkaldt "second-best solution", dvs. når afgiften modvirker forhold som gør, at økonomien i udgangspunktet ikke er i optimum.

Med en simpel generel ligevægtsmodel vises det, hvorledes produktions- og markedsforhold påvirker velfærdseffekterne ved beskatning af CO<sub>2</sub>e-udledninger. Modelrammen muliggør mange forskellige analyser. I dette notat vises følgende:

- (i) Når de udledende brancher har en **lavere andel af arbejdskraft i produktionen** end de øvrige brancher i økonomien, kan der opstå velfærdsgevinster ved moderate afgiftssatser.
- (ii) Når de udledende brancher har en **højere grad af eksport** end de øvrige brancher i økonomien, kan der opstå velfærdsgevinster ved moderate afgiftssatser.
- (iii) Når de udledende brancher har en **lavere eksportpriselasticitet** end de øvrige brancher i økonomien, kan der opstå velfærdsgevinster ved moderate afgiftssatser.

Resultaterne er "symmetriske", hvormed de samfundsøkonomiske omkostninger ved en beskatning af drivhusgasafgifter er højere, hvis de udledende brancher har højere andel af arbejdskraft i produktionen/lavere grad af eksport/højere eksportpriselasticitet.

I ovenstående 3 tilfælde overføres velfærdsomkostningerne fra hjemlandet til udlandet. Der vil derfor stadig opstå globale velfærdstab, alt andet lige. Med fokus på de globale velfærdseffekter vises følgende:

- (iv) Når de udledende brancher har en **lavere mark-up** end de øvrige brancher i økonomien, kan der opstå globale velfærdsgevinster ved moderate afgiftssatser.

Hvorvidt de globale velfærdsgevinster tilfalder hjemlandet eller udlandet afhænger af, hvem der ejer de indenlandske virksomheder. Resultat (iv) er ligeledes "symmetrisk", hvormed de globale velfærdsomkostninger er højere, hvis de udledende brancher har en højere mark-up end de øvrige brancher i økonomien.

De fire kvalitative resultater kan generaliseres over til GrønREFORM, da de overordnede sammenhænge er sammenlignelige. Dermed kan beregninger i den simple generelle ligevægtsmodel være med til at underbygge og øge forståelsen af GrønREFORMs resultater.

---

<sup>1</sup> Se i Skatteministeriet (2023) særligt appendiks 5B og boks 5.3.

I sidste afsnit vise det, hvorledes konkrete modelresultater fra GrønREFORM i høj grad kan forklares af få centrale antagelser i beregningen. Det vises, at kombinationen af en højere eksportpriselasticitet for udledende brancher og indtrængningen af abatement-teknologi<sup>2</sup> giver en struktur for skyggepriser, som ses i GrønREFORM, når landbruget pålægges en CO<sub>2</sub>-afgift. I det konkrete tilfælde ligger skyggepriserne generelt over afgiftssatsen, men falder mod afgiftssatsens niveau, når abatement-teknologier trænger ind.

---

<sup>2</sup> Abatement-teknologi er teknologi, som reducerer udledningerne.

## 2. Modellen

Modellen er en simpel statisk generel ligevægtsmodel, som består af 2 brancher, som producerer hver deres produkt. Produktionen er identisk i de to brancher, og der er ingen substitutionsmuligheder i produktionen. Det ene produkt/branche er større end det andet, men derudover er præferencerne for de to produkter er identiske; både mht. de indenlandske forbrugere og eksporten.

Alle priser er i udgangspunktet 1 i modellen. Det antages at modellen beskriver en lille åben økonomi med eksogene udenlandske priser.

### 2.1 Produktion og drivhusgasudledninger

Modellen består af de 2 brancher/produkter; A og B. Produktionsfunktionerne er identiske på tværs af produkterne, og består af arbejdskraft ( $L$ ) og importeret materialeforbrug ( $E$ ). Der antages ingen substitutionsmulighed mellem arbejdskraft og materialer, hvormed man har følgende Leontief-efterspørgselsfunktioner:

$$L_i = \mu_i^L Y_i,$$

$$E_i = \mu_i^E Y_i,$$

hvor  $L_i$  og  $E_i$  er inputs i sektor  $i$  og  $Y_i$  er produktion i sektor  $i$ .

Produktionen af produkt A medfører CO<sub>2</sub>e-udledninger. Om udledningerne er knyttet til produktionen eller forbruget af materialer er ikke væsentligt pga. Leontief-produktionsfunktionen, men for nuværende er udledningerne knyttet til forbruget af materialer.

$$CO2e_i = \theta_i^E E_i,$$

hvor  $CO2e_i$  er udledninger og  $\theta_i^E$  er en emissionskoefficient. Vi antager at  $\theta_B^E = 0$ . Priserne  $p_i$  på de indenlandsk producerede produkter er bestemt af enhedsomkostningerne:

$$p_i Y_i = w L_i + (p_i^E + t^E \theta_i^E) E_i,$$

idet vi antager fuldkommen konkurrence. CO<sub>2</sub>e-skattesatsen er givet ved  $t^E$ . Den eksogene energipris er givet ved  $p_i^E$ .

Der er ingen kapital, aflønning af kapital, økonomisk profit eller formuer i modellen.

### 2.2 Husholdningerne og arbejdsmarkedet

Husholdningerne udbyder en fast mængde arbejdskraft. Ligevægten på arbejdsmarkedet er givet ved:

$$L^{tot} = \sum L_i$$

Hele husholdningernes indkomst fra arbejde anvendes til forbrug. Ligeledes modtager husholdningerne et eventuelt provenu fra beskatning af udledninger, der også anvendes til forbrug:

$$p^C C^{tot} = \sum w L_i + t^E \theta_i^E E_i$$

Husholdningernes forbrug af de to typer produkter bestemmes af en CES-forbrugsfunktion. Ligeledes bestemmes fordelingen mellem indenlandsk- og udenlandsk producerede varer via

et CES-split. Det antages at substitutionselasticiteten i det overordnede valg mellem de to produkter er 0,2, hvor substitutionselasticiteten mellem et indenlandsk produceret produkt og et udenlandsk produceret produkt er 2,5. Efterspørgsels- og prissammenhængene ses nedenfor:

$$C_i = \mu_i^C \left( \frac{p_i^C}{p^C} \right)^{-E_c} C^{tot}, i = A, B$$

$$p^C C^{tot} = \sum p_i^C C_i$$

$$C_i^d = \mu_i^{Cd} \left( \frac{p_i}{p_i^C} \right)^{-E_{cd}} C_i$$

$$C_i^f = \mu_i^{Cf} \left( \frac{p_i^f}{p_i^C} \right)^{-E_{cd}} C_i$$

$$p_i^C C_i = p_i C_i^d + p_i^f C_i^f$$

hvor  $p_i^f$  er den eksogene udenlandske pris.

### 2.3 Eksportefterspørgsel og ligevægt på varemarkedet

Udlandets efterspørgsel efter indenlandsk producerede varer bestemmes af en Armington-relation:

$$X_i = \mu_i^X p_i^{-E_i^X}$$

Det antages at eksportelasticiteten,  $E_i^X$ , er 5.

Ligevægt på varemarkederne bestemmes af ligevægtsrelationen:

$$Y_i = C_i^d + X_i$$

Den anvendte modelopsætning implicerer følgende sammenhæng vedrørende handelsbalancen:  $\sum p_i X_i = \sum (p_i^E E_i + p_i^f C_i^f)$ .

I Tabel 1 ses de initiale værdier for de to brancher/produkter. Branche A udgør 1/8 af økonomien, og alle udledningerne er knyttet til denne branches produktion. Bortset fra størrelsen og udledningerne er de to brancher ens, hvilket kan ses på indekstallene, som viser alle værdierens størrelse ift. branchens produktion. Den samlede produktion er på 2.500, og fratrækkes materialeforbruget fås det samlede BVT/BNP på 2.000. Man kan tænke de økonomiske værdier som mia. kr. og udledningerne som mia. tons CO<sub>2</sub>e. Dermed får man værdier, der stemmer nogenlunde overens med Danmarks økonomi og udledningerne. Man får også, at en afgiftssats på 1 svarer til 1 kr. per ton CO<sub>2</sub>e. En afgiftssats på 1.000 betyder, at den mekaniske udgiftsstigning i branche A er på 10 pct.

Tabel 1

Endogene variable i modellen og deres værdi i grundscenariet (indeks ift. produktion i parentes)

	Produkt A	Produkt B
Y, produktion	300 (100)	2100 (100)
L, arbejdskraft	250 (83)	1750 (83)
E, materialer	50 (17)	350 (17)
C, privatforbrug	250 (83)	1750 (83)
Cd, forbrug af indenlandske varer	125 (42)	875 (42)
Cf, forbrug af importerede varer	125 (42)	875 (42)
X, eksport	175 (58)	1225 (58)
CO <sub>2</sub> e, udledninger	0,03	0

## 2.4 Velfærdsevaluering

Velfærdsændringen ved et stød til økonomien kan måles via den ækvivalente variation ( $EV$ ), der angiver det beløb, man skal tildele eller fratage husholdningerne, for at de er indifferente over for stødet. Hvis stødet til økonomien medfører en ny kombination af priser, lønninger og indkomster, som samlet set medfører et velfærdstab, er den ækvivalente variation lig med det beløb, husholdningerne maksimalt vil være villige til at betale for at stødet alligevel ikke vil finde sted. Hvis stødet derimod medfører en velfærdsgevinst, er den ækvivalente variation lig med det minimale beløb, husholdningerne er villige til at acceptere som kompensation for, at stødet alligevel ikke vil finde sted.

Husholdningernes velfærd er bestemt af det samlede realforbrug,  $C^{tot}$ , hvormed  $EV$  er defineret som (under antagelse af, at  $t_0^E$  er 0):

$$\frac{w_0 L^{tot} + EV}{p_0^C} \equiv \frac{w L^{tot} + \sum t^E \theta_i^E E_i}{p^C},$$

hvor fodtegn 0 beskriver den enkelte variable før stødet.

Velfærds målet kan omskrives til:

$$EV = -\frac{p^C - p_0^C}{p^C} (w L^{tot} + t^E \sum \theta_i^E E_i) + (w - w_0) L^{tot} + t^E \sum \theta_i^E E_i$$

Det første led beskriver prisen effekten, det næste led beskriver indkomsteffekten igennem ændret løn, og det sidste led beskriver indkomsteffekten igennem overførslen af afgiftsprovenuet.

Bytteforholdsgevinster opstår, når priserne stiger, hvormed de samme varer kan sælges til en højere pris til udlandet. Omvendt opstår der bytteforholdstab, når priserne falder. Bytteforholdsgevinster/-tab er en del af velfærdsændringen og indgår i velfærds målet. Det kan dog være interessant at holde styr på, hvor stor en del af velfærdsændringen, der skyldes bytteforholdseffekter, og som dermed også påvirker udenlandske husholdningers nytte. Derfor er bytteforholdseffekten opgjort i modelberegningerne som følgende:

$$bytteforhold = \sum (p_i - p_{i,0}) X_i$$

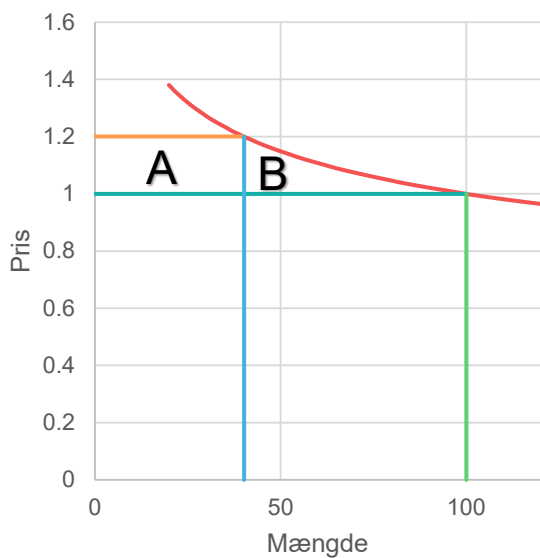
Bytteforholdseffekten beskriver altså gevinsten eller tabet for de indenlandske husholdninger ved, at eksportpriserne ændres. Ændrede eksportpriser betyder også en ændring i udenlandske husholdningers nytte. Denne nytteændring er defineret nedenfor, og forholdet mellem indenlandske og udenlandske husholdningers nytteændring er grafisk vist i Figur 1.

$$\text{Udenlandsk velfærdsændring} \cong - \sum \left( (p_i - p_{i,0})X_i + \frac{(p_i - p_{i,0})(X_{i,0} - X_i)}{2} \right)$$

Bemærk at vi her beregner velfærdsændringen ved en lineær approksimation.

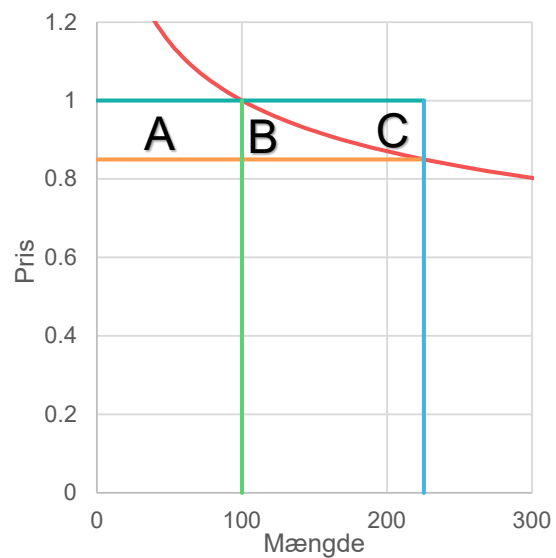
**Figur 1**

**Bytteforholdseffekter for indenlandske og udenlandske husholdninger ved hhv. en prisstigning (t.v.) og et prisfald (t.h.) på et eksportgode**



Bytteforholdsgevinst for hjemlandet: A

Velfærdstab for udlandet: A+B



Bytteforholdstab for hjemlandet: A+B+C

Velfærdsgevinst for udlandet: A+B

Anm.: Den røde kurve viser eksportefterspørgslen for en Armington-efterspørgsel med en elasticitet på 5. I udregningen af udlandets velfærdsændring udregnes trekkanterne B/C approksimativt ved at antage en lineær sammenhæng på efterspørgselskurven imellem de to pris/mængde-punkter.



### 3. Skat på udledning af drivhusgasser

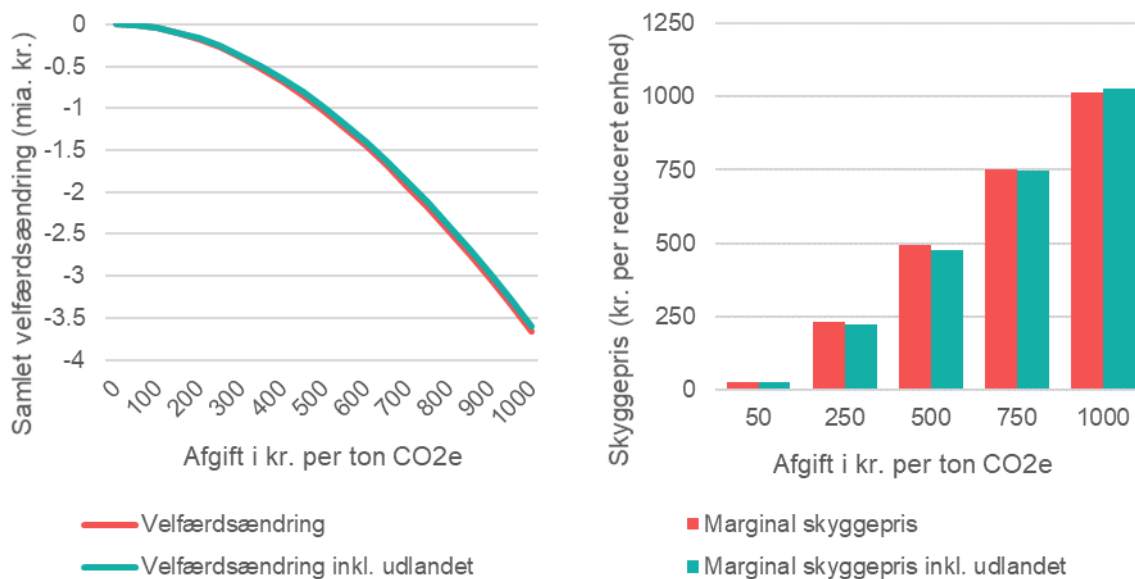
I det følgende afsnit undersøges effekten af at beskatte drivhusgasudledningerne i økonomien. Analysens resultater er dog ikke særlige, fordi det netop er drivhusgasudledninger, der beskattes. Man vil få samme kvalitative resultater ved enhver anden skat, som rammer branche A uden at ramme branche B.

Alle udledningerne i økonomien beskattes nu med en CO<sub>2</sub>e-skate. Modellen er løst for 20 forskellige skattesatser fra 50 til 1.000 kr. per ton CO<sub>2</sub>e. En afgift på 1.000 kr. per ton CO<sub>2</sub>e vil i udgangspunkt give et mekanisk provenu på 30 mia. kr., hvilket svarer til en mekanisk udgiftsstigning på 10 pct. i branche A. En mekanisk provenuoverførsel til husholdningerne på 30 mia. kr. vil øge husholdningernes disponible indkomst med 1,5 pct.

Velfærdsomkostningerne er stigende med afgiften, og det ses, at den marginale skyggepris<sup>3</sup> er tæt på afgiftssatsen. Nyttens for udenlandske husholdninger er uændret af afgiften. Dette resultat følger altså en helt klassisk, alt andet lige, økonomisk beregning, hvor velfærdsomkostningen er stigende med afgiftssatsen.

Figur 2

Velfærdseffekter og skyggepriser ved en beskatning af CO<sub>2</sub>e

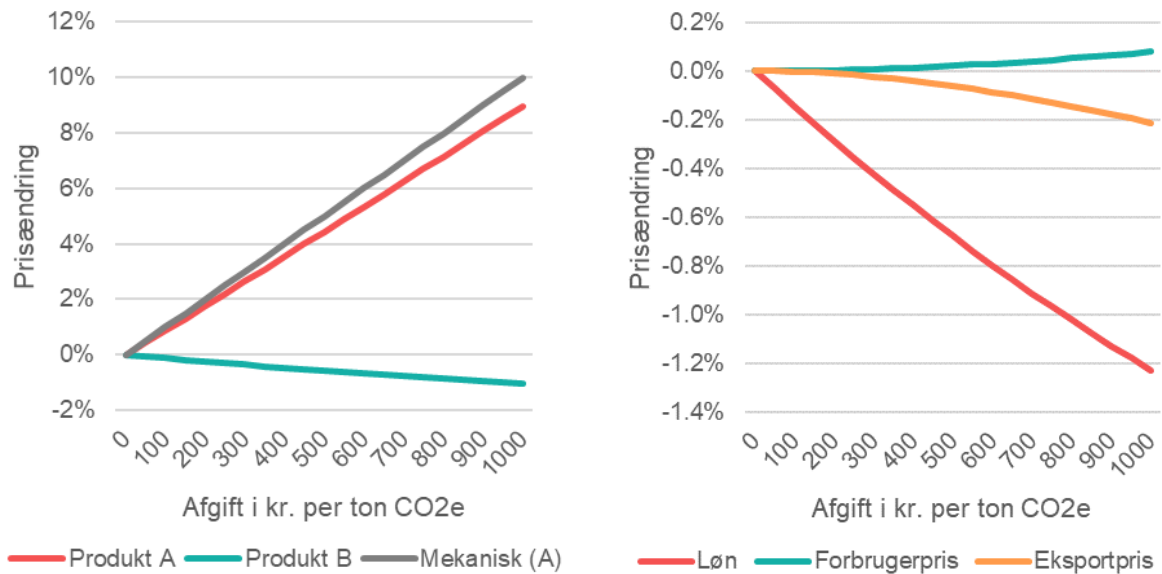


Afgiften på CO<sub>2</sub>e-udledninger øger prisen på produkt A. Højere pris betyder, at efterspørgslen efter produkt A falder. Dermed er den samlede efterspørgslen lavere end det samlede udbud. For at skabe ligevægt presses lønnen ned, hvormed prisen på produkt B falder og prisen på produkt A ikke stiger lige så meget, som den umiddelbare afgiftsstigning vil tilsi mekanisk, jf. Figur 3 til venstre.

<sup>3</sup> Marginal skyggepris: marginal ændring i velfærdsmålet divideret med marginal ændring i udledninger.

Figur 3

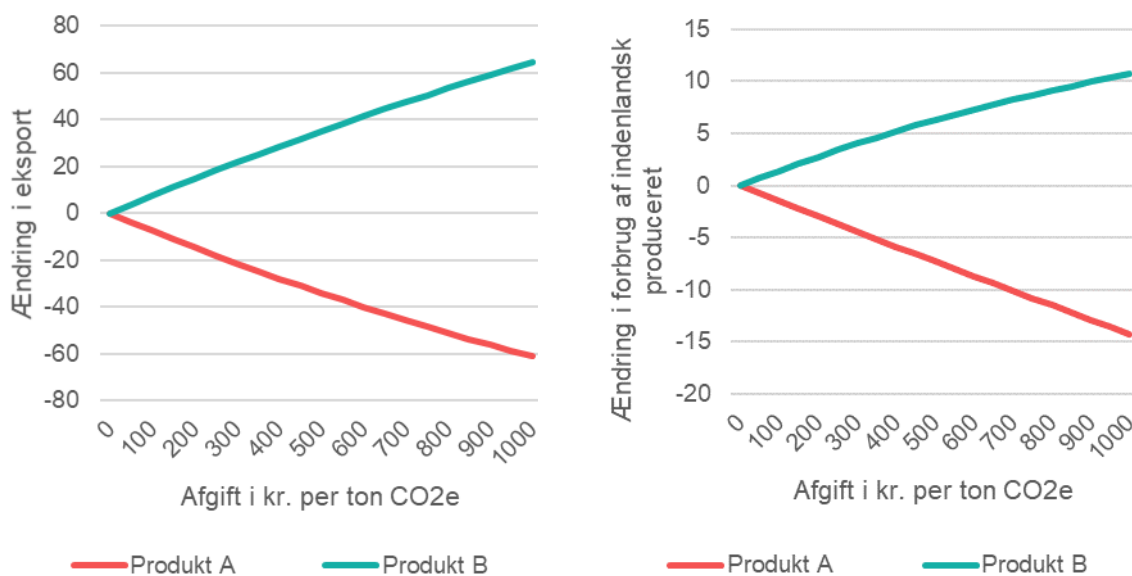
Prisændringer ved en beskatning af CO<sub>2</sub>e



Den lavere pris på produkt B betyder, at mængden af produkt B stiger. Dermed skabes der en ny ligevægt, hvor arbejdskraften og produktionen flytter fra branche A til branche B, jf. Figur 4. Her skal det bemærkes, at produktionen i branche B i udgangspunktet er 7 gange højere end produktionen i branche A, hvormed der skal en mindre procentvis prisændring til i branche B for at skabe den samme absolutte mængdeændring som i branche A.

Figur 4

Mængdeændringer ved en beskatning af CO<sub>2</sub>e



Ved en afgiftssats på 500 (svarende til en afgift på 500 kr. per ton CO<sub>2</sub>e, som det herfra omtales som) er den mekaniske prisstigning på produkt A på 5 pct. I ligevægt falder lønnen med 0,7 pct., hvilket reducerer prisstigningen for produkt A til 4,4 pct. Prisen på produkt B falder med 0,6 pct.<sup>4</sup> Prisændringerne betyder at produktionen i branche A falder med 14 pct. og produktionen stiger i branche B med 2 pct., hvilket er opsummeret i Tabel 2. Den samlede produktion er uændret, da den kvantitative produktionstigning i branche B er identisk med det kvantitative produktionsfald i branche A.

Tabel 2

Pris- og mængdeændringer ved en afgift på 500 kr. per ton CO<sub>2</sub>e

	P <sub>A</sub>	P <sub>B</sub>	w	Y <sub>A</sub> *	Y <sub>A</sub> relativt	Y <sub>A</sub> absolut	Y <sub>B</sub> relativt	Y <sub>B</sub> absolut
CO <sub>2</sub> e-beskatning	4,4 pct.	-0,6 pct.	-0,7 pct.	-15,1 pct.	-13,8 pct.	-41,4	2,0 pct.	41,4

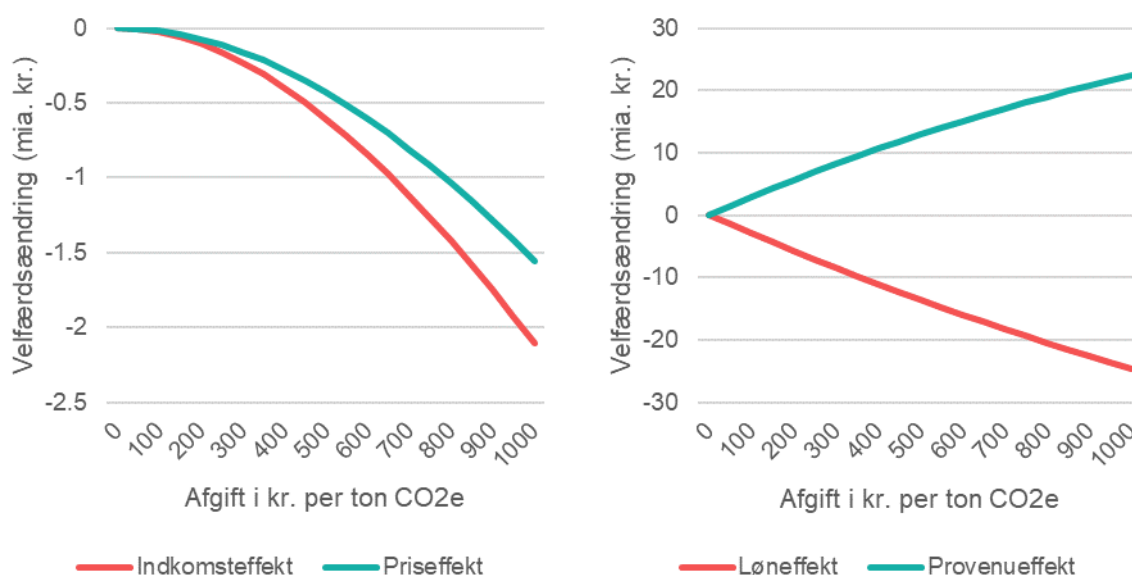
Anm.: Y<sub>A</sub>\* angiver den samlede efterspørgselsændring efter indenlandskproduceret produkt A før ligevægtseffekter.

Aggregatet for forbrugerpriser ( $p^C$ ) stiger imens aggregatet for eksportpriser falder for højere afgifter, jf. Figur 3 til højre. Dette skyldes at indenlandske forbrugere ikke i lige så høj grad kan substituere væk fra det dansk producerede produkt A, som udlandet kan. Dette ses ved, at ændringerne i de reale mængder for eksport er væsentlig større end de reale mængder for privatforbrug, jf. Figur 4.

De højere forbrugerpriser påvirker velfærdsmålet negativt. Lønfoldet har en stor negativ effekt for indkomsteffekten. Denne effekt modgås af afgiftsprovenuet, men indkomsteffekten er samlet set negativ.

Figur 5

Dekomponering af velfærdseffekter ved en beskatning af CO<sub>2</sub>e



<sup>4</sup> Lønnen udgør 83 pct. af enhedsomkostningerne, så et lønfald på 0,7 pct. betyder et fald i enhedsomkostningerne på 0,6 pct.

## 4. Positive velfærdseffekter igennem bytteforholdsgevinster

Beskatning af drivhusgasudledninger kan for små afgiftssatser medføre positive velfærdseffekter for hjemlandet via positive bytteforholdseffekter. I dette afsnit beskrives tre forhold, som trækker i retning af positive bytteforholdseffekter, og som for moderate afgiftsniveauer kan skabe positive velfærdseffekter.

### 4.1 Lavere lønandel i produktionen

Den første beregning viste en CO<sub>2</sub>e-beskatning, hvor de to brancher i økonomien har samme struktur. Den næste beregning viser resultaterne af samme ensartede CO<sub>2</sub>e-beskatning, hvor den eneste forskel ift. beregning 1 er, at produktionen i den udledende branche har en lavere lønandel end resten af økonomien. I beregning 1 er lønandelen 83 pct. i begge brancher. Denne ændres nu til 67 pct. for branche A. I branche B hæves lønandelen til 86 pct., så den samlede lønandel i økonomien fortsat er 83 pct. Modellens variable i grundforløbet vises i Tabel 3, hvor den eneste ændring ift. tidligere er fordelingen af *L* og *E*.

**Tabel 3**

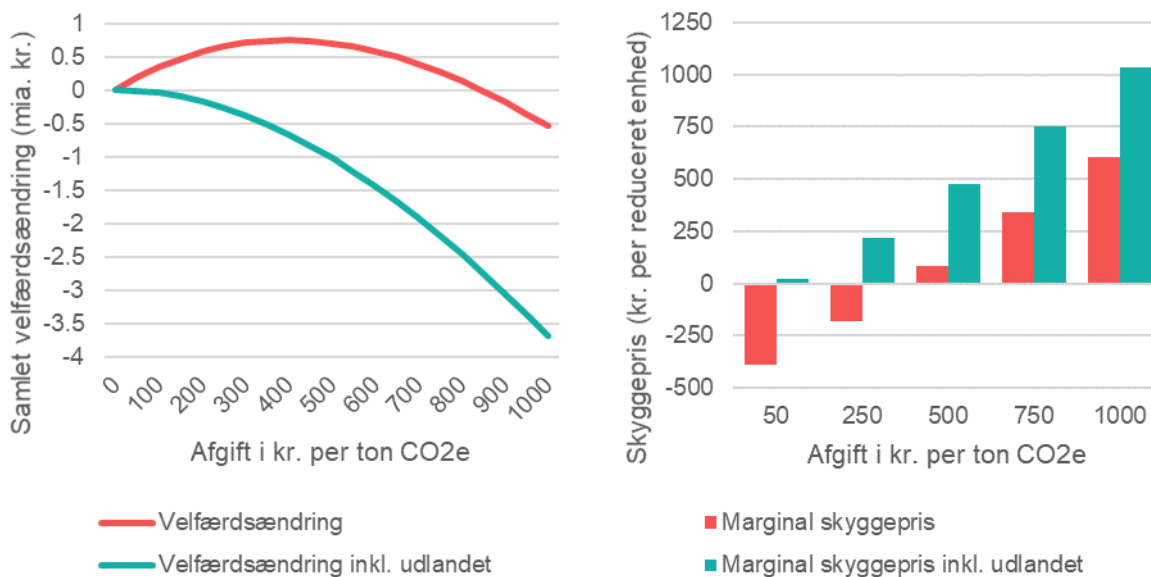
**Endogene variable i modellen, lavere lønandel i den udledende branche (indeks ift. produktion i parentes)**

	Produkt A	Produkt B
Y, produktion	300 (100)	2100 (100)
L, arbejdskraft	<b>200 (67)</b>	<b>1800 (86)</b>
E, materialer	<b>100 (33)</b>	<b>300 (14)</b>
C, privatforbrug	250 (83)	1750 (83)
Cd, forbrug af indenlandske varer	125 (42)	875 (42)
Cf, forbrug af importerede varer	125 (42)	875 (42)
X, eksport	175 (58)	1225 (58)
CO <sub>2</sub> e, udledninger	0,03	0

Det ses i Figur 6, at velfærdseffekterne er positive ved en afgift helt op til 900 kr. per ton CO<sub>2</sub>e pga. positive bytteforholdseffekter. Velfærdseffekterne inkl. udlandets velfærdstab er negativt for alle afgiftsniveauer.

Figur 6

Velfærdseffekter og skyggepriser ved en CO<sub>2</sub>e-beskatning, lavere lønandel i udledende brancher



De kvalitative reaktioner er de samme som i det første tilfælde. Forskellen ift. beregning 1 er, at når lønandelen i den udledende branche er lavere, skal der et mindre lønfald til at skabe ligevægt.

Når afgiften pålægges udledningerne stiger prisen på produkt A. Branche A efterspørger dermed mindre arbejdskraft og materialer fra udlandet. Men da lønandelen er lavere end i beregning 1, er faldet i efterspørgslen efter arbejdskraft nu mindre. Der er altså færre medarbejdere, som skal finde arbejde i branche B som følge af nedgangen i branche A. Dermed skal der også et mindre lønfald til for at skabe ligevægt. Det ses i Tabel 4, at produktionen i branche A falder mere end i beregning 1, og at produktionen i branche B stiger mindre end i beregning 1. Det skyldes, at materialeandelen er lavere i branche B, hvormed den samlede produktion falder, når arbejdskraften skifter fra branche A til branche B.

Tabel 4

Pris- og mængdeændringer ved en afgift på 500 kr. per ton CO<sub>2</sub>e

	P <sub>A</sub>	P <sub>B</sub>	W	Y <sub>A</sub> *	Y <sub>A</sub> relativt	Y <sub>A</sub> absolut	Y <sub>B</sub> relativt	Y <sub>B</sub> absolut
Beregning 1	4,4 pct.	-0,6 pct.	-0,7 pct.	-15,1 pct.	-13,8 pct.	-41,4	2,0 pct.	41,4
Lavere lønandel	4,7 pct.	-0,4 pct.	-0,5 pct.	-15,1 pct.	-14,4 pct.	-43,1	1,6 pct.	33,5

Anm.: Y<sub>A</sub>\* angiver den samlede efterspørgselsændring efter indenlandskproduceret produkt A før ligevægtseffekter.

Det lavere lønfald betyder, at prisen på produkt A stiger mere end i beregning 1, og at prisen på produkt B falder mindre end i beregning 1. Dermed stiger forbrugerpriserne mere end tidligere, hvilket giver en negativ velfærdseffekt, jf. Tabel 5. Løneffekten er derimod væsentlig mindre negativ, hvilket trækker den samlede velfærdseffekt op. De højere priser påvirker de udenlandske husholdninger negativt, hvormed velfærdseffekten inkl. udlandet fortsat er negativ.

Tabel 5

Velfærdseffekter ved en afgift på 500 kr. per ton CO<sub>2</sub>e

	Priseffekt	Løneffekt	Provenueffekt	Samlet velfærdseffekt (indenlandsk)	Udenlandsk velfærdseffekt
Beregning 1	-0,4	-13,5	12,9	-1,0	0,0
Lavere lønandel	-1,7	-10,4	12,8	0,7	-1,7

Eksemplet her viser altså et tilfælde, hvor en afgift på CO<sub>2</sub>e medfører en velfærdsgevinst for de indenlandske husholdninger, hvilket normalvis ikke findes i den økonomiske teori. Den potentielle velfærdsgevinst opstår, da forholdet over for udlandet ikke er symmetrisk i de to brancher. Det ses også, at når udlandets velfærdspåvirkning tages med i betragtning, så giver eksemplet igen det klassiske økonomiske resultat; at en afgift medfører et velfærdstab.

De sidste to eksempler i notatet viser andre tilfælde af asymmetri i brancherne over for udlandet med samme resultat; at der kan opstå velfærdsgevinster ved beskatning af CO<sub>2</sub>e, men at man ser et klassisk velfærdstab, hvis udlandets velfærdsændring tages med i betragtning. Der findes også tilfælde, hvor der kan opstå velfærdsgevinster ved beskatning af CO<sub>2</sub>e, selvom der tages højde for udlandets velfærdsændring. Disse tilfælde kan eksempelvis optræde, hvis der er asymmetri i brancherne mht. produktivitet, konkurrenceforhold, regulering og beskatning.

## 4.2 Større eksportandel i udledende brancher

Den tredje beregning viser en CO<sub>2</sub>e-beskatning, hvor den eneste forskel ift. beregning 1 er, at branchen med udledninger har en højere grad af eksport end resten af økonomien. Den samlede eksport udgør 58 pct. af produktionsværdien. I dette eksempel udgør eksporten 92 pct. af produktionsværdien i branche A og 54 pct. i branche B. Privatforbruget af indenlandsk produceret produkt A er dermed lavere, da den samlede produktionsmængde af hhv. produkt A og B er uændret, jf. Tabel 6.

Tabel 6

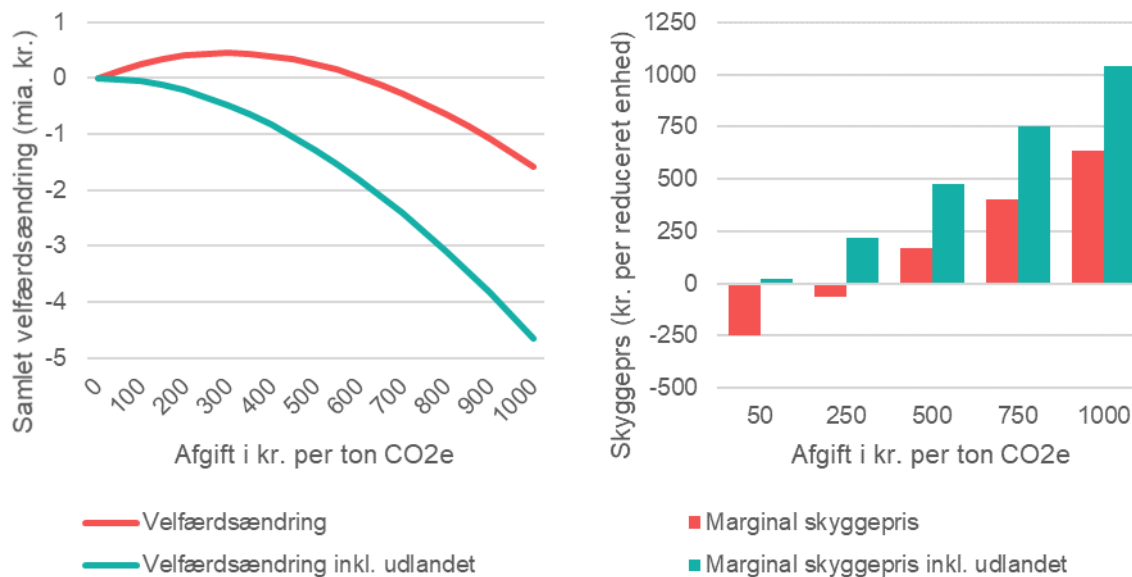
Endogene variable i modellen, højere eksportandel i den udledende branche (indeks ift. produktion i parentes)

	Produkt A	Produkt B
Y, produktion	300 (100)	2100 (100)
L, arbejdskraft	250 (83)	1750 (83)
E, materialer	50 (17)	350 (17)
C, privatforbrug	250 (83)	1750 (83)
Cd, forbrug af indenlandske varer	<b>25 (8)</b>	<b>975 (46)</b>
Cf, forbrug af importerede varer	<b>225 (75)</b>	<b>775 (37)</b>
X, eksport	<b>275 (92)</b>	<b>1125 (54)</b>
CO <sub>2</sub> e, udledninger	0,03	0

Det ses i Figur 7, at velfærdseffekterne er positive ved en afgift op til 600 kr. per ton CO<sub>2</sub>e pga. positive bytteforholdseffekter. Velfærdseffekterne inkl. udlandets velfærdstab er negativt for alle afgiftsniveauer.

Figur 7

Velfærdseffekter og skyggepriser ved en CO<sub>2</sub>e-beskatning, højere eksportandel i udledende brancher



De kvalitative reaktioner er de samme som i beregning 1. Forskellen ift. det tidligere eksempel er, at prisstigningen på produkt A primært rammer udlandet. Udlandet reagerer mere på prisændringer end hjemlandets husholdninger. Dermed er det umiddelbare efterspørgselsfald ved en prisstigning større end i beregning 1, jf. Tabel 7. Det større efterspørgselsfald betyder, at flere medarbejdere, som skal finde arbejde i branche B som følge af nedgangen i branche A. Dermed skal der et større lønfald til for at skabe ligevægt. Den lavere løn bevirker, at prisen på produkt B falder, og at prisen på produkt A stiger mindre, end den mekaniske effekt af afgiften vil medføre.

Tabel 7

Pris- og mængdeændringer ved en afgift på 500 kr. per ton CO<sub>2</sub>e

	P <sub>A</sub>	P <sub>B</sub>	w	Y <sub>A</sub> *	Y <sub>A</sub> relativt	Y <sub>A</sub> absolut	Y <sub>B</sub> relativt	Y <sub>B</sub> absolut
Beregning 1	4,4 pct.	-0,6 pct.	-0,7 pct.	-15,1 pct.	-13,8 pct.	-41,4	2,0 pct.	41,4
Højere eksportandel	4,2 pct.	-0,8 pct.	-0,9 pct.	-20,7 pct.	-17,9 pct.	-53,6	2,6 pct.	53,6

Anm.: Y<sub>A</sub>\* angiver den samlede efterspørgselsændring efter indenlandskproduceret produkt A før ligevægtseffekter.

Når produktionen i branche A primært går til eksport, betyder det også, at det primært er de udenlandske husholdninger, der rammes af prisstigningen på produkt A. De indenlandske husholdninger påvirkes derimod positivt af de lavere priser på produkt B, hvormed prisen for de indenlandske husholdninger samlet set bliver positiv, jf. Tabel 8.

Løneffekten trækker den anden vej. Den negative løneffekt er større, da lønnen skal falde mere for at skabe ligevægt. Ydermere er provenueffekten mindre, da provenuet falder, når produktionen i branche A falder. Dermed er indkomsteffekten mere negativ når de udledende brancher har en højere eksportandel end resten af økonomien.

Af Tabel 8 fremgår det, at den samlede velfærdseffekt er positiv ved en afgift på 500 kr. per ton CO<sub>2</sub>e, da den positive priseffekt dominerer indkomsteffekten. Medtages udlandet ses det, at velfærdseffekten er negativ. Den højere eksportandel indebærer netop, at det er udenlandske husholdninger, der rammes af de højere priser.

**Tabel 8**  
 Velfærdseffekter ved en afgift på 500 kr. per ton CO<sub>2</sub>e

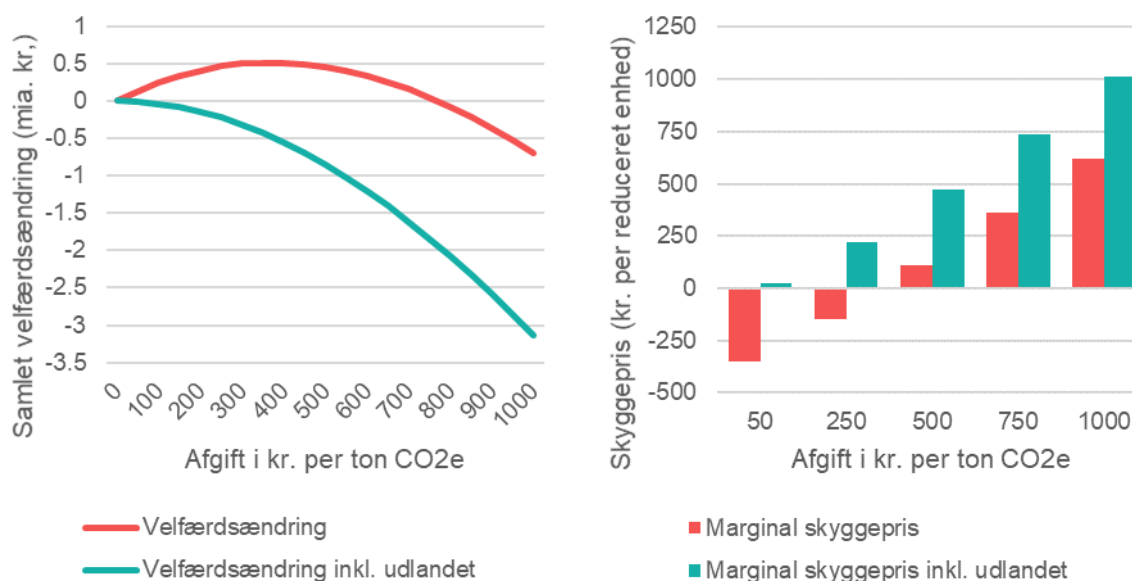
	Priseffekt	Løneffekt	Provenueffekt	Samlet velfærdseffekt (indenlandsk)	Udenlandsk velfærdseffekt
Beregning 1	-0,4	-13,5	12,9	-1,0	0,0
Højere eksportandel	6,6	-18,7	12,3	0,3	-1,6

Velfærdseffekterne påvirkes altså samlet set positivt af en højere eksportandel i dette eksempel. Det skal dog bemærkes, at resultatet bestemmes af to modsatrettede effekter, hvormed det numeriske resultat afhænger af beregningsforudsætningerne. Eksempelvis afhænger den negative løneffekt af, hvor meget udlandet reagerer på en prisstigning. For tilstrækkeligt høje eksportpriselasticiteter får man dermed det modsatte resultat; at højere eksportandel i udledende brancher hæver velfærdsomkostningerne.

### 4.3 Lavere eksportpriselasticitet i udledende brancher

Den tredje beregning viser en CO<sub>2</sub>e-beskatning, hvor den eneste forskel ift. beregning 1 er, at branchen med udledninger har en lavere eksportpriselasticitet end resten af økonomien. Det antages at eksportpriselasticiteten for branche A er 4 fremfor 5, som den er i resten af økonomien. Alle øvrige forhold er som i beregning 1.

**Figur 8**  
 Velfærdseffekter og skyggepriser ved en CO<sub>2</sub>e-beskatning, lavere eksportpriselasticiteter i udledende brancher





Det ses i Figur 8, at velfærdseffekterne er positive ved en afgift op til 800 kr. per ton CO<sub>2</sub>e pga. positive bytteforholdseffekter. Velfærdseffekterne inkl. udlandets velfærdstab er negativt for alle afgiftsniveauer.

De kvalitative reaktioner er de samme som tidligere. Forskellen i dette eksempel er, at udlandet reagerer mindre på de højere priser på produkt A. Dermed er der færre medarbejdere, som skal finde arbejde i branche B som følge af nedgangen i branche A. Dette betyder, at der skal et mindre lønfald til for at skabe ligevægt, jf. Tabel 9.

**Tabel 9**  
 Pris- og mængdeændringer ved en afgift på 500 kr. per ton CO<sub>2</sub>e

	P <sub>A</sub>	P <sub>B</sub>	w	Y <sub>A</sub> *	Y <sub>A</sub> relativt	Y <sub>A</sub> absolut	Y <sub>B</sub> relativt	Y <sub>B</sub> absolut
Beregning 1	4,4 pct.	-0,6 pct.	-0,7 pct.	-15,1 pct.	-13,8 pct.	-41,4	2,0 pct.	41,4
Lavere eksport- priselasticitet	4,5 pct.	-0,5 pct.	-0,6 pct.	-12,9 pct.	-11,9 pct.	-35,7	1,7 pct.	35,7

Anm.: Y<sub>A</sub>\* angiver den samlede efterspørgselsændring efter indenlandskproduceret produkt A før ligevægtseffekter.

Det lavere lønfald betyder, at prisen på produkt A stiger mere end i beregning 1, og at prisen på produkt B falder mindre end i beregning 1. Dermed stiger forbrugerpriserne mere end i beregning 1, hvilket giver en negativ velfærdseffekt, jf. Tabel 10. Løneffekten er derimod væsentlig mindre negativ, hvilket trækker den samlede velfærdseffekt op. Endelig er provenueffekten en anelse større, da nedgangen i branche A er mindre end i beregning 1.

De højere priser påvirker de udenlandske husholdninger negativt, hvormed velfærdseffekten inkl. udlandet fortsat er negativ.

**Tabel 10**  
 Velfærdseffekter ved en afgift på 500 kr. per ton CO<sub>2</sub>e

	Priseffekt	Løneffekt	Provenueffekt	Samlet velfærdseffekt (indenlandsk)	Udenlandsk velfærdseffekt
Beregning 1	-0,4	-13,5	12,9	-1,0	0,0
Lavere eksport- priselasticitet	-1,3	-11,5	13,2	0,5	-1,3

## 5. Positive globale velfærdseffekter

Ovenfor ses det, hvorledes produktions- og markedsforhold over for udlandet påvirker velfærdseffekten ved en CO<sub>2</sub>e-beskatning. Resultaterne indiker også, at skønt de indenlandske velfærdseffekter ikke følger den klassiske sammenhæng mellem afgiftssats og skyggepriser, så er sammenhængen intakt, når man betragter velfærdseffekterne globalt. I dette afsnit vises et tilfælde, hvor de globale velfærdseffekter kan være positive ved en CO<sub>2</sub>e-beskatning.

Når markedsforhold eller regulering bevirker, at økonomien *a priori* ikke er i optimum, kan en CO<sub>2</sub>e-beskatning medføre, at økonomien rykkes tættere på optimum, hvormed der skabes velfærdsforbedringer. Dette kan eksempelvis være, hvis konkurrenceforholdene er forskellige på tværs af brancher. Uens konkurrenceforhold vil i en modellering af økonomien normalt vise sig ved, at markupperne er forskellige på tværs af brancher. En markup angiver virksomhedernes prissætning i forhold til enhedsomkostningerne. Man vil dermed forvente, at markup'en er lav i brancher med hård konkurrence, og omvendt vil man forvente at virksomheder sætter prisen væsentligt over enhedsomkostningerne, hvis konkurrencen ikke er hård.

I dette afsnit udvides modellen med markup'er og ejerskab af virksomheder. Det vises først, at med ens markup'er i de to brancher vil en CO<sub>2</sub>e-beskatning medføre samme velfærdseffekter som tidligere set. Dernæst, når markup'en i branche A er lavere end i branche B, sker der en global velfærdsforbedring, når branche A rammes af en CO<sub>2</sub>e-beskatning. Om velfærdsgevindsten tilfalder de indenlandske husholdninger eller udlandet afhænger af ejerskabet af de indenlandske virksomheder.

### 5.1 Modeludvidelse med markup'er og ejerskab

Beregningerne tager udgangspunkt i modellen præsenteret tidligere. Dertil er modellen udvidet med konstante markup'er over enhedsomkostningerne, som gennemgås i dette afsnit. Øvrige modelligninger som ikke påvirkes af modeludvidelsen, gengives ikke i dette afsnit.

Modellen udvides med indførelsen af markup'er samt forskellige ejerandele i hhv. ind- og udland. Priserne på de indenlandske producerede produkter sættes med en konstant markup over enhedsomkostningerne:

$$p_i = (1 + \text{markup}_i)p_i^0$$

Dermed opstår der en profit i modellen, som tilfalder virksomhedsejerne:

$$\pi_i = \text{markup}_i p_i^0 Y_i$$

Markup'en sættes som udgangspunkt til 5 pct. for begge brancher.

Hele husholdningernes indkomst fra arbejde anvendes til forbrug. Det samme gør husholdningernes formueafkast ( $rA$ ). Ligeledes modtager husholdningerne et eventuelt provenu fra beskatning af udledninger, der også anvendes til forbrug:

$$p^C C^{tot} = wL^{tot} + t^E \sum \theta_i^E E_i + rA$$

Husholdningernes formueafkast afhænger af deres ejerskab af indenlandske virksomheder og deres formueafkast fra udlandet ( $rA^f$ ). Formueafkastet fra udlandet er eksogent og andelen af indenlandske virksomheder, der er ejet af indenlandske husholdninger er i udgangspunktet sat til 50 pct.

$$rA = \sum \alpha_i \pi_i + rA^f$$

I Tabel 11 ses de initiale værdier for de to brancher/produkter, som afviger fra den tidligere opsatte model, da vi nu også har profit i modellen. Branche A udgør 1/8 af økonomien, og alle udledningerne er fortsat knyttet til denne branches produktion. Bortset fra størrelsen og udledninger er de to brancher fortsat ens, hvilket kan ses på indekstallene. Den samlede produktion er på 2.835, og fratrækkes materialeforbruget fås det samlede BVT/BNP på 2.025.

**Tabel 11**

**Endogene variable i modeludvidelsen og deres værdi i grundscenariet (indeks ift. produktion i parentes)**

	Produkt A	Produkt B
Y, produktion	315 (100)	2520 (100)
L, arbejdskraft	210 (67)	1680 (67)
E, materialer	90 (29)	720 (29)
Profit	15 (4,8)	120 (4,8)
C, privatforbrug	225 (71)	1800 (71)
Cd, forbrug af indenlandske varer	112,5 (36)	900 (36)
Cf, forbrug af importerede varer	112,5 (36)	900 (36)
X, eksport	202,5 (64)	1620 (64)
CO2e, udledninger	0,03	0

Ud fra Tabel 11 kan det udledes, at markupperne i begge brancher er 5 pct.<sup>5</sup>, og at husholdningernes formueafkast er på 135. Når husholdningernes ejerandel af indenlandske virksomheder er 50 pct. betyder det ligeledes, at husholdningernes formueafkast fra udlandet er på 67½<sup>6</sup>.

Velfærdsændringen ved et stød til økonomien kan bestemmes fortsat via den ækvivalente variation (*EV*), hvor der nu også skal tages højde for ændringer i virksomhedernes profit. Dermed defineres *EV* nu som (under antagelse af, at  $t_0^E$  er 0):

$$\frac{w_0 L^{tot} + \sum \alpha_i \pi_{i,0} + rA^f + EV}{p_0^c} \equiv \frac{w L^{tot} + t^E \sum \theta_i^E E_i + \sum \alpha_i \pi_i + rA^f}{p^c}$$

Velfærds målet kan omskrives til:

$$EV = -\frac{p^c - p_0^c}{p^c} \left( w L^{tot} + t^E \sum \theta_i^E E_i + rA \right) + (w - w_0) L^{tot} + t^E \sum \theta_i^E E_i + \sum \alpha_i (\pi_i - \pi_{i,0})$$

Det første led beskriver prisen effekten, det næste led beskriver indkomsteffekten igennem ændret løn, det tredje led beskriver indkomsteffekten igennem overførslen af afgiftsprovenu, og det sidste led beskriver indkomsteffekten igennem ændret afkast fra virksomhederne.

<sup>5</sup> Y/(Y-profit)-1

<sup>6</sup> Det samlede forbrug er på 2025. Lønindkomsten er på 1890. Dermed må formueafkast være 2025-1890=135. Med et ejerskab af indenlandske virksomheder på 50 pct., må afkastet herfra være (15+120)\*0.5=67,5, hvormed formueafkast fra udlandet må være 135-67,5=67,5.

Bytteforholdseffekten er uændret i forhold til tidligere, men den udenlandske velfærdsændring inkluderer nu også effekten af ændret afkast fra virksomhederne vægtet med udlandets ejerandel af de indenlandske virksomheder:

$$\text{Udenlandsk velfærdsændring} \cong - \sum \left( (p_i - p_{i,0})X_i + \frac{(p_i - p_{i,0})(X_{i,0} - X_i)}{2} \right) + \sum (1 - \alpha_i)(\pi_i - \pi_{i,0})$$

## 5.2 Drivhusgasbeskatning og mark-up'er i økonomien

Afsnittet præsenterer 4 beregninger af en stigende CO<sub>2</sub>e-beskatning. I beregning 1 antages det, at mark-up'erne er 5 pct. i begge de to brancher. I beregning 2, 3 og 4 antages det, at branche A's mark-up er 0, hvorimod mark-up'en fortsat er 5 pct. i branche B. I beregning 2 antages det, at indenlandske virksomheder er 50 pct. ejet af danske husholdninger. I beregning 3 antages det, at indenlandske virksomheder udelukkende er ejet af udlandet. I beregning 4 antages det, at indenlandske virksomheder udelukkende er ejet af indenlandske husholdninger.

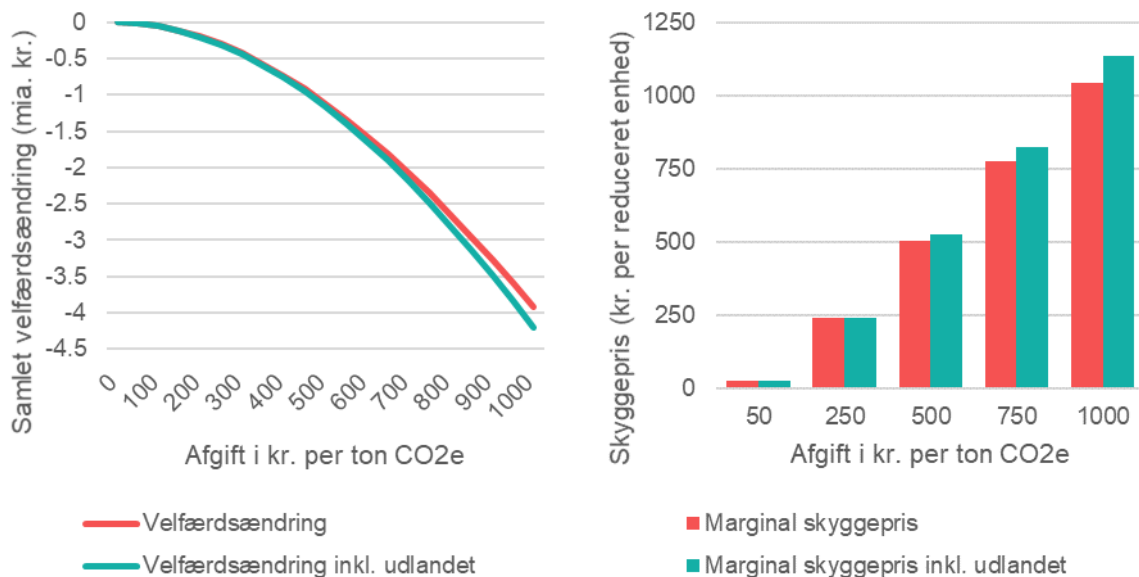
### Ens mark-up i brancher

Beregning 1 viser, at velfærdsomkostningerne er stigende med afgiften, og den marginale skyggepris ligger tæt på afgiftssatsen, jf. Figur 1. Resultatet ligger således tæt op af grundberegningen før modeludvidelsen. Tilføjelsen af mark-up'er i økonomien påvirker altså ikke umiddelbart velfærdsanalysen. Ejerforholdet er sat således, at 50 pct. af de indenlandske virksomheder ejes af de indenlandske husholdninger. Velfærdseffekten ændres ikke væsentligt ved alternative antagelser omkring ejerforhold, såfremt mark-up'erne holdes ens i begge brancher.

Af Figur 9 ses det, at den marginale skyggepris inkl. udlandet ligger en anelse højere end i Figur 2. Dette skal tilskrives, at mark-up'erne ligger oven på enhedsomkostningerne inkl. CO<sub>2</sub>e-afgiften. Dermed øges priserne 5 pct. mere end hvad, der er samfundsøkonomisk optimalt.

Figur 9

Velfærdseffekter og skyggepriser ved en beskatning af CO<sub>2</sub>e med ens mark-up og ejerskab



### Betydningen af uens markup'er

I beregning 2,3 og 4 antages markup'en at være 0 i branche A. Markup'en antages fortsat at være 5 pct. i branche B. Den samlede produktion i branche A er fortsat 315, hvormed mængden af arbejdskraft og materialer opjusteres med knap 5 pct. ift. tabel 11. I tabel 12 ses antagelserne om de endogene variable i det nye grundscenarie.

Tabel 12

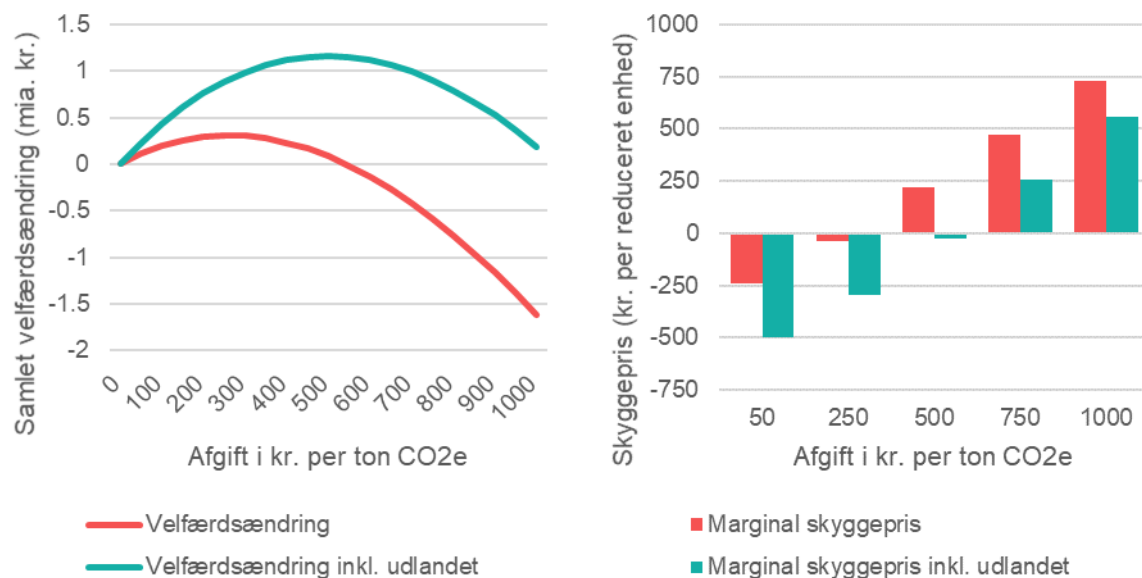
Endogene variable i modellen og deres værdi i nyt grundscenarie (indeks ift. produktion i parentes)

	Produkt A	Produkt B
Y, produktion	315 (100)	2520 (100)
L, arbejdskraft	<b>220,5 (70)</b>	1680 (67)
E, materialer	<b>94,5 (30)</b>	720 (29)
Profit	<b>0 (0)</b>	120 (4,8)
C, privatforbrug	224,5 (71)	1796 (71)
Cd, forbrug af indenlandske varer	112,25 (36)	898 (36)
Cf, forbrug af importerede varer	112,25 (36)	898 (36)
X, eksport	202,75 (64)	1622 (64)
CO <sub>2</sub> e, udledninger	0,03	0

Økonomien befinder sig ikke længere i optimum. Dette skyldes, at den relative pris imellem produkt A og B ikke afspejler den faktiske substitutionsmulighed i produktionen. Såfremt markup'en i branche A øges til 5 pct. eller markup'en i branche B sænkes til 0, vil den relative pris imellem produkt A og B afspejle den faktiske substitutionsmulighed i produktionen, og prisændringen vil øge efterspørgslen efter varer B på bekostning af varer A.

Figur 10

Prisændringer ved en beskatning af CO<sub>2</sub>e-beskatning, uens markup



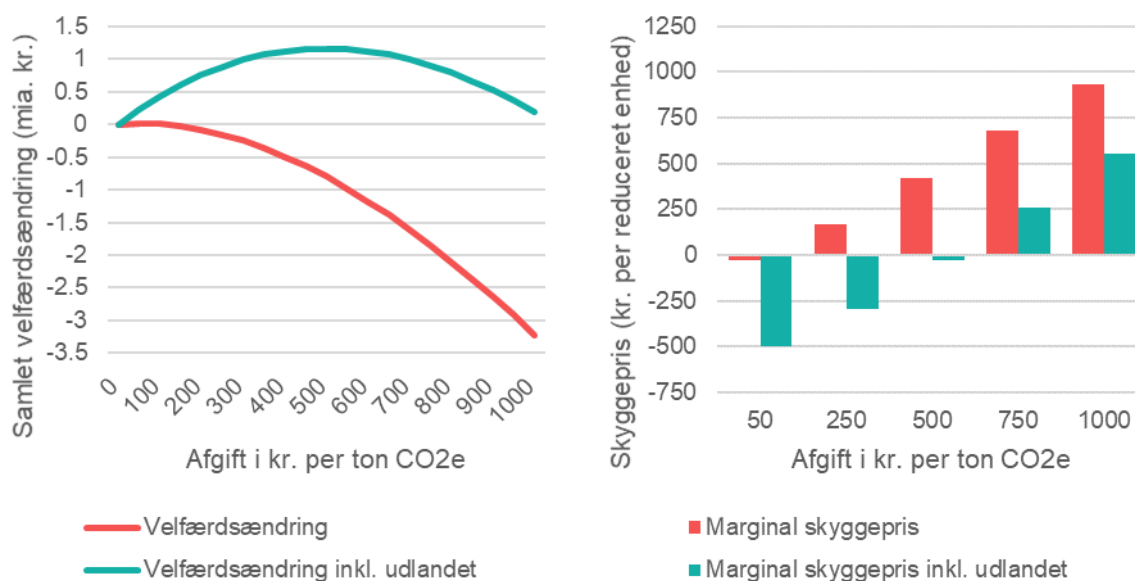
I beregning 2 ejer de indenlandske husholdninger 50 pct. af de indenlandske virksomheder, mens resten er ejet af udlandet. Den eneste forskel fra beregning 1 er altså, at markup'en i branche A er 0 fremfor 5 pct. Velfærdseffekten af en CO<sub>2</sub>e-beskatning er dermed væsentlig anderledes end i beregning 1. For indlandet er der positive velfærdseffekter op til en afgift på 500 kr. per ton CO<sub>2</sub>e. Inkluderes udlandet er velfærdseffekterne positive for de viste skattesatser, og den samlede velfærdsændring maksimeres med en afgiftssats omkring 500 kr., hvor det ses, at den marginale skyggepris inkl. udlandet er omkring 0, jf. Figur 10.

Sammenlignet med resultaterne i beregning 1 giver den nye beregning en global velfærdsforbedring. Dette skal tilskrives, at produktionen flyttes over i branche B, som i udgangspunktet er for lav pga. en for høj pris givet branchens markup.

Velfærdsgevinsten viser sig ved at formueafkastet stiger, når produktionen i branchen med højere markup stiger. Dermed er det også væsentligt for opgørelsen af velfærdsændringen, om virksomhederne ejes af udlandet eller af de indenlandske husholdninger. I Figur 11 ses betydningen af en CO<sub>2</sub>e-beskatning, hvor det antages, at de indenlandske virksomheder er 100 % ejet af udlandet. Her ses det, at den globale velfærdsændring er uændret i forhold til beregning 2, men at velfærdseffekten på de indenlandske husholdninger svarer til standardberegningen, hvor skyggeprisen følger afgiften. Dette skyldes, at de indenlandske husholdninger ikke får del i optimeringsgevinsten som kommer af, at produktionen flyttes over i branche B.

Figur 11

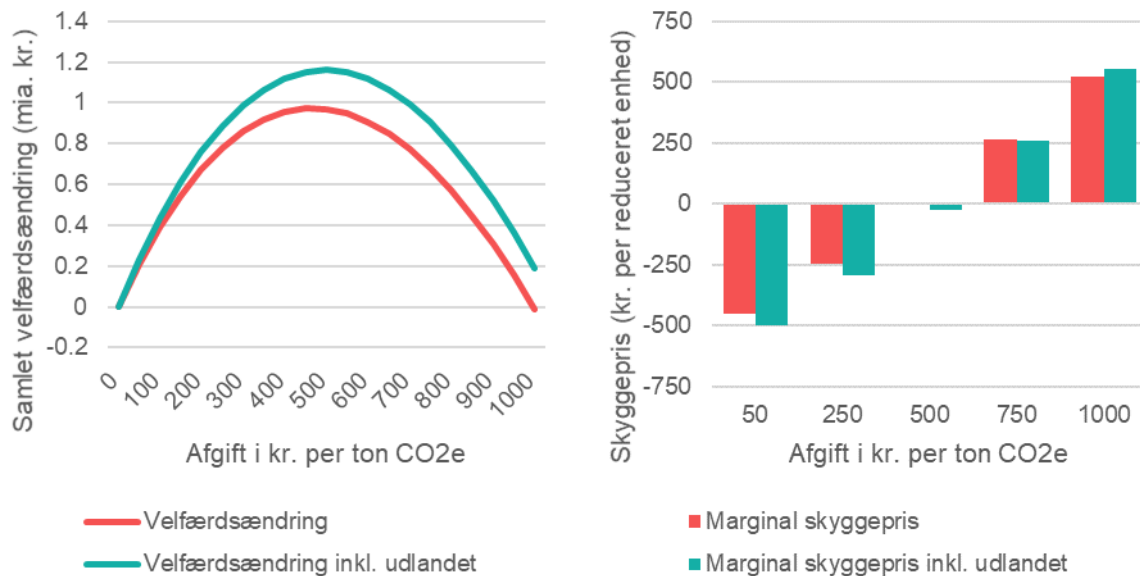
Velfærdseffekter og skyggepriser ved en beskatning af CO<sub>2</sub>e, uens markup og udlandet ejer 100 pct. af virksomhederne



I Figur 12 ses betydningen af en CO<sub>2</sub>e-beskatning, hvor det antages, at de indenlandske virksomheder er ejet af indlandets husholdninger. Her ses det, at velfærdsforbedringen primært tilfalder de indenlandske husholdninger, da disse ejer virksomhederne i branche B, som nu giver et større afkast.

Figur 12

Velfærdseffekter og skyggepriser ved en CO<sub>2</sub>e-beskatning, uens markup og indlandet ejer 100 pct. af virksomhederne



I Tabel 13 ses en dekomponering af velfærdseffekten ved en afgift på 500 kr. per tons CO<sub>2</sub>e i de 4 beregninger i dette notat. Som det ses, er formueeffekten den dominerende effekt. Det bør også bemærkes, at prisen er mere positiv, når brancherne har uens markup'er. Pris-effekten er todelt. Når branche A pålægges en CO<sub>2</sub>e-beskatning stiger prisen på produkt A. Omvendt falder lønniveauet i økonomien, hvilket mindsker prisen på produkt B.

Prisstigningen på produkt A er dominerende for de indenlandske husholdninger. For udlandet går de to prisenheder i højere grad lige op med hinanden, da udlandet i højere grad kan substituere væk fra produkt A, når dette stiger i pris.

Når markup'en i branche B er højere end i branche A forstærkes den positive effekt af lavere priser på produkt B relativt til den negative effekt af højere priser på produkt A.

Tabel 13

Velfærdseffekter ved en CO<sub>2</sub>e-beskatning på 500 kr. per tons CO<sub>2</sub>e

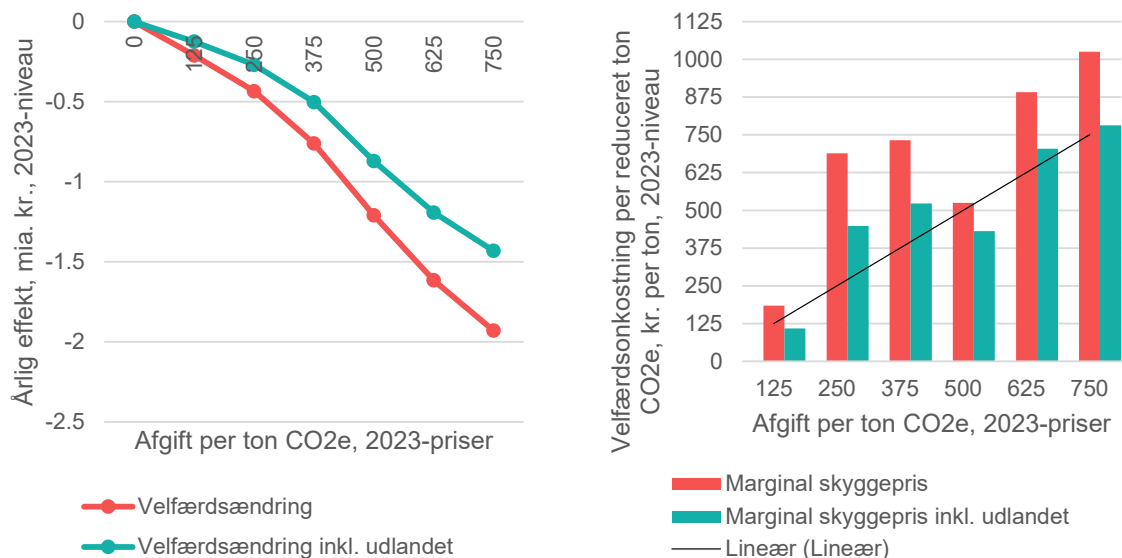
	Pris effekt	Løn effekt	Provenu effekt	Formue effekt	Samlet velfærdseffekt (indenlandsk)	Udenlandsk prisen effekt	Udenlandsk formueeffekt
Ens markup	-0,4	-13,5	12,8	0,0	-1,1	0,0	0,0
Uens markup, ejerandel 0,5	-0,2	-13,4	12,9	0,8	0,1	0,3	0,8
Uens markup, ejerandel 1	-0,2	-13,5	12,9	0,0	-0,8	0,3	1,6
Uens markup, ejerandel 0	-0,3	-13,3	12,9	1,6	1,0	0,2	0,0

## 6. Velfærdseffekter ved abatement-teknologier

Når der indføres en drivhusgasafgift på landbruget i en aktuel version af GrønREFORM ses det, at skyggepriserne for reduktion af drivhusgasser har en lidt *underfundig* (i mangel af bedre ord) udvikling. Skyggeprisen ligger over afgiftssatsen for alle afgiftsniveauer men falder, når afgiftssatsen hæves til 500, hvorefter den vender tilbage på et højere niveau end afgiftssatsen, jf. Figur 13.

Figur 13

Velfærdseffekter og skyggepriser for CO<sub>2</sub>e-reduktioner i GrønREFORM ved en afgift på CO<sub>2</sub>e-udledninger i landbruget



Anm.: Beregningen bygger på en principiel beregning på GrønREFORM, hvor landbrugets drivhusgasudledninger pålægges en CO<sub>2</sub>e-afgift, og hvor en række abatement-teknologier er mulige at implementere. Beregningsforudsætningerne er foreløbige, og afspejler ikke en officiel GrønREFORM-beregning.

Kilde: Egen beregning på GrønREFORM

Landbruget og dens følgeindustrier har højere eksportpriselasticiteter end resten af økonomien i den aktuelle version af GrønREFORM, hvilket kan forklare, at skyggeprisen generelt ligger over afgiftsniveauet. Faldet i den marginale skyggepris ved en afgiftssats på 500 kr. falder sammen med indtrængningen af abatement-teknologier (forklaring følger).

Det undersøges i dette afsnit, om kombinationen af en højere eksportpriselasticitet for udløsende brancher og indtrængningen af abatement-teknologi giver samme struktur for skyggepriser, som ses i GrønREFORM, når landbruget pålægges en CO<sub>2</sub>e-afgift. Vi finder i et simpelt model-setup, at netop kombinationen af højere eksportpriselasticiteter og indtrængning af abatement-teknologi giver denne udvikling.



## 6.1 Modeludvidelse med abatement-teknologi

Beregningerne tager udgangspunkt i modellen præsenteret tidligere. Dertil er der tilføjet muligheden for abatement-teknologi, som gennemgås i dette afsnit. Øvrige modelligninger, som ikke påvirkes af modeludvidelsen, beskrives ikke i dette afsnit.

Modellen udvides med muligheden for abatement-teknologi. Abatement-teknologi er teknologi, som reducerer udledningerne. I dette model-setup reduceres udledningerne uden at øvrige input-faktorer erstattes. Abatement-teknologien har dermed ingen værdi i sig selv, men er kun en gevinst i det omfang, at besparelsen ved færre udledninger overstiger omkostningerne til teknologien. Teknologien produceres og anvendes ikke i udgangspunktet, men kan produceres via input fra udlandet eller fra de indenlandske brancher. Produktionen af abatement er Leontief, hvormed vi tilføjer følgende ligninger til modellen:

$$A_i^{prod} = \mu_i^A \sum A_i^{use}$$

$$A_{import}^{prod} = \sum A_i^{use} - \sum A_i^{prod},$$

hvor  $A_i^{prod}$  er produktion af abatement-teknologi i sektor  $i$ .  $A_i^{use}$  er anvendelse af abatement-teknologi i sektor  $i$  og  $A_{import}^{prod}$  er import af abatement-teknologi. Prisen på abatement bestemmes af import- og branchepriiserne:

$$p^A \sum A_i^{use} = \sum p_i A_i^{prod} + p^f A_{import}^{prod}, \text{ hvor } p^f = 1$$

Produktion af abatement-teknologi tilføjes til varemarkedsligevægten:

$$Y_i = C_i^d + X_i + A_i^{prod}$$

Anvendelse af abatement-teknologi medfører en reduktion af udledningerne med virkningsgraden  $\delta$ . Dermed bliver udledningerne:

$$CO2e_i = \theta_i^E E_i - \delta A_i^{use}$$

$\delta$  og  $A_i^{use}$  kan udvides med dimensioner for teknologi og branche, hvis man har flere forskellige abatement-teknologier, som virker forskelligt fra branche til branche. I dette notat analyseres dog kun én abatement-teknologi.

Priiserne bestemmes stadig ud fra enhedsomkostningerne. Udtrykket for disse inkluderer nu nettobesparelsen ved anvendelse af abatement.

$$p_i Y_i = w L_i + (p_i^E + t^E \theta_i^E) E_i - (t^E \delta - p^A) A_i^{use}$$

For hver enhed abatement der anvendes, sparer virksomheden CO<sub>2</sub>e-afgiften,  $t^E$ , for den mængde CO<sub>2</sub>e, som abatement-teknologien reducerer,  $\delta$ . Denne besparelse skal være større end omkostningen ved abatement,  $p^A$ , for at virksomheden anvender abatement. Dvs.  $A_i^{use} > 0$ , hvis  $t^E \delta > p^A$ . Ellers er  $A_i^{use} = 0$ .

En abatement-teknologi har en skyggepris og et reduktionspotentiale. Skyggeprisen angiver omkostningen per reduceret enhed CO<sub>2</sub>e givet grundscenariets priser, og reduktionspotentialet angiver den potentielle reduktion i CO<sub>2</sub>e givet grundscenariets udledninger. Det antages i dette model-setup, at abatement-teknologien alene reducerer udledningerne uden at erstatte andre inputfaktorer i produktionen.

Ud fra skyggeprisen bestemmes den eksogene virkningsgrad:

$$\delta = \frac{p_0^A}{\text{skyggepris}}, \text{ hvor } p_0^A \text{ angiver prisen på abatement-teknologien i grundscenariet.}$$

Reduktionspotentialiet bestemmer den mængde abatement-teknologi som anvendes, hvis abatement-teknologien anvendes:

$$A_i^{use,MAX} = \frac{\text{skyggepris} * \text{reduktionspotentiale} E_i}{p_0^A E_{i,0}}$$

Da virksomhederne omkostningsminimerer betyder det følgende:

$$A_i^{use} = \begin{cases} A_i^{use,MAX} & | p^A < t^E \delta \\ 0 & | p^A > t^E \delta \end{cases}$$

Provenuet fra CO<sub>2</sub>e-beskatningen overføres fortsat til husholdningerne. Dermed sker der et fald i husholdningernes disponible indkomst, hvis virksomhederne vælger at reducere udledninger via abatement, da provenuet fra beskatning af udledningerne dermed bliver mindre. Husholdningernes disponible indkomst anvendes fortsat til privatforbrug, som dermed reduceres med  $t^E \delta A_i^{use}$ , når abatement anvendes:

$$p^C C^{tot} = \sum wL_i + t^E (\theta_i^E E_i - \delta A_i^{use})$$

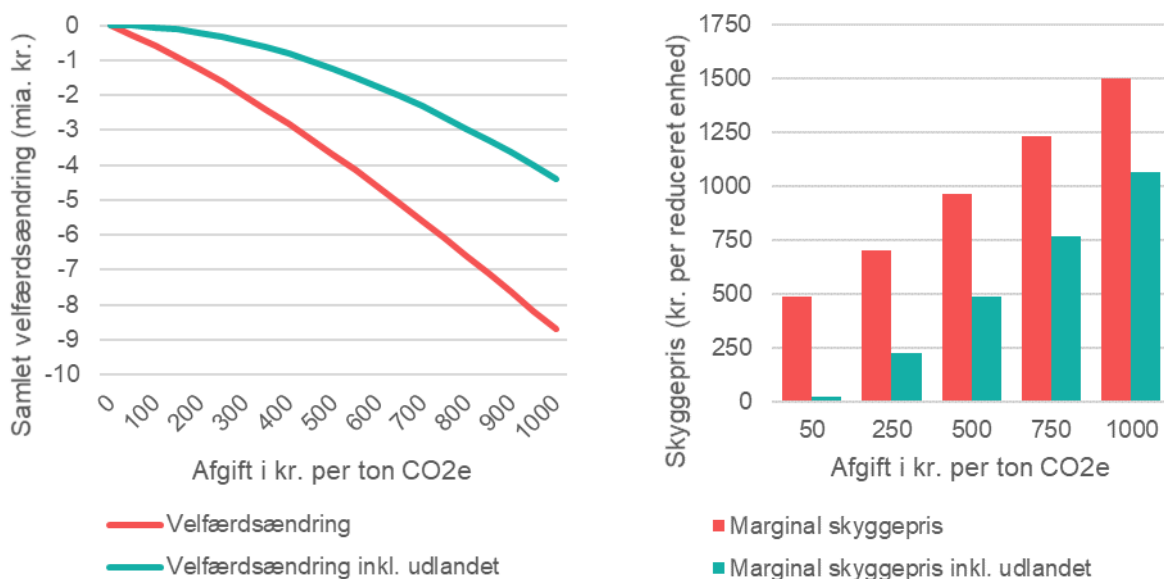
## 6.2 Skyggepris højere end afgiftsniveauet ved en høj eksportpriselasticitet

I dette afsnit præsenteres der to beregninger af en stigende CO<sub>2</sub>e-beskatning. I den første beregning er den eneste forskel til standardberegningen, at eksportpriselasticiteten i branche A er sat op fra 5 til 7. I den anden beregning tilføjes effekten af abatement-teknologi.

Den første beregning med højere eksportpriselasticitet i branche A er udført, da forudsætningerne stemmer nogenlunde overens med forudsætningerne i GrønREFORM, hvor eksportpriselasticiteterne for landbruget og følgeindustrierne er højere end i resten af økonomien.

Figur 14

Velfærdseffekter og skyggepriser ved en beskatning af CO<sub>2</sub>e, højere eksportpriselasticiteter i udledende brancher



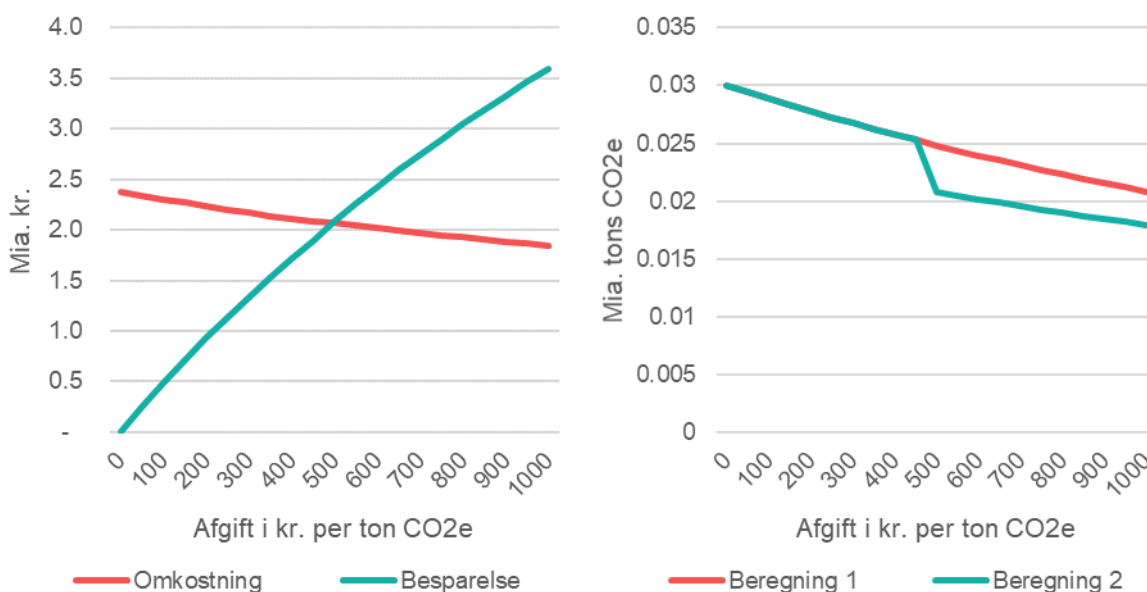
Tidligere blev det vist, at en nedsættelse af elasticiteten fra 5 til 4 giver positive velfærdseffekter, hvormed det forventes at velfærdseffekterne er mere negative end i standardberegningen, når elasticiteten sættes op. Dette bekræftes af beregningerne, jf. Figur 15.

### 6.3 Indtrængning af abatement medfører en skyggepris tæt på afgiftsniveauet

Den anden beregning er identisk med den første beregning bortset fra, at beregningerne tilføjes en abatement-teknologi, som har en skyggepris på 475 kr. per ton CO<sub>2</sub>e og et potentiale på 5 mio. tons CO<sub>2</sub>e ud af branchens udledninger på 30 tons CO<sub>2</sub>e. Dvs. at branchen As udledninger reduceres med 1/6, hvis abatement-teknologien anvendes. Når afgiftssatsen overstiger 475 kr. bliver omkostningen ved at anvende abatement-teknologien mindre en besparelsen fra CO<sub>2</sub>e-beskatningen, hvorved virksomhederne vælger at anvende abatement-teknologien. Dermed falder udledningerne ekstra meget, når afgiften overstiger 475 kr., jf. Figur 17.

Figur 15

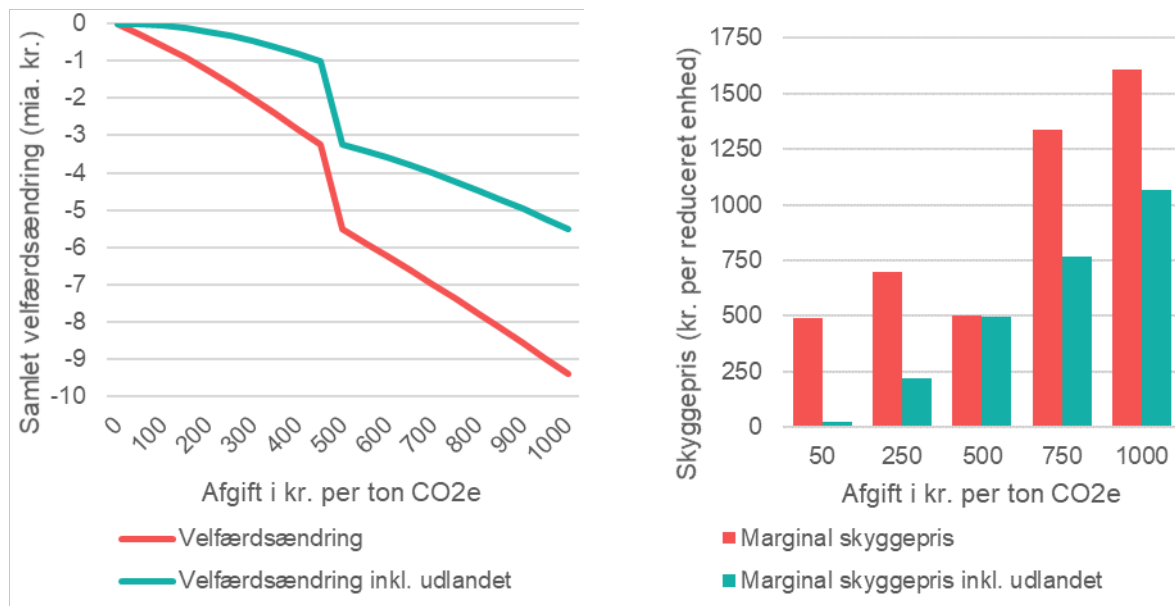
Besparelse og omkostninger ved abatement-teknologi og udledninger ved en CO<sub>2</sub>e-beskatning



Velfærdsomkostningerne stiger yderligere, når afgiften overstiger 475 kr., da noget af provenuet fra CO<sub>2</sub>e-beskatningen nu går til omkostninger til abatement-teknologi fremfor til husholdningernes forbrug, jf. Figur 6. Den velfærdsmæssige skyggepris er tæt knyttet til den tekniske skyggepris på abatement-teknologi, da de faktiske omkostninger går direkte ind og reducerer husholdningernes forbrugsmuligheder igennem et lavere provenu fra CO<sub>2</sub>e-beskatningen. Dermed ses det også, at den marginale skyggepris ligger tæt på afgiftssatsen for afgiftsstigninger, der hvor abatement-teknologien trænger ind og dominerer de strukturelle reduktioner, som kommer af ændrede priser og lønninger.

Figur 16

Velfærdseffekter og skyggepriser ved en CO<sub>2</sub>e-beskatning, højere eksportpriselasticiteter og abatement-teknologi i udledende brancher

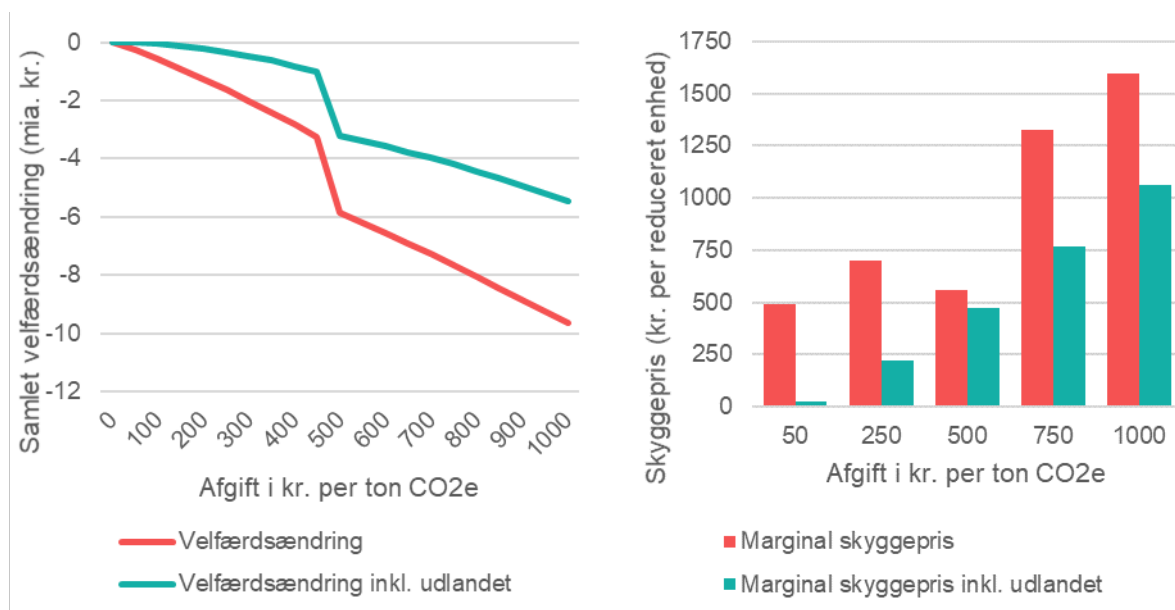


### Produktion af abatement-teknologi

I beregningen antages det, at abatement-teknologien udelukkende produceres i hjemlandet i branche B. Denne antagelse har under disse modelforudsætninger ingen væsentlig betydning for modelresultaterne.

Figur 17

Velfærdseffekter og skyggepriser ved en CO<sub>2</sub>e-beskatning, højere eksportpriselasticiteter og abatement-teknologi i udledende brancher, abatement-teknologi produceret i udlandet



I Figur 18 ses velfærdseffekter og skyggepriser for den tilsvarende beregning, hvor det antages, at abatement-teknologien alene produceres i udlandet. En sådan antagelse vil betyde, at efterspørgslen i branche B er lavere, hvormed det generelle lønniveau må tilpasse sig nedad i ligevægten. Dette har en svag negativ påvirkning på den indenlandske velfærd og en svag positiv indvirkning på udlandets velfærd pga. lavere priser. Effekten er dog begrænset i dette model-setup, hvor udgifter til abatement-teknologi udgør knap 1 promille af den samlede indenlandske økonomi.

## 7. Konklusion

Vi har opstillet en simpel generel ligevægtsmodel for en lille åben økonomi. Det demonstreres i denne modelramme, at en CO<sub>2</sub>e-afgift kan medføre positive velfærdseffekter, hvis der er asymmetri imellem økonomiens brancher.

Det vises at forskelle i lønandel, eksportandel eller eksportelasticitet påvirker velfærdseffekterne i hjemlandet på bekostning af udlandet. Dvs. en eventuel velfærdsgevinst opstår igennem bytteforholdsgevinster, hvormed en eventuel gevinst i hjemlandet er forbundet med en tilsvarende omkostning for udenlandske husholdninger. Det fremgår dermed af de tre analyser, at velfærdseffekten inkl. udenlandske husholdninger (den globale velfærdseffekt) udviser en entydig negativ sammenhæng mellem velfærd og CO<sub>2</sub>e-afgift. En eventuel positiv velfærdseffekt for indenlandske husholdninger skal derfor fortolkes som en fordelingseffekt mellem indenlandske og udenlandske husholdninger.

Dette gør sig ofte gældende at indenlandske velfærdsgevinster skyldes udenlandske velfærdstab, men globale velfærdsgevinster kan opstå, hvis en CO<sub>2</sub>e-afgift korrigerer eksisterende markedsfejl eller ikke-optimal økonomisk politik.

Et eksempel på dette undersøges i den opstillede modelramme. Det vises at uens markup'er i økonomien kan skabe tilfælde, hvor den globale velfærd forbedres af en CO<sub>2</sub>e-beskatning. Ligeledes vises det, at kombinationen af uens markup'er og forskellige ejerskabsstrukturer kan være meget afgørende for de indenlandske velfærdseffekter.

Til slut vises det, at kombinationen af højere eksportpriselasticiteter i udledende brancher og potentielle indtrængninger af abatements-teknologi kan skabe tilfælde, hvor den marginale skyggepris på CO<sub>2</sub>e-reduktioner ligger over afgiftssatsen, hvorefter den falder for visse afgiftsstigninger. Begge forudsætninger er til stede for landbruget og dens følgeindustrier i GrønREFORM, hvormed det ikke er overraskende, at skyggeprisen ved en afgift på landbrugs udledninger har samme forløb.

## 8. Referencer

De Økonomiske Råd (2017): Økonomi og Miljø 2017.

Warr, P. G. (2001): Welfare Effects of an Export Tax: Thailand's Rice Premium. American Journal of Agricultural Economics, Vol. 83, No. 4, s. 903-920.

Skatteministeriet (2023): Skatteøkonomisk Redegørelse.