



Klimastatus og –fremskrivning 2022 (KF22): Landbrugsprocesser

Forudsætningsnotat nr. 10B

Kontor/afdeling
Systemanalyse

Dato
25-01-2022

J nr. 2021-15863

/FRST/SKBN

Indholdsfortegnelse

1. KF22 forløbet frem mod 2035	2
2. Metode og antagelser bag KF22 forløbet	4
2.1 Generelle antagelser og metode	4
2.2 Frozen policy antagelser til KF22	8
3. Kvalificering af KF22 forløbet.....	10
3.1 Sammenligning med KF21	10
3.2 Usikkerhed	11
3.3 Planlagt udvikling fremadrettet	12
4. Kilder	12
5. Bilag	14
5.1 AGMEMOD-modellen.....	14

Dette forudsætningsnotat er en del af Klimastatus og -fremskrivning 2022 (KF22). KF22 er en såkaldt frozen policy fremskrivning, hvilket indebærer, at forudsætningerne for fremskrivningen afspejler et "politisk fastfrossent" fravær af nye tiltag på klima- og energiområdet ud over dem, som Folketinget eller EU har besluttet før 1. januar 2022 eller som følger af bindende aftaler. For yderligere information om frozen policy tilgangen, se KF22 forudsætningsnotat 2C om Principper for frozen policy.

Energistyrelsen

Carsten Niebuhrs Gade 43
1577 København V

T: +45 3392 6700
E: ens@ens.dk

www.ens.dk



1. KF22 forløbet frem mod 2035

Dette notat beskriver de væsentligste forudsætninger, der anvendes af Nationalt Center for Miljø og Energi ved Aarhus Universitet (DCE) til at beregne landbrugets forventede udledning af primært drivhusgasserne metan (CH₄) og lattergas (N₂O) i perioden frem til 2035, der stammer fra husdyrenes fordøjelse, gødningshåndtering og gødsning på marker. Først beskrives i dette afsnit de væsentligste aspekter af udviklingen i aktivitetsdata fra landbrugsfremskrivningen, hvorefter metoden og forudsætningerne forbundet med fremskrivningen beskrives i efterfølgende afsnit.

DCE står for at udarbejde den nationale emissionsopgørelse og fremskrivning af drivhusgasser, som afrapporteres til FN og EU med krav om brug af IPCC's internationale retningslinjer for beregningsmetoder for drivhusgasudledninger. DCE's udledningsresultater anvendes til Energistyrelsens Klimastatus og – fremskrivning (KF). Landbrugets produktion påvirker udledninger i flere af IPCC's opgørelsessektorer. Ud over landbrug og LULUCF-sektoren¹ påvirker landbrugsaktiviteter både energisektoren via opvarmning og transport og affaldssektoren gennem lækage fra biogasproduktionen. Se forudsætningsnotat 10A om energiforbrug i landbrug mv. og forudsætningsnotat 9B om affald. Hovedparten af udledningerne opgøres i landbrugssektoren, der beskrives i dette notat. Der opgøres også en stor del i LULUCF-sektoren som følge af landbrugets arealanvendelse (jf. forudsætningsnotat 10C om landbrugsarealer og øvrige arealer).

De største udledninger, der opgøres i landbrugssektoren, stammer fra husdyrproduktionen i form af metanudledning fra husdyrenes fordøjelse, metan- og lattergasudledning fra gødningshåndtering i stald og lager, samt lattergasudledning ved gødsning af landbrugsjorden. Drivhusgasudledningerne fra landbruget drives dermed i høj grad af antallet af husdyr, gødningshåndteringen og mængden af gylle og fast gødning, samt mængden af kunstgødning. Dette betegnes også som aktivitetsdata (se forudsætningsnotat 1D om DCE's modeller).

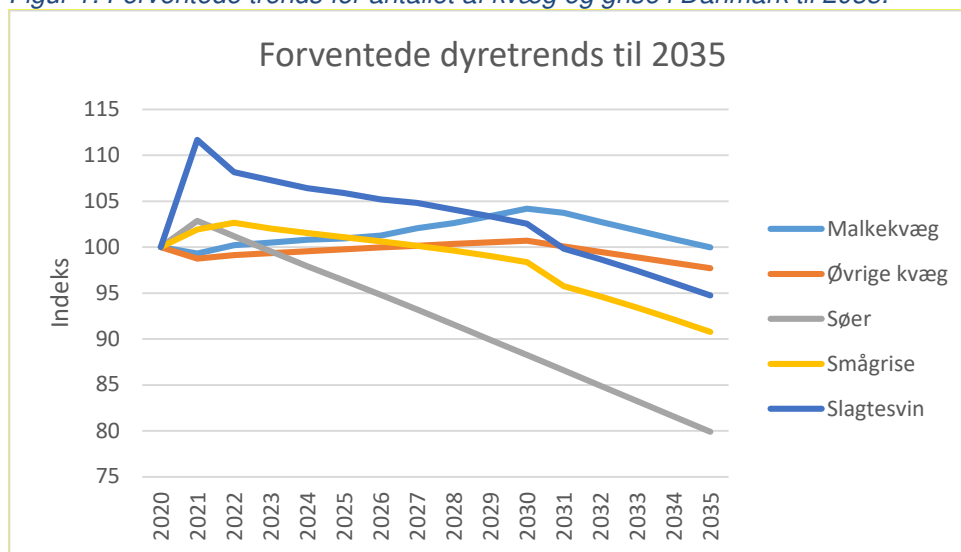
Figur 1 viser den forventede udvikling i antallet af husdyr frem mod 2035, som stammer fra Landbrugsfremskrivningen 2022 (Jensen, 2022). Ifølge Landbrugsfremskrivningen 2022, der udarbejdes af Institut for Fødevarer- og Ressourceøkonomi (IFRO) ved Københavns Universitet, forventes antallet af malkekøer at stige en smule frem mod 2030, mens antallet af øvrige kvæg forventes at være relativt stabilt. Samlet set forventes antallet af kvæg at stige frem mod 2030. I perioden fra 2030 til 2035 forventes en aftagende udvikling i kvægproduktionen, herunder et fald i antallet af malkekøer.

¹ LULUCF står for "Land Use, Land-Use Change and Forestry", der kan oversættes til "arealanvendelse, arealændringer og skovbrug". Der opgøres hovedsageligt CO₂-udledninger fra kulstofpuljeændringer i biosfæren, dvs. jord, levende og død biomasse, men også lattergas fra omsætning af jordens organiske kvælstofpulje ved arealændringer og metan fra kulstofrig jord.



Ser man nærmere på den samlede produktion af grise i Danmark, forventes en stigning i produktionen i de kommende år, hvorefter produktionen igen forventes at falde, således at produktionen i 2030 er på samme produktionsniveau som i 2020. I perioden fra 2030 til 2035 forventes produktionen at falde yderligere, svarende til et samlet i fald i 2035 på 8 pct. sammenholdt med produktionen i 2020. Antallet af smågrise forventes at være relativt stabilt frem mod 2030, mens antallet af søer og slagtesvin forventes at være faldende efter 2021. Den nedadgående tendens for antal søer skyldes bl.a. forventninger til et øget antal smågrise per årsko i form af produktionseffektivitet. For antal slagtede grise ses en markant stigning fra 2020 til 2021, hvilket i nogen grad modsvares af et fald i antal grise, der ekspores levende. Det skyldes bl.a. at afrikansk svinepest, som findes i dele af EU, forventes at have gjort det mere fordelagtigt, at slagte grisene i Danmark. I perioden fra 2030 til 2035 forventes også en aftagende udvikling i antal smågrise. Det skal dog bemærkes, at der især er betydelig usikkerhed behæftet med fremskrivningen af antal husdyr efter 2030. For en sammenligning af de forventede antal husdyr ift. KF21 henvises til afsnit 3.1.

Figur 1: Forventede trends for antallet af kvæg og grise i Danmark til 2035.



Kilde: Jensen (2022) og oplysninger fra DCE.

Anm.: 2020 er indeks 100.

Malkekøernes mælkeydelse forventes øget, bl.a. som følge af genetisk potentiale. Dermed forøges også malkekøernes foderindtag samt gødningsproduktion. Når den samlede mængde af husdyrgødning forventes at stige, vil en større mængde kvælstof være til rådighed for gødskning af landbrugsjorden. Kravene til udnyttelse af kvælstof i husdyrgødning er desuden løbende blevet skærpet. Under forudsætning af, at de nuværende kvælstofnormer² for gødning fastholdes, samt at

² Kvælstofnormer angiver den mængde kvælstof (kg N/ha), der må tilføres marker afhængig af afgrøde- og jordtype.



der forventes en øget produktion af husdyrgødning, forventes dette at medføre et fald i anvendelsen af kunstgødning.

Landbrugsarealet forventes at falde frem mod 2035 på grund af udtagning af arealer til skov, infrastruktur og øget bebyggelse, men også som konsekvens af politisk vedtagne tiltag som frivillige udtagningsordninger af kulstofrig jord og i mindre grad ny skovrejsning. Ligeledes vil ekstensiveringsordninger føre til ændringer i arealanvendelsen i form af et mindre dyrket landbrugsareal. Et fald i det dyrkede areal medfører et tilsvarende faldende behov for gødning.

Nye klimatiltag og øget brug af miljøteknologier reducerer udledningerne, og antagelser herom er afgørende for KF22 udledningsforløbet. Eksempler på miljøteknologier, som reducerer udledninger fra gødningshåndteringen i stald og lager, er bl.a. forsuring af gylle, gyllekøling og hyppig udslusning. Ligeledes reducerer bioforgasning af gylle udledningerne af metan og lattergas fra gødningshåndtering grundet en kortere opholdstid i stalden og på lager, og fordi det organiske indhold i gyllen omsættes til energi. Omvendt sker der også en udledning af metan fra biogasanlæggene under produktionen i form af metanlækage, som medregnes i affaldssektoren. For så vidt angår nye klimatiltag indeholder KF22 en række nye tiltag som følge af *Aftale om grøn omstilling af dansk landbrug* og EU's ny fælles landbrugspolitik for 2023-2027, som beskrives i afsnit 2.2.

2. Metode og antagelser bag KF22 forløbet

2.1 Generelle antagelser og metode

Den forventede udvikling af aktiviteten i landbruget baseret på landbrugsfremskrivningen (Jensen, 2022), fremskrives for første gang til 2040, hvor den hidtil kun har være fremskrevet til 2030. KF22 vil fokusere på årene 2025, 2030 og 2035.

Landbrugsfremskrivningen er en modelbaseret fremskrivning, som bygger på den europæiske AGMEMOD model. Modellen er en økonometrisk, dynamisk ligevægtsmodel for landbrugssektorerne i EU's medlemslande samt andre vigtige handelspartnere. Fremskrivningen af udviklingen i landbrugets aktivitet bygger helt overordnet på såvel historiske data som adfærdsligninger, der beskriver bl.a. producenters og forbrugeres adfærd ved ændringer i sektoren. Disse ændringer kan f.eks. stamme fra nye politiske tiltag, ændringer i markedspriser mv. (Jensen, 2017). For nærmere beskrivelse henvises til Bilag 5.1.

Når DCE beregner udledningerne fra sektoren foretages en databehandling af aktivitetsdata fra Landbrugsfremskrivningen således, at husdyrgrupperne svarer til inddelingen i emissionsopgørelsen og dermed klimafremskrivningen (se forudsætningsnotat 1D om DCE's modeller). Ligeledes benytter DCE i nogle



tilfælde tendensen i landbrugsfremskrivningen frem for de fremskrevne, årlige værdier. Dette er f.eks. tilfældet for udviklingen i antal grise, hvilket skyldes, at der i beregningen tages udgangspunkt i en gennemsnitsgris, hvad angår foderindtag samt kød- og gødningsproduktion.

Beregningen af den samlede udledning fra landbrugssektoren er baseret på grunddata, som omfatter både den økologiske og konventionelle produktionsform. Eksempelvis kan nævnes metan udledningen fra dyrenes fordøjelse, som afhænger af foderforbrug og fodersammensætning, og grundlaget herfor er baseret på foderplaner, der både omfatter den økologiske- og konventionelle produktion. Ligeledes er der anvendt et gennemsnitlig antal græsningsdage for alle malkekøer, hvori der er taget højde for en betydelig længere græsningsperiode for økologiske malkekøer. Et andet eksempel er beregning af lattergas udledningen fra afgrøderester, som afhænger af høstudbytte. Data er baseret på Danmarks Statistik, som omfatter det samlede udbytte fra både økologiske- og konventionelle marker. Således er der implicit taget højde for økologisk produktion i den samlede opgørelse af landbrugets udledninger.

Det er ikke muligt på nuværende tidspunkt at differentiere udledningen på henholdsvis den konventionelle og den økologiske driftsform. Grundlæggende vil dette kræve et dobbelt datasæt af samtlige data og emissionsfaktorer, der anvendes i beregningen, dvs. at der, ud over opdeling i antal økologisk/konventionelt producerede dyr, er behov for differentierede data for f.eks. foderindtag, gødningsproduktion, staldtypefordeling og udbringningspraksis for husdyrgødning, såfremt det vurderes at disse adskiller sig væsentlig mellem den økologiske og konventionelle produktion.

Der vil fremadrettet blive undersøgt mulighederne for en særskilt beregning af udledninger fra de to produktionsgrene. Det vil især være metodisk udfordrende at adskille lattergasudledninger fra kvælstofomsætningen på marken, som finder sted i forbindelse med dyrkning og gødsning af markerne.

I KF22 er antaget samme andel af økologisk produktion svarende til niveauet i det seneste historiske år 2020, og der er således ikke antaget en ændring i forholdet mellem den økologiske og konventionel produktionsform frem til 2040. En opdeling af klimafremskrivningen på økologisk og konventionel produktion, vil som nævnt, kræve udvikling af datagrundlag særskilt for de to bedriftsformer, hvilket ikke på nuværende tidspunkt er til rådighed. Dette betyder, at der i KF22 ikke er opgjort en effekt af de i landbrugsaftalen afsatte midler til økologisk arealstøtte.



2.1.1 Metode for beregning af udledninger

Udledningen af metan og lattergas fra dyrenes fordøjelse, gødningshåndtering og gødning på markerne beregnes i henhold til IPCC's metoder for drivhusgasopgørelser. Komplexiteten i metoden afhænger af de metodeniveauer, såkaldte Tiers, som er angivet af IPCC. Således stiger detaljeringsniveauet for data og metodegrundlaget fra Tier 1 til Tier 3, hvor Tier 1 metoder er baseret på standardemissionsfaktorer udviklet af IPCC, mens Tier 2 metoder baserer sig på en kombination af IPCC's beregningsmetode med anvendelse af nationale data. Tier 3 er den mest krævende tilgang, der omfatter national metodeudvikling baseret på nationale målinger og/eller modellering. For de udledningskilder, hvor der ikke er nationale målte data, anvendes en Tier 1 metode (jf. forudsætningsnotat 1D om DCE-modeller).

Metanudledning fra fordøjelse beregnes ved at gange mængden af foderets bruttoenergiindhold (GE, Gross Energy, megajoule per dyr per dag) med en faktor (Y_m), der udtrykker metantabet i fordøjelsesprocessen. Y_m -faktoren for malkekøer er estimeret ved brug af modellen "Karoline", hvor gennemsnitlige nationale foderplaner indgår som input, mens den for øvrige husdyr er baseret på IPCC's standardværdier. Y_m for malkekøer afhænger af fodersammensætningen, og beregningen kan dermed tage højde for f.eks. øget fedtfodring. Den samlede metanudledning pr. husdyr ganges afslutningsvist med antal husdyr for den dertilhørende kategori, hvorfra en samlet metanudledning for husdyrategorien estimeres.

Beregningen af udledninger fra gødningshåndteringen er forskellig for metan og lattergas. Metanudledning beregnes ved at gange mængden af flygtige faste stoffer (VS, Volatile solids) i gødningen med en metankonverteringsfaktor (MCF). MCF udledes ved brug af en kompliceret model, hvor metanudledningen beregnes baseret på gyllens opholdstid i stalden (kaldet hydraulisk retentionstid, HRT) for hver dyre- og stalddtype og for evt. bioforgasning af gyllen. Modellen kan dermed tage højde for tiltag såsom hyppig udslusning af gylle. Lattergasudledning fra gødningshåndtering beregnes både for den direkte proces, hvor lattergas denitrificeres direkte fra det organisk-bundne kvælstof, og for den indirekte proces via ammoniakfordampning og NO_x-udledning. Dertil bruges forskellige emissionsfaktorer afhængig af gødningstypen.

Lattergasudledning fra gødsning og kvælstofomsætning på markerne stammer fra flere udledningskilder, der beregnes med forskellige metoder. Udledningerne afhænger især af, hvor meget kvælstof der tilføres jorden, men også hvor meget der recirkulerer i jord-plantesfæren. Der beregnes både direkte lattergasudledning, når kvælstofholdig gødning tilføres jorden, men også indirekte lattergas, der udledes ved kvælstofudvaskning og afstrømning samt ved omsætning af ammoniak og NO_x. Beregningsmæssigt udregnes først den samlede tilførte kvælstofmængde fra alle kilder (kunstgødning, husdyrgødning, slam, urin og fæces ved afgræsning,

planterester og omsætning af jordens kvælstofpulje), som så ganges med en standardemissionsfaktor for lattergas. De største udledningsskilder er:

- *Kunstgødning*, hvor mængden af kvælstof baseres på oplysninger fra gødningsregnskabet og salgsregistret for kunstgødning.
- *Organisk gødning*, som hovedsageligt er husdyrgødning, hvor mængden af kvælstof baseres på normtalsystemet for husdyrgødning. Endvidere indregnes kvælstofbidraget fra udbragt spildevandsslam samt anden organisk gødning.
- *Nedbrydning af planterester*, hvor mængden af kvælstof estimeres ud fra nationale tal for afgrødeudbyttet og tørstofindholdet baseret på empiriske modeller udviklet af IPCC.
- *Dyrkning af kulstofrig jord* beregnes ved at gange arealet med standard emissionsfaktorer fra IPCC fordelt på arealer i omdrift med græs eller dårlig dræning (jf. Tabel 1 i Forudsætningsnotat 10C). Arealer med kulstofindhold mellem 6-12 pct. organisk kulstof antages at have en halvt så stor emissionsfaktor som arealer med over 12 pct. organisk kulstof. Arealomfanget estimeres ved overlapsanalyse af Landbrugsstyrelsens Internet Mark Kort (IMK) med jordtype- og kulstofkortet Tekstur2014 fratrukket det fremskrevne areal af udtaget vådlagte kulstofrige lavbundsjord.

For en mere uddybende metodeforklaring henvises til Nielsen *et al.* (2021a) og Albrektsen *et. al.* (2021).

2.1.2 Klimatiltag, der påvirker udledninger

Det antages, at der fremover vil være øget brug af diverse udledningsreducerende miljøteknologier til gødningshåndtering i stald og lager frem mod 2035.

Miljøteknologier er bl.a. gyllekøling og luftrensingsanlæg i svinestalde samt forsuring af kvæg- og svinegylle.

Forudsætningerne for indfasningen af teknologierne er udarbejdet på baggrund af historiske oplysninger baseret på data fra miljøgodkendelser til husdyrbrug, mens antagelser om udbredelsen af teknologi fremadrettet er foretaget på vurdering af SEGES. Følgende konkrete tiltag forventes at øges:

- Frem mod 2030 forventes andelen af stalde med forsuring af kvæg- og svinegylle at stige i forhold til i dag (i 2030 forventes: 4 pct. af produktionen med malkekvæg, 1,5 pct. af produktionen med øvrige kvæg, 3,5 pct. af produktionen med søer, 2 pct. af produktionen med smågrise og 4,5 pct. af produktionen med slagtesvin).



- Frem mod 2030 forventes en betydelig stigning i andelen af svinestalde med gyllekøling ift. i dag (i 2030 forventes: 40 pct. af produktionen med søer, 30 pct. af produktionen med smågrise og 20 pct. af produktionen med slagtesvin).
- Der forventes ligeledes en øget implementering af luftrensningsanlæg i svinestalde i 2030 ift. i dag (i 2030 forventes: 5 pct. af produktionen med søer, under 1 pct. af produktionen med smågrise og 4 pct. af produktionen med slagtesvin).³ Bemærk, at effekten af luftrensning ikke er indregnet i den historiske opgørelse.
- Frem mod 2030 antages en øget bioforgasning af svine- og kvæggyllen. Ifølge en prognose fra Energistyrelsen ventes biogasproduktionen fra landbrugsanlæg at stige til ca. 49 PJ i 2030, jf. forudsætningsnotat 7C om biogas.

Det nationale gødningsforbrug estimeres ud fra kvælstofnormen og fordeles på husdyr- og kunstgødning ved først at anvende kvælstoffet i tilgængelig husdyrgødning baseret på det fremskrevne antal husdyr og dernæst beregne det resterende behov med kunstgødning. Gødningsbehovet påvirkes til dels af den forventede udvikling af landbrugsarealet, men også af kvælstofnormerne. Konkret forventes det:

- at landbrugsarealet falder frem mod 2035, som følge af bl.a. skovrejsning, udtagning af lavbundsjord og at et øget antal ha landbrugsjord tages ud af drift (ekstensiveres).
- at gødningsbehovet reduceres som følge af 1) forbud mod dyrkning, gødsugning og omlægning af § 3-arealer⁴, 2) reduceret kvælstofnorm på humusjord, 3) skærpede udnyttelseskrav for husdyrgødning.

2.2 Frozen policy antagelser til KF22

Landbrugsfremskrivningen er – ligesom KF22 – baseret på en såkaldt "frozen policy" tilgang, hvor kun allerede vedtagne politikker og virkemidler er indregnet. Landbrugsfremskrivningen 2022 (Jensen, 2022) samt KF22 indregner tiltag fra EU's landbrugspolitik (CAP) for perioden 2023-2027 og *Aftale om grøn omstilling af dansk landbrug* af 4. oktober 2021 (herefter landbrugsaftalen). Følgende afsnit beskriver udelukkende forudsætninger for nye vedtagne tiltag siden KF21, som er indregnet i KF22. For en beskrivelse af sidste års forudsætninger henvises til forudsætningsnotat 6B om landbrug fra KF21.

³ Luftrensningsanlæg reducerer ammoniakfordampning, som indirekte påvirker lattergasudledningen.

⁴ Det omfatter naturtyperne: Søer, moser, ferske enge, strandenge, heder, overdrev og vandløb.



For landbrugsaftalen er der indregnet de tiltag, som er vedtaget under kategorien "nye indsatser" på baggrund af den nuværende viden om implementering (det såkaldte implementeringsspor), hvorimod tiltag under kategorien "udviklingstiltag" ikke er medregnet, da der endnu ikke er truffet beslutning om konkret implementering, men blot afsat midler til investering i forskningsfremme m.v. En del af tiltagene i landbrugsaftalen er finansieret med CAP-midler og landbrugsaftalen udgør dermed den danske udmøntning heraf, som ligeledes indgår i landbrugsfremskrivningen og KF22. For perioden efter 2030 for de tiltag, hvor der endnu ikke er fastsat midler, fastholdes 2030 niveauet. Dette gælder f.eks. tiltag fra CAP 2023-27 som følge af "No Backsliding" princippet i CAP'en.

Nedenfor ses hovedforudsætningerne for indregning af ny vedtaget politik siden KF21:

- Reduktionskrav for husdyrenes fordøjelse, hvor reguleringen antages implementeret fra januar 2025. Da der endnu ikke er truffet endelig beslutning om udmøntning og implementering af det generelle reduktionskrav, forudsættes reduktionskravet i KF22 opfyldt som et fedtfodringskrav. I KF22 forudsættes, at et sådant krav om fedtfodring gælder for konventionelle malkekøer, mens konventionelle kvier og økologiske kvæg ikke er indregnet, da økologiske køer er undtaget kravet, og for konventionelle kviers vedkommende, fordi enterisk metanudledning beregnes efter Tier 1 metode, der således ikke tager højde for den specifikke danske fodersammensætning.
- Hyppigere udslusning af gylle, dvs. udslusning minimum hver 7. dag. Det antages, at kravet implementeres fra 2023 og omfatter alle nye såvel som eksisterende slagtesvinestalde, mens det for smågrise- og so-stalde kun omfatter nye stalde. Der er taget højde for mulig dispensation.
- For de arealbaserede tiltag i landbrugsaftalen og i CAP 2023-27 medregnes effekten som følger af reduceret kvælstofudvaskning fra rodzonen. Det gælder landbrugsjord i omdrift, der enten forventes udtaget permanent eller ekstensiveret. For en nærmere beskrivelse af de arealbaserede tiltag i landbrugsaftalen og CAP'en inkl. GLM 8 kravet og eco-schemes henvises til Forudsætningsnotat 10C om Landbrugsarealer og øvrige arealer.

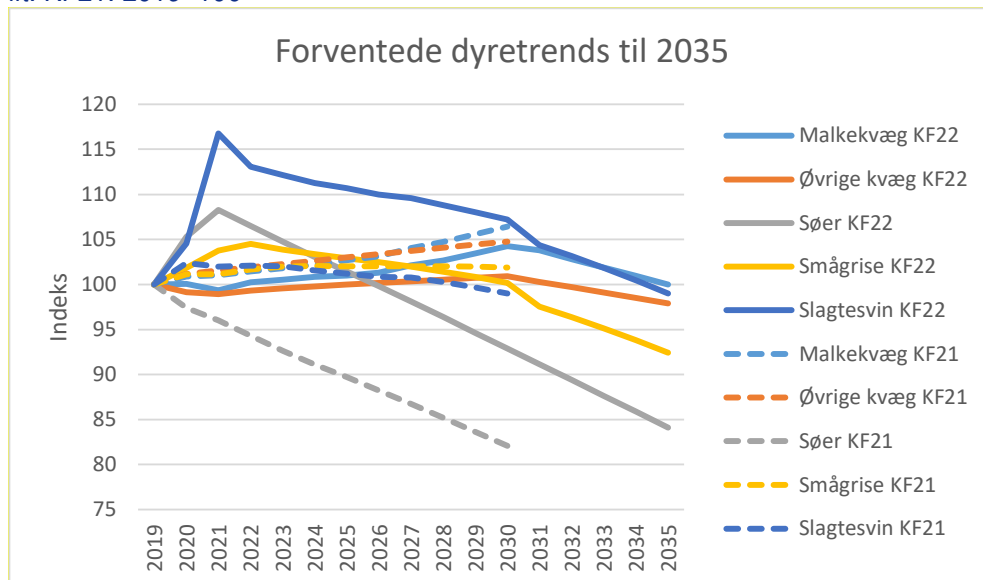
3. Kvalificering af KF22 forløbet

3.1 Sammenligning med KF21

Ændringerne i forhold til KF21 – ud over de, som følger af nye politiske tiltag, jf. ovenfor - relaterer sig dels til det forventede antal husdyr, men også antagelser angående f.eks. udviklingen i staldtyper og dertil knyttet gødningshåndtering. Samtidig medfører en opdatering af frozen policy scenariet forskelle mellem resultaterne af KF21 og KF22, hvor der i sidstnævnte er indregnet den nye landbrugsaftale og CAP-plan, jf. gennemgang ovenfor.

Sammenlignes Landbrugsfremskrivningen fra 2020 (Jensen, 2020) med fremskrivningen i 2022 (Jensen, 2022) ses en moderat nedjustering af de fremskrevne antal køer, mens der er tale om en opjustering i forventede antal svin i den seneste fremskrivning (Jensen, 2022). Ændringerne skyldes i høj grad en opdatering af historiske data. F.eks. har de seneste års udvikling i antal malkekøer været mere begrænset i forhold til tidligere fremskrevet i Jensen (2020). For svineproduktionen gælder det, at afrikansk svinepest i Kina har medført en stigning i den danske produktion de seneste par år i højere grad end tidligere forventet i Jensen (2020). Konsekvenserne af det kinesiske udbrud af afrikansk svinepest forventes at stilne af efter 2021. På trods heraf ligger det forventede antal svin på et lidt højere niveau end i Jensen (2020).

Figur 2: Forventede trends for antallet af kvæg og grise i Danmark til 2035 i KF22 ift. KF21. 2019=100



Kilde: Jensen (2020; 2022) og oplysninger fra DCE.

Anm.: Bemærk at 2019 er indeks 100, hvorfor udviklingen for KF22 afviger fra Figur 1.



3.2 Usikkerhed

Antallet af dyr og afgrøder i landbruget frem mod 2035 samt estimerne for mælkeydelse og eksporten af smågrise er i sagens natur forbundet med usikkerhed. Dette skyldes især, at det ikke kan udelukkes, at markedsforhold i EU og forbrugerpræferencer i forhold til fødevarer, som er svære at fremskrive, kan ændre sig.

Udviklingen i antallet af landbrugsdyr har væsentlig betydning for landbrugets udledninger. Ifølge en usikkerhedsanalyse af udvalgte variable i Landbrugsfremskrivningen fra Jensen (2017) er der mindre end 10 pct. sandsynlighed for afvigelser på mere end 10-15 pct. i forhold til fremskrivningsresultaterne. De udvalgte variable omfatter bl.a. mælkeydelsen, kornarealer, antal producerede grise og antal malkekøer. Dette usikkerhedsinterval vurderes af IFRO at være på et tilfredsstillende niveau, givet at fremskrivningen er baseret på parametre og variable, der i sig selv er usikkerhedsbehæftede (Jensen, 2017). På trods af denne vurdering har en afvigelse på 10-15 pct. i aktivitetsdata for f.eks. antal malkekøer og producerede grise en stor betydning for landbrugssektorens samlede udledninger. F.eks. har DCE tidligere vurderet, at 15 pct. flere eller færre malkekøer i 2030 vil hhv. øge eller reducere landbrugets årlige udledninger med mindst 0,5 mio. ton CO₂-ækv., hvilket til sammenligning svarer til ca. 0,6 pct. af Danmarks samlede drivhusgasudledning i 1990. I forbindelse med, at Landbrugsfremskrivning 2022 er forlænget til 2040 bemærkes det, at grundlaget for en længere fremskrivning end 2030 er meget usikkert og sparsomt, hvorfor denne del af fremskrivningen er behæftet med særlig stor usikkerhed.

Der er ligeledes usikkerhed om fremtiden i forhold til minkproduktionen i Danmark. I fremskrivningen antages det, at der er tale om 10 pct. af produktionen (i 2020), som vælger en dvaleordning. I fremskrivningen svarer dette til en produktion på 10 pct. af 15,3 mio. dyr efter 2022. Det skal bemærkes, at det er et tal behæftet med stor usikkerhed, da det ikke er muligt at forudsige, hvor mange producenter, der reelt vil genoptage produktionen.

Selve udledningen af metan og lattergas fra dyr, gødningshåndtering og gødskning på markerne beregnes ifølge IPCC's metoder for drivhusgasopgørelser. Der er generelt usikkerhed omkring udledninger, herunder emissionsfaktorer og aktivitetsdata. DCE vurderer, at der er en samlet usikkerhed på ca. 20 pct. for den nationale opgørelse af drivhusgasser fra landbrugssektoren ekskl. LULUCF sektoren, mens usikkerheden i fremskrivningen må betragtes som betydeligt højere, da en række variable vanskeligt kan forudsiges.

For de udledningskilder, hvor der ikke er nationale målte data, bruges standardemissionsfaktorer (Tier 1 metode). Foruden en generel stor usikkerhed relateret til udledninger fra landbruget, er standardemissionsfaktorerne behæftet med relativt høj usikkerhed, f.eks. vurderes usikkerheden på emissionsfaktoren for



lattergasudledning fra gødningstilførsel på marken at være 200 pct. (IPCC, 2006). Der er ligeledes usikkerhed forbundet med diverse forudsætninger om staldtyper, miljøteknologier, gyllehåndtering mv.

Afslutningsvis bemærkes, at landbrugsaftalen og den nationale CAP-plan begge er nye aftaler. Til brug for indregningen af landbrugsaftalen har Miljøministeriet og Fødevarerministeriet leveret forudsætninger og implementeringsplaner. Udmøntningen af aftalen er dog endnu ikke endeligt fastlagt, hvorfor der i efterfølgende klimafremskrivinger kan forekomme justeringer af forudsætningerne i takt med, at tiltagenes implementering konkretiseres. Forudsætningerne til KF22 er baseret på den nuværende viden om implementering og skal derfor betragtes som bedste bud. For CAP-planen gælder det, at den nuværende nationale implementeringsplan skal godkendes af EU-Kommissionen i løbet af 2022, hvorfor der ligeledes kan forekomme ændringer hertil. LBST vurderer det dog sandsynligt, at den danske CAP-plan godkendes.

3.3 Planlagt udvikling fremadrettet

Der er endnu ikke planlagt væsentlig udvikling frem mod 2023.

4. Kilder

Albrektsen, R., Mikkelsen, M.H. & Gyldenkærne, S. 2021. Danish emission inventories for agriculture. Inventories 1985 – 2018. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 202 pp. Scientific Report No. 443. <https://dce2.au.dk/pub/SR443.pdf>

IPCC (2006) N₂O Emissions from Managed Soils, And CO₂ Emissions from Lime and Urea Application, Chapter 11, https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_11_Ch11_N2O&CO2.pdf

Jensen J.D. (2017) Fremskrivning af dansk landbrug frem mod 2030, IFRO rapport nr. 255

Jensen, J. D., (2019). Fremskrivning af dansk landbrug frem mod 2030 – december 2018, 14 s., IFRO Udredning Nr. 2019/02 https://static-curis.ku.dk/portal/files/213666284/IFRO_Udredning_2019_02.pdf

Jensen, J.D. (2020) Fremskrivning af dansk landbrug frem mod 2030, april 2020, IFRO udredning Nr. 2020/12

Jensen J.D. (2022) Fremskrivning af dansk landbrug frem mod 2040 – efteråret 2021, IFRO Udredning nr. 2022/04. https://static-curis.ku.dk/portal/files/299208491/IFRO_Udredning_2022_04.pdf



Nielsen, O.-K., Plejdrup, M.S., Winther, M., Nielsen, M., Gyldenkærne, S., Mikkelsen, M.H., Albrektsen, R., Thomsen, M., Hjelgaard, K., Fauser, P., Bruun, H.G., Johannsen, V.K., Nord-Larsen, T., Vesterdal, L., Stupak, I., Scott-Bentsen, N., Rasmussen, E., Petersen, S.B., Olsen, T. M. & Hansen, M.G. 2021a. Denmark's National Inventory Report 2021. Emission Inventories 1990-2019 - Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 944 pp. Scientific Report No. 437 <http://dce2.au.dk/pub/SR437.pdf>

Nielsen, O.-K., Plejdrup, M.S., Winther, M., Hjelgaard, K., Nielsen, M., Mikkelsen, M.H., Albrektsen, R., Gyldenkærne, S. & Thomsen, M. 2021b. Projection of greenhouse gases 2020-2040. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 132 pp. Scientific Report No.454. <https://dce2.au.dk/pub/SR454.pdf>

Salputra, G., Salamon, P., Jongeneel, R., Van Leeuwen, M. and Banse, M., editor(s), Salamon, P., Banse, M., Barreiro Hurlé, J., Chaloupka, O., Donnellan, T., Erjavec, E., Fellmann, T., Hanrahan, K., Hass, M., Jongeneel, R., Laquai, V., Van Leeuwen, M., Molnar, A., Pechrova, M., Salputra, G., Baltussen, W., Efken, J., Helaine, S., Jungehulsing, J., Von Ledebur, O., Rac, I. and Santini, F., (2017) Unveiling diversity in agricultural markets projections: from EU to Member States. A medium-term outlook with the AGMEMOD model, EUR 29025 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2017, JRC109115. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC109115>

Salamon, P., Banse, M., Donnellan, T., Hass, M., Jongeneel, R., Laquai, V., van Leeuwen, M., Reziti, I., Salputra, G., Zirngibl, M. (2019): AGMEMOD Outlook for Agricultural and Food Markets in EU Member States 2018-2030. Thünen Working Paper 114, https://agmemod.eu/images/Outlook_2019.pdf

Thorsøe, M. H., Graversgaard, M., Kjeldsen, C., Odgaard, M. V. & Dalgaard, T. 2021. Udkast til Strategisk Miljøvurdering af udkastet til CAP-plan 2023-2027. Jr. Nr.: 2020-0186877 <https://prodstoragehoeringspo.blob.core.windows.net/56b83694-00b7-41e8-a2aa-28f4f9415af4/Udkast%20til%20SMV%20af%20den%20danske%20CAP-plan%202023-27.pdf>



5. Bilag

5.1 AGMEMOD-modellen

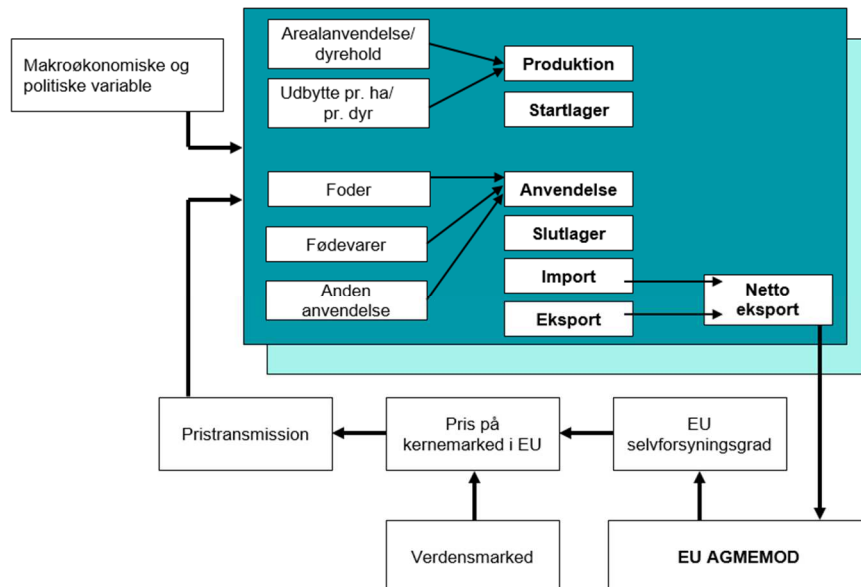
Institut for Fødevarer- og Ressourceøkonomi (IFRO) ved Københavns Universitet står for udarbejdelsen af fremskrivningen af dansk landbrugs udvikling, hvis primære formål er som input til DCE's opgørelse af forventede udledninger til brug for Energistyrelsens klimafremskrivning. IFRO's fremskrivning af dansk landbrugs forventede udvikling er baseret på den europæiske AGMEMOD-model, som er et økonometrisk og dynamisk partielt ligevægtsmodelsystem for landbrugssektorerne i EU's medlemslande (**A**gricultural **M**ember State **M**odelling). Indeværende beskrivelse af modellen tager udgangspunkt i eksisterende rapporter fra IFRO, primært Jensen (2017), der indeholder en detaljeret beskrivelse i dansk kontekst⁵.

AGMEMOD-modellen omfatter landemodeller for alle EU's 27 medlemslande. Herudover er der konstrueret modeller for en række lande uden for EU, fx Storbritannien, USA, Kina, Brasilien, Tyrkiet, Rusland og Ukraine. Resten af verden er repræsenteret i en mindre detaljeret delmodel. Landemodellerne har en ensartet struktur, som gør det muligt at koble modellerne sammen for at beskrive handelsmæssige interaktioner mellem landenes landbrugsmarkeder samt prisdannelsen på produkter. For hvert enkelt land beskriver modellen produktion, anvendelse og prisdannelse på markederne for fire overordnede produktkategorier: afgrøder i omdrift, afgrøder fra permanente beplantninger, husdyr/kød og mejeriprodukter (se Jensen (2017) for en detaljeret produktliste).

Modellen er således opbygget af kombinationer af lande og produkter. Figur 1 viser den overordnede struktur for et produktmodul i et givent land. Hvert produktmodul indeholder ligninger for de økonomiske aktørers (producenter, forbrugere mv.) adfærd i forhold til ændringer i markedspriser, politiske tiltag og andre eksogene variable.

⁵ Salamon et al. (2019) viser resultater af den seneste landbrugsfremskrivning i AGMEMOD-modellen på EU-niveau, mens Jensen (2022) viser resultater af den seneste fremskrivning på DK-niveau.

Figur 3: Overordnet struktur for et produktmodul i et givent land i AGMEMOD



Kilde: Salputra et al. (2017) og Jensen (2017).

Produktion og anvendelse i et givet land påvirkes af produktets pris samt eksogene makroøkonomiske og politiske variable (fx befolkningsudvikling, bruttonationalprodukt, vedtagne politiske tiltag m.v.). Forskellen mellem landets samlede produktion (plus evt. startlager) og anvendelse (plus evt. slutlager) udmønter sig i landets nettoeksport, som påvirker prisdannelsen på EU-niveau, som igen påvirker prisen i det pågældende land. Dette kredsløb kan påvirkes af eksogene makroøkonomiske eller politiske forhold og/eller af forholdene på verdensmarkedet.

I forhold til prisdannelse anvendes i AGMEMOD-modellen to typer prisdannelsesligninger, afhængig af om der er tale om en "kernepris" eller en "afledt pris". For hvert enkelt produkt er der identificeret et kernemarked blandt EU-medlemslandene, dvs. "det vigtigste" nationale marked for det pågældende produkt. For eksempel er Tyskland kernemarked for svinekød, oksekød og smør. Prisdannelsen på et sådant kernemarked beskrives i modellen ved hjælp af en kerneprisligning, hvor kerneprisen er en funktion af bl.a. verdensmarkedsprisen, evt. EU-prisinstrumenter (fx interventionspris), EU-handelspolitiske variable (fx sats for importtold), samt EU's samlede selvforsyningsgrad for det pågældende produkt. I de EU-lande, som ikke er kernemarked for det pågældende produkt, afledes den nationale pris fra kerneprisen ved hjælp af en pristransmissionsligning.

For så vidt angår beskrivelsen af indenlandsk anvendelse, lageropbygning, import og eksport er modelstrukturerne nogenlunde ensartede for de fire ovennævnte produktkategorier. Beskrivelsen af den indenlandske produktion er derimod forskellig i hver produktkategori.



For afgrøder i omdrift (korn, oliefrø, rodfrugter) er produktionssiden relateret til allokeringen af landbrugsareal, som i AGMEMOD-modellen foregår i to trin. I første trin allokeres arealet til hovedgrupperne af produktioner: korn, oliefrø og rodfrugter. I andet trin allokeres arealet inden for disse hovedgrupper. I begge trin drives allokeringen af de relative økonomiske (brutto-) afkast pr. hektar. I modelleringen af oliefrøsektorerne (raps, solsikke og soja) beskrives også den relaterede produktion og anvendelse af olier og oliekgager.

For afgrøder fra permanente beplantninger (frugt, vin, olivenolie) ligner modelleringen den for afgrøder i omdrift, bortset fra, at de permanente beplantninger i allokeringen af areal ikke konkurrerer om det samme areal som afgrøder i omdrift.

Modellering af husdyr/kødprodukter (bortset fra fjerkræ) følger en struktur, som beskriver dynamikken i husdyrbesætninger med udgangspunkt i antal moderdyr (malkekøer, ammekøer, søer, moderfår), hvis afkom allokeres til forskellige formål (opdræt, slagtning, levende eksport) afhængig af bl.a. pris- og omkostningsforhold. For fjerkræ, hvor omsætningshastigheden er relativt høj, beskrives udbuddet af kød direkte som en funktion af pris- og omkostningsforholdene, uden nærmere detaljer omkring besætningsdynamikken over tid.

Modelleringen af mejeriproduktionen omfatter to overordnede trin. I første trin bestemmes mælkeproduktionen, import og eksport af råmælk, direkte anvendelse på landbrugsbedrifter og dermed den mængde råmælk, som er tilgængelig til forarbejdning på mejerierne. Den væsentligste drivkraft for produktionen er profitabiliteten i mælkeproduktion baseret på pris- og omkostningsforholdene. I andet trin allokerer AGMEMOD mælkeprotein og -fedt til forskellige mejeriprodukter baseret på estimater på protein- og fedtindholdet i fx råmælk. Allokeringen tager udgangspunkt i prisrelationer mellem de forskellige anvendelser af hhv. mælkeprotein og -fedt.

For en yderligere redegørelse for, hvilke faktorer, der driver udviklingen i den seneste fremskrivning af husdyrproduktionen og arealanvendelse i Danmark, henvises der til Jensen (2022).