

DREAM

Danish Research Institute for  
Economic Analysis and Modelling



# GrønREFORMs landbrugsmodel

Muligheder og udfordringer

**Ulrik Beck**

**Baggrundsnotat**

18. marts 2022

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

# Indhold

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>1.</b> | <b>Introduktion</b> .....   | <b>3</b>  |
| <b>2.</b> | <b>GrønREFORMs landbrugsmodel</b> .....                             | <b>4</b>  |
| 2.1       | Landbrugsmodulets opbygning .....                                   | 5         |
| 2.2       | Sammenhæng med resten af økonomien .....                            | 9         |
| <b>3.</b> | <b>Udviklingsmuligheder</b> .....                                   | <b>12</b> |
| 3.1       | Markedet for jord og endogen udtagning .....                        | 12        |
| 3.2       | Forbedret modellering af fødevarerindustrien.....                   | 12        |
| 3.3       | Teknologiske reduktionsmuligheder .....                             | 13        |
| 3.4       | Gylle til biogasproduktion.....                                     | 13        |
| 3.5       | Markedsvilkår for landbrugsvarer og fødevarer .....                 | 14        |
| 3.6       | Jord som produktionsfaktor i Skovbrug .....                         | 14        |
| <b>A.</b> | <b>GrønREFORMs simple model for endogen udtagning af jord</b> ..... | <b>15</b> |

# 1. Introduktion

Som en del af GrønREFORM-modellen er der blevet udviklet et særskilt landbrugsmodul. Landbrugsmodul beskriver animalsk og vegetabilsk produktion i Danmark. Det kan køre sammen med resten af modellen eller som en særegen partiel ligevægtsmodel<sup>1</sup>. Landbrugsmodul er udviklet i samarbejde med Cecilie Løchte Jørgensen og Simon Christiansen, Aarhus Universitet. Landbrugsmodul er beskrevet i flere detaljer i et dokumentationsnotat.<sup>2</sup>

Modellen har en række fordelagtig egenskaber i forhold til eksisterende danske landbrugsmodeller:

- Det er en dynamisk model frem for en statisk-komparativ model. Det betyder, at stien hen imod en ny ligevægt kan analyseres.
- Modellens data er konsistent med Nationalregnskabet – ligesom resten af GrønREFORM.
- Modellen analyserer landbruget i generel ligevægt sammen med resten af økonomien. Det betyder, at der er spill-over effekter fra regulering af landbruget på resten af økonomien, fx husholdninger og fødevarerbranchen. Hertil kommer, at produktionsfaktorer, inkl. arbejdskraft, kan bevæge sig mellem brancher. Det gælder både mellem i alt 11 særegne landbrugsbrancher og mellem landbruget og resten af økonomien.
- Modellen inkluderer et marked for jord. Det betyder, at det er muligt at analysere effekterne på landbrugsproduktion og jordpriser af at tage jord ud af produktion. Det betyder også, at effekter på jordprisen påvirker effekterne på produktionsmængderne i ligevægt.
- Landbrugets ikke-energi-relaterede udledninger er afstemt med det danske emissionsregnskab.
- Det er muligt at inkludere muligheder i landbruget for at reducere udledningerne vha. teknologiske reduktionsmuligheder uden at produktionen reduceres<sup>3</sup>.

I løbet af modellens udviklingsforløb er vi dog også blevet opmærksomme på en række udfordringer med den nuværende model. Disse udfordringer – og hvordan vi håber at håndtere disse – diskuteres i detaljer i afsnit 4.

I notatet beskrives først GrønREFORMs landbrugsmodel (afsnit 2). Herefter beskrives effekterne af et stød til landbruget, hvor der pålægges en CO<sub>2</sub>e-afgift på landbrugets udledninger (afsnit 3). Endeligt beskrives igangværende udviklingsprojekter af modellen (afsnit 4).

---

<sup>1</sup> Standardforudsætningen i partiel ligevægt er, at priserne på input og arbejdskraft i produktionen fra de øvrige brancher (ikke-landbrug) er eksogen.

<sup>2</sup> <https://dreamgruppen.dk/publikationer/2020/september/agricultural-production-and-emissions-in-greenreform/>

<sup>3</sup> Imidlertid ser det ikke ud til at være relevant på landbrugsområdet (se beskrivelsen i afsnit 3.3).

## 2. GrønREFORMs landbrugsmodel

GrønREFORMs hovedmodel og det almindelige nationalregnskab fanger ikke kompleksiteten i landbruget på tilstrækkelig vis. I det følgende beskriver vi årsagerne dertil, samt hvordan det er håndteret i GrønREFORMs landbrugsmodul.

- **Heterogenitet i landbrugets produktion:** Der er stor forskel på produktionsmetoder og inputsammensætning afhængigt af, om der er tale om vegetabilsk eller animalsk produktion. Disse forskelle bliver ikke fanget af GrønREFORMs standard-produktionsfunktion.

**For at løse dette** benytter vi skræddersyede produktionsfunktioner for hhv. animalsk og vegetabilsk landbrug, der er baseret på den eksisterende forskningslitteratur.

- **Nationalregnskabet har kun en landbrugsbranche:** I nationalregnskabets fineste opdeling (117 brancher), er landbruget kun repræsenteret med en enkelt branche. Dermed fremstår landbrugets heterogenitet ikke i data.

**For at løse dette** har vi fået Danmarks Statistik til at opsplitte nationalregnskabets landbrugsbranche på 11 underbrancher, der repræsenterer forskellige produktionsgrene i landbruget.

- **Indbyrdes afhængighed mellem produktionsgrene:** I virkeligheden finder forskellige typer af produktion ofte sted på samme bedrift. Fx har en kvægbedrift ofte også vegetabilsk produktion, hvor kvægenes husdyrgødning anvendes, og hvor der dyrkes foder og strøelse til dyrene. Disse afhængigheder er ikke tilstrækkeligt beskrevet i nationalregnskabet, da de finder sted internt på en bedrift og ikke på et marked.

**For at løse dette** har vi ved hjælp af regnskabsdata for landbruget tilføjet en eksplicit modellering af ikke-markedsmæssig produktion og forbrug af hhv. husdyrgødning, grovfoder og strøelse internt i landbruget.

- **Jord som produktionsfaktor:** Jord er en afgørende produktionsfaktor for vegetabilsk landbrug, men fremgår ikke direkte af nationalregnskabets poster.

**For at løse dette** har vi ved hjælp af regnskabsdata tilføjet jord som produktionsfaktor i landbruget.

- **Ikke-energirelaterede udledninger:** Størstedelen af landbrugets udledninger er ikke-energirelaterede, og i stedet knyttet til dyrenes fordøjelse, landmændenes håndtering af husdyrgødning, og deres brug af gødning på markerne. For de energirelaterede udledninger kan vi ved hjælp af Danmarks Statistiks energiregnskab knytte udledninger til brug af forskellige brændsler i de enkelte brancher. Dette link er ikke til stede for de ikke-energi-relaterede udledninger.

**For at løse dette** har vi lavet en kobling mellem de 11 landbrugsbrancher i det udvidede nationalregnskab og udledningerne fra landbruget, således at de enkelte udledninger kan knyttes til de forskellige inputs, der giver anledning til udledningerne.

- **Sammenhæng mellem landbrug og LULUCF-udledninger:** Ud over de udledninger der direkte kan knyttes til landbrugsproduktion, er der en del udledninger, der er kategoriseret som LULUCF-udledninger, men som skyldes, at jorden anvendes til landbrugsjord. Hvis man fx tager landbrugsjord ud af produktion, og omlægger til vådområder og skov, vil det reducere LULUCF-udledningerne. Denne sammenhæng fanges ikke, når man snævert betragter landbrugets produktion.

**For at løse dette** har vi koblet en model for LULUCF-udledninger med landbrugets brug af jord som inputfaktor. På denne måde bliver det muligt at analysere de samlede effekter af fx jordudtag<sup>4</sup>.

I det følgende uddyber vi en række af ovenstående punkter i flere detaljer.

## 2.1 Landbrugsmodulets opbygning

I Figur 2.1 er landbrugsmodulets brancher og vigtigste vare-flows illustreret. Modulet består af i alt 11 brancher<sup>5</sup>. Tre af brancherne er vegetabiliske (konventionel og økologisk planteproduktion, samt gartnerier), og syv er animalske (økologisk og konventionel kvæg-, fjerkræs-, svine- og pelsdyr-produktion).

De tre vegetabiliske brancher (til venstre i figuren) konkurrerer om den tilgængelige mængde jord, og en endogen pris på jord clearer jord-markedet. I den nuværende modelversion er udbuddet af jord eksogent, men der er igangsat et udviklingsprojekt med at modellere, at landmænd kan tage jord ud af drift, når det ikke længere kan betale sig at dyrke den – svarende til, at udbuddet af jord er endogent. Dette er beskrevet nærmere i sektion 3.1.

De vegetabiliske brancher producerer både strøelse og grovfoder til de animalske brancher, energihalm til brug for energiformål (primært i forsyningssektoren) samt deres "almindelige" output i form af korn og grøntsager til menneskeligt forbrug. De vegetabiliske branchers muligheder for at levere disse forskellige outputs er håndteret vha. et CET-split af deres samlede produktion. I den nuværende model handler økologiske og konventionelle bedrifter husdyrgødning og strøelse – men ikke grovfoder med hinanden. Dette følger den gældende regulering på området.

Maskinstationer er udskilt som en branche for sig, da deres produktionsfunktion og input-sammensætning adskiller sig fra "rigtig" landbrugsproduktion, men er inkluderet her, da de i nationalregnskabet er placeret som en del af landbrugsbranchen.

Hver landbrugsbranche leverer ét output til resten af økonomien, som kan tolkes som primært producerede landbrugsvarer inden forarbejdning (Landbrugsvarer i figur 2.1). De vegetabiliske bedrifter leverer desuden energihalm, som primært bliver benyttet i forsyningsbranchen til at producere el og varme. Dette er muligt af at tilgang og anvendelse af energivarer er udskilt selvstændigt i modellens datagrundlag (IO-tabellen) fra Danmarks Statistik. Halm leveret til andre formål<sup>6</sup> er imidlertid indeholdt i den samlede leverance af uforarbejdede landbrugsvarer. Ligeså er det animalske landbrugs leverance af gylle til produktion af biogas heller ikke identificeret i data, og dermed heller ikke beskrevet i modellen, jf. beskrivelsen af udviklingsmuligheder desangående i afsnit 3.5.

De vegetabiliske og animalske produktionsgrene er bundet sammen gennem de landbrugsinterne varer strøelse, grovfoder og husdyrgødning. Det er således ikke muligt at øge husdyrproduktionen uden også at øge produktionen af grovfoder, strøelse og husdyrgødning. Endogene priser på de tre landbrugsinterne varer clearer disse markeder. Vores hidtidige erfaringer med modellen er dog, at disse markedsclearinger betyder mindre for modellens egenskaber: De animalske brancher er villige til at acceptere store prisændringer på grovfoder, strøelse og husdyrgødning med kun små ændringer i de animalske branchers outputpris og

<sup>4</sup> Det er på nuværende tidspunkt ikke muligt for os at replikere den officielle fremskrivning af LULUCF-udledninger uden en hårdhændet kalibreringsprocedure. Det tyder på, at vores LULUCF-modul sandsynligvis har marginalegenskaber der afviger fra den officielle metode, der anvendes i Klimafremskrivningen. LULUCF-modulets anvendelighed er derfor for nuværende begrænset.

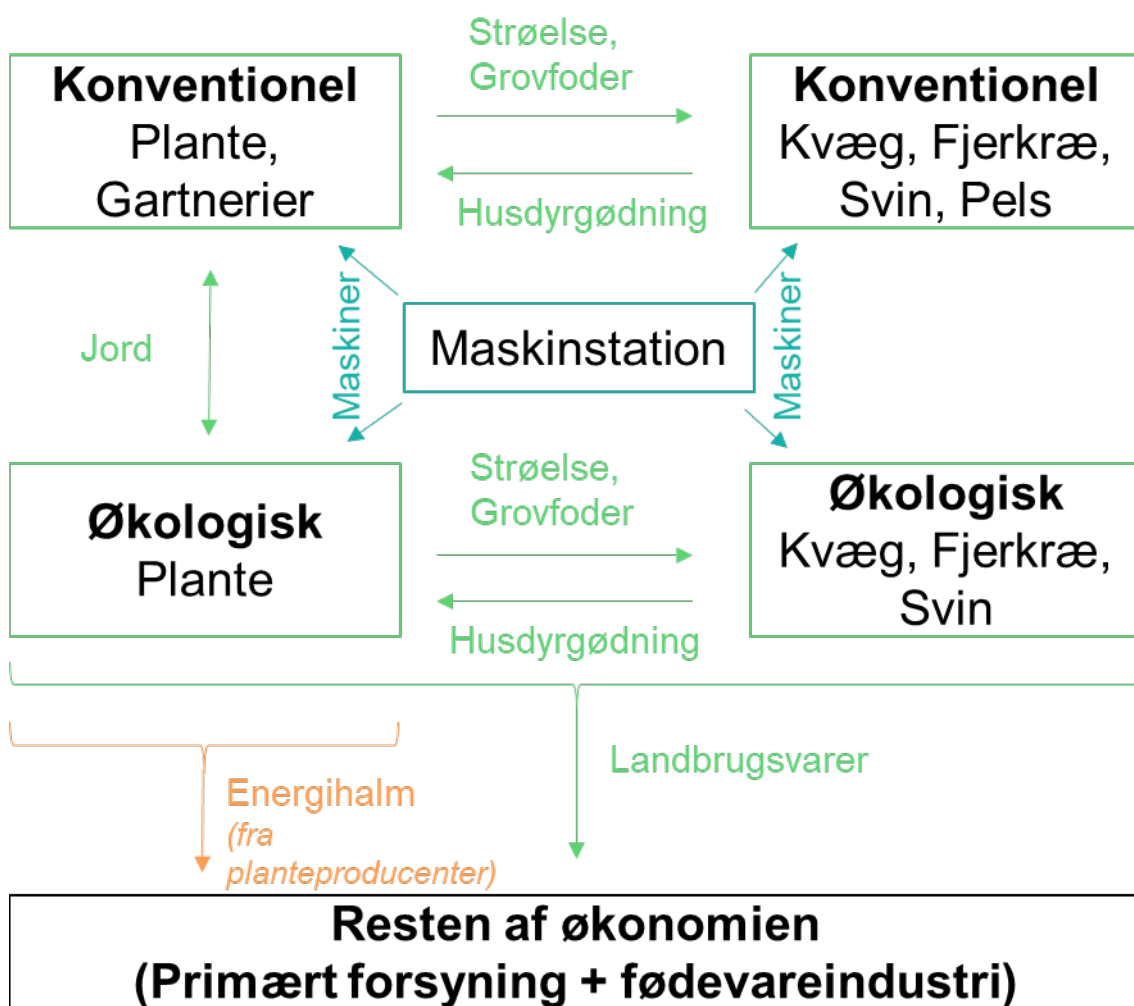
<sup>5</sup> Konventionel og økologisk plante-, kvæg-, fjerkræs-, og svineproduktion (Læs: To af hver type produktion så i alt 8 brancher), samt gartnerier, pelsdyr, og maskinstationer.

<sup>6</sup> Fx er der efter sigende en mindre eksport af halm til plantedække i hollandske gartnerier.

produktionsmængder til følge. Dette skyldes dels, at disse inputs kun udgør en begrænset del af de animalske produktionsgrenes samlede omkostninger ved produktionen. For strøelse og grovfoder skyldes det desuden, at vi antager relativt høje elasticiteter i det vegetabiliske landbrugs CET-produktionssplit.<sup>7</sup>

Figur 2.1

## Landbrugsmodulets opbygning



Kilde: Egen fremstilling baseret på GrønREFORMs online dokumentationsnotat for landbrugsmodul (Beck, Berg, Christiansen, og Jørgensen (2020): Agricultural production and emissions in GreenREFORM).

For at tage højde for de særlige forhold i landbruget som beskrevet ovenfor har vi modelleret skræddersyede produktionsfunktioner (nestet CES) for hhv. vegetabilisk og animalsk produktion. Disse produktionsfunktioner er illustreret i Figur 2.2. Produktionsfunktionerne samt

<sup>7</sup> Valget af disse elasticiteter er diskuteret i et notat tilgængeligt på GrønREFORM's hjemmeside (Henriksen og Kirk (2021): Markedsforudsætninger for energivarer, afsnit 3.18).

de anvendte elasticiteter er, hvor muligt, baseret på et litteraturstudie af produktionsfunktioner for landbrug i eksisterende CGE-modeller<sup>8</sup>.

Det er værd at bemærke, at den faktiske dyrebestand kun er modelleret implicit i den animalske produktion. Vi antager i stedet at de direkte udgifter til at opretholde en dyrebestand (før foderomkostninger) udgøres af bygningskapital (stalde), opvarmning af disse, samt strøelse. Husdyr antages således at være et komplementært input til disse direkte udgifter. Udledningerne fra dyrenes fordøjelse og håndteringen af deres gødning er derfor proportional med disse tre inputs. På samme vis er produktionen af husdyrgødning proportional med disse tre inputs.<sup>9</sup>

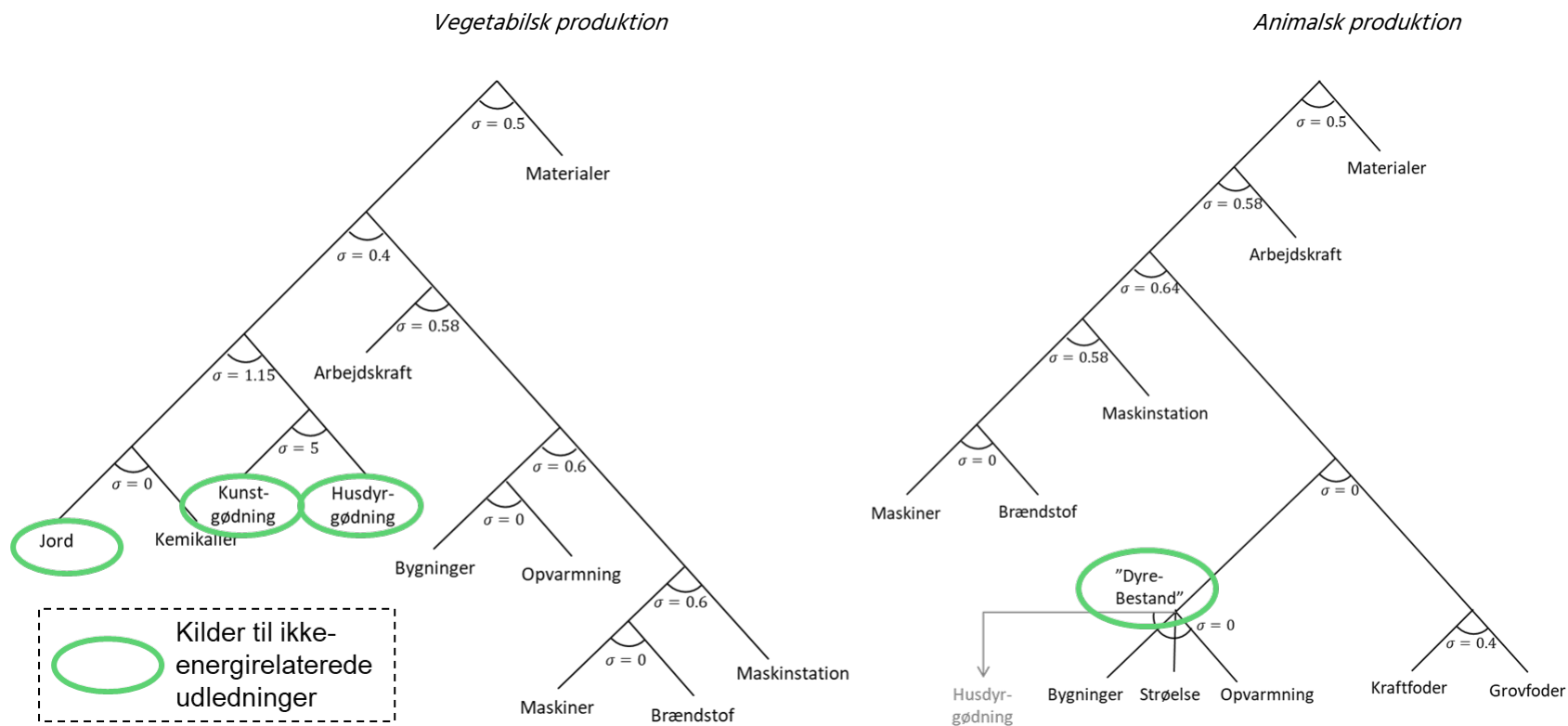
I Figur 2.2 er angivet til hvilke inputs ikke-energirelaterede emissioner er knyttet: Udledninger fra husdyrs fordøjelse samt gødningshåndtering er knyttet til dyrebestanden; udledninger fra gødningsanvendelse er knyttet til gødningsforbruget i planteproduktionen, og endelig er der i emissionsregnskabet en række mindre udledninger fra bl.a. kalkning og nedpløjning af afgrøderester, som vi har knyttet til brugen af jord i den vegetabiliske produktion. Disse udledninger knyttet til brugen af jord er i emissionsregnskaberne (og således også i modellen) opgjort separat fra de såkaldte LULUCF-udledninger, jf. afsnit 2.2.

---

<sup>8</sup> For yderligere information, se ["Agricultural production and emissions in GreenREFORM, Beck mfl. 2020"](#)

<sup>9</sup> Rent teknisk indgår salg af husdyrgødning som et input med en negativ pris i de animalske brancher.

**Figur 2.2**  
Landbrugets produktionsfunktioner



Kilde: Egen fremstilling baseret på GrønREFORMs online dokumentationsnotat for landbrugsmodul (Beck, Berg, Christiansen, og Jørgensen (2020): Agricultural production and emissions in GreenREFORM).



## 2.2 Sammenhæng med resten af økonomien

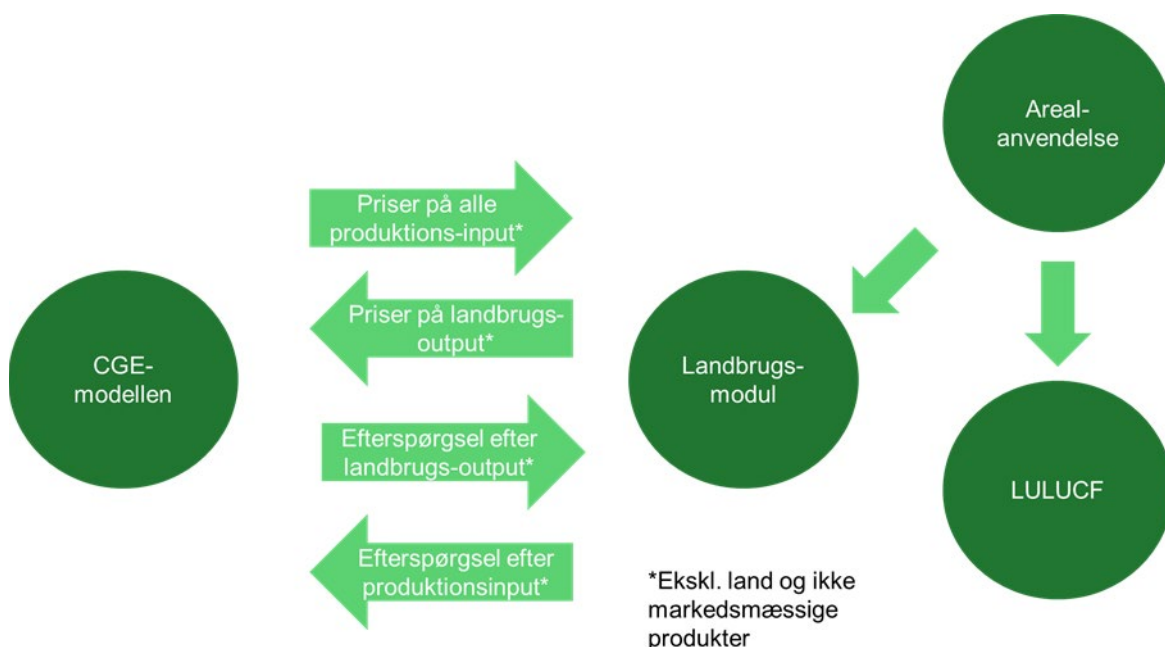
Landbrugsmodulets sammenhæng med resten af GrønREFORM-modelsystemet er illustreret i Figur 2.3. Landbrugsmodulet tager priser for markedsmæssige produktionsinputs samt en efterspørgsel efter sin produktion af forskellige landbrugsvarer fra CGE-modellens (også kaldet hovedmodellen) brancher for givet. Information herom leveres af CGE-modellen. Omvendt leverer landbrugsmodulet en pris på sin produktion samt en efterspørgsel efter produktionsinput til CGE-modellen. Ikke-markedsmæssige inputs i landbruget i form af husdyrgødning, strøelse og grovfoder køber rundt udelukkende internt i landbrugsmodulet.

### Kobling til arealanvendelse (LULUCF)

Jord er et vigtigt input i landbruget, og GrønREFORM inkluderer derfor et regnskab for arealanvendelse af hele Danmarks areal.<sup>10</sup> Dette bruges til at bestemme hvor meget jord landbruget kan bruge, og det er også et centralt input i LULUCF-udledningernes dynamik.

I praksis vil der være forskel på det areal, der er registreret som landbrugsjord i LULUCF-arealregnskabet, og den mængde jord, der effektivt bruges som landbrugsjord i økonomisk forstand, og dermed registreres som landbrugsjord i landbrugsregnskaberne. Det ses bl.a. i forbindelse med landbrugsaftalen fra 2021, hvor en del jord tages ud af økonomisk produktion, men vi forventer, at denne jord stadig vil indgå som landbrugsjord i arealregnskabet, fordi den ikke bliver brugt til et alternativt formål – men sådan set lægges brak. I forbindelse med at GrønREFORM skal kalibreres til Klimafremskrivning 2022 skal denne kile mellem de to typer af arealer lægges ind eksplicit. Denne kile kan også blive relevant i forbindelse med modelleringen af endogent udtag af jord, som er diskuteret i sektion 3.1.

**Figur 2.3**  
**Landbrugsmodulet og resten af GrønREFORM**



Kilde: Egen fremstilling

<sup>10</sup> I den nuværende version af GrønREFORM er jord opdelt efter forskellige anvendelser og kulstofindhold. Jorden er ikke opdelt på geografiske områder i den nuværende modelversion.

## Landbrugsprodukters værdikæde

Landbrugets primære produktion er uforarbejdede fødevarer. I nationalregnskabsdata er det tydeligt, at det kun er en lille del af disse varer, der bliver forbrugt direkte af husholdningerne. Langt størstedelen af produktionen bliver enten eksporteret eller forarbejdet i fødevarerindustrien, før de finder endelig anvendelse i husholdningerne. Denne værdikæde er illustreret i Figur 2.4.

Denne værdikæde betyder, at fødevarerindustrien spiller en central rolle i hvordan en regulering af landbruget påvirker priserne i økonomien. Hvis landbruget reguleres og landbrugspriserne fx stiger, vil det i første omgang påvirke fødevarerindustriens inputpriser. Alt afhængigt af hvordan fødevarerindustrien reagerer på stødet, vil husholdningerne, og en del af eksporten påvirkes.

I den nuværende udgave af GrønREFORM er fødevarerindustrien modelleret som en standardbranche, hvor der kan substitueres mellem indenlandsk producerede varer og import af en bestemt type. Imidlertid er der ikke mulighed for substitution mellem forskellige typer af materialeinputs, herunder mellem forskellige typer af landbrugsinputs. Det beror på en standard antagelse i CGE-modeller, at der er komplementaritet i materialeforbruget<sup>11</sup>.

Et eksempel kan illustrere: Antag, at dansk producerede kvæg bliver dyrere som følge af regulering. Det vil i første omgang føre til substitution mod importerede animalske produkter. Denne effekt fanges i GrønREFORM. Fødevarerindustrien kan imidlertid ikke samlet substituere væk fra kvæg og over mod andre animalske inputs eller mod vegetabilsk input, qua ovenstående.

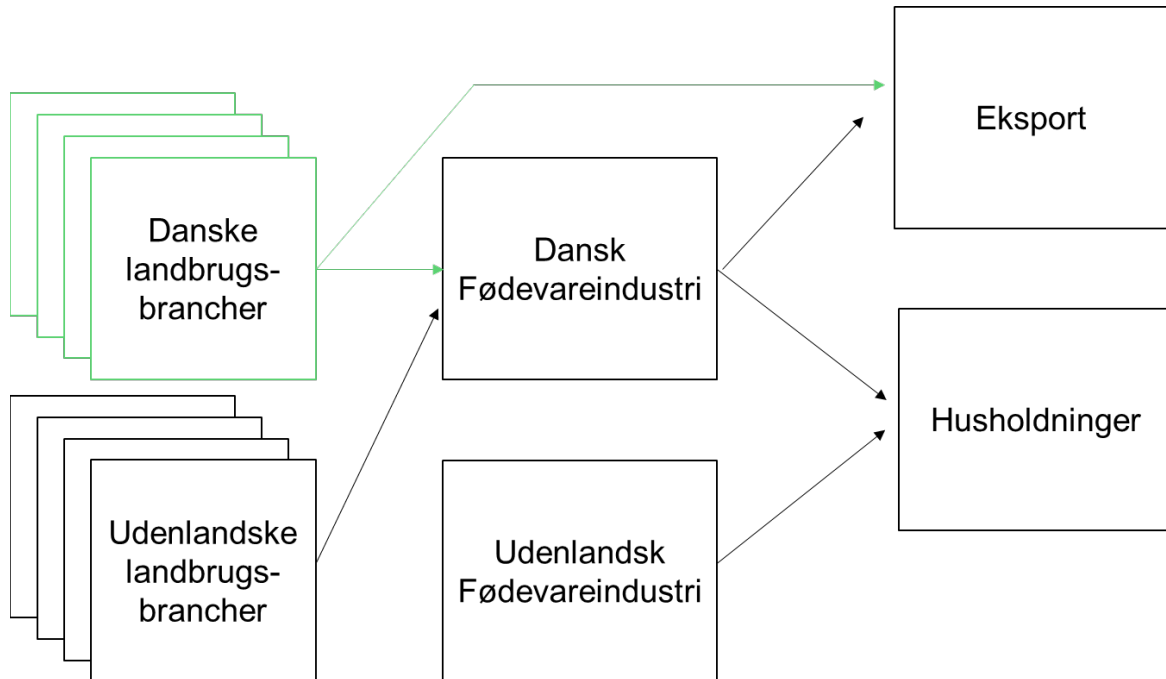
En vis grad af substitution er nok realistisk: Man kan øge indholdet af flæsk i hakket kalv og flæsk eller producere falafler frem for kødboller. Og med fødevarerindustrien repræsenteret ved en samlet branche, kan man argumentere for, at den substitution, der finder sted i forbrugsledet (husholdningerne) mellem animalske og vegetabiliske fødevarer, også skal være reflekteret i sektorens inputbeslutning. Dette er således et område, hvor GrønREFORM kunne have gavn af yderligere udvikling.

---

<sup>11</sup> I REFORM-modellen anvendes imidlertid en substitutionselasticitet på 0,25 mellem materialeinputs. Det kan evt. nemt overføres til GrønREFORM.

**Figur 2.4**

**Værdikæden fra landbrug til endeligt forbrug i Nationalregnskabet**



Anm: Figuren viser den dominerende struktur i Nationalregnskabet; i praksis er der også mindre direkte salg fra landbrugsbrancher til husholdningerne.

Kilde: Egen fremstilling.

## 3. Udviklingsmuligheder

### 3.1 Markedet for jord og endogen udtagning

En realistisk modellering af landbruget kræver en realistisk reaktionsfunktion for landmændenes beslutning om hvorvidt jorden skal dyrkes eller ikke dyrkes. I den nuværende modelversion bliver stort set hele omkostningen ved en afgift på vegetabilsk produktion "spist" af et fald i jordprisen, og det fjerner en stor del af effekten på udledningerne i ligevægt.

Det er sandsynligvis ikke realistisk: Hvis afgiftsbelastningen bliver tilstrækkelig høj, vil det ikke længere kunne betale sig for landmanden at dyrke sin jord – han vælger i stedet at lade den ligge brak, og vil måske på sigt forsøge at finde andet anvendelsesformål til den. Da landbrugsjord varierer i kvalitet, vil braklægning indtræffe ved forskellige afgifter for forskellige jorde. Man kan således forestille sig en "udbudskurve" for jord, hvor udbuddet af jord reduceres gradvist, når afgiftsbelastningen øges.

Det er imidlertid forbundet med stor usikkerhed at vurdere formen på denne udbudskurve. Vi har udviklet et forslag til, hvordan man kunne gøre det, baseret på standard økonomisk teori. Imidlertid er der en række særlige forhold omkring landbruget, som gør denne metode usikker. Vi har fået IFRO til at vurdere usikkerhederne. IFROs vurdering er, at der er meget store usikkerheder forbundet med metoden. Vi og IFRO forsøger p.t. at få konkretiseret et hurtigt-arbejdende projekt, der kan lede frem til en bedre metode. Håbet er, at metoden kan implementeres i GrønREFORM i løbet af første halvår af 2022.

I bilag A er GrønREFORMs nuværende forslag samt IFRO's kritik af dette forslag beskrevet i overordnede træk. I fraværet af en forbedret modellering kan den nuværende model formentlig udvikles til at foretage et (usikkert) skøn for udbudskurven for jord.

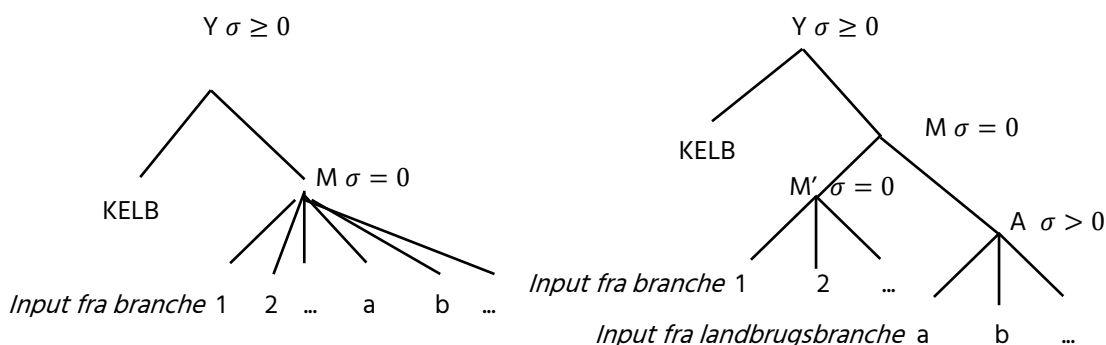
### 3.2 Forbedret modellering af fødevarerindustrien

For at øge realismen i hvordan fødevarerindustrien reagerer på en regulering af landbruget, skal der eksperimenteres med alternative formuleringer af fødevarerbranchen. Her er der forskellige muligheder:

1. Den mest indgribende mulighed er at lave flere fødevarerbrancher, der aftager forskellige landbrugsvarer. Det bagvedliggende nationalregnskabsdata giver til en vis udstrækning mulighed for dette, da der allerede skelnes mellem bl.a. slagterier og mejerier mm. Ulempen ved denne model er, at GrønREFORM-modellen øges kraftigt i antallet af ligninger, når man øger antallet af brancher. Det vil derfor gøre hele modellen mere besværlig at arbejde med.
2. En mindre indgribende mulighed er, at bruge en udviklet, men endnu ikke afprøvet metode til at lave brancher, der deler en del af deres inputmix (fx arbejdskraft, kapital og energi), men adskiller sig på andre punkter (fx deres mix af landbrugsvarer). Metoden er beskrevet i et ikke-offentliggjort notat (Jens Kirk: Produktions og faktorinputstruktur i GrønREFORM). En ulempe ved metoden er, at den baseres på egne antagelser om faktor-sammensætningen i under-landbrugsbrancherne, som ikke understøttes af data.
3. Hvis formålet blot er at få repræsenteret husholdningernes og fødevarerindustriens samlede skift mellem forskellige typer primært landbrugsinput, kan det sandsynligvis være tilstrækkeligt at løse op for antagelsen om ingen substitution mellem fødevarerinputs i produktionen. Denne løsning er illustreret i Figur 3.1.

Figur 3.1

Forbrug af primære fødevarer i produktionen: Nuværende modellering (venstre) og forslag til udvidet modellering (højre)



Anm.: Figuren illustrerer forskellige nastede produktionsfunktioner for en branche, der producerer sit output (Y) vha. et aggregat af maskinkapital, energi, arbejdskraft og bygninger (KELB) og materialer (M). Materialeaggregatet er en kombination af input fra en række af landbrugsbrancher indekseret (a,b,...) og en række af ikke-landbrugsbrancher, som er indekseret med (1,2,...). I figuren til højre er materialeaggregatet delt i to under-aggregater for ikke-landbrugsbrancherne (M') og for landbrugsbrancherne (A).  $\sigma$  angver substitutionselasticiteten mellem de inputs, som aggregatet består af.  $\sigma = 0$  svarer til en antagelse om perfekte komplement.

Kilde: Egen fremstilling

### 3.3 Teknologiske reduktionsmuligheder

Vi har modelleret en mulighed for, at landbruget har en række tekniske virkemidler til rådighed, som kan reducere udledningerne, hvis de finder anvendelse. Sådanne teknologiske muligheder fanges ikke af en standard produktionsfunktion. På landbrugsområdet har vi et dialog med Miljøministeriet og Ministeriet for fødevarer, landbrug og fiskeri om tekniske virkemidler der er til rådighed, hvad de koster, og hvor store potentialer, der er forbundet med dem.

En række kendte virkemidler er taget i brug i forbindelse med landbrugsaftalen fra 2021. Mængden af kendte veldokumenterede virkemidler er begrænset for indeværende. Vi har derfor aktuelt kun tilstrækkelig information om ganske få teknologiske virkemidler, som kan reducere landbrugets udledninger.

### 3.4 Gylle til biogasproduktion

For de animalske branchers vedkommende er leverance af gylle til input i produktionen af biogas ikke beskrevet i modellens datagrundlag, og dermed heller ikke i modellen. Biogas produceres i gasforsyningsbranchen, og mængden af biogas er i grundforløbet kalibreret op til information fra Klimafremskrivningen fra Energistyrelsen. I princippet bør værdien af landbrugets leverance af gylle til gasforsyningsbranchen være beskrevet som en leverance af animalske landbrugsvarer til gasforsyningsbranchen i modellens IO-data. Den pågældende værdi er imidlertid meget lille i nationalregnskabet.

Omstilling af såvel produktionen af flydende brændsler i raffinaderisektoren og brændsler på luftform i gasforsyningsbranchen er omfattet af udviklingen af GrønREFORMs transportmodul, som er forsinket i forhold til resten af modelsystemet. Det er i den sammenhæng oplagt at få beskrevet sektorkoblingen gennem leverance af gylle til biogas. Det forudsætter ikke

nødvendigvis at leverancen bliver identificeret i IO-systemet først, men det vil lette arbejdet betydeligt. Danmarks Statistik arbejder aktuelt på at kortlægge leverancerne af gylle i fysiske mængder og monetær værdi til produktion af biogas efter samme principper som anvendt i energiregnskabet.

### 3.5 Markedsvilkår for landbrugsvarer og fødevarer

Ligesom vi allerede har gjort for modellens energivarer<sup>12</sup>, er det for en række særligt udsatte brancher (herunder landbrug og evt. fødevarerindustrien) relevant at vurdere modellens beskrivelse af markedsvilkår. Lidt forenklet er standardantagelserne på tværs af brancher, at ændrede produktionsomkostninger overvælttes i outputprisen, at der er konstant skalaafkast i produktionen, at der er en egenpriselasticitet på -5 i eksporten, og en CES-elasticitet på 2 i det indenlandske forbrug mellem dansk og importeret input fra samme branche. For landbruget gælder dog særlige forhold som følge af de landbrugsinterne leverancer og fordi jord er en begrænset produktionsfaktor med variabel aflønning. Se endvidere notatet "Effekter af to stød til landbruget", der udarbejdes parallelt med det indeværende notat.

### 3.6 Jord som produktionsfaktor i Skovbrug

Ligesom vegetabilsk landbrug, er jord en vigtig begrænset produktionsfaktor i skovbrug. Aktuelt er produktionen i nationalregnskabet's "skovbrugsbranche" modelleret med standardantagelser uden kobling til modellens LULUCF-modul. Det er oplagt, at mængden af jord udlagt til skovbrug skal være en begrænsende faktor for produktionen i denne branche, og herunder evt. også, at produktiviteten hænger sammen med LULUCF-modellens beskrivelse af skovens vækst og skovhugst.

---

<sup>12</sup>

Se notatet [Markedsforudsætninger for energivarer, maj 2021](http://www.grønreform.dk) på [www.grønreform.dk](http://www.grønreform.dk)

## A. GrønREFORMs simple model for endogen udtagning af jord

### Forslag til modellering af endogent udtag af jord

Formålet med dette bilag er at beskrive hvordan man kan modellere landmænds beslutning om at tage landbrugsjord ud af produktion. Notatet beskriver idéen uden at beskrive de modelleringstekniske aspekter i detaljer.

Det er sandsynligvis ikke rimeligt at antage, at den samlede mængde af jord i drift er konstant. Hvis der er forskelle i jorders produktivitet og jorden har en alternativ anvendelse, kan jorder i visse tilfælde blive taget ud af produktion: Hvis der pålægges regulering, så det bliver mindre rentabelt at dyrke jorden, kan indtægterne fra den alternative anvendelse af jorden overstige indtægterne ved at dyrke den, hvorved den bliver taget ud af drift. Hvor meget jord der tages ud af produktion afhænger af spredningen i jorders produktivitet, samt de præcise antagelser der anvendes om hvordan en afgift nedvælttes i aflønning af jord.<sup>13</sup>

For at kvalificere spredningen i produktivitet tager vi udgangspunkt i Fødevareministeriets analyse af fordelingen af salgsprisen pr. ha for landbrugsjord i perioden 2013-2018 (Figur 1). Her er den gennemsnitlige salgspris pr. ha (renset for bygninger) **119.000 kr.** Inklusive bygninger er den gennemsnitlige salgspris pr. ha. **170.000 kr.**

Under en række antagelser kan vi bruge dette til at vurdere mængden af jord, der endogent tages ud. Eksempelvis kan man gøre sig følgende antagelser:

- Den gennemsnitlige forpagtningspris på 3.861 kr. pr. ha er et udtryk for jordens gennemsnitlige lejeværdi inkl. bygninger – også kaldet jordrenten. Salgsprisen kan da fortolkes som den tilbagediskonterede værdi af fremtidige forpagtningspriser. Sammenhængen kan findes vha. formlen for en nutidsværdi (NPV) for et uendeligt fremtidigt cashflow (jordrente), hvor  $i$  er renten og  $g$  er fremtidig årlig vækst:  $NPV = \frac{\text{jordrente}}{i+g}$ . Når man laver denne beregning får man at  $i + g = 2,3\%$ .<sup>14</sup>
- Jorden har en alternativ anvendelse svarende til den lavest observerede salgspris på ca. 25.000 kr. pr. ha.

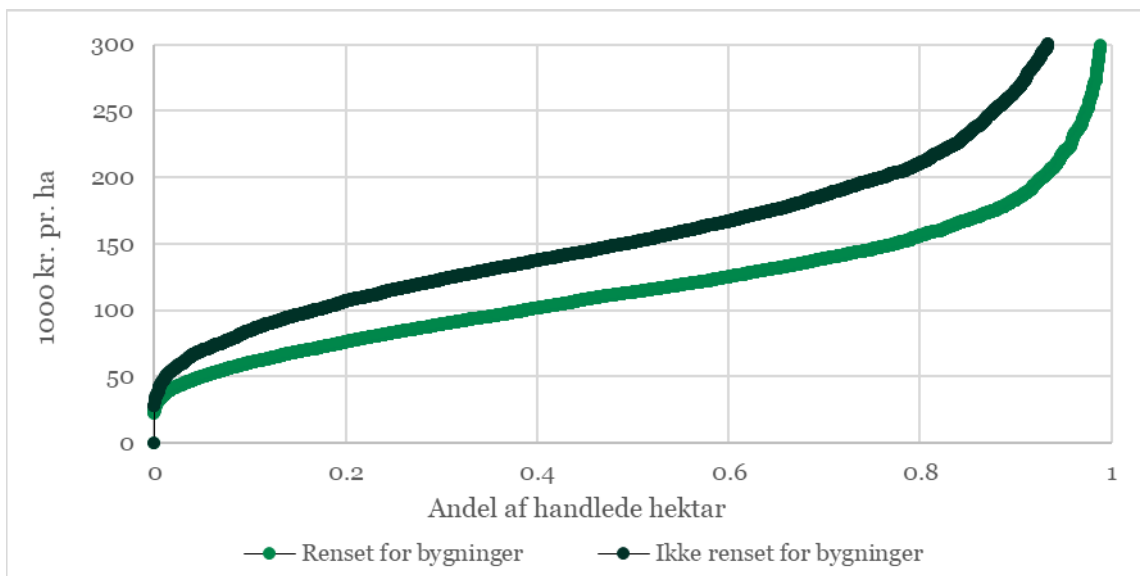
<sup>13</sup> Dette kan illustreres med et simpelt eksempel: Betragt to landmænd, der hver dyrker en ha jord som de ejer, men landmand 1's jord er dobbelt så produktiv som landmand 2's jord. Landmændene producerer med Leontief-teknologi, hvor der skal bruges en fast mængde af andre inputs pr. ha jord, og landmændene tager deres input-priser og samt deres outputpris for givet. Aflønningen af jord tilpasser sig for at sikre at landmændene ikke har negativ profit, og aflønningen af landmand 1's højproduktive jord vil derfor være højere end af landmand 2's lavproduktive jord. Hvis der pålægges en afgift på produktionen vil aflønningen af jord falde således at profitten (efter aflønning af jord) fortsat er 0. For en tilstrækkelig stor afgift vil aflønningen af landmand 2's lavproduktive jord falde til under 0. I dette tilfælde vil han vælge at ophøre produktionen og derved høste en jordrente på 0. Det kan også være, at han kan sælge jorden til andet formål, hvorved han vil stoppe sin produktion ved en lavere afgift.

<sup>14</sup> Selv ved en fremtidig årlig vækst på 0% er det en relativt lav (nominel) diskonteringsrente. Det afspejler i hvert fald delvist et lavt renteniveau for lån med pant i fast ejendom, som landmænd kan opnå til delvist at finansiere køb af landbrugsjord.

- Et fald i jordrenten på fx 1.700 kr. pr. ha. vil resultere i et fald i den gennemsnitlige salgspris på ca.  $\frac{1.721}{2,3\%} = 75.000$  kr. pr. ha. Reduktionen i salgsprisen rykker den eksisterende salgskurve ned med 75.000 kr. pr. ha. overalt.
- Salgsprisdistributionen i figur A.1 er repræsentativ for al jord. Denne antagelse indebærer, at der er uafhængighed mellem jordens kvalitet og sandsynligheden for, at den bliver solgt.

Figur A.1

Fordeling af salgspriser, 2013-2018



Kilde: Figur fra notat af FVM "Estimat af jordpriser som grundlag for opkøbsmodel"

Under disse antagelser vil faldet i jordrenten umiddelbart betyde, at al jord der har en salgspris i dag på under 100.000 kr. (25.000 + 75.000) blive taget ud af drift. Det svarer til ca. 40 pct. af al landbrugsjord. Effekten på *produktionen* bliver imidlertid mindre, da det netop er de mindst produktive jorder, der tages ud af drift.

Et fald i mængden af landbrugsjord på 40 pct. vil umiddelbart medføre en reduktion på 40 pct. i *alle* landbrugets udledninger (ikke kun dem der kommer fra planteproduktion), da det pga. harmonikravet vil mindske mulighederne for at udsprede gødning med samme andel, og dermed begrænse det maksimale dyrehold. Dette er under den antagelse, at harmonikravet er bindende. Det diskuteres i et separat notat.

I ligevægt vil effekten på jordprisen, og dermed den udtagne mængde jord, dog være reduceret af to årsager:

1. Endogent jordudtag vil i sig selv reducere faldet i jordprisen, hvilket vil reducere hvor meget jord der tages ud
2. De animalske produktionsgrene vil være villige til at støtte en fortsættelse af den vegetabiliske produktion. Det skyldes, at den animalske produktion skal kunne anvise et tilstrækkeligt stort landbrugsareal hvor husdyrgødningen kan spredes. Og harmonikravet lægger



et loft på hvor meget husdyrgødning der må spredes pr. ha. For at opretholde en animalsk produktion kan de animalske producenter altså se sig nødsaget til at betale de vegetabiliske producenter for ikke at lukke.

Eksemplets resultat er drevet af den anvendte sammenhæng mellem salgspriser og forpagtningspriser, hvor beregningen af  $i + g = 2,3\%$  er central, da den bestemmer at en reduktion i jordrenten giver en reduktion i salgsprisen der er en faktor  $\frac{1}{2,3\%} = 43$  så stor. Altså vil en reduktion i jordrenten med 100 kr. reducere salgsprisen med 4.300 kr. Faktoren er beregnet ud fra antagelser om en uendelig tidshorisont og den tætte sammenhæng mellem jordrente og salgspris. I lignende analyser foretaget af Fødevarerministeriet og Institut for Fødevarer og Ressourceøkonomi anvendes i stedet en antagelse om en 30-årig tidshorisont og en rente på 2-4 pct. Hvis man i stedet anvender en 30-årig tidshorisont og en rente på hhv. 2 og 4 pct. fås i stedet faktorer på 22 og 17. I så fald vil effekterne på jordudtag være væsentligt mindre: Reduktion i jordrenten på 1.721 kr. vil reducere salgspriserne med hhv. 38.500 kr. og 30.000 kr., hvilket umiddelbart vil betyde, der kun udtages hhv. 12 pct. og 7 pct. af jorden.

### IFRO's kritik af metoden

IFRO har beskrevet en række forhold ved metoden, som gør, at metoden som den står ikke er retvisende. Visse af forholdene kan der tages hånd om; andre forhold er med til at øge usikkerheden omkring metodens effekter. IFRO's forbehold er beskrevet i flere detaljer i et separat notat, og de centrale forbehold er opsummeret nedenfor:

1. Jordprisfordelingen i figur A.1 indeholder al jord der er solgt, også selvom noget af jorden ikke kan bruges til dyrkning. Hvis en landmand fx sælger 1 ha jord, og der ligger en offentlig vej på halvdelen af denne ha, vil det blive registreret med en lav pris pr. ha, men prisen for den jord der faktisk kan anvendes er i virkeligheden dobbelt så høj. Det betyder, at den venstre hale i figur 1 formentlig er for tyk. Det trækker i retning af, at man kommer til at overvurdere hvor meget jord der tages ud ved lave afgiftsbelastninger.
2. Jordmarkeder er ofte "tynde markeder" med få købere og sælgere. Det betyder, at jordprisen i mange tilfælde ikke er et udtryk for den egentlige rentabilitet af jorden, som formentlig er højere end den faktiske salgspris. Det fører til, at man kommer til at overvurdere hvor meget jord der tages ud for en given afgift.
3. Et centralt element i estimationsproceduren er, at fraregne værdien af bygninger. Denne beregning er usikker, hvilket øger usikkerheden om hvor meget jord der tages ud for en given afgift. Dette er et særligt stort problem for små ejendomme, hvor bygningernes værdi udgør en stor del af den samlede værdi. Estimationerne bør derfor gentages hvor små ejendomme på under 10 ha er fjernet.
4. CAP-reformen forventes at påvirke den fremtidige rentabilitet af jord ift. historiske data. Dette øger usikkerheden om hvor meget jord der tages ud for en given afgift.