

DREAM

Danish Research Institute for
Economic Analysis and Modelling



Elasticiteter og markedsvilkår i GrønREFORM

Jens Sand Kirk og Mathias Kowalczyk Hansen

Baggrundsnotat

7. december 2023

www.dreamgruppen.dk

Forord

I notatet redegøres for valg af struktur og elasticiteter i GrønREFORMs efterspørgselsfunktioner og for modellering af produktions- og markedsvilkår i hovedmodellen, i landbrugsmodellen, og for hver af de energiproducerende brancher i modellen.

Som det er typisk for en model for en lille åben økonomi, er reaktionen i produktionsmængder domineret af effekter via udenrigshandlen. At udenrigshandlen er så vigtig skyldes for det første, at en relativ stor del af dansk produktion afsættes til eksport, og at en relativ stor andel af forbruget importeres. Den anden afgørende faktor er, at udenrigshandelelasticiteterne i reglen er mange fold større end elasticiteterne i modellens øvrige efterspørgselsfunktioner.

GrønREFORM er en særdeles detaljeret model, som bygger på nyudviklet data, der kun er tilgængeligt for ganske få år. Det er blandt andet derfor vanskeligt at estimere elasticiteter til modellen på detaljeret niveau. Der anvendes aktuelt egne detaljerede estimationer af de helt centrale udenrigshandelelasticiteter¹. I forbrugsfunktionerne benyttes i vid udstrækning estimater fra MAKRO.

¹ Bemærk, at der samtidig med dette notat er et igangværende arbejde, hvor de aktuelle elasticiteter på underliggende detaljeret produkt-niveau sammenlignes med resultater fra Fontagne (2022), som derved evt. kan benyttes som alternativ til de aktuelle elasticiteter, jf. afsnit 4.2.

Indhold

1.	Produktionsfunktionen i den dynamiske generelle ligevægtsmodel	4
2.	Produktionsfunktionerne i landbrugsmodulet	7
3.	Husholdningernes forbrugsfunktion	10
4.	Udenrigshandel	12
4.1	Tidshorisont i estimation af udenrigshandelselasticiteter	15
4.2	Sammenligning af udenrigshandelselasticiteter	15
5.	Markedsforudsætninger for energivarer	17

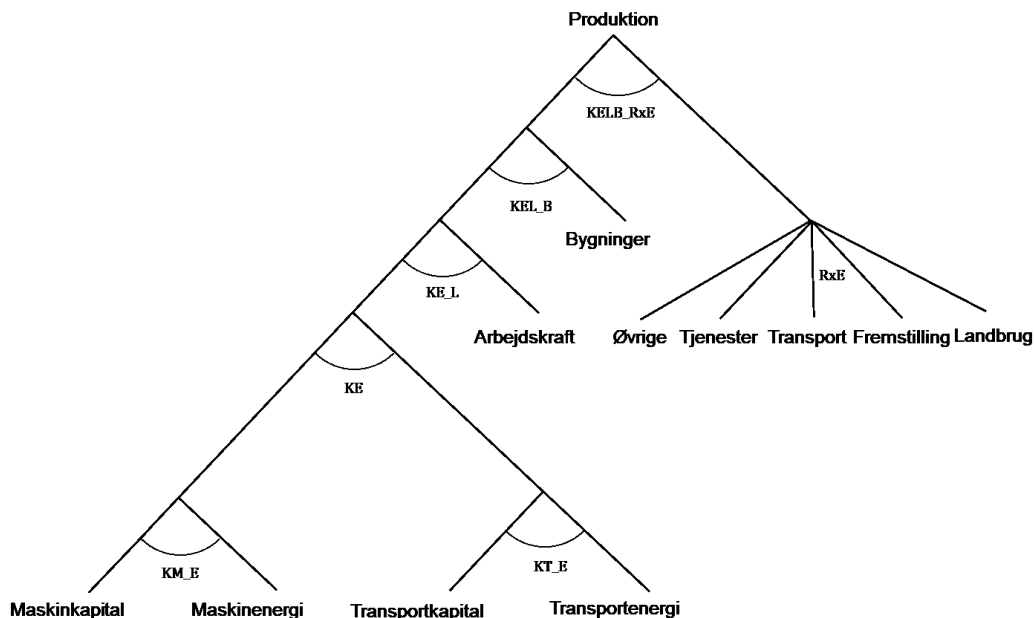
1. Produktionsfunktionen i den dynamiske generelle ligevægtsmodel

I den generelle ligevægtsmodel er produktionen i økonomien opdelt i hhv. privat og offentlig sektor, med 1 offentlig branche og 51 private brancher. I alle private brancher benyttes arbejdskraft, bygningskapital, transportkapital og maskinkapital samt varer og tjenester som input i produktionen.

Produktionen i de brancher, der er omfattet af GrønREFORMs delmodeller, dvs. energiforsyning, affaldsbehandling, landbrug, og transport er fuldt beskrevet i den generelle ligevægtsmodel, men baseret på de samme antagelser om producentadfærd som de øvrige brancher. Dermed kan delmodellerne trække på data, der allerede er integreret i hovedmodellen, og vil så bidrage med alternative beskrivelser af producentadfærden i de respektive brancher. Det har også den fordel, at delmodellerne kan slås til og fra efter behov. Til gengæld stiller det store krav til udvikling af en lang række datasæt med en mere fintmasket brancheopdeling i datagrundlag fra Danmarks Statistik.

Sammenhængen mellem input og output i virksomhederne er beskrevet ved et system af forgrenede CES-funktioner med en struktur som illustreret i figur 1.1.

Figur 1.1
Produktionsfunktionens nestingsstruktur



Anm. Y er produktionsoutput; RxE er materialeinput ekskl. energi; B er boligkapital; L er arbejdskraft; K_T er transportkapital; E_T er transportenergi; K_M er maskinkapital; E_M er maskinenergi; K er maskin- og transportkapital; E er samlet energi. Øvrige betegnelser er aggregater af inputs fra grenene under betegnelsen

Kilde: Kilde: Egen figur

I øverste forgrening fordeles mellem et aggregat af input af 'varer og tjenester bortset fra energi' (RxE) og et aggregat af input af kapital, energi og arbejdskraft (KEL).

Varer og tjenester foruden energi (RxE) forgrenes ud på 5 grupper pba. af leverende brancher som illustreret i figur 1.1 med en substitutionselasticitet på 0. Det er en standard-forudsætning i CGE-modeller, som indebærer at sammensætningen af input i produktionen i en given branche er fast. En sådan antagelse flugter med det princip i nationalregnskabsbranchepdeling, at vareforbrug leveres direkte fra den producerende branche, og *ikke* gennem eksempelvis engros- eller transportvirksomhed. Det er derfor naturligt at forvente en høj grad af komplementaritet mellem visse varer og tjenester til forbrug i produktionen².

Underopdelingen af vare og tjenesteforbruget på de 5 grupper er en forberedelse til at kunne beskrive, at der inden for hver af disse grupper kan være input, der ikke bør betragtes som komplementære. Aktuelt benyttes dog i reglen også her en substitutionselasticitet på 0.

I de tre øverste forgreninger af kapital, energi og arbejdskraft benyttes branchespecifikke elasticiteter fra MAKRO³, jf. tabel 1.1. I MAKRO er der ikke en opdeling af maskinkapital i transport og (øvrige) maskiner, og energi er defineret som et homogent produkt fra modellens energibrancher. I GrønREFORM er energi til hhv. transport og (øvrige) maskiner underopdelt på afgiftsmæssige formål og dernæst på specifikke energityper opgjort i fysiske enheder (energiindhold). Det er derfor ikke muligt at benytte elasticiteter fra MAKRO i de nedre forgreninger.

² I modelleringen af husholdningernes forbrug er der på samme vis en elasticitet på 0 i fordelingen mellem brancher for en given forbrugsgruppe, jf. afsnit 2.

³ Se notatet "[Estimater for elasticiteterne i MAKROs produktionsfunktion, Kronborg og Poulsen 2021](#)" for dokumentation af estimationsmetoden, og se [korrespondancetabel mellem MAKROs og GrønREFORMs brancher](#) på GrønREFORMs hjemmeside.

Tabel 1.1
Substitutionselasticiteter fra MAKRO

	KE_L	KEL_B	KELB_RxE
Byggeri	0,26	0,02	0,00
Energi	0,00	0,00	0,24
Fremstilling	0,51	0,23	1,30
Landbrug	0,67	0,07	0,00
Tjenester	1,17	0,59	0,66
Udvinding	0,29	0,02	0,51

Anm.: *KE er substitutionselasticiteterne mellem transportkapital-energi-aggregatet og maskinkapital-energi-aggregatet.
 Kilde: Data fra DST 1983-2015, egne udregninger

I alle forgreninger mellem kapital og energi anvendes en substitutionselasticitet på 0,1. Det er baseret på erfaring med egne estimationer (se nedenfor), og motiveret af et forsigtighedsprincip, da der er risiko for dobbelttælling af substitutionsmuligheder, når GrønREFORMs abatementsmodul integreres med hovedmodellen. I det tilfælde hovedmodellen anvendes uden abatementsmodul, eller i tilfælde det vurderes, at abatementsmodul ikke indeholder fyldestgørende information om substitutionsmuligheder, kan det overvejes at sætte disse elasticiteter op.

Kort fortalt beskriver abatementsmodul⁴ for hvert input af energi i produktionen det (tilnærmelsesvist) diskrete valg mellem teknologier (defineret ved forskelligt mix af produktionsinput), der kan levere et tilsvarende bidrag til produktionen. Eksempelvis er der i slagteribranchen et forbrug af naturgas til proces-formål, som forventes i fremtiden at kunne reduceres ved elektrificering af produktionen. Abatementsmodul vil da beskrive hvordan forbruget af naturgas erstattes af et øget input af elektricitet og maskinkapital, når teknologien bliver tilgængelig og det kan betale sig. Abatementsmodul kræver imidlertid eksplicit formulerede forudsætninger om input-mixet i de tilgængelige teknologier samt information om deres reduktionspotentiale, ie. hvor stor en del af naturgassen kan teknologien fortrænge?

Der er gjort en stor indsats for at estimere egne elasticiteter til modellen med en finere brancheopdeling end i MAKRO og inkl. GrønREFORM's forgreninger mellem kapital af energi. GrønREFORM er en særdeles detaljeret model som bygger på nyudviklet data, der kun er tilgængeligt for ganske få år. Dertil er der generelt så mange databrud og generel usikkerhed om konsistensen i nationalregnskabs data tilbage i tid på detaljeret niveau, at det er meget vanskeligt at opbygge en robust systematisk estimationsprocedure. Der kan dog drages en række erfaringer fra arbejdet, herunder at elasticiteterne mellem energityper og mellem kapital og energi generelt estimeres til at være lave og ofte tæt på 0, med tvivlsomme tilfælde af relativt høje elasticiteter på op til 1.

⁴ For yderligere information om abatementsmodul kan der henvises til afsnittet om [Reduktioner i andre sektorer](#) på GrønREFORMs hjemmeside samt notatet "[Modelling abatements technologies: A comparison of approaches, Guldager 2021](#)"

2. Produktionsfunktionerne i landbrugsmodulet

GrønREFORM har delmodeller for energiforsyning, affaldsbehandling, landbrug, og transport. Delmodellerne beskriver en alternativ modellering af sammenhængen mellem input og output for de respektive brancher. Når delmodellerne integreres med hovedmodellen erstattes standardantagelserne i hovedmodellen, som beskrevet i afsnit 1 af den alternative modellering i delmodellerne. Det kan i samme stund bemærkes, at hovedmodellen og delmodellerne kalibreres op mod hinanden i grundforløbet således at, det er muligt at slå dem til og fra i stødforløb efter behov.

Her fokuseres på [landbrugsmodellen](#)⁵, hvor sammenhængen mellem input og output er beskrevet ved en alternativ CES-struktur og med tilføjelse af jord, husdyr og såkaldt 'ikke-markedsmæssige landbrugsinterne leverancer' af husdyrgødning, grovfoder og strøelse. I landbrugsmodellen er der en forskellig produktionsfunktion for henholdsvis vegetabiliske og animalske brancher, som illustreret i figur 2.1 og figur 2.2, hvor de anvendte elasticiteter også fremgår.

Som udgangspunkt anvendes den samme struktur som i hovedmodellen (figur 1.1). Med det afsæt er produktionsstrukturen udvidet med de ovenfor nævnte input inspireret af den første partielle version af landbrugsmodellen som beskrevet i et offentligt dokumentationsnotat fra 2020⁶, hvorfra elasticiteterne i i vid udstrækning også stammer.

I det vegetabiliske landbrug tilføjes for det første et aggregat af jord, kemikalier, kunstgødning og husdyrgødning, jf. figur 2.1. Det er disse input (jord, kunstgødning og husdyrgødning), som giver anledning til det vegetabiliske landbrugs ikke-energirelaterede udledninger. Placeringen højt oppe i strukturen i kombination med relativt lave elasticiteter giver en høj grad af komplementaritet mellem disse input og output fra produktionen. Bemærk at (det markedsmæssige) input af kemikalier og kunstgødning er indeholdt i materialeforbruget i den almindelige produktionsstruktur, hvorfra det flyttes i landbrugsmodulet. For det andet flyttes input fra branchen 'maskinstation' fra materielinput til substitution med input fra egne maskiner (maskinkapital og energi til proces).

I det animalske landbrug erstattes inddraget af bygninger med et aggregat af dyr, bygninger og foder, jf. figur 2.2. Det er antallet af dyr, der bestemmer de ikke-energirelaterede udledninger fra de animalske landbrug. Placeringen højt oppe i strukturen i kombination med relativt lave elasticiteter giver en høj grad af komplementaritet mellem disse input og output. Bemærk at foderforbruget består af både markedsmæssigt og ikke-markedsmæssigt, hvoraf det sidste er flyttet fra materialeforbruget i forhold til den almindelige produktionsstruktur. Aggregatet indeholder også den producerede mængde husdyrgødning, som indgår med en negativ pris, eftersom det er noget, som de animalske landbrug afsætter til de vegetabiliske.

⁵ [Transportmodellen](#) er endnu ikke integreret, i [modellen for affaldsbehandling](#) benyttes standard-produktionsfunktionen i afsnit 1, og i [forsyningsmodellen](#) er produktionen af el og fjernvarme beskrevet disagregeret med en opdeling på mange værktøyer med hver deres teknologi, hver i sær med en fast fordeling af produktionsinput. For fyldestgørende beskrivelse af de enkelte delmodeller og deres funktion henvises til de respektive afsnit på GrønREFORMs hjemmeside, jf. links i teksten ovenfor.

⁶ [Agricultural production and emissions in GreenREFORM, Beck mfl. 2020](#)

Herudover er inputtet fra maskinstation modelleret på samme måde som for de vegetabiliske landbrug.

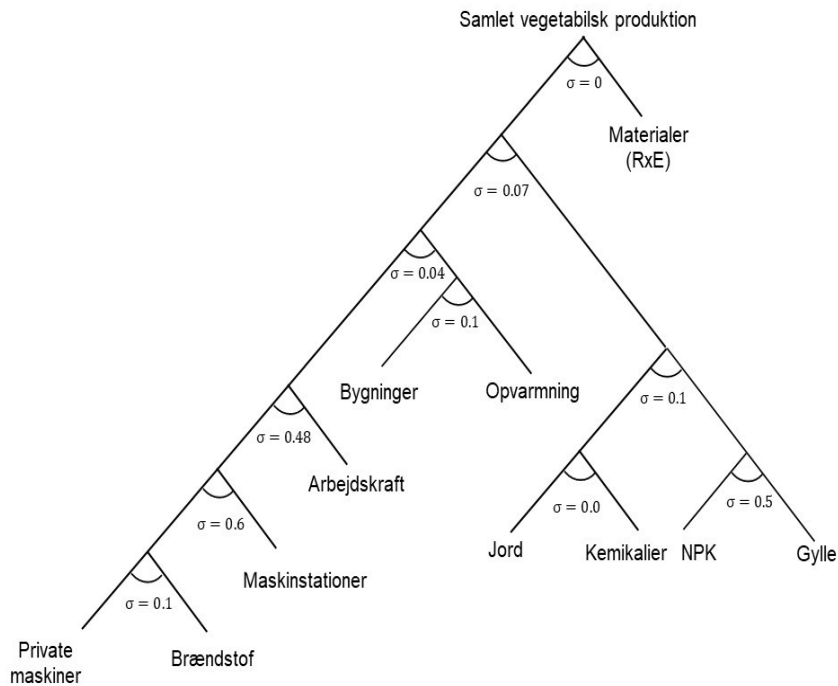
Der er konstant skalafkast i produktionen i de animalske brancher (på lang sigt), på samme vis som i hovedmodellen. Det indebærer, for givne priser på alle produktionsinput, at en omkostningsstigning f.eks. på grund af en CO₂e-afgift umiddelbart overvæltet proportionalt i outputprisen⁷.

Der er imidlertid i praksis kun begrænset overvæltning i landbrugsmodellen. Det skyldes for det første, at der er begrænsning på mængden af tilgængelig landbrugsjord efter nærmere antagelser⁸, hvorved en del af en afgift vil blive nedvæltet i reduceret aflønning af jord. For det andet betyder tilføjelsen af landbrugsinterne ikke-markedsmæssige leverancer, at overvæltningen af afgiften i outputprisen også reduceres gennem de landbrugsinterne afregningspriser. Det kan forklares per eksempel: Øgede produktionsomkostninger i animalsk landbrug overvæltet umiddelbart i outputprisen, og produktionen falder som følge af reaktion i efterspørgslen. Dermed falder også efterspørgslen efter strøelse og grovfoder. Det vegetabiliske landbrug må da reducere produktionen, og omstille mod en øget andel fødevarerproduktion. I hvilken grad det slår ud i lavere produktion eller lavere outputpris i det vegetabiliske landbrug, afhænger også her af de nærmere antagelser om jord. I det omfang outputprisen falder, virker det kompenserende på produktionsomkostningerne i det animalske landbrug. På tilsvarende vis, er de vegetabiliske landbrug villige til at betale en højere pris for husdyrgødning, når udbuddet falder, hvilket medvirker yderligere til at begrænse pris-overvæltningen i det animalske landbrug.

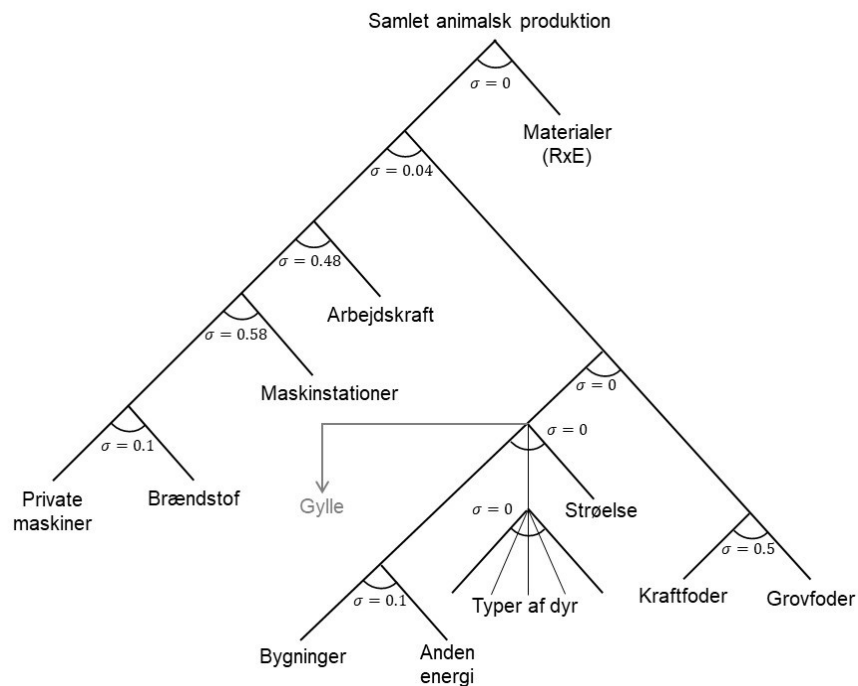
⁷ En typisk mindre del af den umiddelbare afgiftsbelastning afløftes dog via substitution mellem produktionsinput, og tekniske effekter som beskrevet i abatement-modellen (se afsnit 1) kan give anledning til yderligere afløftning.

⁸ For yderligere diskussion af betydningen af antagelser om udbud af jord, se [To stød til landbruget i GrønREFORM, Beck \(2020\)](#)

Figur 2.1
 Produktionsfunktionen for det vegetabiliske landbrug



Figur 2.2
 Produktionsfunktionen for det animalske landbrug



3. Husholdningernes forbrugsfunktion

Husholdningernes forbrug i GrønREFORM bestemmes via to trin. Først bestemmes det, hvor meget husholdningerne vil forbruge i hver periode. Derefter bestemmes det, hvorledes husholdningerne vil fordele det afsatte beløb i hver periode på forskellige forbrugsgrupper, som igen fordeles videre i forhold til brancher og importandele.

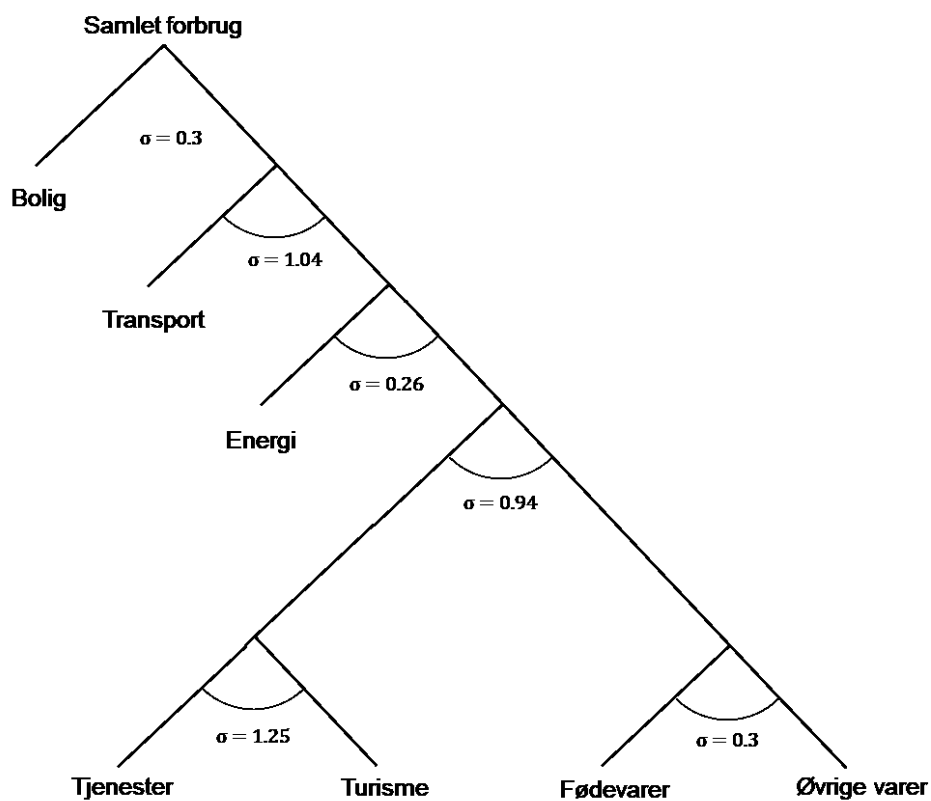
I bestemmelsen af det totale privatforbrug antages det, at 60 pct. af husholdningerne er fremadskuende og frit kan foretage deres intertemporale forbrugsbeslutning med hensyntagen til fremtidig indkomst, priser og præferencer m.m. De øvrige 40 pct. af husholdningerne er kreditrationerede, hvormed de anvender hele deres disponible indkomst til forbrug i hver periode. Denne opdeling af husholdningernes overordnede forbrugsbeslutning følger MAKRO. I MAKRO tages der også højde for en række øvrige forhold for at få den bedst mulige modellering relateret til forhold, der har stor betydning for konjunkturnormalisering og de offentlige finanser.

Når det totale privatforbrug er fastsat, fordeles forbruget på en række overordnede forbrugsgrupper med en CES-struktur som illustreret i figur 3.1. Der benyttes den samme struktur og elasticiteter som i MAKRO. Dog er vareforbruget i forhold til MAKRO opdelt i fødevarer og øvrige varer, og dernæst er fødevarer yderligere underopdelt, hvilket er illustreret i Figur 3.2. Elasticiteterne i figur 3.2 stammer fra en endnu uudgivet artikel fra Jørgensen og Christiansen, som også er medudviklere af landbrugsmodulet.

Når hver enkelt forbrugsgruppe er bestemt kobles forbruget med modellens brancher. Denne kobling kalibreres til data fra nationalregnskabet, og det antages, at forholdet mellem de enkelte forbrugsgrupper og brancherne er fast (svarende til en elasticitet på 0). I sidste led fordeles forbruget på dansk produktion og import som beskrevet i afsnit 4.

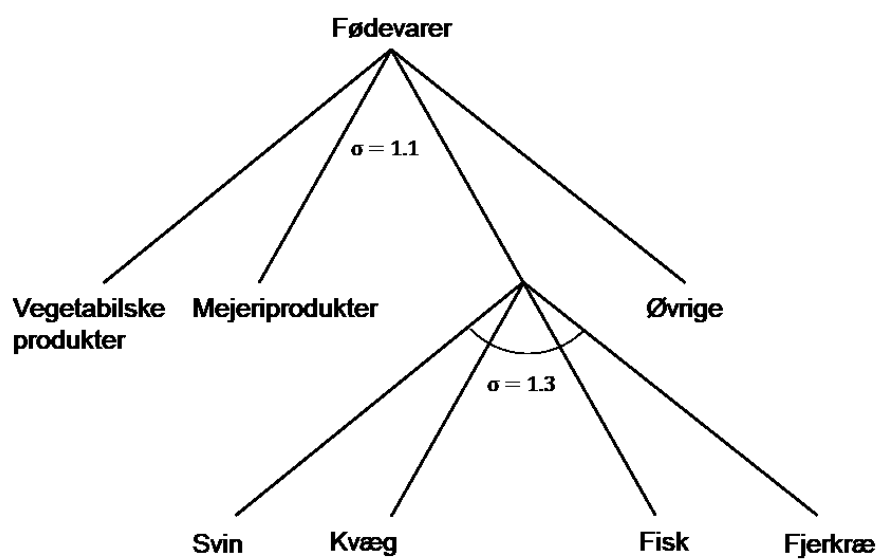
Figur 3.1

Husholdningernes forbrugsfunktion



Figur 3.2

Fødevarerefterspørgslen



4. Udenrigshandel

Den strukturelle reaktion i efterspørgslen efter output fra en given branche ved ændringer i produktionsomkostningerne og dermed outputprisen er, som det er typisk for en model for en lille åben økonomi, domineret af reaktionen i udenrigshandlen. Reaktionen i eksporten er beskrevet ved branchespecifikke egenpriselasticiteter (eksportelasticiteter), og reaktionen i importen er beskrevet ved substitution mellem danske og importerede varer og tjenester fra samme branche i den yderste forgrening af forbrugsfunktionerne, jf. afsnit 1, 2 og 3.

At udenrigshandlen er så vigtig, skyldes for det første det strukturelle forhold som beskrevet i input output-tabellen fra nationalregnskabet, at en relativ stor del af dansk produktion afsættes til eksport, og at en relativ stor andel af forbruget importeres. Den anden afgørende faktor er, at de omtalte elasticiteter i reglen er mange fold større end de øvrige elasticiteter i modellens efterspørgselsfunktioner, jf. afsnit 1-3.

Eksportelasticiteterne for vareproducerende brancher er fastsat på baggrund af egne estimationer på detaljeret produktniveau (6-cifrede produktkoder), som vægtes sammen til brancheniveau på baggrund af fordeling af hver branches eksport på de samme produkter som ifølge nationalregnskabet. De branchespecifikke gennemsnitlige vareeksportelasticiteter fremgår af tabel 4.1-4.3. Disse dækker over en stor underliggende variation, fx i mejeri-branchen har mælkepulver en estimeret eksportelasticitet over 10 (lav markedsmagt) modsat smør, der har estimeret eksportelasticitet ca. 4 (høj markedsmagt). Eksempler på de produktspecifikke eksportelasticiteter fremgår af tabel 4.4. De harmonerer godt med det generelle niveau for vareeksportelasticiteterne og den empiriske litteratur i øvrigt. Se f.eks. Fontagné mfl. (JIE, 2022)⁹, Hertel mfl. (2007)¹⁰ samt et review af litteraturen af Boehm mfl. (AER, 2023)¹¹ og Anderson et al. (JEL, 2004)¹².

⁹ Se f.eks. Fontagné, L., Guimbard, H., and Orefice, G., (2022) 'Tariff-based product-level trade elasticities', Journal of International Economics.

¹⁰ Hertel, Thomas, Hummels, David, Ivanic, Maros, Keeney, Roman, (2007) 'How confident can we be of CGE-based assessments of Free Trade Agreements?', Economic Modelling.

¹¹ Boehm, Christoph E., Andrei A. Levchenko, and Nitya Pandalai-Nayar. "The Long and Short (Run) of Trade Elasticities." American Economic Review 113.4 (2023): 861-905. Bemærk at Boehm et al. (2023) selv finder væsentligt lavere elasticiteter jf. diskussionen nedenfor i sektion 4.1.

¹² Anderson, James and Eric van Wincoop. 2004. "Trade Costs." Journal of Economic Literature 42 (3):691–751.

Tabel 4.1
Landbrugsbranchernes gennemsnitlige eksportelasticiteter

Branche	Gennemsnitlig elasticitet	Eksport ifht. produktionsværdi
Planteproduktion, konventionelt	4,1	32.5%
Planteproduktion, økologisk	3,0	35.7%
Gartneri	3,1	37.7%
Kvægdrift	3,9	2.0%
Svinebrug	4,0	28.4%
Fjerkræ	8,5	26.4%
Pelsdyr	8,0	99.6%

Anm.nm: De viste eksportelasticiteter er vægtet sammen til brancheniveau pba. eksportestimer på produktniveau. Eksportestimerne på produktniveau dækker over en stor underliggende variation. Bemærk desuden, at estimerne for de animalske brancher er stort set ens for økologiske og konventionelle producenter, hvorfor der kun rapporteres et samlet estimat for disse trods opdelingen i GrønREFORM.

Kilde: BACI-databasen¹³ og egne beregninger.

Tabel 4.2
Fremstillingsbranchernes gennemsnitlige eksportelasticiteter

Branche	Gennemsnitlig elasticitet	Eksport ifht. produktionsværdi
Slagterier	5,0	67.3%
Fiskeindustri	3,9	69.0%
Mejerier	5,4	59.2%
Bagerier, brødvarefabrikker mv.	9,7	29.7%
Anden fødevarerindustri	5,6	42.9%
Produktion af maskiner og elektronik	3,8	55.7%
Produktion af træ og træprodukter	4,6	27.8%
Fremstilling af kemikalier	4,9	65.4%
Medicinalindustri	4,5	84.5%
Fremstilling af ikke metalliske mineral-ske produkter	8,6	19.6%
Øvrige fremstillingsindustrier	3,0	34.5%

Kilde: BACI-databasen og egne beregninger.

¹³ Databasen er dokumenteret i [BACI: International Trade Database at the Product-level: The 1994-2007 Version](#)

Tabel 4.3

Øvrige branchers gennemsnitlige eksportelasticiteter

Branche	Gennemsnitlig elasticitet	Eksport ifht. produktionsværdi
Skovbrug*	2,1	7.0%
Fiskeri	5,8	74.7%
Udvinding af olie og gas	--	32.6%
Olieraffinaderier	2,5	46.3%
Engros- og detailhandel, inkl. rep. af køretøjer	3,3	6.6%
Engroshandel	4,0	44.6%

nm: Estimerne for udvinding af olie og gas er ikke angivet, da estimerne for disse aggregeringsniveauer baserer sig på mindre end 80% af den samlede eksport i branchen.

*Elasticiteten for skovbrug er estimeret på baggrund et højere vare-aggregeringsniveau (4-cifret varekode).

Kilde: BACI-databasen og egne beregninger.

Tabel 4.4

Produktspecifikke eksportpriselasticiteter for de mest eksporterede varer i hver branche

Branche\produktgruppe	Elasticitet	Eksport af produkt ifht. værdi af branchens samlede eksport
Mejeri	5,4	
Ost	4,5	48%
Smør og andre mælkefedtstoffer	4,2	10%
Tilberedte næringsmidler (mælkepulver mv.)	10,4	8%
Caseinater og andre caseinderivater	5,1	4%
Slakteri	5,0	
Kød af svin, fersk/kølet	5,6	34%
Kød af svin, frosset	5,3	28%
Kødvarer af dyr tilberedt eller konserveret	3,7	10%
Spiseligt slagteaffald af svin	5,3	5%
Bagerier og brødfabrikker	9,7	
Kiks, biscuits, vafler o.l.	4,2	25%
Brød, wienerbrød, kager o.l.	4,5	17%
Stivelse (inulin)	30*	17%
Dej, pulver til fremstilling af bagværk	8,2	10%

nm: For stivelse (inulin) er eksportpriselasticiteten sat til 30, da estimatet overstiger denne værdi.

Kilde: BACI-databasen og egne beregninger.

Der arbejdes i regi af MAKRO¹⁴ på estimation af egne importelasticiteter pba. metode fra Feenstra (2018)¹⁵. I mellemtiden kan substitutionselasticiteten mellem dansk produceret og importeret forbrug fastsættes ud fra "rule of two", hvorved import-substitutionselasticiteten sættes til det samme som eksportelasticiteten for den leverende branche divideret med 2. Der er et godt empirisk belæg for 'rule of two'. Feenstra (2018) finder at "rule of two" kun kan afvises for 20 ud af 98 produkter, Hilberry og Hummels (2012)¹⁶ fremhæver at "rule of two" er hyppigt anvendt i CGE-modeller, herunder i GTAP.

4.1 Tidshorisont i estimation af udenrigshandelselasticiteter

Feenstra's metode (grundlaget for GrønREFORMs elasticiteter) beregner gennemsnit (momenter) over tid. Derfor kan den estimerede elasticitet fortolkes som et vejet gennemsnit af kort og lang sigt ('mellem-sigt'). Det benyttede data (BACI) dækker perioden 1995-2020 (25 år). Dermed kan effekten være lavere end den "rene" langsigtede elasticitet. Fontagné mfl. (JIE, 2022)¹⁷ benytter en IV tværnsnitanalyse, hvor instrumentet for prisforskelle er toldsatsene. Idet toldsatsen er meget konsistente over tid, kan disse estimater anses for egentlige strukturelle vurderinger. For landbrugssektoren finder Fontagné mfl. (JIE, 2022) estimater, der er ca. 20% højere end GrønREFORMs, hvorfor det kan overvejes at øge langsigtselasticiteterne med denne størrelsesorden.

I et nyt studie af Boehm mfl. (AER, 2023), *The Long and Short (Run) of Trade Elasticities*, estimeres eksportelasticiteter baseret på event-studier af toldsatsændringer. De finder generelt lave elasticiteter (i størrelsesordenen 2 på lang sigt) og argumenterer generelt for, at Feenstra samt tidligere studier overvurderer handelsetasticiteterne ved ikke at medtage bilaterale fixed effects. Deres tværnsnitsestimat (ekskl. bilaterale fixed effects) af handelsetasticiteter ligger mellem 4-7 (konsistent med Feenstra, Fontagné og øvrige tidligere studier). De lavere estimater ved bilaterale fixed effects kan dog også skyldes et generelt attenuation bias øges i event-studie specifikationen.

Fokus i Boehm mfl. (AER, 2023) er imidlertid ikke niveauet for elasticiteten så meget som tidsresponsfunktionen. Fra denne ses det, at langsigteeffekten indtræder efter ca. 7-10 år og at den kortsigtede elasticitet er ca. det halve af den langsigtede elasticitet. Idet Feenstra's (GrønREFORMs) metode fortolkes som et vejet gennemsnit af kort og lang sigt, vil Boehm mfl. tidsresponsfunktion indebære at GrønREFORMs elasticiteter kan øges med ca. 30% efter 7-10 år på lang sigt.¹⁸

4.2 Sammenligning af udenrigshandelselasticiteter

GrønREFORMs estimerede eksportelasticiteter for fødevarer-brancherne varierer i spændet mellem 5-10¹⁹, jf. tabel 5. Udover GrønREFORMs eksportelasticiteter viser tabel 5 også eksportelasticiteterne for Hertel mfl. (2007) (anvendes i GTAP) og Fontagné (2022). Eksportelasticiteterne fra Fontagné (2022) er baseret på et tariffstudie, og burde afspejle den langsigtede elasticitet. Elasticiteterne fra Fontagné (2022) forventes på sigt at blive implementeret i GTAP i stedet for Hertel mfl. (2007).

¹⁴ <http://www.dreamgruppen.dk/makro>

¹⁵ In search of the armington elasticity, Feenstra et al 2018

¹⁹ Se tidligere udsendte notat "Elasticiteter og markedsvilkår i GrønREFORM", samt "[Estimering af udenrigshandelselasticiteter i MAKRO, Kronborg, Poulsen og Kastrup 2020](#)" for dokumentation af estimationsmetoden.

Overblik over litteraturens eksportelasticiteter.

	Hertel mfl. (2007) (GTAP)	Fontagné (2022) ²⁰	GrønREFORM
Eksportelasticitet			
Mejeri	7,3	6,17	5,36
Bageri	2,6-8,9	6,17	9,66
Anden fødevarerindustri	2,3-6,6	4,17	5,60
Slagteri, kvæg	7,7-8,8	6,17	4,98
Slagteri, gris	7,7-8,8	6,17	4,98
Slagteri, fjerkræ	7,7-8,8	6,17	4,98

Anm.: [Tekst]

Kilde: "Elasticiteter og markedsvilkår i GrønREFORM", Fontagné, L., Guimbard, H., & Orefice, G. (2022). Tariff-based product-level trade elasticities. Journal of International Economics, 137, 103593.

¹⁷ Se f.eks. Fontagné, L., Guimbard, H., and Orefice, G., (2022) '**Tariff-based product-level trade elasticities**', Journal of International Economics

¹⁸ Hvis den langsigtede effekt er 100% og den kortsigtede er 50% vil Feenstra's gns. giver 75% af den langsigtede effekt.

¹⁹ Se tidligere udsendte notat "Elasticiteter og markedsvilkår i GrønREFORM", samt "[Estimering af udenrigshandelselasticiteter i MAKRO, Kronborg, Poulsen og Kastrop 2020](#)" for dokumentation af estimationsmetoden.

²⁰ Fontagné, L., Guimbard, H., & Orefice, G. (2022). Tariff-based product-level trade elasticities. Journal of International Economics, 137, 103593.

5. Markedsforudsætninger for energivarer

I GrønREFORM er produktion og forbrug af energi beskrevet i fysiske mængder (joule) fordelt på i alt 27 energityper, og det tilstræbes at beskrive produktions og markedsforhold for disse så virkelighedsnært som muligt.

Tabel 6.2 viser en oversigt over de 18 ud af i alt 27 energityper, der produceres i Danmark (iflg. modellens datagrundlag) og de respektive brancher. I teksten under tabellen redegøres for, hvordan produktion og markedsvilkår er modelleret i disse brancher.

Tabel 5.1
Indenlandsk produktion af energivarer fordelt på brancher

Energivarer	Branche (kode)
Råolie	Indvinding af Olie og gas (0600a)
Halvfabrikata (baseret på råolie)	Olieraffinaderier mv. (19000)
Raffinaderigas	Olieraffinaderier mv. (19000)
Benzin til transport	Olieraffinaderier mv. (19000)
Diesel til transport	Olieraffinaderier mv. (19000)
Flybrændstof	Olieraffinaderier mv. (19000)
Olieprodukter	Olieraffinaderier mv. (19000)
Udvinding af naturgas	Indvinding af Olie og gas (0600a)
Naturgas inklusiv bygas	Gasforsyning (35002)
Halm	Planteproduktion, konventionel (1011), Planteproduktion, økologisk (1012)
Brænde og skovflis	Skovbrug (2000)
Træpiller	Træindustri (16000)
Biogas	Anden fremstillingsvirksomhed (25000)
Biodiesel	Anden fødevarer virksomhed (10120), Olieraffinaderier mv. (19000)
Bioethanol	Anden fødevarer virksomhed (10120), Olieraffinaderier mv. (19000)
Bioolie	Anden fødevarer virksomhed (10120), Olieraffinaderier mv. (19000)
El	El- og varmeproduktion, samt transmission og transmission af el (35011), Forbrænding af affald (38393)
Fjernvarme	El- og varmeproduktion, samt transmission og transmission af el (35011), Forbrænding af affald (38393)

Fra første færd i udviklingen af GrønREFORM indeholder hovedmodellen en ensartet abstrakt beskrivelse af produktions- og markedsforhold, der dækker alle energityper²¹, men som der imidlertid afviges fra på efterhånden langt de fleste energityper. På produktionssiden er standardantagelsen i hovedmodellen, at de energiproducerende branchers produktion af de respektive energityper (og evt. ikke-energi) beskrives ved en CET-transformation. Den samme type energi kan produceres af forskellige brancher eller importeres, og på forbrugssiden sondres der ikke mellem, hvor energien er produceret. Fordeling af den samlede efterspørgsel på udbudssiden sker beregningsteknisk ved, at der defineres en 'distributør', som reagerer på ændringer i de relative priser på udbudssiden med en given elasticitet, som på abstrakt vis repræsenterer forhold på udbudssiden.

Indvinding af olie og gas

Prisen på råolie og naturgas (indvinding) antages at være bestemt på verdensmarkedet. I fremskrivningen sættes prisen på baggrund af forudsætningerne i Klimafremskrivningen²². Virksomhederne i branchen antages at producere op til kapacitetsgrænsen for eksisterende og planlagte anlæg. Produktion og eksport sættes således eksogent på baggrund af Klimafremskrivningen. Forsyningsbalancen cleares af perfekt elastisk import af råolie og naturgas (indvinding). Ændringer i produktionsomkostningerne i Indvinding af olie og gas tillades at slå ud i en varierende grad af 'markup' i stedet for i outputprisen.

Det kan konstateres, at der er meget høj indtjening i branchen, hvorfor det synes rimeligt at forvente, at virksomhederne vil producere op til kapacitetsgrænsen inden for en bred margin i spændet mellem verdensmarkedspriserne og produktionsomkostningerne. Men det er klart, at hvis spændet indsnævres (eller udvides) tilstrækkeligt, vil der være en effekt på produktionen. Det er muligt at indlejre konkrete forudsætninger desangående i modellen efter behov.

Olieraffinaderier

Olieraffinaderier modelleres efter samme princip som Indvinding af olie og gas med eksogen produktion og outputpriser på baggrund af Klimafremskrivningen. Til sammenligning med Indvinding af olie og gas opererer raffinaderierne ud fra en smallere og mere usikker margin²³, hvorfor det er vigtigt at være mere opmærksom på udviklingen i branchens profitabilitet og eventuelle konsekvenser for produktionen for raffinaderiernes vedkommende.

Gasforsyning

Gasforsyningsbranchens repræsenterer naturgasforsyningsnettet og er således i princippet en art transportbranche, der modtager gas fra indvindings-sektoren (se ovenfor) og importeret gas og formidler den til forbrug. I nationalregnskabet sondres mellem to typer gas: 'Naturgas (indvinding)' og 'Naturgas', hvor førstnævnte er input i produktionen i Gasforsyning og sidstnævnte er output. Følgelig skal energimængden i input og output være det samme.

Gasforsyning er modelleret med udgangspunkt i hoved-modellens produktionsfunktion, men inputtet af gas i produktionen fra Olie og gasindvinding (kaldet 'Naturgas (indvinding)') er

²¹ Metoden er beskrevet i notatet "[Energy goods markets in GreenREFORM, Kirk og Stephensen 2020](#)"

²² <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/klimastatus-og-fremskrivning-2022>

²³ Under finanskrisen og i perioden med COVID-19 har den såkaldte raffinaderi-margin været presset af svag global efterspørgsel. I skrivende stund er raffinaderimarginen modsat historisk høj som følge af bortfald af eksport af i sær diesel og råolie fra Rusland til det europæiske marked. Det overvejes at bruge en alternativ kilde til fastsættelse af outputpriser, der bedre beskriver de aktuelle og forventelige markedsforhold som beskrevet nedenfor.

flyttet op i toppen af produktionsstrukturen med en elasticitet på 0 i forhold til output, således at input og output af gas i energimængder er ens.

Planteproduktion

En del af det vegetabiliske landbrugs produktion er energivaren 'Energihalm' til forbrænding i El og varmeproduktion. Herudover produceres de ikke markedsræssige produkter strøelse, og grovfoder (jf. afsnit 2) samt et aggregat af øvrig markedsræssig output. Fordelingen af disse output sker ved en forgrenet CET-transformation, som beskrevet det tidligere omtalte dokumentationsnotat for den første version af landbrugsmodellen²⁴

Skovbrug

Branchen producerer blandt andet energivaren 'Brænde og skovflis' til forbrænding i El og varmeproduktion. Fordelingen mellem energivaren og øvrigt output sker med en CET-elasticitet på 5.

Produktionsmængden fra skovbrugsbranchen bestemmes af LULUCF-modulets udvikling i mængden af beplantning og skovhugst. Produktionsmængden fra skovbrugssektoren fortolkes som en skovbrugsservice, der dækker over produktion af træ- og plantemateriale, hugst-tjenester, tjenester til Naturstyrelsen og det offentlige, m.m.²⁵ Afsætningsprisen på træprodukterne er en mark-up over hugstomkostningen. Ved stød til modellen, hvor landbrugsjord omlægges til skov, clearer markedet for træprodukter (både energi- og gavntre) ved en endogen eksportmængde og en fast verdensmarkedspris.²⁶

Træindustri

Branchen producerer blandt andet energivaren 'Træpiller' til forbrænding i El og varmeproduktion. Fordelingen mellem energivaren og øvrigt output sker med en CET-elasticitet på 5.

El og varmeproduktion

Branchen beskriver produktion af el og fjernvarme bortset fra affaldsforbrændingsanlæg samt distributionen af el og fjernvarme. I [forsyningsmodellen](#) er produktionen af el og fjernvarme beskrevet disagregeret med en opdeling på mange værktøyer med hver deres teknologi, hver i sær med en fast fordeling af produktionsinput og begrænse produktionskapacitet mv. Forsyningsmodellen beskriver også handel med el og produktionen i Danmarks nabolande.

Forsyningsmodellens tidshorisont er aktuelt begrænset til 2040. Efter 2040, eller hvis forsyningsmodellen er slået helt fra, beskrives produktion og markedsvilkår for el og fjernvarme med GrønREFORM's standardantagelser med en transformationselasticitet på 5, jf. afsnit 1 og den indledende tekst i afsnit 5.

Forbrænding af affald

Branchen beskriver produktion af el og fjernvarme i affaldsforbrændingsanlæg, og er ligesom El og varmeproduktion beskrevet i forsyningsmodellen. Efter 2040, eller hvis forsyningsmodellen er slået helt fra, beskrives produktion og markedsvilkår for el og fjernvarme med

²⁴ [Agricultural production and emissions in GreenREFORM, Beck mfl. 2020](#)

²⁵ Det forventes, at det offentliges del af skovbrugsbranchen vil kunne udskilles i DST's leverance til GrønREFORM i 2024.

²⁶ Markedet for træprodukter kunne alternativt modelleres igennem eksportrelationen og den estimerede eksportelasticitet. Det ville give et fald i prisen, når produktionsmængden øges.

GrønREFORM's standardantagelser med en transformationselasticitet på 5, jf. afsnit 1 og den indledende tekst i afsnit 5.

Den danske produktion af affald til forbrænding, dvs. inputtet i branchen, er beskrevet i GrønREFORM's affaldsmodel, og afhængig af produktionsmængder og forbrug i økonomien. GrønREFORM's affaldsfremskrivning vil danne grundlag for Miljøministeriets officielle affaldsfremskrivning 2023. Forsyningsbalancen for affald til forbrænding cleareres af perfekt elastisk netto-import. Der arbejdes i regi af GREASE-projektet i samarbejde med Miljøministeriet, DTU og Københavns Universitet på mere detaljeret modellering på dette område.