

# Produktions og faktorinputstruktur i GrønREFORM

Jens Sand Kirk

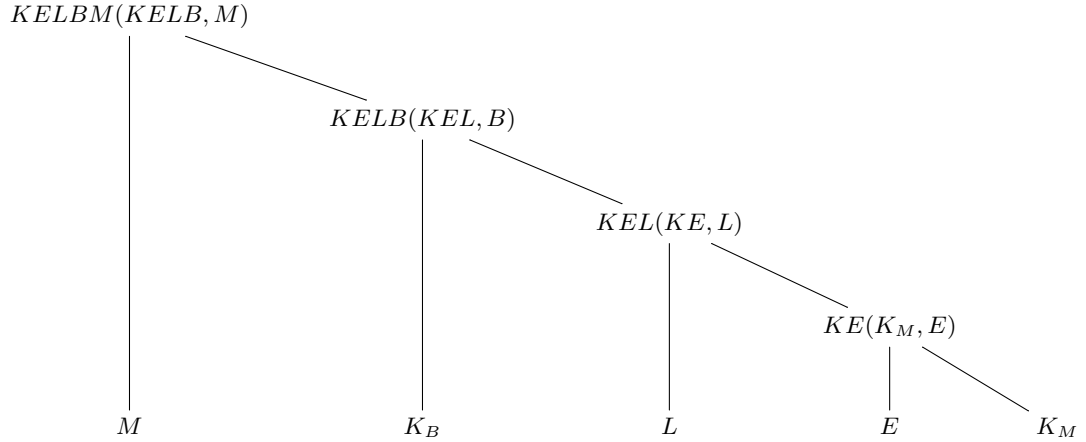
20-12-2019

Notatet er et af flere samtidige notater, med det fælles formål at redegøre for et oplæg til modellens grundstruktur. I indeværende notat beskrives i afsnit 1 et oplæg til modellens produktionsstruktur samt i afsnit 2 en metode til at aggregere modellens materialeinputstruktur med henblik på dels at reducere behovet for detaljerede IO-data og dels at reducere modellens omfang. I afsnit 3 skitseres en plan for, hvordan ovenstående kan implementeres og afprøves i praksis.

## 1 Produktionsstruktur

I den aktuelle version af modellen er materialeinput fordelt i to aggregater her benævnt  $E_{\bar{s}}$  for forbrug af energi i branche  $\bar{s}$  og  $M_{\bar{s}}$  for (øvrige) materialeinput i branche  $\bar{s}$ . Produktionsstrukturen er ned til dette niveau modelleret i modulet `production.gms`, og den er beskrevet i et separat notat, der er det første bidrag til en modeldokumentation med afsnitsoverskriften “The Firms”. Den underliggende fordeling (CES-nest) af de to aggregater er modeleret i modulet `IO.gms`, hvor prisen på aggregaterne og den underliggende anvendelse i branche  $\bar{s}$  af hhv dansk eller importeret ( $o$ ) tilgang fra branche  $s$  af energi  $e_{\bar{s},s,o}$  og  $m_{\bar{s},s,o}$  er modelleret.

Produktionsystemet er beskrevet ved en KELBM nested-CES struktur som skitseret nedenfor



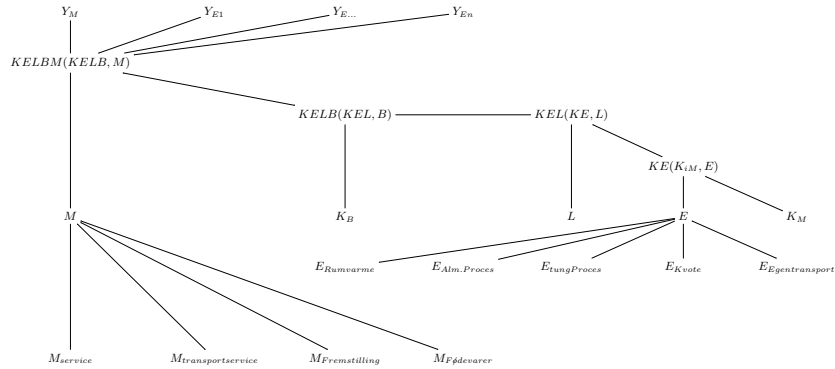
I produktmarkedsligevægten indgår anvendelse til energi og materialer på lige fod. Dvs., hvis man ser bort fra forbrug til endelig anvendelse:

$$y_s = \sum_{\bar{s}} (e_{\bar{s},s,o} + m_{\bar{s},s,o})$$

Output fra alle brancher kan altså i princippet anvendes som faktorinput i både  $E$  og  $M$ . Sondringen mellem energi og materialer sker i databehandlingen ved at isolere tilgang og anvendelse af energi fra materialer pba. af supplerende IO-energiregnskab fra DST.

Der er dermed ikke en skarp sondring mellem brancher der producerer energi og materialer. Eksempelvis har branche “35001 Elforsyning” en produktionsværdi på 25 mia. kr. og heraf 24 mia. kr. energi i 2007. Det kan overvejes, om det er acceptabelt. De fysiske mængder af input og output fra denne brancher bliver nøje beskrevet i energiforsyningen, så det er ikke sikkert, at det udgør et problem. Men det skal overvejes nøje.

Forslaget til produktionsstruktur er for det første, at lave alle de yderligere opdelinger af materialeinput vi har brug på samme måde som ved den aktuelle adskillelse mellem  $E$  og  $M$  med opdeling af input af energi i hhv tung og let proces (kvote og ikke-), egentransport, rumvarme (mv.), og apperater (øvrigt el-forbrug) og en opdeling af materialer i transportservice, materialeinput, fødevarer (fra landbrug). Som det er illustreret nedenfor foreslås det at bibeholde KELBM-strukturen, sådan at al energiforbrug er placeret sammen i CES-strukturen komplementært til maskinkapital. Det er ikke givet, at dette er den endelige struktur. Man kan argumentere for, at energi til opvarmning istedet bør være et komplement til bygningskapital, man kan overveje om egentransport og transportservice skal udskilles og placeres sammen komplementært til andet materialeforbrug. For indeværende overlades sådanne overvejelser til udviklingsarbejdet i de respektive arbejdsgrupper.



Produktionsstrukturen, der er foreslået her, svarer til produktionsstrukturen i InterACTs CGE-model bortset fra nest-strukturen under  $M$ . I InterACT modelleres energitjenester, og herunder forholdet mellem kapital og energi i TIMES, der efterfølgende informerer CGE-modellen om forholdet mellem energi og kapital i CGE-modellens KE-nest. [Obs. Det formedes af undertegnede at fungere sådan].

Opdelingen af energiforbruget kræver en opdeling af energiregnskabet i fem dele. Vi har oplysninger til at kunne lave en kvalificeret opdeling selv. Men det vil være langt at foretrække at DST lavser en opdeling, der er afstemt med det grønne nationalregnskab, herunder med branchernes afgiftsbetalinger etc. Opdelingen (og data) er nødvendigt af to årsager.

1) Der er store forskelle i afgifterne på energiforbrug, som nødvendigvis skal beskrives i modellen. Den foreslåede opdeling afspejler i forhold til dette de væsentlige skel, og også det detaljeringsniveau, der forventes at kunne rekvireres data afstemt med nationalregnskabet fra Danmarks Statistik.

2) Opdelingen formodes samtidig at være et godt udgangspunkt for at beskrive de teknologiske reduktionsmuligheder (abatment). I modelleringen af abatment, vil der dog givetvis skulle laves yderligere underopdelinger på produktionsprocesser.

Opdelingen af materialeforbruget ( $M$ ) kan laves ved rene brancheopdelinger. Opdelingen tjener ikke umiddelbart et selvstændigt formål, omend der f.eks. for transport og fødevarer må formodes at være tættere substitution mellem varer og tjenester indenfor de respektive grupperinger end mellem grupperne. Den foreslåede opdeling hænger imidlertid sammen med forslaget til materialeinputstruktur i afsnit 2.

## 2 Materialeinputstruktur

Opdelingen af energiforbruget i formål kræver som sagt yderligere data. Opdelingen vil også bidrage til at øge modellens omfang, i det energi-input fordeles i flere adskilte mængder med tilhørende priser og afgifter. Det samme gælder, når de eksisterende brancher skal opdeles i underbrancher til brug for delmodellerne. Aktuelt forventes det i forhold til IO117-brancherne at landbruget opdeles fra 1 til 13 brancher, transportsevice fra 7 til 14, råstofudvinding og raffinering

fra 2 til 4, gasforsyning fra 1 til 2, og affaldshåndtering fra 1 til 5 brancher, og energiforsyningens (el- og varme) 2 brancher bevares. Modellen vil da indeholde 40 specialbrancher til beskrivelse af energi og ressourcekredsløbet, hvoraf der mangler dækkende IO-data for de 38. Det er en udfordring i forhold til databehov, men også i forhold til modellens omfang.

Her følger et forslag til aggregering af modellens materialeinputstruktur, således at databehovet og modellens omfang kan reduceres.

Aktuelt er der for hver branche  $\bar{s}$  et fuldt CES-nest der fordeler det aggregerede materialeinput  $M_{\bar{s}}$  ud på hhv. dansk og importeret tilgang fra alle brancher  $s$ :  $m_{\bar{s},s,o}$ . Det kan beskrives som følger, hvor  $F()$  repræsenterer den fulde CES-struktur mellem  $M_{\bar{s}}$  og  $m_{\bar{s},s,o}$ :

$$M_{\bar{s}} = F_{\bar{s}}(m_{\bar{s},s,o}) \quad (1)$$

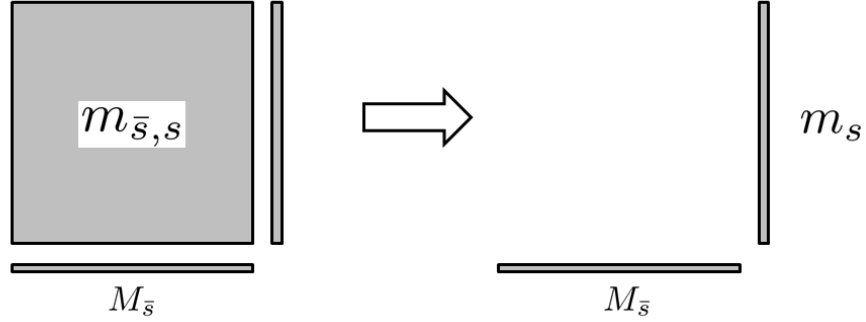
De tilhørende priser i bunden af nest-strukturen:

$$pm_{\bar{s},s,o} = py_{s,o} * tDuty_{\bar{s},s,o}. \quad (2)$$

Aktuelt er afgifterne  $tDuty_{\bar{s},s,o}$  ikke differentieret over  $\bar{s}$ , så i praksis er der ikke forskel på branchernes inputpriser. Vi har imidlertid data på IO117 niveau til at lave sådan differentierede afgifter. Men det eneste der adskiller branchernes materialeforbrug er altså aktuelt budgetfordelingen under  $M$ . Hvis man er villig til det, kan man i princippet (!) reducere modellens omfang ganske betydeligt ved at antage at budgetfordelingen under  $M$  er ens på tværs af brancher. Dermed kan beskrivelsen af materialeinputstrukturen i ligning 1, der består af  $\bar{s}$  separate CES-nests og tilhørende priser reduceres til ét enkelt:

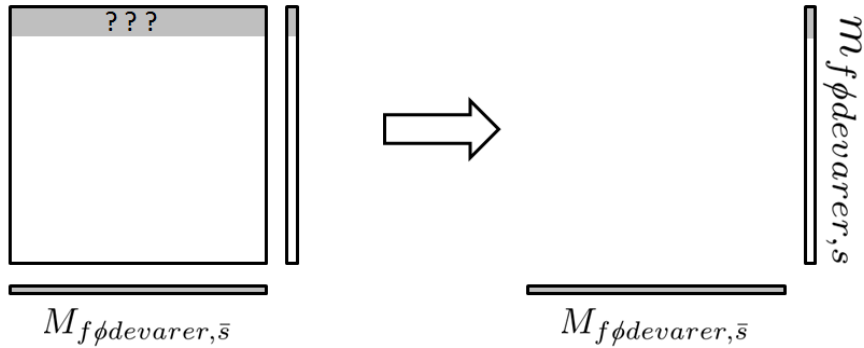
$$\sum_{\bar{s}} M_{\bar{s}} = F(m_{s,o}) \quad (3)$$

Dermed vil man se helt bort fra de indbyrdes forskelle i materialinputsammensætningen, der er beskrevet i IO-systemets tilgang og anvendelsesmatricer. Det er det samme princip der allerede anvendes i branchernes investeringer i kapital (hhv. bygning og maskinkapital). Der antages det også, at alle branchers investeringer er sammensat ens, selvom der findes detaljerede IO-matricer for investeringerne. Det kan i øvrigt bemærkes, at alle række og søjletotaler i IO-systemet forbliver uændrede. Således er der ikke brug for en efterfølgende RAS-afstemning. Det er illustreret i figuren nedenfor.



Forslaget er at bruge metoden målrettet i forhold materialeinputstrukturen, der hvor der er behov for det på grund af manglende data (jf. de mange ekstra brancher), og der hvor det i øvrigt kan gøres uden at kompromis med vigtige modelegenskaber. I et særskildt notat arbejdes der på konkrete forslag til, hvor og hvordan det kan gøres.

Metoden kan eksemplvis bruges i beskrivelsen af input landbrugsvarer, hvis ikke vi ved, eller ikke synes det er vigtigt, om den ene branche bruger en større andel fjerkræ end den næste. I praksis vil aggregatet  $M_{f\phi devarer, \bar{s}}$ , der beskriver det samlede input af fødevarer (fra landbruget) i branche  $\bar{s}$  være beskrevet af den eksisterende række for landbrugs-branchen i IO117. Fordelingen på underbrancher ( $s$ )  $m_{f\phi devarer, s, dansk}$  vil da være givet af markedslikevægten for de respektive brancher som residualt mellem produktionsværdi og endelig anvendelse. Det svarer til, at landbrugsbrancherne leverer et samlet aggregeret gode til input i produktionen i alle (eller evt. udvalgte) brancher. Det er illustreret i figuren nedenfor. Det grå område i tilgang/anvendelses-matricen indikerer de rækker, der er relateret til tilgang af fødevarer, hvor det antages at vi ikke ved, hvordan den samlede anvendelse (rækketotal) er fordelt på brancher (jf. ???), men kender søjletotalerne, der er den samlede anvendelse af fødevarer i hver branche.



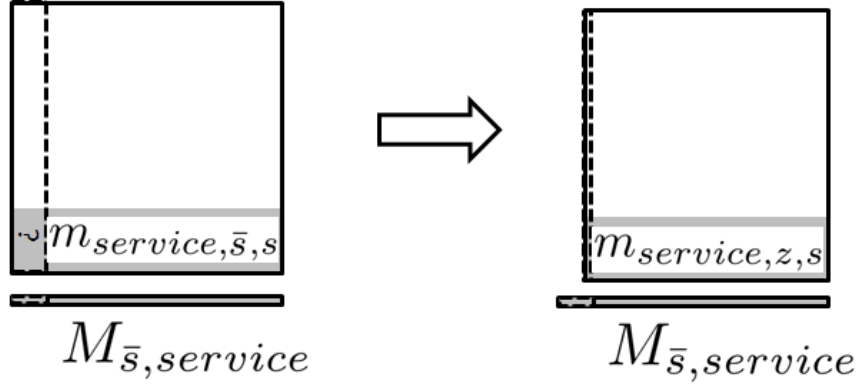
Det er også mulig at anvende metoden endnu mere målrettet ved kun at se bort fra forskelle i inputstrukturen mellem udvalgte brancher og ikke mellem

alle brancher som beskrevet ovenfor. Igen med landbruget som eksempel, kan det være, at vi ikke ved hvordan de detaljerede landbrugs-branchers input af en gruppe af materialer afviger fra hinanden. Det kunne f.eks. være  $M_{\bar{s},service}$ .

Vi kan da definere et nyt sæt  $z$ , der mapper 1:1 fra  $\bar{s}$  bortset fra landbrugsbrancherne, hvor der kun er et fælleselement for landbrug i  $z$ , og beskrive materialeinputstrukturen for service og transportservice som

$$\sum_{\bar{s}|map(\bar{s},z)} M_{\bar{s},service} = F_{service,z}(m_{service,z,s,o})$$

Det illustreret nedenfor. Det stiplede område markeret med spørgsmålstegn indikerer, at der ikke findes data for fordelingen af de 14 detaljerede landbrugs-brancher serviceinput, men kun for det samlede landbrug. Er man villig til at antage, at budgetandelene er ens på tværs af de 14 brancher, kan  $m_{service}$  reduceres med 13 søjler.



### 3 Implementering og test

De foreslåede metoder vil blive implementeret og testes i løbet af januar 2020. Resten af teksten er en trinvis plan for dette arbejde.

Overordnet kan forslagene opdeles i tre dele, som implementeres i den følgende rækkefølge: 1) Implementering af nest-struktur og opsplitning af  $E$  og  $M$  2) Aggregering af input på tværs af alle brancher 3) Aggregering af input på tværs af alle udvalgte brancher.

#### 3.1 Implementering af nest-struktur og opsplitning af $E$ og $M$ .

Trinvis implementering:

a) I production.gms indføres et ekstra lag i CES-strukturen mellem  $E$  og  $KE$  og mellem  $M$  og  $KELBM$

- b) Det tjekkes at modellen har de samme egenskaber som hidtil, og antallet af ligninger og variable noteres.
- c) Der indføres 2 nye sæt i modellen til at opdele  $E$  og  $M$  på delmængder, jf. den foreslåede produktionsstruktur.
- d)  $E$ ,  $M$  og respektive priser mv. i IO.gms og production.gms defineres over de nye sæt, men der sættes kun værdier for 1 element i hvert sæt.
- e) Der skal givetvis indføres dummy-kontrol i production.gms ligesom i IO.gms, så modellen kan håndtere at der ikke er data for alle typer  $E$  og  $M$ .
- f) Det tjekkes at modellen har de samme egenskaber som hidtil
- g) Der laves adhoc opdelinger af  $E$  og  $M$  mv.
- h) Modellens egenskaber tjekkes, og antal ligninger og variable noteres.
- i)  $M$  opdeles som det i mellemtiden er blevet besluttet vha. mapping mellem det sæt  $M$  er defineret over og brancherne ( $s$ )
- j) Modellens egenskaber tjekkes, og antal ligninger og variable noteres.
- k)  $E$  opdeles på de respektive typer på kvalificeret vis med henblik på senere datainput fra DST. (mere herom senere)
- l) Modellens egenskaber tjekkes, og antal ligninger og variable noteres.

### 3.2 Aggregering af input på tværs af alle brancher

Trinvis implementering:

- a) Der oprettes et nyt set  $rm$  svarende til  $r$  men med et ekstra element til at beskrive den aggregerede inputefterspørgsel.
- b) Der laves en 1:1 mapping mellem det nye set  $rm$  og  $r$ , der også spænder og sættet der kontrollerer de forskellige materialetyper.
- c) I blocken  $B\_IO\_materialsxE$  anvendes det nye sæt i stedet for  $r$ , bortset fra  $qRxE[r,t]$ , hvor der dog skal summeres over  $r$  givet mappingen.
- d) mappingen laves om, sådan at alle værdier i  $r$  mapper til det ekstra element i det nye sæt for  $M_{service}$
- e) variable initialeres sådan at hele inputefterspørgslen  $M_{service}$  flyttes fra de øvrige elementer i  $rm$  til det nye.
- f) Tjek at modellen fungerer og tjek antal ligninger og variable.

### 3.3 Aggregering af input på tværs af alle udvalgte brancher

Trinvis implementering:

- a) Der indføres et nyt element i set  $rm$  til at beskrive aggregeret efterspørgsel for et par udvalgte sektorer
- b) Mappingen laves om, sådan at de udvalgte brancher i  $r$  mapper til det ekstra element i det nye sæt for eksempelvis  $M_{fremstilling}$
- c) Variable initialeres sådan at inputefterspørgslen for de respektive brancher  $M_{fremstilling}$  flyttes fra de øvrige elementer i  $rm$  til det nye.
- d) Tjek at modellen fungerer og tjek antal ligninger og variable.

## 4 Opdeling af udvinding og raffinering af olie og gas

Det udestår at lave en trinvis plan for implementering. Men der lægges op til, at tilgangen af rå- og raffineret- olie og gas på baggrund af DST's energmatricer fordeles på de fire respektive brancher, og at input i produktionen ekskl. energi (dvs. materialer samt aflønning af kapital og arbejdskraft) fordeles proportionalt i forhold til værdien af output. Ved fordeling af materialeinput planlægges det at bruge metoden beskrevet i 3.3 på tværs af alle materiale typer.