

• • • • • • • • • • • • • • • •

• • • • • • • • • • • • • • • •

• • • • • • • • • • • • • • • •

• • • • • • • • • • • • • • • •

Teknisk baggrundsnotat om forbrugs- og produktionseffekter af dansk kostændring

Dette baggrundsnotat dokumenterer beregningerne og argumentationen bag forbrugseffekter i udlandet (forbrugslækage) og produktionseffekter i Danmark og udland som følge af en dansk kostændring. Afsnit 1 giver et kort overblik over den anvendte GTAP-E-model og tilhørende database. Afsnit 2 giver en teoretisk indflyvning til forskellen mellem produktions- og forbrugslækage. Afsnit 3 præsenterer resultaterne fra GTAP-E modellen, og afsnit 4 præsenterer en række følsomhedsberegninger, som illustrerer robustheden af resultaterne.

1. GTAP-E modellen

I denne analyse benytter Klimarådet en modificeret version af GTAP-E modellen, jævnfør Beck et al. (2021)ⁱ, til at vurdere de globale effekter af en dansk kostændring. Beregningerne er foretaget af Peter Kjær Kruse-Andersen for Klimarådet. GTAP-E-modellen er en model der dækker hele verden hele verden med et konsistent datasæt, som beskriver hvert lands overordnede økonomiske struktur (produktion og forbrug) og sammenhæng med omverdenen (blandt andet import og eksport).ⁱⁱⁱⁱ Hertil er der data for CO₂-udledninger forbundet med brug af fossile brændsler samt ikke-energirelaterede udledninger som fx metan og lattergas fra landbrugsproduktionen.

I sin rå form indeholder databasen data for 141 lande og regioner samt 65 produktionssektorer, og den omfatter 98 pct. af verdens BNP og 92 pct. af verdens befolkning. For at gøre modellen og databasen anvendelig, er data aggregeret både på landeniveau og sektorniveau. Den anvendte model indeholder 19 sektorer, hvoraf der er tre landbrugssektorer (vegetabilsk landbrug, kvæglandbrug og øvrigt animalsk landbrug) og to fødevarerforarbejdningssektorer (vegetabilsk og animalsk). Den anvendte model indeholder 30 lande og regioner, hvoraf de fleste europæiske lande indgår separat, mens andre lande i højere grad er aggregeret til regioner.

GTAP-E modellen kan ansues som en relativt simpel generel ligevægtsmodel for hvert land. Landene er forbundet gennem tre markeder: varemarkedet, opsparings- og investeringsmarkedet og transport til international handel. I hvert land er der en repræsentativ husholdning, som fordeler indkomsten ud på privat forbrug, offentligt forbrug og opsparing. Produktionsvirksomhederne producerer både produkter til endeligt forbrug i det private og offentlige og til varer, som indgår i de andre produktionsvirksomheder.

GTAP-E modellen er en statisk-komparativ model, hvilket gør, at modellens resultater fortolkes som den langsigtede ligevægt, når alle sektorer og forbrugere har haft mulighed for at tilpasse sig. Modellen tager således ikke højde for, at tilpasningen af fx kapitalapparat og arbejdskraft mod den nye ligevægt tager tid. Modellen er yderligere beskrevet i bilag 1.

2. Forbrugslækage og produktionslækage

I denne analyse ser Klimarådet på, hvordan forbruget i resten af verden reagerer, når Danmark ændrer forbruget af fødevarer. Det er således et andet fokus, end analyser som fokuserer på CO₂e-lækage, hvor man beregner lækagen af produktionsbaserede CO₂e-udledninger.

Definition af forbrugslækage

Ved forbrugslækage forstås, hvor meget af klimaeffekten fra det danske tiltag der udhules af, at forbrugerne i udlandet ændrer forbrug. I praksis er det ikke helt enkelt at definere forbrugslækagen, når Danmark ændrer fødevarerefterspørgsel. Optimalt set vil forbrugslækagen defineres i form af drivhusgasudledninger, det vil sige forholdet mellem ændringen i det danske og udenlandske forbrugsbaserede klimaaftryk. Dette mål er imidlertid ikke muligt at bruge i forbindelse med GTAP-E-modellens resultater af to grunde:

1. Det er vanskeligt at beregne det forbrugsbaserede klimaaftryk præcist fra GTAP-E modellen, fordi der er fokus på de produktionsbaserede udledninger, og fordi alle landenes produktioner er forbundet, således at alle lande bruger mellemprodukter/halvfabrikater fra mange lande i deres produktion. Det forbrugsbaserede aftryk er en sammenvejning af alle de produktionsbaserede udledninger igennem hele værdikæden og kan derfor forekomme i mange forskellige lande.
2. Modellen medtager ikke LULUCF-udledninger, som må siges at være særligt betydelige for fødevarerområdet.

I mangel af ovenstående defineres forbrugslækagen i mængder af fødevarer. Det vil sige, at fortolkningen af resultaterne er, hvor mange ekstra kg animalske produkter udlandet efterspørger mere, når Danmark reducerer forbruget med 1 kg. Og tilsvarende for en stigning i det danske forbrug af plantebaserede fødevarer. Det vil sige, at lækagen ikke tager højde for, at klimaaftrykket på en given fødevarer kan være forskelligt i de forskellige lande.

Denne analyse definerer formelt forbrugslækagen for animalske fødevarer ved:

$$L^{ANI} = - \frac{\Delta C_{UDL}^{ANI} + \Delta G_{UDL}^{ANI} + \Delta F_{UDL}^{ANI}}{\Delta C_{DK}^{ANI} + \Delta G_{DK}^{ANI} + \Delta F_{DK}^{ANI}}$$

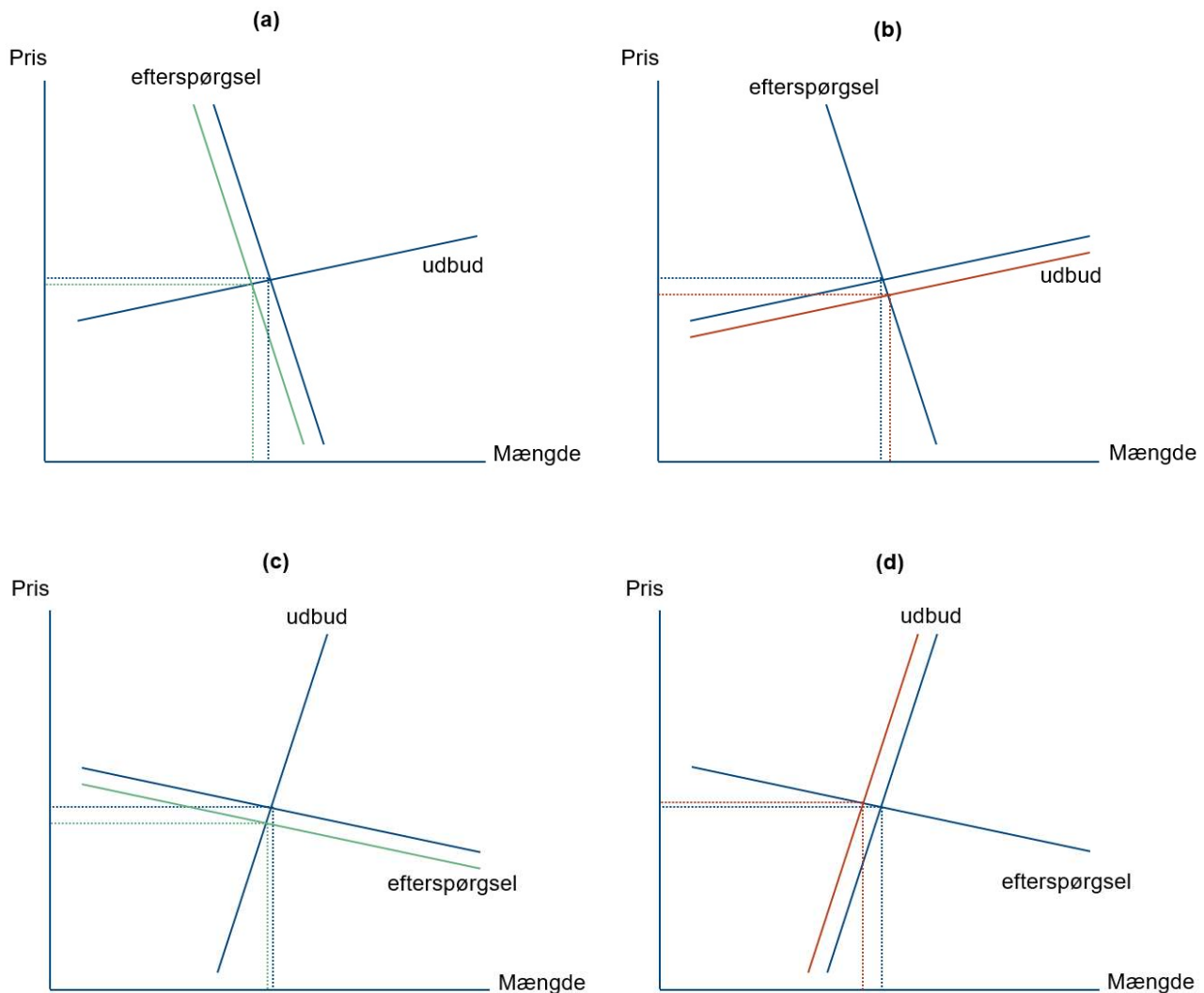
Hvor ΔC_{DK}^{ANI} , ΔG_{DK}^{ANI} er henholdsvis mængdeændringen i husholdningernes og det offentlige forbrug af animalske fødevarer i Danmark. ΔF_{DK}^{ANI} er ændringen i forbruget af animalske fødevarer i de produktionssektorer, som ikke producerer animalske fødevarer. På samme måde er ΔC_{UDL}^{ANI} , ΔG_{UDL}^{ANI} , ΔF_{UDL}^{ANI} defineret for udlandet som helhed.

Forskel på forbrugs- og produktionslækage

Produktions- og forbrugslækage er i høj grad spejlbilleder af hinanden, når man måler det i producerede og forbrugte mængder. Dette er illustreret i figur 1, som viser verdensmarkedsligevægten for et givet marked. Antagelsen bag figurene er, at der er fuld konkurrence på verdensmarkedet, så danske og udenlandske produkter er perfekte substitutter. Dette er naturligvis en illustrativ forenkling, som GTAP-E-modellen ikke lægger til grund.

Forbrugs- og produktionslækage afhænger af hældningen på udbuds- og efterspørgselskurverne (udbuds- og efterspørgselselasticiteterne). Hvis efterspørgslen er meget lidt prisfølsom, og udbuddet er meget prisfølsomt (figur (a) og (b)), så vil en dansk reduktion i efterspørgslen efter animalske fødevarer give anledning til et relativt stort fald i de producerede mængder på verdensmarkedet, hvilket kan oversættes til en lille forbrugslækage. Hvis Danmark derimod reducerer produktionen i stedet for forbruget af animalske fødevarer, så vil det give anledning til et relativt lille fald i den samlede globale produktion, fordi producenterne i udlandet blot vil producere mere. Dette kan oversættes til, at der er relativt høj lækage på produktionsiden (produktionslækage).

I figur (c) og (d) illustreres et marked, hvor efterspørgslen er meget prisfølsom og udbuddet er lidt prisfølsomt. I disse figurer ses det omvendte billede, hvor et dansk produktionsfald giver anledning til en relativt stor produktionsnedgang på verdensmarkedet, mens et reduceret forbrug kun i lille grad giver anledning til en reduceret global produktion.



Figur 1 Pris- og mængdeeffekter på det globale marked af udbuds- og efterspørgselstiltag

Anm.: Figur (a) og (b) illustrerer et marked med lav efterspørgselselastisitet og høj udbudselastisitet. Figur (a) illustrerer, at en reduktion i efterspørgslen vil medføre et relativt stort fald i de producerede mængder og et lille fald i prisen. Omvendt illustrerer figur (b), at et fald i udbuddet vil medføre et relativt stort prisfald og et lille fald i de producerede mængder. Figur (c) og (d) illustrerer den omvendte situation, hvor der er høj efterspørgselselastisitet og lav udbudselastisitet. Figur (c) illustrerer, at en reduktion i efterspørgslen vil give anledning til et relativt stort prisfald og et relativt lille fald i produktionsmængden. Figur (d) illustrerer, at et fald i udbuddet vil give anledning til et relativt stort fald i produktionsmængden og et lille prisfald.

Kilde: Egen illustration.

Imperfekte substitutter i udenrigshandlen kan reducere forbrugs- og produktionslækage

Ovenstående forudsætter, at der er fuld substituérbarhed mellem varer fra forskellige lande. Hvis dette ikke er tilfældet, så vil forbrugs- og produktionslækagen ikke være identiske spejlbilleder af hinanden. I praksis er der næppe fuldkomne substitutionsmuligheder mellem danske og udenlandske produkter hverken i Danmark eller udland. Dette fanges i GTAP-modellen ved hjælp af udenrigshandelsetlasticiteter (armingtonelastisiteter). Disse angiver, hvor store prisforskelle, der skal være mellem danske og udenlandske produkter, for at forbrugerne vil skifte fra det ene til det andet. Jo lavere udenrigshandelsetlasticitet, jo større prisforskelle skal der være, for at det danske forbrug skifter mellem danske og udenlandske varer.

Lave udenrigshandelselasticiteter kan være med til at reducere både forbrugs- og produktionslækagen. Det skyldes, at udlandet ikke i lige så høj grad har mulighed for at reagere på en ændrede adfærd, som sker i Danmark. GTAP-E modellens udenrigshandelselasticiteter er yderligere beskrevet i bilag 1.

3. Ændring af det danske fødevarerforbrug i GTAP-E modellen

Kostændring i Danmark med afgifter og subsidier

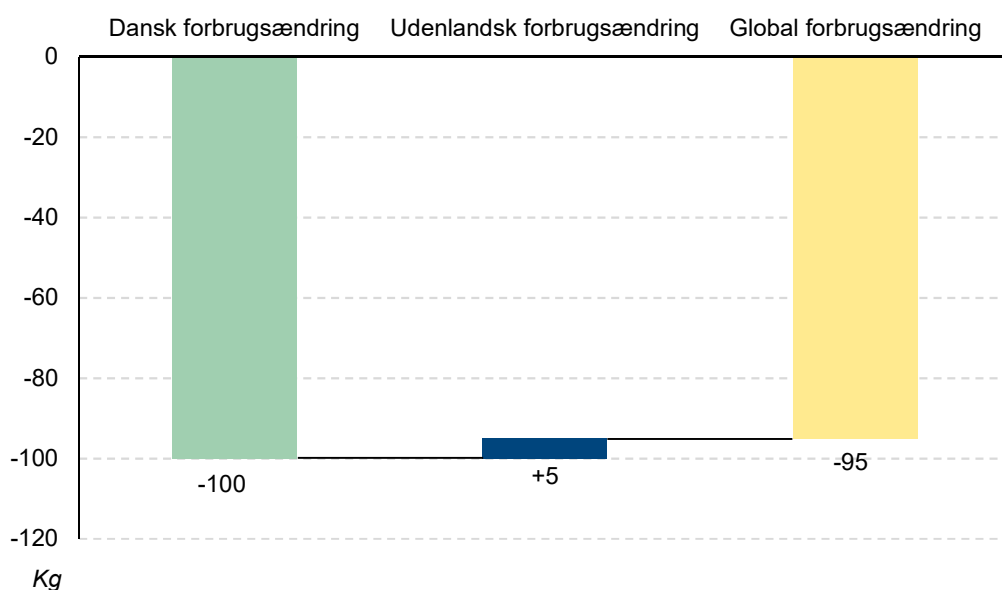
Analysen har til formål at illustrere, hvordan ændret kostsammensætning i Danmark forventes at påvirke fødevarerforbruget i udlandet samt produktionen af fødevarer i både Danmark og udlandet. Hvis Danmark skal følge de nye kostråd, vil det indebære, at forbruget af animalske fødevarer skal reduceres, mens forbruget af plantebaserede fødevarer skal øges, som beskrevet i hovedanalysens kapitel 2. Modellen er imidlertid ikke detaljeret nok til at regne på et eksperiment, der perfekt matcher denne ændring, så i stedet laves et eksperiment, der giver en nogenlunde ens stigning henholdsvis fald i forbruget af plantebaserede og animalske fødevarer. Det centrale er dog ikke den præcise modellering af størrelsen på kostændringen, men i højere grad hvad en marginal dansk forbrugsændring medfører af ændringer i forbruget i udlandet og produktionen i både Danmark og udland.

Den danske kostændring modelleres rent teknisk ved at indføre afgifter og tilskud på 10 pct. på værdien af det private og offentlige forbrug af henholdsvis animalske og plantebaserede fødevarer. Afgiften og tilskuddet pålægges både danskproducerede og importerede fødevarer fra landbrugssektorerne og fødevarersektorerne. Bemærk dog at analysen ikke har fokus på, hvordan kostændringen sker, men udelukkende bruger afgifter og tilskud, fordi det er dét, som GTAP-E modellen kan håndtere. Det vurderes dog, at lækageeffekterne ikke er nævneværdigt påvirket af, hvilket instrument der bruges. Dermed kan denne metode bruges til at se på de globale forbrugs- og produktionseffekter ved ændret fødevarervalg, uanset årsagen til det ændrede fødevarervalg. Afgiften og tilskuddet giver anledning til et fald i det danske forbrug af animalske fødevarer på ca. 8 pct. og en stigning i forbruget af plantebaserede fødevarer på ca. 7 pct.

Virksomhederne i Danmark pålægges ikke afgifter og subsidier, når de forbruger fødevarer som input i produktionen. Virksomhederne reagerer ved at øge forbruget af animalske fødevarer og reducere forbruget af vegetabiliske fødevarer, hvilket skyldes et prisfald på animalske fødevarer eksklusiv afgiften. I udlandet reagerer både virksomheder og forbrugere tilsvarende.

Den globale klimaeffekt af danske kostændringer

Beregningerne indikerer, at en dansk kostændring vil have en lille påvirkning på, hvordan resten af verden spiser på lang sigt. Det betyder, at klimaeffekten af den danske kostændring vurderes kun i meget begrænset omfang at blive udvandet af et øget forbrug af animalske produkter i udlandet. Modellens forbrugslækage er cirka fem pct. for både animalske og vegetabiliske fødevarer. Det betyder, at hvis Danmarks samlede forbrug af animalske fødevarer falder med 100 kg, så stiger forbruget kun med cirka fem kg i udlandet, som vist i figur 2. Tilsvarende falder forbruget af vegetabiliske fødevarer i udlandet kun med cirka fem kg, når det stiger med 100 kg i Danmark.



Figur 2 Illustration af ændringer i forbruget af animalske produkter i Danmark og udland

Kilde: Beregninger på GTAP-E-modellen foretaget for Klimarådet af Kruse-Andersen ved Københavns Universitet.

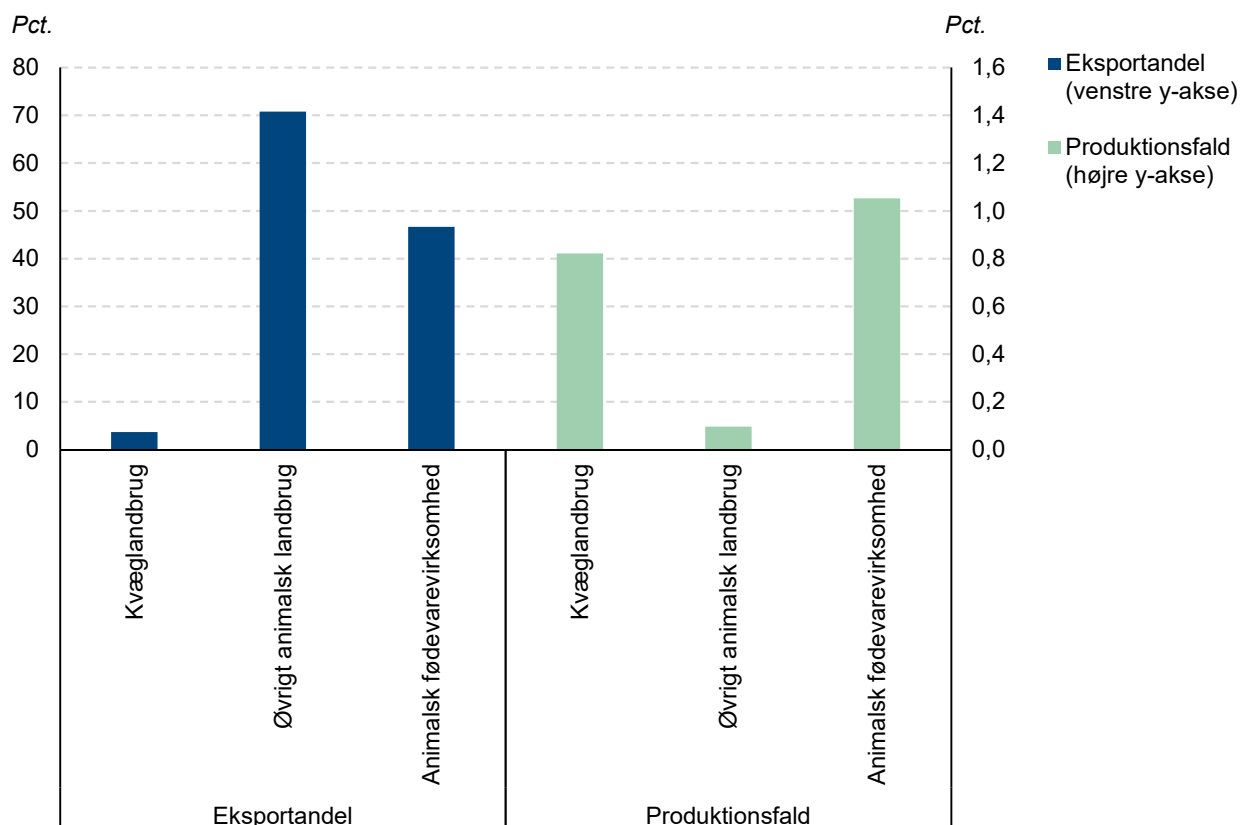
Beregningerne indikerer, at det på *lang sigt* er relativt nemt for fødevarerproducenterne at skifte fra animalsk til plantebaseret produktion, uden at dette i høj grad påvirker deres egne omkostninger ved at producere. Det betyder, at prisen på animalske og plantebaserede fødevarer kun ændrer sig meget lidt, og indikerer at udbudskurven for fødevarerproduktion er relativt flad. Den flade udbudskurve diskuteres yderligere i afsnittet nedenfor. Fordi prisen ændrer sig så lidt, så vil forbrugerne i udlandet i meget lille grad skifte fødevarerforbrug, når den danske kost ændres.

På *kort sigt* kan effekterne være anderledes end de skitserede langsigtseffekter. Der vil være en stor andel af de animalske producenter, som har stalde og maskiner, som ikke er udtjente endnu, hvilket vil gøre det sværere for producenterne at omstille produktionen på kort sigt. Derfor kan man forvente, at den animalske produktion fastholdes på den korte bane. Der vil dog langsomt ske en omstilling. Hastigheden af en omlægning afhænger blandt andet af det eksisterende produktionsapparats beskaffenhed og alder, og også af fx landmændenes villighed, evne og mulighed for at foretage produktionsændringer.

Nye kostvaner forventes at give et begrænset bidrag til Danmarks nationale klimamål

Klimarådets beregninger indikerer, at der vil være et begrænset fald i den danske, animalske landbrugsproduktion som følge af, at den danske befolkning spiser færre animalske fødevarer. Beregningerne viser, at den samlede danske animalske landbrugsproduktion reduceres med cirka 0,4 pct., som følge af et fald på otte pct. i indtaget af animalske produkter i Danmark. Produktionen i den animalske fødevarerindustri reduceres med cirka en pct.

Danmark har en stor eksport af animalske fødevarer. Det vil sige, at selv om danskerne skærer ned på forbruget af animalske fødevarer, vil det stadig kun have en begrænset effekt på omfanget af den danske kødproduktion. Som vist i figur 3 eksporteres knap 60 pct. af produktionen fra den animalske fødevarerindustri som fx forarbejdet kød, mens det gælder for cirka 70 pct. af produktionen fra den øvrige animalske landbrugsproduktion som fx levende svin. Samtidig peger modelresultaterne på, at den danske eksport af animalske fødevarer vil stige i et begrænset omfang, hvis danskerne efterspørger færre animalske produkter. Derfor må danske kostændringer også forventes kun at kunne give et relativt begrænset bidrag til at opfylde Danmarks nationale klimamål.



Figur 3 Eksportandel og dansk produktionsændring i danske animalske landbrug og fødevarevirksomhed

Kilde: GTAP-E-databasen og beregninger på GTAP-E-modellen foretaget for Klimarådet af Kruse-Andersen ved Københavns Universitet.

Modelresultaterne peger også på, at klimaeffekten af forbrugsændringen er relativt begrænset både i Danmark og udlandet. De samlede danske udledninger reduceres med 0,02 mio. ton CO₂e, hvilket blandt andet stammer fra et fald i udledningerne fra den animalske landbrugsproduktion på 0,04 mio. ton og en stigning i udledningerne fra den vegetabiliske landbrugsproduktion på 0,02 mio. ton som vist i tabel 1. I udlandet er den samlede reduktion større på 0,22 mio. ton, hvilket både skyldes en lidt større reduktion i udledningerne fra den animalske landbrugssektor, men også større udledningsreduktioner fra de øvrige sektorer som ikke producerer fødevarer.

Det bemærkes, at GTAP-E modellen ikke medregner LULUCF-udledninger, og dermed må modellen undervurdere klimaeffekten af en dansk kostomlægning. Det er derfor tvivlsomt, hvor meget vægt man kan lægge på den præcise størrelse af klimaeffekterne fra modelresultaterne.

Tabel 1 Drivhusgaseffekter fra GTAP-E-beregningerne

Mio. ton CO ₂ e	Danmark	Udland
Samlede udledninger	-0,02	-0,22
- heraf animalsk landbrug	-0,04	-0,08
- heraf animalsk fødevarevirksomhed	0,00	0,00
- heraf vegetabilisk landbrug	0,02	0,03
- heraf vegetabilisk fødevarevirksomhed	0,01	0,01

Kilde: Resultater fra beregninger i GTAP-E modellen.

Kostændringer kan give incitament til at producere flere klimavenlige fødevarer i Danmark

Beregningerne i GTAP-E-modellen indikerer, at cirka en tredjedel af faldet i den globale animalske landbrugsproduktion forekommer i Danmark. Dermed kan et ændret forbrug bidrage til at omstille det danske landbrug i en mere klimavenlig retning på lang sigt. Der er dog grund til at tage resultaterne for den danske produktionsændring med et vist forbehold.

I en af følsomhedsberegningerne præsenteret nedenfor, hvor det alternativt antages, at producenterne i både Danmark og udlandet er væsentligt mindre prisfølsomme, stiger forbrugslækagen for animalske fødevarer fra ca. 5 til godt 15 pct. Det er en betydelig ændring i forbrugslækagen, men leder fortsat til en konklusion om, at forbrugslækagen er relativt begrænset. I samme beregning mindskes andelen af ændringen i den globale animalske landbrugsproduktion, som forekommer i Danmark. Den reduceres fra godt 30 pct. til godt 10 pct. En mindre prisfølsom landbrugsproduktion kan dermed lede til en konklusion om, at det kun i begrænset grad kan forventes at være de danske landbrug, som omstiller til den ændrede efterspørgsel. Derfor skal man tage resultaterne for den danske produktionsændring med et vist forbehold.

Diskussion af flad udbudskurve på langt sigt

I GTAP-modellen producerer virksomhederne under perfekt konkurrence (dvs. de tager priserne for givet) og med konstant skalaafkast (dvs. at hvis alle input øges med én procent, så øges output også med én procent). Det betyder, at virksomhederne relativt nemt kan reducere produktionen, hvis der sker et fald i efterspørgslen, som ikke påvirker priserne på virksomhedens input i nævneværdig grad. Hvis der indføres en forbrugsafgift i én sektor, som fylder relativt lidt i den samlede økonomi, vil produktionen falde, mens prissystemet påvirkes relativt lidt. Produktionsfaktorer flyttes fra den påvirkede sektor til den resterende del af økonomien, men da sektoren er lille, vil effekten på produktionsfaktorernes pris (og dermed forskydningen mellem inputfaktorer i produktionen) være lille. Det vil svare til, at udbudskurven er meget flad, fordi producenterne kan op- eller nedskalere produktionen uden nævneværdige ændring i produktionsprisen.

Produktionsfunktionen i modellen er konkav og stigende i hvert input, hvilket vil sige, at hvis der sker forskydninger i produktionsinputene, så vil produktionsændringen ikke være proportional med summen af produktionsinput. Det kan være særligt vigtigt for sektorer, som har produktionsinput, der ikke deles med resten af økonomien. Dette er tilfældet for jord, som kun bruges af landbrugssektorerne i modellen, og hvor det samlede tilgængelige landbrugsareal er konstant i hvert land. Et efterspørgselsfald efter landbrugsvarer kan derfor i princippet give en betydelig effekt på jordprisen, og dermed føre til en forskydning i produktionsinputene, hvilket kan påvirke produktionsprisen for en given efterspørgsel. I dette tilfælde kan udbudskurven ikke nødvendigvis siges at være flad.

GTAP-E modellen er kalibreret så den globale udbudselasticitet for den samlede landbrugsproduktion er 1,19.^{iv} Dette valg beror ifølge dokumentationen bag modellen på en række studier, som både viser en større og mindre udbudselasticitet for landbruget. Udbudselasticiteten for den samlede landbrugsproduktion er et udtryk for, at det ikke er muligt for den samlede landbrugssektor at få mere eller mindre landbrugsjord, hvis efterspørgslen stiger henholdsvis falder. Udbudselasticiteten kan dog være betydeligt højere, når man ser på dele af landbrugsproduktionen. Her kan landbrugsjord skifte til at producere andre landbrugsprodukter, hvilket gør produktionen mere fleksibel.

I Klimrådets analyse sker der et fald i brugen af landbrugsjord i det animalske landbrug, mens der tilgår mere landbrugsjord i det vegetabiliske landbrug, og det gør altså produktionen relativt mere fleksibel. Modelresultaterne peger på, at udbudskurven er relativt flad for fødevarerproduktionen forstået på den måde, at efterspørgselsændringen kun i meget lille grad giver anledning til prisændringer fra produktionen.

4. Følsomhedsberegninger

Klimarådet har foretaget en række følsomhedsanalyser, som indikerer, hvor robust ovenstående resultat er. Hovedresultaterne for disse er præsenteret i tabel 2. Den overordnede konklusion er, at resultaterne er ret robuste

i forhold til ændring af modellens parametre. Alle følsomhedsanalyserne præsenteret i tabel 2 (bortset fra S2) er lavet ved at ændre i en eller flere af modellens centrale parametre, hvor der ligesom i Klimarådets hovedscenarie (Basis) pålægges en afgift på 10 pct. på forbruget af animalske fødevarer og et tilskud på 10 pct. på forbruget af vegetabiliske fødevarer.

Tabel 2 Hovedresultater fra følsomhedsanalyser i GTAP-E modellen

	Basis	S1 Leontief produktionsfunktion	S2 Stort Stød	S3 EU politik	S4 Øget pris-elasticitet	S5 Øget udenrigs-handels-elasticitet	S6 Adfærds-ændring
Forbrugslækage (pct.)							
Animalske fødevarer	5	16	5	5	5	5	5
Vegetabiliske fødevarer	6	2	6	6	7	7	6
Produktionsændring i Danmark (pct.)							
Kvæglandbrug	-0,8	-0,7	-1,7	-0,8	-0,8	-0,7	-0,8
Øvrigt animalsk landbrug	-0,1	0,2	-0,3	-0,1	-0,1	-0,0	-0,1
Vegetabilisk landbrug	0,5	0,7	1,9	0,5	0,5	0,5	0,5
Animalsk fødevarer virksomhed	-1,1	-0,9	-2,6	-1,1	-1,1	-1,0	-1,1
Vegetabilisk fødevarer virksomhed	2,0	2,0	7,5	2,0	2,0	2,0	2,0
Dansk andel af global produktionsændring (pct.)							
Animalske fødevarer	49	44	48	50	50	44	50
- heraf animalsk landbrug	33	11	29	33	33	24	33
- heraf animalsk fødevarer virksomhed	54	51	52	54	54	49	54
Vegetabiliske fødevarer	55	53	55	55	55	56	55
- heraf vegetabilisk landbrug	32	33	31	32	33	34	32
- heraf vegetabilisk fødevarer virksomhed	57	56	57	57	57	58	57

I S1 reduceres substitutionselasticiteten mellem primære inputfaktorer for både den vegetabiliske og de animalske landbrugssektorer i Danmark og udlandet fra 0,26 til 0. Jord indgår dermed som en fast andel af produktionen i de tre landbrugssektorer både i Danmark og udlandet, fordi landbrugene ikke kan ændre på forholdet mellem inputfaktorerne i produktionen. Denne ændring øger udbudselasticiteten for landbrugsproduktionen, hvilket får forbrugslækagen for animalske fødevarer til at stige. Samtidig ses det, at produktionen af landbrugsvarer i højere grad falder i udlandet i forhold til i Danmark, fordi det er sværere for den danske landbrugsproduktion at skifte til vegetabilisk produktion.

I S2 øges afgiften på animalske fødevarer og subsidiet til vegetabiliske fødevarer til 30 pct. af værdien af forbruget. Stødet skal dermed teste, om forbrugslækagen påvirkes af størrelsen på kostændringen i Danmark. Det ses, at forbrugslækagen er meget upåvirket af stødets størrelse for både det animalske og vegetabiliske forbrug. Som forventet er produktionsændringerne i Danmark større end i basisscenariet, mens den danske andel af den globale forbrugsændring er omtrent uændret.

I S3 indføres klimapolitikken i EU i modellen. Det betyder, at kvotemarkedet modelleres, og de enkelte EU-lande pålægges restriktioner på deres udledninger fra ikke-kvotesektorerne. Det gør, at EU-landene ikke i samme grad kan reducere deres udledninger fra den animalske produktion, som de ellers ville have gjort. Resultatet er, at forbrugslækagen for det animalske forbrug er en smule større, da det i højere grad er forbruget i udlandet, der må tilpasse sig det mindre animalske forbrug i Danmark.

I S4 øges priselasticiteten i forbruget i udlandet for fødevarer, hvilket gør, at de i højere grad reagerer på prisændringerne på verdensmarkedet som følge af den danske forbrugsændring. Egenpriselasticiteten i husholdningernes forbrugsfunktion øges fra ca. -0,6 til -0,8 for de animalske landbrugsprodukter og for både vegetabiliske og animalske produkter fra fødevarevirksomhederne. Dette er beregnet som et uvægtet gennemsnit over de lande og regioner som indgår i modellen. For de vegetabiliske landbrugsprodukter øges egenpriselasticiteten fra cirka -0,1 til cirka -0,5. Forbrugslækagen øges en smule både for animalske og vegetabiliske fødevarer, men det er relativt begrænset.

I S5 fordobles udenrigshandelelasticiteterne for fødevarer både i Danmark og udlandet. Det gør, at danske og udenlandske produkter i højere grad er substitutter, så forbruget af disse i højere grad kan tilpasse sig på tværs af grænserne. Forbrugslækagen for vegetabiliske fødevarer øges en smule, mens den er omtrent uændret for animalske fødevarer.

I S6 øges priselasticiteterne i de danske husholdningers forbrug af animalske og vegetabiliske fødevarer. Det gør, at der skal lavere afgifter og tilskud til, for at få en given forbrugsændring i Danmark. Følsomhedsanalysen kan dermed fortolkes som en situation, hvor den økonomiske regulering bliver ledsaget af øvrige tiltag, der ændrer forbrugernes adfærd. Ændringen betyder, at afgiften på klimabelastende fødevarer reduceres til knap 9 pct. for at opnå samme forbrugsændring. Tilskuddet til vegetabiliske fødevarer reduceres til knap 9 pct. for de forarbejdede vegetabiliske fødevarer, mens tilskuddet falder til knap 1 pct. for vegetabiliske fødevarer fra landbrugssektoren. Effekterne er omtrent de samme i denne følsomhedsanalyse som i basisscenariet, hvilket indikerer, at der ikke kan forventes at være betydelig forskel på lækage- og produktionseffekterne af, om forbrugsændringen gennemføres via økonomisk regulering eller andre adfærdsændrende tiltag eller en kombination af disse.

S7 Global kostændring

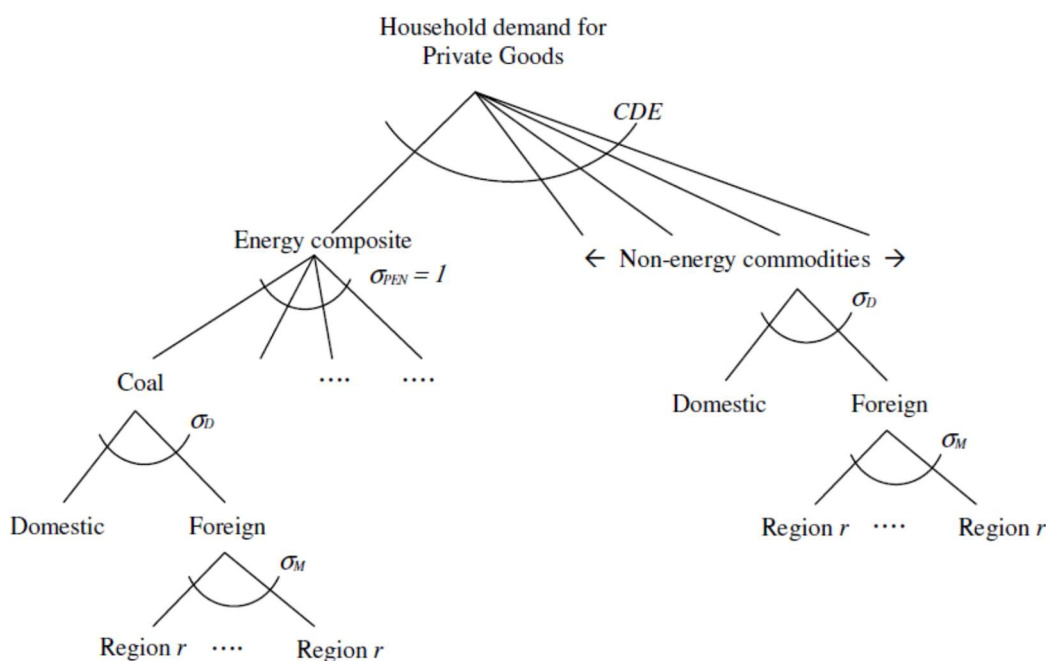
Klimarådet har også foretaget en følsomhedsberegning, som kan give en indikation af hældningen på den globale udbudskurve for fødevarer, hvis hele verden foretager kostændringer. I denne beregning pålægges en global afgift på 10 pct. på værdien af animalske fødevarer og et subsidie på 10 pct. på værdien af vegetabiliske fødevarer. Formålet med stødet er at efterprøve, om det på globalt plan også er relativt nemt for fødevareproducenterne at skifte fra animalske til vegetabiliske fødevarer. Beregningen resulterer i, at det globale forbrug af animalske og vegetabiliske fødevarer hhv. falder med ca. 4,4 pct. og stiger med ca. 3,7 pct. Den samlede globale produktion af animalske og vegetabiliske produkter hhv. falder med 3,1 pct. og stiger med 2,2 pct. Verdensmarkedsprisen på vegetabiliske forarbejdede fødevarer stiger med 0,05 pct., hvorimod den falder med 0,1 pct. for animalske forarbejdede fødevarer. Prisændringen er lidt større for landbrugsvarerne (hhv. -0,2 og 0,3 pct. for animalske og vegetabiliske fødevarer). Der er en lidt større effekt på jordprisen end i basisstødet, men med nogen variation på tværs af landene. Jordprisen falder med 3-6 pct. i Danmark. Det er dog relativt begrænsede prisstigninger, hvilket indikerer en relativt flad udbudskurve på verdensmarkedet.

Bilag 1: Beskrivelse af GTAP-E modellen

GTAP-E modellen kan anskues som en relativt simpel statistisk-komparativ CGE-model for hvert land. Landene er forbundet gennem tre markeder: varemarkedet, opsparings- og investeringsmarkedet og transport til international handel. I hvert land er der en repræsentativ husholdning, som fordeler indkomsten ud på privat forbrug, offentligt forbrug og opsparing. Herudover er der en række produktionsvirksomheder, som producerer forskellige forbrugsgoder.

Husholdningernes nyttefunktion og forbrug

Det endelige forbrug er fordelt på to typer forbrug: privat forbrug og offentligt forbrug. Begge typer forbrug er modelleret ved en repræsentativ agent, som forbruger både importerede og indenlandsk producerede varer. Det øverste nest i husholdningens nyttefunktion er modelleret ved *constant difference of elasticity* (CDE), som er skitseret i figur 4. Modsat CES-funktionen, så beregnes elasticiteterne i CDE-funktionen også på baggrund af de faktiske forbrugsandele, hvilket gør den mere fleksibel at bruge i en model som GTAP-E.



Figur 4 Husholdningernes forbrugsstruktur i GTAP-E modellen

Kilde: Truong m.fl. (2007).^v

Elasticiteter for Danmark

Elasticiteterne i CDE-funktionen udgøres af en indkomstelasticitet og egenpriselasticitet for hver vare og en matrix af krydspriselasticiteter. Indkomstelasticiteterne og egenpriselasticiteterne for Danmark er vist i tabel 3. For fødevarerne er indkomstelasticiteterne under 1, hvilket betyder, at hvis husholdningernes indkomst stiger med 1 pct., så stiger fødevarerforbruget med mindre end 1 pct. For alle øvrige forbrugsgoder er indkomstelasticiteterne over 1, så fødevarer er mindre elastiske ift. indkomst end øvrige varer. Egenpriselasticiteterne er også lavere for fødevarer end de er for de øvrige forbrugsgoder, hvilket betyder, at en given prisændring har mindre effekt på forbruget af fødevarer end øvrige varer. Det er bemærkelsesværdigt, at fødevarer fra vegetabilsk landbrug er markant mere inelastisk både i forhold til indkomst og pris end de øvrige fødevarer, hvilket trækker i retning af lavere forbrugslækage for vegetabiliske fødevarer end for animalske. Men omvendt sker det meste af privatforbruget fra fødevarerindustriene, hvor elasticiteterne er mere ens på tværs af animalske og vegetabiliske fødevarer. Elasticiteterne er bagudskuende, forstået på den måde at de er beregnet på historisk data, og det kan

forventes, at de i mindre grad udtrykker effekten af at erstatte kød med grøntager og omvendt. På den baggrund kan man forestille sig, at elasticiteterne kan være anderledes, når man tager nye køderstatningsprodukter i betragtning, som er nemmere at substituere over til fra kød.

Tabel 3 Indkomst- og egenpriselasticiteter i GTAP-E databasen

	Indkomstelasticitet	Egenpriselasticitet
Vegetabilsk landbrug	0,02	-0,01
Animalsk landbrug (kvæg)	0,92	-0,83
Animalsk landbrug (øvrige)	0,92	-0,83
Vegetabiliske fødevarer	0,86	-0,79
Animalske fødevarer	0,92	-0,83
Energigode	1,02	-0,93
Råmaterialer	1,01	-0,90
Øvrig industri	1,00	-0,91
Energiintensiv industri	1,02	-0,93
Handelssektor	1,04	-0,95
Service sektor	1,04	-0,96
Land-, vand- og lufttransport	1,01	-0,91
Offentlig sektor	1,04	-0,94

Anm.: Elasticiteterne stammer fra GTAP-E databasen og kan dermed afvige fra mere nationale studier af danske forhold.

Kilde: GTAP-E databasen.

For alle varer fordeles ændringen i den efterspurgte mængde ud på hhv. indenlandsk produceret og import ved hjælp af en CES-funktion (*Constant Elasticity of Substitution*), hvor Armingtonelasticiteten bestemmer prisfølsomheden i valget mellem disse to. En lavere armingtonelasticitet betyder, at der skal større prisændringer til for at skifte forbruget mellem varer fra forskellige lande. Som udgangspunkt har modellen samme armingtonelasticiteter for alle regioner. Dette må siges at være en begrænsning i modellen, hvor de enkelte lande kan være forskellige i, hvordan de anskuer forbruget af hhv. indenlandske og udenlandske produkter. Det bemærkes, at armingtonelasticiteten for vegetabiliske fødevarer er betydeligt lavere, end den er for animalske fødevarer. Det gør, at det alt andet lige er nemmere for forbrugerne at skifte mellem animalske fødevarer fra forskellige lande, når priserne ændre sig, end det er for vegetabiliske fødevarer. Alt andet lige vil det trække i retning af, at danske forbrugsændringer i mindre grad kan påvirke den danske animalske produktion relativt til den vegetabiliske produktion. Det skyldes, at en dansk reduktion af det animalske forbrug i mindre grad vil reducere produktionen i Danmark, da danske producenter i højere grad kan eksportere deres vare til udlandet. Armingtonelasticiteterne er gengivet i tabel 4.

Tabel 4 Armingtonelasticiteter i GTAP-E databasen

Armingtonelasticiteter	
Vegetabilsk landbrug	2,69
Animalsk landbrug (kvæg)	2,79
Animalsk landbrug (øvrige)	1,71
Vegetabiliske fødevarer	1,94
Animalske fødevarer	3,94
Kul	3,05
Olie	5,2
Gas	12,97
Benzin/diesel	2,1
Elektricitet	2,8
Råmaterialer	1,27
Øvrig industri	3,05
Energiintensiv industri	3,51
Handel, service og offentlig sektor	1,9
Land-, vand- og lufttransport	1,9

Kilde: GTAP-E databasen.

Husholdningernes forbrug i Danmark

De danske husholdninger bruger omkring 11,5 pct. af deres samlede forbrug på fødevarer (målt i kroner), jævnfør tabel 5. Den største del af fødevarerforbruget (7,3 pct.-point) udgøres af vegetabiliske forarbejdede fødevarer, mens animalske forarbejdede fødevarer udgør en mindre andel (2,8 pct.-point). Der er også et direkte forbrug af vegetabiliske fødevarer fra den vegetabiliske landbrugssektor (1,3 pct.-point), mens der næsten ikke er noget direkte forbrug af animalske fødevarer fra den animalske landbrugssektor (0,2 pct.-point).

Forbruget fra de animalske fødevarer virksomheder kommer i højere grad fra de danske fødevarer virksomheder (62,7 pct.), mens det resterende kommer fra import (37,3 pct.), jævnfør tabel 5. Den importerede andel er lidt højere for forarbejdede vegetabiliske fødevarer (41,1 pct.) mens langt størstedelen af de vegetabiliske fødevarer, som stammer direkte fra landbruget, kommer fra import (80,3 pct.).

Tabel 5 Husholdningernes forbrug af danske og importerede varer

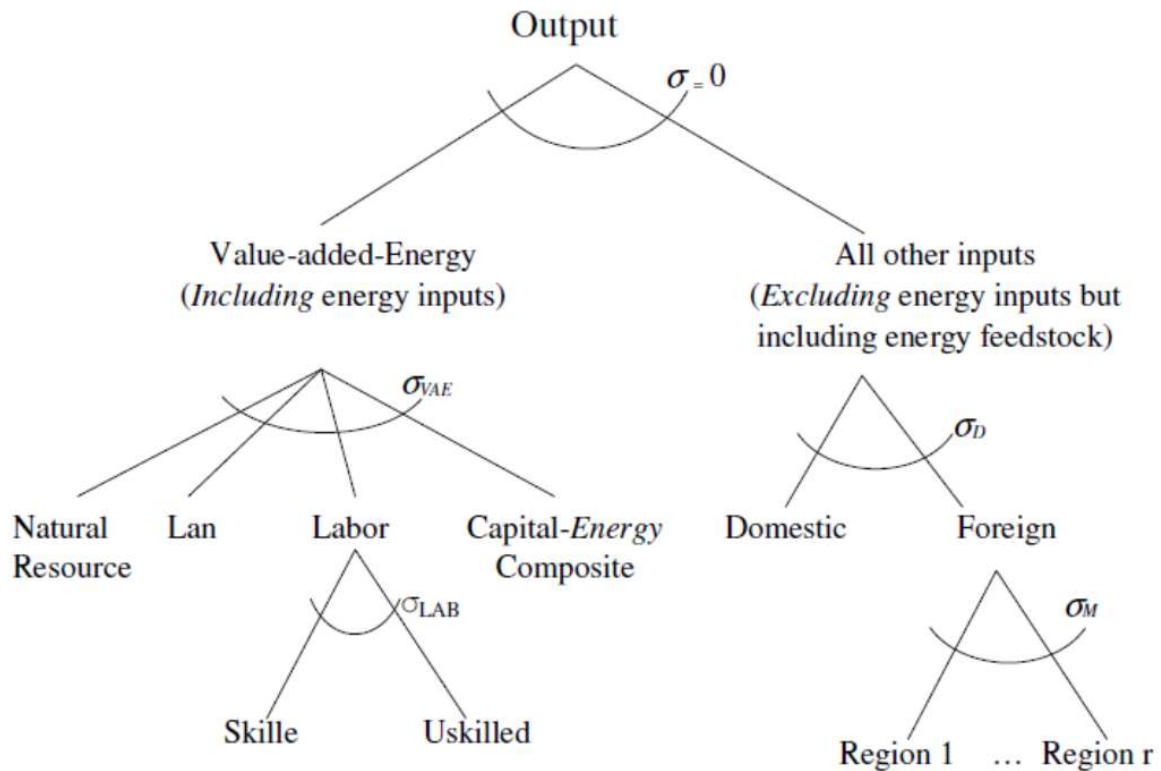
	Samlet forbrug	Andel	Importandel
Vegetabilsk landbrug	2229	1,3	80,3
Animalsk landbrug	271	0,2	27,9
Vegetabilisk fødevarer virksomhed	12591	7,3	41,1
Animalsk fødevarer virksomhed	4867	2,8	37,3
Energi og industri	48035	27,8	54,1
Transport og service	104943	60,7	5,6
Total	172935	100	23,5

Anm.: Tabellens data er målt i kroner.

Kilde: Klimarådets beregninger foretaget på GTAP-E databasen.

Virksomhederne

Virksomhedernes produktion er modelleret som en CES-funktion for hver produktionsvirksomhed, jævnfør figur 5. Det første nest i produktionsfunktionen skal virksomheden vælge mellem intermediate goods og et sammensat gode af primære produktionsfaktorer og energi (value added nest). Substitutionselasticiteten er nul i det øverste nest for alle lande og produktionssektorer (leontief produktionsfunktion), hvilket betyder, at ændringen i value added nestet og ændringen i alle intermediate inputs skal være proportional med produktionsændringen.



Figur 5 Virksomhedernes produktionsstruktur i GTAP-E modellen

Kilde Truong m.fl. (2007)^{vi}

Substitutionselasticiteten i value added nestet (σ_{VAE}) bestemmer, hvor nemt produktionsvirksomhederne kan substituere mellem naturressourcer, land, arbejdskraft og kapital-energi godet. Tabel 6 viser disse substitutionselasticiteter for Danmark, hvoraf det kan ses, at der er en betydelig variation på tværs af produktionssektorer. Elasticiteterne er omtrent ens på tværs af landene. Landbrugssektorerne er de eneste produktionssektorer, der bruger land som input, og der er relativt lille substitutionsmulighed mellem land, arbejdskraft og kapital-energi godet ($\sigma_{VAE} = 0,26$).

Tabel 6 Elasticitet i produktionsvirksomhedernes valg mellem kapital, arbejdskraft, jord og naturressourcer

	σ_{VAE}
Landbrugssektorer	0,26
Fødevarerektorer	1,12
Øvrig industri og service	1,29
Energiintensiv industri, elproduktion og offentlig sektor	1,26
Handel og transport	1,68
Råmaterialer	0,2
Kulproducent	3,91
Olieudvinding	0,4
Gasproduktion	0,77

Kilde: GTAP-E databasen.

ⁱ Beck m.fl., *Carbon Leakage in a Small Open Economy: The Importance of International Climate Policies*, 2021

ⁱⁱ T. Truong, *GTAP-E: An energy-environmental version of the GTAP Model with emission trading: User's Guide*, 2007

ⁱⁱⁱ T. P. Truong, C. Kemfert, and J.-M. Burniaux, *GTAP-E: An energy-environmental version of the GTAP Model with emission trading. DIW Discussion Papers*, 2007.

^{iv} Hertel, Tom, Marinos Tsigas, Badri Narayanan and Robert McDougall, *GTAP 10 Data Base Documentation - Chapter 12.A Primary Factor Shares*, 2020

^v T. P. Truong, C. Kemfert, and J.-M. Burniaux, *GTAP-E: An energy-environmental version of the GTAP Model with emission trading. DIW Discussion Papers*, 2007

^{vi} T. P. Truong, C. Kemfert, and J.-M. Burniaux, *GTAP-E: An energy-environmental version of the GTAP Model with emission trading. DIW Discussion Papers*, 2007