

Baggrundsnotat: Beskæftigelseseffekter af drivhusgasbeskatning

I dette notat beskrives beregningerne i kapitlet om Beskæftigelseseffekter af drivhusgasbeskatning i rapporten Økonomi og Miljø, 2021.

I rapportens afsnit II.2 præsenteres datagrundlaget bag kapitlets beregninger. Disse data beror på virksomhedsspecifikke opgørelser af bl.a. drivhusgasudledninger i industrien og landbruget. Disse opgørelser beskrives i henholdsvis afsnit 1 og 2 i dette notat.

I rapportens afsnit II.3 præsenteres beregninger af ændringen i beskæftigelsen i 2030 som følge af en ensartet drivhusgasbeskatning. Disse beregninger dokumenteres i afsnit 3 i dette notat.

Indhold:

1 Databeskrivelse og opgørelse af udledninger for industrien

- 1.1 Datagrundlag for industrivirksomhederne
- 1.2 Opgørelse af drivhusgasudledninger
- 1.3 Opgørelse af køb af energi i kr.

2 Databeskrivelse og opgørelse af udledninger for landbruget

- 2.1 Datagrundlag og bedriftstyper
- 2.2 Opgørelse af drivhusgasudledninger
- 2.3 Opgørelse af beskæftigelsen

Appendiks 1: Variabelliste

3 Modelberegning af beskæftigelseseffekter

- 3.1 Ikke-teknisk gennemgang af beregningerne
- 3.2 Beskrivelse med ligninger

Referencer

1 Databeskrivelse og opgørelse af udledninger for industrien

1.1 Datagrundlag for industrivirksomhederne

Da anvendte datakilder for industrivirksomhederne og de tilhørende lønmodtagere kan opdeles i to kategorier:

- **Grundregistre fra DST**
 - Industriens forbrug af energi (ENERGI)
 - Regnskabsstatistikken (FIRE)
 - Generelle firmastatistik (FIRM)
 - Industriens salg af varer (VARS)
 - Uddannelser (UDDA)
 - Detaljeret lønmodtagerdata fra e-indkomst (BFL)
 - Befolkningen (BEF).
- **Offentlig tilgængelig data**
 - Emissionsregnskabet fra DST
 - Energipriser fra DST's energiregnskab
 - Verificerede udledninger af CO₂ fra EU-kommissionen
 - Emissionskoefficienter fra Energistyrelsen og DCE.

De ovenstående datakilder er alle fra et tværsnit i 2018. Alle virksomheder i populationen har mindst 20 ansatte og et CVR-nummer registreret under DST's standardgruppering 19 under kategorien C (industri). Tilsammen resulterer denne afgrænsning i en population bestående af 1.873 unikke virksomheder. Der er tre årsager til denne afgrænsning er valgt: (1) 2018 var ved rapportens afslutning det seneste offentliggjorte år i ENERGI, (2) ENERGI indeholder kun virksomheder med mindst 20 ansatte og (3) virksomhederne skal kunne karakteriseres som "industrivirksomheder", hvilket vi har valgt at karakterisere ud fra den branche, hvor virksomhederne har hovedparten af deres aktivitet.

Til hver virksomhed kobles følgende virksomhedsspecifikke variable:

- **ENERGI.** "affald_gj", "naturgas_gj", "motorbenzin_gj", "lpg_gj", "gasdiesel_gj", "fuelolie_gj", "spildolie_gj", "petrol_gj", "stenkul_gj", "koks_gj", "bygas_gj", "andetbrand_gj", "biogas_gj", "traeaffald_gj", "traepiller_gj", "skovflis_gj", "el_gj", "fjernvarme_gj", "affald_kr", "andetbrand_kr", "traeaffald_kr", "spildolie_kr", "arbnr" og "arb_bel_kom_kode"
- **FIRM.** "gf_gr127_db07", "gf_eksp", "gf_egul", "gf_at" og "gf_lgagmv"
- **FIRE.** "rfep", "xan", "uvbt", "pvbt", "oms", "adr", "auer" og "seud"
- **VARS.** "varenr" og "vaerdi"

- **EU-kommisionen:** “verified emissions”.

Derudover kobles lønmodtagerne til de enkelte virksomheder ved at merge virksomhedernes CVR-numre med variabelen “ajo_cvr_nr_fra_prod_job” i BFL. Dette giver 310.334 unikke personer. Til hver af disse personer kobles følgende variable:

- **BFL.** “pnr”, “ajo_bredt_loenbeloeb” og “ajo_loentimer”
- **UDDA.** “hf_audd”
- **BEF.** “kom”, “alder”, “koen”, “ie_type” og “opr_land”.

Med udgangspunkt i branchespecifikke opgørelser af produktion, bruttoværditilvækst, aflønning af ansatte, energiforbrug mv., vurderes 2018 at være et repræsentativt år for industrien (se f.eks. NAP36 og ENEBR i DST’s statistikbank). På virksomhedsniveau er variationen typisk større, og det er mindre oplagt i hvilken grad et givet år er repræsentativt for den enkelte virksomhed. En måde at udglatte den årlige variation på, er at bruge gennemsnit over flere år. Der er dog ikke gjort brug af denne metode, da ENERGI kun offentliggøres hvert andet år, hvorfor den tidsmæssige diskrepans vurderes at være for stor.

1.2 Opgørelse af drivhusgasudledninger

I nærværende delafsnit følger en stepvis gennemgang af, hvordan udledningen af drivhusgasser er opgjort på virksomhedsniveau. Opgørelsen af drivhusgasudledninger tager udgangspunkt i virksomhedernes energiforbrug fra 16 forskellige brændselstyper (naturgas, kul, affald mv.) Virksomhedernes energiforbrug omregnes til CO₂-udledning ved brug af Energistyrelsens standard emissionskoefficienter. Derudover følger en fordeling af de ikke-energi-relaterede emissioner (procesemissioner), lattergas, metan og F-gasser ved brug af emissionsregnskabet og verificerede udledningsdata fra EU’s emissionshandelssystem.

1.2.1 Step 1: opgørelse af CO₂-udledning fra brændsler

I ENERGI er der information om virksomhedernes energiforbrug, målt i gigajoule, for 16 forskellige brændsler. For hver af disse brændsler kobles der en emissionsfaktor, der angiver kilogram CO₂ pr. gigajoule energi (udledningen fra biomasse sættes til 0):

- **Naturgas.** Emissionsfaktoren sættes til 56,89 og er lig Energistyrelsens standard emissionsfaktor for “naturgas”
- **Motorbenzin.** Emissionsfaktoren sættes til 73 og er lig Energistyrelsens standard emissionsfaktor for “benzin”

- **LPG.** Emissionsfaktoren sættes til 63,1 og er lig Energistyrelsens standard emissionsfaktor for "LPG"
- **Gasdiesel.** Emissionsfaktoren sættes til 74,1 og er lig Energistyrelsens standard emissionsfaktor for "gasolie/gasdiesel"
- **Fuelolie.** Emissionsfaktoren sættes til 79,42 og er lig Energistyrelsens fælles standard emissionsfaktor for "fuelolie i k/v- og fv-værker" samt "fuelolie i øvrige" fra 2019, da faktoren fra før 2019 er forskellig for de to kategorier
- **Spildolie.** Emissionsfaktoren sættes til 73,3 og er lig Energistyrelsens standard emissionsfaktor for "spildolie"
- **Petrol.** Emissionsfaktoren sættes til 93 og er lig Energistyrelsens standard emissionsfaktor for "petrokoks"
- **Stenkul.** Emissionsfaktoren sættes til 94,6 og er lig Energistyrelsens standard emissionsfaktor for "kul"
- **Koks.** Emissionsfaktoren sættes til 107 og er lig Energistyrelsens standard emissionsfaktor for "koks"
- **Bygas.** Emissionsfaktoren sættes til 56,89 og er lig Energistyrelsens standard emissionsfaktor for "naturgas"
- **Affald.** Emissionsfaktoren sættes til ca. 74,75. Dette tal stammer fra et vægtet gennemsnit af Energistyrelsens standard emissionsfaktor for "affald" og DCE's emissionsfaktor for "MUNICIP. og INDUSTRI. WASTES" inkl. biomasse, hvor vægtene er andelen af henholdsvis "affald" og "affald_bionedbrydeligt" i emissionsregnskabet's opgørelse "CO2ubio". Denne beregning foretages, da affald kan indeholde biomasse, som ikke bliver frasorteret det resterende affald, hvorfor det ikke er 100 pct. bionedbrydeligt
- **Andetbrand.** Denne brændselskategori blev indført i 2018 og består af diverse restprodukter, som ikke naturligt indgår i de andre kategorier. I omregning til udledning behandles kategorien som affald, hvorfor emissionsfaktoren sættes til 74,75
- **Biogas, træaffald, træpiller og skovlis.** Disse brændselskategorier defineres som biomasse, hvorfor emissionsfaktoren sættes til nul.

Lad I være mængden af virksomheder. Lad B være mængden af forskellige brændsler fra ENERGI, b_i forbruget af gigajoule fra brændsel $b \in B$ for virksomhed $i \in I$ og e_b

emissionsfaktoren for brændsel b målt i ton CO₂ pr. gigajoule. For virksomhed i opgøres udledningen af CO₂ i ton fra brændsler som

$$\sum_{b \in B} b_i * e_b$$

1.2.2 Step 2: opgørelse af lattergas, metan og F-gasser

Emissionsregnskabet fra DST indeholder opgørelser af lattergas, metan og F-gasser, målt i CO₂-ækvivalenter.¹ Disse opgørelser er fordelt på hver af de 35 brancher i industrien samt 50 forskellige kilder til udledning, heriblandt ikke-energirelateret udledninger og tre forskellige typer af F-gasser. Udledning af lattergas og metan, relateret til de 16 brændsler i ENERGI, fordeles ud på de enkelte virksomheder vha. deres branchespecifikke andele af energiforbruget indenfor hvert brændsel.

Lad I_i være mængden af virksomheder, der tilhører samme branche som virksomhed i . Lad L_{b_i} og M_{b_i} være mængden af henholdsvis lattergas og metan, målt i ton CO₂-ækvivalenter, der relateres til brændsel b i den branche virksomhed i tilhører. For virksomhed i opgøres udledningen af lattergas og metan fra brændsler, målt i ton CO₂-ækvivalenter, som

$$\sum_{b \in B} \left(\frac{b_i}{\sum_{i' \in I_i} b_{i'}} \right) * (L_{b_i} + M_{b_i})$$

Udledning af lattergas og metan fra ikke-energirelateret udledninger fordeles ud på de enkelte virksomheder vha. deres branchespecifikke andele af det samlede energiforbrug for alle 16 brændsler i ENERGI. Samme fremgangsmåde anvendes for F-gasser. Lad L_{IE_i} og M_{IE_i} være udledningen af henholdsvis lattergas og metan, målt i ton CO₂-ækvivalenter, fra ikke-energirelateret udledninger i den branche virksomhed i tilhører. Lad F_i være udledningen af F-gasser, målt i ton CO₂-ækvivalenter, fra den branche virksomhed i tilhører. For virksomhed i opgøres udledningen af lattergas og metan fra ikke-energirelateret udledninger, samt udledninger fra F-gasser, målt i ton CO₂-ækvivalenter, som

$$\left(\frac{\sum_{b \in B} b_i}{\sum_{i' \in I_i} \sum_{b \in B} b_{i'}} \right) * (L_{IE_i} + M_{IE_i} + F_i)$$

Der gøres opmærksom på, at sammenhængen mellem navne på brændsler i ENERGI og emissionsregnskabet er én til én. Det skyldes blandt andet, at nogle brændsler fra emissionsregnskabet kan være lagt sammen i ENERGI. Nedenfor følger en kort gennemgang af den anvendte sammenhæng mellem ENERGI og emissionsregnskabet:

- LPG i ENERGI er lig LPG og Raffinaderigas i emissionsregnskabet

¹ Den anvendte mængden af CO₂e, som ikke er CO₂, nedskaleres med andelen af de 1873 virksomheders andel af CO₂-udledningerne i emissionsregnskabet (ca. 87 pct.)

- Motorbenzin i ENERGI er lig Motorbenzin i emissionsregnskabet
- Gasdiesel i ENERGI er lig Diesel og Fyringsgasolie i emissionsregnskabet
- Fuelolie i ENERGI er lig Fuelolie i emissionsregnskabet
- Spildolie i ENERGI er lig Spildolie i emissionsregnskabet
- Affald i ENERGI er lig Affald og Affald_bionedbrydeligt i emissionsregnskabet
- Petrol i ENERGI er lig Petroleumskoks i emissionsregnskabet
- Naturgas i ENERGI er lig Naturgas 2 i emissionsregnskabet
- Stenkul i ENERGI er lig kul i emissionsregnskabet
- Koks i ENERGI er lig Koks i emissionsregnskabet
- Skovflis i ENERGI er lig Skovflis i emissionsregnskabet
- Træpiller i ENERGI er lig Træpiller i emissionsregnskabet
- Træaffald i ENERGI er lig Træaffald i emissionsregnskabet
- Biogas i ENERGI er lig Biogas i emissionsregnskabet
- Bygas ENERGI er lig Bygas i emissionsregnskabet
- Andetbrand i ENERGI indgår ikke i emissionsregnskabet og sættes til 0.

1.2.3 Step 3: opgørelse af CO₂ fra ikke-energirelateret udledning

Udledning af CO₂ fra ikke-energirelateret udledning fordeles i to steps:

- For de virksomheder, hvor de verificerede CO₂-udledninger fra EU-kommissionen er mindre end den totale opgjorte udledning af CO₂ fra delafsnit 1.2.1, sættes den ikke-energirelateret udledning lig differencen. For hver af de tilhørende brancher fratrækkes disse ikke-energirelateret udledninger af CO₂ fra de ikke-energirelateret udledninger af CO₂ i emissionsregnskabet. Lad C_{IE_i} være den resterende CO₂-udledning fra ikke-energirelateret udledning i den branche virksomhed i tilhører.
- For de virksomheder, hvor de verificerede CO₂-udledninger fra EU-kommissionen er større end den totale opgjorte udledning af CO₂ fra delafsnit

1.2.1, fordeles C_{IE_i} ud på de enkelte virksomheder vha. deres branchespecifikke andele af det samlede energiforbrug for alle 16 brændsler i ENERGI.² Blandt disse virksomheder opgøres udledningen af CO₂ fra ikke-energirelateret udledninger for virksomhed i som

$$\left(\frac{\sum_{b \in B} b_i}{\sum_{i' \in I_i} \sum_{b \in B} b_{i'}} \right) * C_{IE_i}$$

1.3 Opgørelse af køb af energi i kr.

I ENERGI fremgår virksomhedernes kroneforbrug for de forskellige energikilder i 2018. Af flere årsager vurderes disse variable dog at være utilregnelige. Virksomhedernes køb af energi opgøres i stedet ved brug af de branche- og energikildespecifikke priser pr. gigajoule i DST's energiregnskab.

For energikilderne Affald, Traeaffald, Spildolie og Andetbrand findes der ikke en fælles markedspris. For hver af disse energikilder opgøres kroneforbruget derfor som følger:

- Har en virksomhed et positivt energi- og kroneforbrug, bruges det opgjorte kroneforbrug i ENERGI
- Har en virksomhed et energiforbrug lig nul, sættes kroneforbruget til nul
- Har en virksomhed et positivt energiforbrug, men et kroneforbrug på nul, beregnes kroneforbruget ud fra den gennemsnitlige pris pr. gigajoule for de virksomheder, der har et positivt kroneforbrug af energikilden i ENERGI.

2 Databeskrivelse og opgørelse af udledninger for landbruget

I det følgende beskrives de anvendte datakilder til beregningerne af landbrugets udledninger af drivhusgasserne CO₂, CH₄ (metan) og N₂O (lattergas) og samt grundlaget for beskæftigelsesberegningerne.

I det første afsnit redegøres for datakilderne og for hvordan landbruget opdeles i såkaldte bedriftstyper. I det andet afsnit vises grundlaget for beregningerne af udledninger på bedriftstypeniveau. I det tredje afsnit redegøres for hvorledes beskæftigelsen opgøres i landbruget, herunder hvilke datakilder der er anvendt.

² I træindustrien giver denne fremgangsmåde en negativ mængde for ikke-energirelateret CO₂-udledninger. For at komme uden om denne problemstilling fordeles branchens samlede ikke-energirelateret CO₂-udledninger vha. de branchespecifikke andele af det samlede energiforbrug for alle 16 brændsler i ENERGI. Derefter tildeles virksomheden, der er med i EU's emissionshandelssystem, ekstra CO₂-udledning fra affald, svarende til differencen mellem de verificerede udledninger fra EU-kommissionen og summen af den totale opgjorte udledning af CO₂ fra delafsnit 2.2.1 og den ikke-energirelateret udledning af CO₂, der blev fordelt vha. energiforbruget.

2.1 Datagrundlag og bedriftstyper

Der er leveret mikrodata til projektet fra Danmarks Statistik under forskerordningen. Der er leveret tre grundlæggende datasæt. Det ene datasæt udgøres af alle heltidsbedrifter i Regnskabsstatistik for jordbrug i 2020 inden for landbruget. Regnskabsstatistikken er baseret på en repræsentativ stikprøve på 1.270 heltidslandbrug, hvoraf 1.231 indgår i beregningerne. Der er set bort fra 39 landbrugsbedrifter med hovedaktivitet indenfor pelsdyr, får og geder og andet fjerkræ, da både antallet af bedrifter indenfor hver af disse bedriftsformer og udledningerne er meget små.

Det anden datasæt udgøres af alle heltidsbedrifter i Landbrugs- og gartneritællingen 2020, som var en totaltælling, dvs. at alle bedrifter over en vis minimumsstørrelse indgår i statistikken. De relevante heltidsbrug er identificeret i tællingen og grupperet i bedriftstyper af DST, i alt medtages der 7.792 heltidslandbrug i nærværende analyse ud af i alt 8.478 heltidsbrug. Mankoen består af de ovennævnte fravalg af bestemte bedriftsformer.

Det tredje datasæt består af oplysninger om de personer, der er beskæftiget som lønmodtagere i alle heltidsbedrifter. Dette datasæt inkluderer også demografiske oplysninger og oplysninger om uddannelse. Det samlede tredje datasæt består af udtræk fra BFL (beskæftigelse for lønmodtagere), fra BEF (befolkningsstatistikken) og fra UDDA (uddannelsesstatistikken), alle registre er fra Danmarks Statistik. De tre datasæt knyttes sammen ved hjælp af nøglerne arbejdsstedsnummer (ARB_NR) og CVR-nummer (CVR_NR). Variablene der indgår i datasættene, er vist i bilag 1.

Med udgangspunkt i landbrugsspecifikke opgørelser af produktion, bruttoværditilvækst, og energiforbrug, vurderes 2020 at være et repræsentativt år for landbrug (se f.eks. LBFPRIS1, JORD9 og LBF11 i DST's statistikbank). På bedriftsniveau er variationen typisk større, og det er mindre oplagt i hvilken grad et givet år er repræsentativt for den enkelte bedrift. En måde at udglatte den årlige variation på, er at bruge gennemsnit over flere år. Der er dog ikke gjort brug af denne metode, da der kun foretages totaltælling af landbrugsbedrifter og gartnerier hvert 10. år.

Oplysninger fra Regnskabsstatistikken for Jordbrug for 2020 er anvendt som input i beregningerne af udledningerne. Regnskabsstatistikken er desuden et af de centrale datasæt i modelberegningerne i kapitlets afsnit 3. DCE (Nationalt Center for Miljø og Energi) har bidraget med oplysninger om emissionsfaktorer, som anvendes når landbrugets samlede udledninger opgøres og rapporteres til FN. Emissionsfaktorerne er fra 2019-opgørelsen. Emissionsfaktorerne kan ikke anvendes direkte på den enkelte bedrift, da usikkerheden kan blive for stor. Emissionsfaktorerne er anvendt på bedriftstypeniveau, hvor data er aggregeret fra bedriftsniveau, da dette reducerer usikkerheden. Denne fremgangsmåde er fastlagt i dialog med DCE.

Fra Landbrugs- og Gartneritællingen er der anvendt oplysninger om heltidslandbrugenes staldsystemer, som har betydning for beregningen af udledningerne fra

gødningshåndteringen. Desuden er oplysninger fra tællingen om de enkelte heltidsbedrifter anvendt til at fordele de beregnede udledninger for de enkelte bedriftstyper ud på bedrifter indenfor bedriftstypen, så udledninger kan vises på kommuneniveau.

Der er defineret 54 bedriftstyper baseret på heltidslandbrug, som er repræsentative for landbrugets udledninger og økonomi i forhold til aktivitetsformer i landbruget, f.eks. malkekvæg og svin, i forhold til om driften er konventionel eller økologisk og i forhold til geografien, dvs. region og landsdele. Opdelingen i bedriftstyper følger opdelingen i regnskabsstatistikken, jf. tabel 1.

Tabel 1. Inddeling af heltidsbedrifter i landbruget i bedriftstyper.

Bedriftsformer:	Områder:
Planteproduktion	Sjælland og Bornholm
Malkekvæg	Fyn
Andet kvæg	Sydjylland
Søer med smågrise	Vestjylland
Søer med integreret produktion	Østjylland
slagtesvin,	Nordjylland
Fjerkræ	

Bedriftsformerne planteproduktion og malkekvæg kan yderligere opdeles i konventionel og økologisk drift. Det er ikke muligt at opdele de øvrige bedriftsformer i henholdsvis konventionel og økologi på grund af for få observationer.

Vi har valgt at se bort fra deltidsbedrifterne af flere årsager. For det første er deres andel af den samlede omsætning jf. regnskabsstatistikken kun på 7,2%. For det andet er deltidsbrugene små, da de samlede arbejdstimer pr. definition er mindre end et årsværk og fordi kun 9.355 deltidsbedrifter ud af i alt 22.600 deltidsbedrifter har en omsætning på over 25.000 Euro. For det tredje, så er det langt fra sikkert at deltidslandmanden vil reagere på en drivhusafgift som foreskrevet af økonomisk teori. For det fjerde, så er de samlede udledninger fra deltidsbrugene langt mindre end for heltidsbrugene, da den dominerende bedriftsform er planteproduktion efterfulgt af andet kvæg, dvs. der er få malkekvægs og svinebedrifter blandt deltidsbrugene. For det femte, har opgaven været at få etableret et udledningsregnskab for de vigtigste udledere i landbruget og som var dækkende for bedriftsformer og geografi. Endeligt, i regnskabsstatistikken indgår desuden kun en stikprøve på 151 deltidsbrug, som i givet fald skulle være repræsentativ for de 22.600 deltidsbedrifter, der er med i totaltællingen.

2.2 Opgørelse af drivhusgasudledninger

Der tages i beregningen udgangspunkt i fem af de seks emissionskilder, som er knyttet til landbrugsproduktionen. I afrapporteringen af de nationale emissionsopgørelser til FN hører de fire første kilder til under Landbrug og den sidstnævnte kilde hører under

sektoren Energi. Udledninger under LULUCF (ændring i arealanvendelse), som vedrører landbruget, er ikke medtaget i opgørelsen.

Kilder til udledninger:

1. CH₄ fra dyrenes fordøjelse
2. CH₄ og N₂O fra gylle- og gødningshåndtering
3. N₂O fra omsætning af kvælstof i landbrugsjorden
4. CO₂ fra kalkning og
5. CO₂ fra fossile brændsler

Dyresammensætningen er den centrale parameter for den første kilde, da konvertering af foderindtag til metan afhænger af dyrearten/typen. For den anden kilde gælder det at sammensætningen af dyrestanden og stalddtype er centrale parameter for udledningerne. Stalddypen er afgørende for hvordan gødningen håndteres (fast/flydende og opholdstid i stal). For kilde 3 – lattergas fra omsætning af kvælstof – er tilførslen af kvælstof afgørende. Hertil kommer der også delelementer som afgrøderester. Kilde 4 – CO₂ fra kalkning – opstår når CO₂ i kalken frigives. Kilde 5 er relateret til energiforbruget.

2.2.1 CH₄ fra dyrenes fordøjelse

Udledningen af metan fra fordøjelsen pr. dyr afhænger af dyregruppe (art og størrelse/alders) og foderindtag og beregnes med nedenstående formel, som angiver kg metan pr. år pr. dyr af dyregruppe d:

$$Metan_d^{fordøjelse} = GE_d * 365 * Ym_d / 55,65 \quad (1)$$

Hvor

GE_d = bruttoenergiindtag pr. dag (MJ/dag) for dyregruppe d

Ym_d = Metankonverteringsfaktor (fra bruttoenergi konverteret til metan i pct.)

55,65 = Brændværdi af 1 kg CH₄ omregnet til MJ (MJ/CH₄)

Dette udtryk giver sammen med antallet af forskellige dyregruppe de samlede udledninger af metan fra fordøjelsen:

$$Metan^{fordøjelse} = \sum_d Metan_d^{fordøjelse} * AD_d \quad (2)$$

Hvor AD_d er antal dyr af dyregruppe d.

Fra DCE er der oplysninger om parameteren $Metan_d^{fordøjelse}$. Fra regnskabsstatistikken (DST) er der oplysninger om antal dyr af de enkelte dyregrupper på bedriftstypeniveau. Opdelingerne i dyregrupper i regnskabsstatistikken og i udledningsopgørelserne er dog

ikke helt ens. Dette er håndteret ved at udarbejde vægtede gennemsnit der, hvor det var nødvendigt. Emissionsfaktorerne fremgår af tabel 2.

For malkekvæg er udledningerne af metan beregnet baseret på mælkeydelsen, som afhænger af bruttoenergiindtaget fra foderet. For hver bedriftstype er der oplysninger om den gennemsnitlige mælkeydelse (*MY*) pr. malkeko pr. år, som anvendes til at beregne udledningerne fra malkekøer:

$$Metan_{malkekøer}^{fordøjelse} = EFM_{malkekøer}^{fordøjelse} * MY \quad (1a)$$

Hvor $EFM_{malkekøer}^{fordøjelse}$ er sammenhængen mellem mælkeydelsen og CH₄ udledningerne (gram CH₄ / kg Mælk). Metan udledningerne fra malkekøer pr. bedrift findes ved at gange udtrykket i (1a) med antal malkekøer, jf. ligning (2).

Tabel 2. Emissionsfaktorer. Dyrenes fordøjelse.

Dyr (d)	$Metan_d^{fordøjelse}$
Malkekøer	15,58 kg CH ₄ pr kg mælk
Tyre	9,28 kg CH ₄ pr dyr
Opdræt/kvier	77,87 kg CH ₄ pr dyr
Ammekøer	67,90 kg CH ₄ pr dyr
Høner	1,06 kg CH ₄ pr dyr
Slagtekyllinger	0,01 kg CH ₄ pr dyr
Årssøer	2,79 kg CH ₄ pr dyr
Smågrise	0,08 kg CH ₄ pr dyr
Slagtesvin	0,42 kg CH ₄ pr dyr

2.2.2 CH₄ og N₂O fra gylle- og gødningshåndtering

Udledningerne af metan fra håndteringen af gødningen afhænger af mængden af gødning, anvendelse af strøelse, opholdstid i stald og lager, temperatur mv. Disse faktorer indgår i emissionsfaktorerne, som afhænger af dyregruppe og staldsystem. For malkekøer og årssøer anvendes oplysninger om staldsystemer fra totaltællingen i beregningen af metan og lattergasudledningerne fra gylle- og gødningshåndteringen:

$$Metan^{gødning} = \sum_{d,ss} metan_{d,ss}^{gødning} * fd_{d,ss} * AD_d \quad (3)$$

Hvor

$fd_{d,ss}$ = fordeling af staldsystem for dyregruppe d

$metan_{d,ss}^{gødning}$ = emissionsfaktor (kg metan pr. år pr. dyr for dyregruppe d i staldsystem ss).

Udledningerne af lattergas fra gødningshåndtering afhænger af hvor meget kvælstof (N) gødningen indeholder og af en række faktorer i håndteringen, herunder staldsystemer. Herfra kan udledningerne af N₂O beregnes baseret på emissionsfaktor for hver dyregruppe i givne staldsystemer:

$$Lattergas^{gødning} = \sum_{d,ss} lattergas_{d,ss}^{gødning} * f_{d,ss} * AD_d \quad (4)$$

Hvor

$lattergas_{d,ss}^{gødning}$ = emissionsfaktoren (kg N₂O pr. dyr pr. år).

Metan og lattergas fra gylle og gødningshåndtering for malkekøer og årssøer opdeles på henholdsvis 9 og 11 stalddtypesystemer, se tabel 3 og 4. DCE benytter flere stalddtypesystemer end DST, derfor er nogle af koefficienterne gennemsnit af flere stalddtypesystemer. For malkekøer er der beregnet gennemsnit på tværs af st. race og jersey.

Tabel 3. Emissionsfaktorer. Malkekøer. Gylle- og gødningshåndtering.

Staldtype (ss)	$Metan_{malkekøer,ss}^{gødning}$	$Lattergas_{malkekøer,ss}^{gødning}$
Bindestald med grebning, staldgødning og ajle	13,64 kg CH ₄ pr. dyr	1,44 kg N ₂ O pr. dyr
Bindestald med riste, gylle	49,20 kg CH ₄ pr. dyr	1,45 kg N ₂ O pr. dyr
Sengestald med fast gulv med skraber uden dræn, gylle	43,95 kg CH ₄ pr. dyr	1,43 kg N ₂ O pr. dyr
Sengestald med fast gulv, gylle	43,95 kg CH ₄ pr. dyr	1,43 kg N ₂ O pr. dyr
Sengestald med spalter (kanal, line-spil), gylle	44,20 kg CH ₄ pr. dyr	1,43 kg N ₂ O pr. dyr
Sengestald med spalter (kanal, bagskyl eller ringkanal), gylle	44,43 kg CH ₄ pr. dyr	1,44 kg N ₂ O pr. dyr
Sengestald, fast drænet gulv med skraber og ajleafløb, gylle	44,10 kg CH ₄ pr. dyr	1,43 kg N ₂ O pr. dyr
Dybstrøelse	134,79 kg CH ₄ pr. dyr	2,60 kg N ₂ O pr. dyr
Andre stalddtyper	44,43 kg CH ₄ pr. dyr	1,44 kg N ₂ O pr. dyr

Tabel 4. Emissionsfaktorer. Årssøer. Gylle- og gødningshåndtering.

Staldtypesystem (ss)	<i>Metan</i> _{årssøer,ss} ^{gødning}	<i>Lattergas</i> _{årssøer,ss} ^{gødning}
Kassesti, delvis fast gulv	9,61 kg CH ₄ pr. dyr	0,22 kg N ₂ O pr. dyr
Kassesti, fuldspaltegulv	9,61 kg CH ₄ pr. dyr	0,22 kg N ₂ O pr. dyr
Løsgående diegivende, delvis fast gulv	9,61 kg CH ₄ pr. dyr	0,22 kg N ₂ O pr. dyr
Løsgående diegivende, fuldspaltegulv	9,61 kg CH ₄ pr. dyr	0,22 kg N ₂ O pr. dyr
Løsgående, delvis spaltegulv	12,02 kg CH ₄ pr. dyr	0,22 kg N ₂ O pr. dyr
Boksopstaldning, løbestald, fuldspaltegulv	9,64 kg CH ₄ pr. dyr	0,22 kg N ₂ O pr. dyr
Boksopstaldning, løbestald, delvis spaltegulv	9,64 kg CH ₄ pr. dyr	0,22 kg N ₂ O pr. dyr
Boksopstaldning, løbestald, fast gulv	6,71 kg CH ₄ pr. dyr	0,24 kg N ₂ O pr. dyr
Løsgående, dybstrøelse	34,48 kg CH ₄ pr. dyr	0,98 kg N ₂ O pr. dyr
Friland med hytter	0,24 kg CH ₄ pr. dyr	0,00 kg N ₂ O pr. dyr
Anden staldtype	9,64 kg CH ₄ pr. dyr	0,22 kg N ₂ O pr. dyr

For de resterende dyretyper opdeles der ikke på staldtyper. I stedet benyttes et vægtet gennemsnit på tværs af staldtyper. Dette skyldes at der ikke er overensstemmelse mellem definitioner og opdeling af staldtyper benyttet af DCE og DST. Emissionsfaktorerne for de øvrige dyretyper fremgår af tabel 5.

Tabel 5. Emissionsfaktorer. Øvrige dyretyper. Gylle- og gødningshåndtering.

Dyr (d)	Metan _d ^{gødning}	Lattergas _d ^{gødning}
Tyre	10,75 kg CH ₄ pr. dyr	0,29 kg N ₂ O pr. dyr
Opdræt/kvier	11,48 kg CH ₄ pr. dyr	0,40 kg N ₂ O pr. dyr
Ammekøer	22,14 kg CH ₄ pr. dyr	0,45 kg N ₂ O pr. dyr
Smågrise	0,21 kg CH ₄ pr. dyr	0,01 kg N ₂ O pr. dyr
Slagtesvin	1,57 kg CH ₄ pr. dyr	0,04 kg N ₂ O pr. dyr
Høner	4,43 kg CH ₄ pr. dyr	0,30 kg N ₂ O pr. dyr
Slagtekyllinger	2,49 kg CH ₄ pr. dyr	0,16 kg N ₂ O pr. dyr

2.2.3 N₂O fra omsætning af kvælstof i landbrugsjorden

Fra denne hovedkilde er der i opgørelsen medtaget en række underkilder:

- 1) Kunstgødning/handelsgødning og organisk gødning
- 2) Afgrøde rester
- 3) Dyrkning af lavbundslande

Der er desuden to indirekte kilder til udledninger af lattergas fra jord:

- 4) Atmosfærisk aflejring
- 5) Udvaskning til vandmiljøet

1) Kunstgødning og organisk gødning

Disse udledninger er knyttet til N-indholdet i gødningen og dermed til forbruget af gødning. Forbruget af gødning kan ses i sammenhæng med gødningsplaner. Det antages at gødningsplanerne og dermed det samlede forbrug af gødning er bestemt af arealanvendelsen, dvs. af hvad der dyrkes i jorden. Når N-indholdet af gødningsforbruget er opgjort findes udledningerne ved at gange med emissionsfaktoren, jf. ligning (5):

$$Lattergas_{gødning}^{jord} = F_{gødning} * EF_1 * 44/28 \quad (5)$$

Hvor

F = kg N i gødning pr. år

EF_1 = emissionsfaktor, kg N₂O-N pr. kg N (0,01)

44/28 er omregning fra N₂O-N til N₂O

Gødningsbehovet (lig med forbruget) opgøres ud fra gødnings- og harmonireglerne, jf. Landbrugsstyrelsen (2020). Gødningsbehovet er angivet for hver afgrøde (h) og jordbundstype (JB). Vi har oplysninger om arealanvendelse ift. afgrøder og vi kender fordelingen af arealet på jordbundstype og vi kan derfor ikke "mappe" afgrødearealet med jordbundstypen en-til-en. Det antages derfor en gennemsnitlig fordeling af jordbundstype for hver afgrøde, som kan anvendes til at beregne gødningsbehovet for hver afgrøde, jf. ligning (6).

$$F_{g\ddot{o}dning} = \sum_{h,i} GB_{h,i} * areal_h * JB_i \quad (6)$$

Hvor

$GB_{h,i}$ = gødningsbehov i kg N pr. Ha for afgrøde h og jordbundstype i

$areal_h$ = areal (Ha) med afgrøde h

JB_i = andel af areal med jordbundstype i.

I regnskabsstatistikken er der oplysninger om jordens bonitet (lerjord, finsand, grovsand og andre jordtyper). De kan samordnes med jordbundstype-klassificeringen ved at antage følgende: grovsandet jord (JB 1 og 3), finsandet jord (JB 2 og 4), lerjord (JB 4-10) og andre jordtyper er JB11.

2) Afgrøderester

N₂O udledningerne fra afgrøderester afhænger primært af arealanvendelsen, høstudbyttet og høst af halm. Der er oplysninger om de to første variable på bedriftstypeniveau, mens oplysningerne om halm kun findes som et landsgennemsnit for hver afgrøde. Høst af Halm er dog af mindre betydning for udledningerne (mindre end 10 pct.).

Det er tørstofindholdet i afgrøderester, som bestemmer indholdet af N og dermed af N₂O. Beregningsteknisk opgøres tørstofindholdet og dermed også N-indholdet af både afgrøderesterne over og under jorden ved hjælp af høstudbyttet og parameterværdier fra DCE og herfra fratrækkes N-indholdet i bjerget halm. N-indholdet i afgrøderester pr. Ha beregnes ved hjælp af følgende formel:

$$AGR_h = HU_h * DRY_h * (RAG_h * NAG_h + RBG_h * NBG_h) - HB_h * NHB \quad (7)$$

Hvor

AGR_h = kg N i afgrøderester af afgrøde h pr. Ha

HU_h = høstudbytte pr. Ha af afgrøde h

DRY_h = tørstof-procent af afgrøde h

RAG_h = forholdet mellem tørstof i henh. rester over jorden og høstudbytte pr. Ha

RBG_h = forholdet mellem tørstof i henh. rester under jorden og høstudbytte pr. Ha

NAG_h = Kg N pr. kg tørstof i rester over jorden

NBG_h = kg N pr. kg tørstof i rester under jorden

HB_h = Kg bjerget halm pr. Ha

NHB = Kg N pr. kg bjerget halm

I tabel 6 vises de anvendte koefficienter AGR_h (kg N pr. Ha af de enkelte afgrøder).

Tabel 6. Kg N pr. Ha i afgrøderester.

Afgrøde	Kg N pr. Ha af afgrøde
Vårbyg	41,03 kg N pr. Ha
Vinterbyg	53,00 kg N pr. Ha
Hvede	69,86 kg N pr. Ha
Rug	38,85 kg N pr. Ha
Triticale	61,67 kg N pr. Ha
Havre	38,83 kg N pr. Ha
Majs til modenhed	61,67 kg N pr. Ha
Blandsæd	38,83 kg N pr. Ha
Ærter til modenhed	33,96 kg N pr. Ha
Hestebønner	33,96 kg N pr. Ha
Raps	41,13 kg N pr. Ha
Konservesærter	33,96 kg N pr. Ha
Spise- og læggekartofler	48,62 kg N pr. Ha
Proces- og pulverkartofler	48,62 kg N pr. Ha
Industrikartofler	48,62 kg N pr. Ha
Sukkerroer til fabrik	54,19 kg N pr. Ha
Andre olieplanter	41,13 kg N pr. Ha
Andre industriafgrøder	54,19 kg N pr. Ha
Græsfrø	100,24 kg N pr. Ha
Kløverfrø	100,24 kg N pr. Ha
Andet frø	100,24 kg N pr. Ha
Foderroer	54,19 kg N pr. Ha
Majs	95,79 kg N pr. Ha
Helsæd	49,28 kg N pr. Ha
Grøngødning	100,24 kg N pr. Ha
Sædskiftegræs	100,24 kg N pr. Ha
Vedvarende græs (over 5 år)	17,47 kg N pr. Ha
Juletræer	3,38 kg N pr. Ha
Flerårige energiafgrøder	3,38 kg N pr. Ha
Etårige energiafgrøder	3,38 kg N pr. Ha
Udyrkede arealer	3,38 kg N pr. Ha
Randzoner	3,38 kg N pr. Ha

Det samlede indhold af N fra afgrøderester er dermed N kg pr. Ha ganget med arealanvendelsen:

$$F_{afgrøderester} = \sum_h AGR_h * areal_h \quad (8)$$

Udledninger af N₂O fra afgrøderester bestemmes som før af:

$$Lattergas_{afgrøderester}^{jord} = F_{afgrøderester} * EF_1 * 44/28 \quad (9)$$

Hvor EF_1 = emissionsfaktor, kg N₂O-N pr. kg N (0,01)

3) Dyrkning af lavbundslande

Når man har en drænet organisk jord nedbrydes det organiske stof som har lidt kvælstof i sig fra de gamle planterester. Den N som frigives giver (lidt) N₂O-udledninger.

Vi har kun oplysninger på arealet af organiske jorde. Dette areal er ikke opdelt yderligere ift. koncentration af organisk materiale og i anvendelse (f.eks. fordelt på omdrift og permanent græs). Derfor anvender vi fordelingen på landsplan, se tabel 5.26 i DK NIR 2021 i Nielsen m.fl. (2021), hvor også emissionsfaktorerne fremgår. Den gennemsnitlige emissionsfaktor (kg N₂O pr. Ha) er beregnet til 11,60841 kg N₂O/Ha for de organiske jorde.

4) Atmosfærisk aflejring

Dette omfatter ammoniakfordampning fra husdyrgødning, handelsgødning, slam, afbrænding og voksende afgrøder. Fra DCE er der givet en gennemsnitlig emissionsfaktor på 0,2215 kg N₂O/Ha i 2019 for det dyrkede areal.

5) Udvaskning til vandmiljøet

Dette omfatter udvaskningen af N til vandmiljøet. Fra DCE er der opgivet en gennemsnitlig emissionsfaktor på 0,469 kg N₂O/Ha for det dyrkede areal.

2.2.4 CO₂ fra kalkning

I landbruget anvendes der kalk på jorden. Kalksten (CaCO₃) indeholder CO₂, som udledes i forbindelse med kalkningen. Emissionsfaktoren er 44%, dvs. for hver tons kalk der spredes på markerne øges udledningerne med 440 kg CO₂.

Der er oplysninger om udgifter til kalk i regnskaberne og herfra kan der beregnes landbrugets samlede udgifter til kalk. Vi kender landbrugets samlede kalkforbrug i tons fra udledningsopgørelsen og en gns. pris pr. tons kalk kan beregnes. Denne pris er anvendt til at finde forbruget af kalk i tons på bedriftstypeniveau.

2.2.5 CO₂ fra energiforbrug

Bedriftenes forbrug (i mængdeenheder) af forskellige energibrændsler er i regnskabsoplysningerne fra DST. Og ved hjælp af brændslernes emissionsfaktorer (fra DCE/Energistyrelsen) kan udledningerne af CO₂ beregnes.

2.2.6 Beregning af udledninger - opsamling

Tabel 7 opsamler ovenstående for hver udledningskilde og viser hvilke variable, vi anvender fra regnskabsoplysningerne (inkl. landbrugstællingen) og hvilke emissionsfaktorer og parametre, der anvendes fra DCE. I bilag 1 er vist variabelisten. I tabellen er der endvidere kommenteret på hvilken variation der opnås med beregningen.

Tabel 7. Sammenhængen mellem regnskabsoplysninger og udledninger

Kilde	Regnskabsoplysninger	Parameter fra DCE	Kommentar
CH ₄ fordøjelse	Antal dyr pr. dyregruppe	Kg CH ₄ pr. år pr. dyr 1)	Variation ift. dyrebestand af dyr og mælkeydelse
CH ₄ Gødning	Antal dyr pr. dyregruppe fordelt på staldtype	Kg CH ₄ pr. år pr. dyr for hver staldtype	Variation ift. dyrebestand og staldd typer
N ₂ O Gødning	Antal dyr pr. dyregruppe fordelt på staldtype	Kg N ₂ O pr. år pr. dyr for hver staldtype	Variation ift. dyrebestand og staldd typer
N ₂ O Jord			
- Gødning	Arealanvendelse og jordens bonitet	Emissionsfaktor N ₂ O-N	Beregnes ud fra normregnskabet for gødning
- Afgrøderester	Arealanvendelse og høstudbytte	Tørstof-pct. af afgrøderester og N-indhold i tørstof	Variation ift. arealanvendelse og høstudbytte
- Dyrkning af organiske jorde	Jordens bonitet og areal	Gns. emissionsfaktor	Variation ift. arealet af organiske jorde
- Atmosfærisk aflejring	Samlet dyrket areal	Gns. emissionsfaktor / Ha	Variation ift. det dyrkede areal
- Udvaskning	Samlet dyrket areal	Gns. emissionsfaktor / Ha	Variation ift. det dyrkede areal
CO ₂ Kalkning	Forbruget af kalk	Emissionsfaktor / kg kalk	Variation ift. forbrug af kalk
CO ₂ Energi	Forbruget af fossile brændsler	Emissionsfaktor	Variation ift. forbrug af fossile brændsler

Anm.: ¹⁾ For malkekøer er udledningerne beregnet vha. mælkeydelsen.

2.3 Opgørelse af beskæftigelsen

Beskæftigelsen i landbruget består af ansatte (lønmodtagere) og af ulønnet arbejdskraft, som typisk består af ejer / bestyrer og dennes familie. Oplysningerne om lønmodtagerne ansat i landbruget i 2020 haves fra DST og består ud over oplysninger om løn og ansættelsesperiode af socioøkonomiske oplysninger om alder, køn, bopæl, uddannelse og oprindelsesland, se bilag 1 for detaljer. Oplysningerne om de ulønnedes timeforbrug

kommer fra regnskabsstatistikken. Ejerens / bestyrelserens alder er også angivet i regnskaberne. Det samlede antal årsværk vises i tabel 8.

Tabel 8. Beskæftigelse i årsværk. Heltidsbedrifter i landbruget. 2020.

	Lønmodtagere	Ulønnet (ejer/bestyrelser)	I alt
Heltidsbedrifter	22.909	9.300	32.209

På grundlag af disse oplysninger er det muligt at beregne den samlede beskæftigelse for hver bedriftstype. Da der er oplysninger om antal årsværk af lønmodtagere for hver enkelt bedrift er det muligt at opdele lønmodtagerårsværkene på bedriftstyper og på kommuner ved hjælp af totaltællingen. Årsværk af ulønnede kan fordeles ud på bedrifter og kommuner på samme måde for udledningerne, jf. ovenfor.

Appendiks 1: Variabelliste

Fra Regnskabsstatistik for jordbrug 2020 leveres disse variable for heltidsbedrifter inden for Landbrug:

- CVR-nr. (Løbenummer)
- ARB-nr. (Løbenummer)
- Jordbrugsareal
- Arealbenyttelse
- Høstudbytte
- Husdyrbestand
- Arbejdsindsats
- Jordbrugsaktiver
- Bruttoudbytte
- Omsætning af dyr mv.
- Driftsomkostninger
- Energiforbrug
- Driftsresultat
- Generelle tilskud
- Andre erhverv, forpagtningsafgift og renter
- Investeringer
- Finansiering
- Aktiver
- Passiver
- Nominelle kapitalændringer på aktiver og fremmedkapital
- Egenkapitalforskydninger
- Nøgletalsberegninger
- Indkomst, forbrug og opsparing
- Diverse

Dette svarende til de oplysninger der indgår i de udvidede tabeller for jordbrug i statistikbanken.

Dertil klassifikationsvariable

- Standard Output
- Størrelsesgruppe
- Bedriftstype
- Landsdel
- Kommune
- ECO-kode

Fra Landbrugstællingen 2020 leveres disse variable for heltidsbedrifter inden for Landbrug:

- CVR-nr. (løbenummer)
- ARB-nr. (løbenummer)
- Bedriftstype
- Kommune
- Arealer med afgrøder
- Dyr
- Staldsystemer (kvæg, svin, fjerkræ)

Dertil klassifikationsvariable

- Standard Output
- Størrelsesgruppe
- Bedriftstype
- Landsdel
- Kommune
- ECO-kode

For personer som er beskæftiget i bedrifter i Landbrugstællingen 2020 leveres disse variable:

Fra BFL:

- Løbenummer for CVRNR ([AJO CVR NR FRA PROD JOB](#))
- Løbenummer for arbejdssted ([AJO ARBNR SENR](#))
- Løntimer ([AJO LOENTIMER](#))
- Fuldtidsbeskæftigelse i 2020. (BFL) ([AJO FULDTID BESKAEFTIGET](#))
- Udbetalt løn i 2020 (BFL) ([AJO SMALT LOENBELOEB](#)
[AJO BREDT LOENBELOEB](#))

Fra Befolkningsstatistikken pr. 1. juli 2020:

- Bopælskommune pr. 1. juli 2020 (KOM)
- Alder pr. 1. juli 2020 (ALDER)
- Køn (KOEN)
- Oprindelsesland (OPR_LAND)
- Indvandrere, Efterkommere, Dansk oprindelse (IE_TYPE)

Fra Uddannelsesstatistikken pr. 1. juli 2020:

- Højeste fuldførte uddannelse pr. (HF_AUDD)

3 Modelberegning af beskæftigelseeffekter

I rapportens afsnit II.3 præsenteres beregninger af ændringen i beskæftigelsen i 2030 som følge af en ensartet drivhusgasbeskatning for hver virksomhed i industrien samt for hver bedriftstype i landbruget (tilsammen "virksomheder" i det følgende). Beregningerne benyttes til at identificere de virksomheder, hvor beskæftigelsen forventes at falde som følge af en ensartet drivhusgasbeskatning. Dette giver mulighed for at karakterisere de beskæftigede, der i dag besidder disse "udsatte job" i henholdsvis industrien og landbruget, baseret på registerbaserede oplysninger om de beskæftigedes bopæl, alder, m.m.

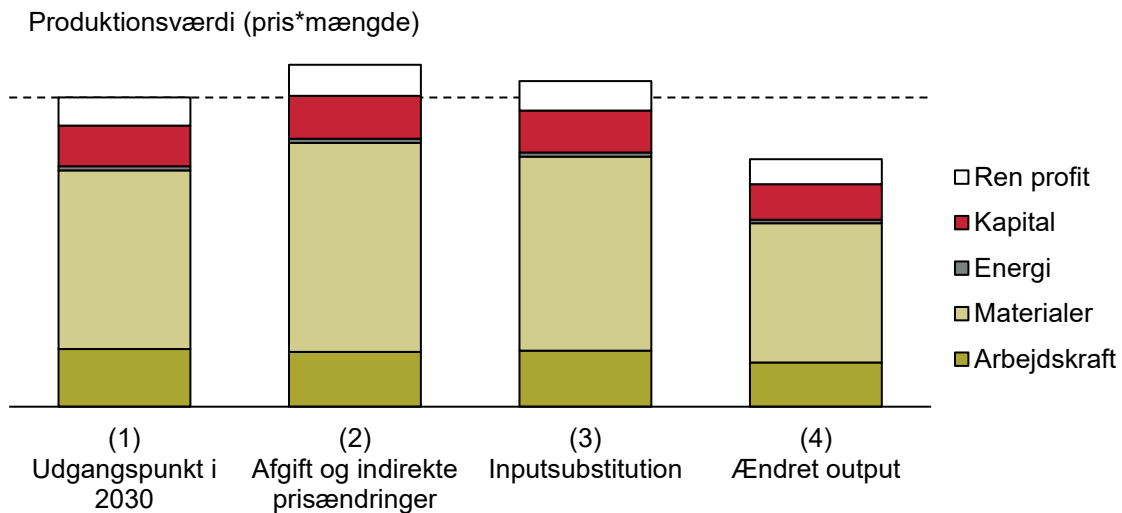
I beregningerne kombineres oplysninger på virksomhedsniveau med makroøkonomiske antagelser fra den generelle ligevægtsmodel i De Økonomiske Råds formandskab (2021). Metoden giver i vid udstrækning mulighed for at udnytte oplysninger om heterogeniteten mellem virksomhederne. Specifikt er drivhusgasudledningerne, eksportandelen og *andelsparametrene* i produktionsfunktionen (jf. uddybningen senere i notatet) virksomhedsspecifikke. Disse forhold er hver især afgørende for effekterne på virksomhedens beskæftigelse ved en drivhusgasbeskatning. Ved at benytte virksomhedsspecifikke andelsparametre, bliver hver virksomhed ramt forskelligt af prisændringerne i økonomien, og hver virksomhed reducerer udledningerne i forskelligt omfang.

Beregningerne beskrives uden ligninger over de næste seks sider. Efterfølgende beskrives beregningerne med ligninger over to sider.

3.1 Ikke-teknisk gennemgang af beregningerne

Beregningerne kan forklares i fire forskellige skridt. I første skridt opdeles virksomhedernes omkostninger i forskellige kategorier, der afspejler forskellige inputs i produktionen, og disse inputs fremskrives til 2030. Fra skridt (1) til (2) ændres priserne på disse inputs som følge af den ensartede drivhusgasbeskatning. I figur 1 vises et eksempel, hvor energi og materialer bliver dyrere. I skridt (3) sænker virksomhederne enhedsomkostningerne ved at tilpasse sin inputsammensætning til de nye priser, dvs. via inputsubstitution. De ændrede enhedsomkostninger medfører en ændring i produktionen og beskæftigelsen i den nye ligevægt i skridt (4).

Figur 1. Illustration af beregningerne på virksomhedsniveau



Anm.: Summen af inputfaktorerne og ren profit svarer til produktionsværdien. Søjle (1) er baseret på et gennemsnit for industrien i 2030. Inputfordelingen kan se meget anderledes ud for de enkelte virksomheder.

(1) Udgangspunkt i 2030

I første skridt opdeles hver virksomheds udgifter i 19 forskellige kategorier, der svarer til de forskellige inputfaktorer i virksomhedernes produktionsfunktion i den generelle ligevægtsmodel i De Økonomiske Råds formandskab (2021):

- én type arbejdskraft
- ét samlet materialeaggregat
- 6 forskellige typer af kapital: "Bygninger mm (sort)", "bygninger mm (grønt)", "elbaserede maskiner", "brændselsbaserede maskiner", "elbaserede transportmidler" og "brændselsbaserede transportmidler"
- 11 forskellige typer energigoder: "El til transport", "el til maskiner", "benzin/diesel", "olieprodukter", "bioolie", "fjernvarme", "naturgas", "biogas", "kul", "affald" samt "halm og træ"³

I den generelle ligevægtsmodel er materialeaggregatet opsplittet i køb fra de forskellige brancher samt i køb fra hhv. Danmark og udlandet. I de indeværende beregninger anvendes blot ét samlet materialeaggregat. Det svarer til en antagelse om, at hver virksomheds materialekøb fordeler sig mellem enkelte brancher svarende til branchegennemsnittet. Denne antagelse mindsker alt andet lige heterogeniteten mellem virksomhederne.

³ Landbruget antages kun at benytte energigoderne "el til transport", "el til maskiner" og "olieprodukter".

Udgifterne til "arbejdskraft", "materialer" og de forskellige energigoder baserer sig på regnskabsoplysningerne for de enkelte virksomheder. Fordelingen mellem el til transport og el til maskiner er dog baseret på branchegennemsnit.

Kapitalomkostningerne, der inkluderer et standardafkast til virksomhedens ejere, må derimod beregnes. Kapitalomkostningerne beregnes som virksomhedernes aktiver ganget med et udtryk for kapitalens *user cost* i steady state fra REFORM-modellen, jf. Stephensen m.fl. (2019). REFORM-modellen dannede udgangspunkt for beregningerne i De Økonomiske Råds formandskab (2021). I fravær af selskabsskat dækker *user cost* over rente plus afskrivningsrate, men udtrykket kompliceres af reglerne for selskabsskat, der bl.a. betyder, at en højere gældsandel sænker kapitalomkostningerne. I beregningen af virksomhedernes *user cost* benyttes virksomhedsspecifikke oplysninger om gældsandelen, men branchespecifikke afskrivningsrater, branchespecifikke antagelser om fordelingen af det samlede kapitalapparat mellem de forskellige kapitaltyper samt globale antagelser om vækstrate (1,25 pct.), realrente (3 pct.), inflation (2 pct.), skattetekniske afskrivningsrater (25 pct. og 3,37 pct. for hhv. maskiner og bygninger mm.) og selskabsskattesats (22 pct.).⁴

En ulempe ved at benytte virksomhedernes aktiver som grundlag for beregningen af kapitalomkostningerne i stedet for de faktiske renteudgifter og afskrivninger er, at heterogeniteten i virksomhedernes *user cost* ikke medregnes. Denne heterogenitet kan skyldes forskelle i sammensætningen af aktiver med forskellige løbetider samt forskelle i risikoen og afkastkravet for virksomhederne.

Forskellen mellem produktionsværdien og de beregnede omkostninger tolkes som ren profit. Den rene profit antages at opstå, fordi virksomhederne sætter priserne med en konstant markup over enhedsomkostningerne.⁵ Da beskæftigelsesændringerne alene afhænger af de relative ændringer i enhedsomkostningerne og priserne i beregningerne, har profitten og markup'erne ingen særskilt betydning for beregningerne. En fordel herved er, at beregningerne er robuste overfor den betydelige variation i virksomhedernes indtjening, der kan være fra år til år. Virksomhedernes udgifter, som danner grundlag for beregningerne, er mere stabile over tid.

Virksomhedernes energirelaterede udledninger knyttes til hver af de pågældende energigoder i modellen. De ikke-energirelaterede udledninger, herunder metan og

⁴ I landbruget nedskaleres aktiver og gæld med en faktor 0,255 på tværs af alle bedriftstyper for at få et K/L-forhold, der er sammenlignelig med beregningerne i De Økonomiske Råds formandskab (2021). Behovet for denne nedskalering skyldes en forskel mellem opgørelsen af aktiver på virksomhedsniveau og nettobeholdningen af faste aktiver i nationalregnskabet.

⁵ Denne antagelse om imperfekt konkurrence er på linje med en generelle ligevægtsmodel. En alternativ fortolkning af den beregnede rene profit er, at profitten afspejler en jordrente. Denne fortolkning ville være forenelig med en fortolkning af jord som en fast naturressource. I dette tilfælde vil en drivhusgasafgift ikke føre til højere priser og mindsket produktion men blot til mindsket profit, så længe jordrenten fortsat er positiv. Dermed mindskes beskæftigelsesfaldet for bedrifter med god økonomi. En følsomhedsanalyse i De Økonomiske Råds formandskab (2021) indikerer, at beskæftigelsen i landbruget reduceres med blot 8 pct., i stedet for 25 pct., hvis produktionen i det vegetabiliske landbrug er helt uændret. I beregningerne til indeværende rapport antages jord dog at være en kapitaltype, der kan skaleres på lige fod med f.eks. bygninger.

lattergas i landbruget, knyttes til den udledende del af kapitaltypen bygninger mm., som foruden bygninger dækker over jord og besætning. Denne kapitaltype opdeles i en sort og grøn type, som er ens bortset fra, at det kun er sort bygningskapital, der udleder drivhusgasser. Virksomhederne har i forskelligt omfang mulighed for at substituere fra sort til grøn bygningskapital, jf. afsnittet om inputsubstitution.

Virksomhedernes inputfaktorer fremskrives hver især fra hhv. 2018 (industrien) og 2020 (landbruget) til 2030 via de beregnede, branchespecifikke, gennemsnitlige årlige vækstrater i inputfaktorerne fra grundscenariet i De Økonomiske Råds formandskab (2021).⁶ Dermed fremskrives virksomhedernes udledninger tilsvarende. Fremskrivningen er særlig vigtig for industrien, hvor mængden af fossile brændsler reduceres og forbruget af biomasse og el forøges frem mod 2030. I fremskrivningen antages, at det er de samme eller 100 pct. lignende virksomheder, der vil være til stede i 2030 som i hhv. 2018 og 2020.

(2) Afgift og indirekte prisændringer

Når der indføres en ensartet drivhusgasbeskatning i 2030, ændres priserne på virksomhedernes inputfaktorer dels som følge af virksomhedens "direkte" betaling til drivhusgasafgiften og dels som følge af udfasning af eksisterende afgifter og generelle ligevægtseffekter i økonomien (tilsammen "indirekte prisændringer"). Det antages, at

- I. inputpriserne er eksogene for den enkelte virksomhed og ændrer sig svarende til den pågældende branche i De Økonomiske Råds formandskab (2021). Dog er den direkte betaling af drivhusgasafgiften virksomhedsspecifik. I landbruget er udfasningen af de eksisterende afgifter ligeledes virksomhedsspecifik.

Den direkte betaling ved en drivhusgasafgift på 1.200 kr. pr. ton CO₂e beregnes for hver type fossilt brændsel i modellen ("benzin/diesel", "olieprodukter", "naturgas", "kul" og "affald") samt for ikke-energirelaterede udledninger baseret på de virksomhedsspecifikke oplysninger om udledningerne i hver af disse kategorier. Landbrugets udledninger fra arealanvendelse (LULUCF) afgiftsbelægges ikke i beregningerne.

Virksomhederne får et nedslag i afgiftssatsen for CO₂-udledninger svarende til kvoteprisen ganget med en virksomhedsspecifik andel af den pågældende virksomheds CO₂-udledninger, der er kvoteomfattet. I beregningerne benyttes en kvotepris på 208 kr. pr. ton CO₂e svarende til antagelsen i De Økonomiske Råds formandskab (2021).

De indirekte prisændringer baseres på beregningerne i De Økonomiske Råds formandskab (2021). Prisændringerne baseres specifikt på beregning nr. (2) i De Økonomiske Råds formandskab (2021). I dette scenarie udfases elafgiften, CO₂-afgiften og energiafgifterne; der indføres en ensartet afgift pr. CO₂-ækvivalent på alle

⁶ I De Økonomiske Råds formandskab (2021) er produktionen i landbruget opdelt i fire *aktivitetstyper* (vegetabilsk produktion plus tre typer animalsk produktion). Da de enkelte bedrifters aktiviteter typisk spænder over både en vegetabilsk og en eller flere typer animalsk produktion, sammenvægtes de branchespecifikke parametre for landbruget baseret på sammensætningen de enkelte bedrifters bruttoudbytte.

drivhusgasudledninger i Danmark undtagen udledninger fra skov og øvrig arealanvendelse (LULUCF); og der gives et tilsvarende tilskud til negative udledninger. Reformen finansieres af en mindsket lumpsum-overførsel til husholdningerne. Blandt scenarierne i De Økonomiske Råds formandskab (2021) giver dette scenarie den samfundsøkonomisk billigste opfyldelse af 70 pct.-målsætningen.

I det pågældende scenarie reduceres energipriserne og det generelle lønniveau i Danmark ift. grundscenariet. Det lavere lønniveau skyldes, at drivhusgasintensive virksomheder taber konkurrenceevne i forhold til udenlandske konkurrenter. Når disse virksomheder sænker produktionen, reduceres efterspørgslen efter arbejdskraft, og lønniveauet falder. Det lavere lønniveau sænker isoleret set omkostningerne på tværs af alle erhverv i Danmark. En anden væsentlig effekt er, at priserne på produkter fra landbruget stiger som reaktion på afgiftsbelastningen i landbruget.

Reduktionen i priserne på el og fossile brændsler som følge af udfasningen af eksisterende energiafgifter medregnes i industrien som en branchespecifik indirekte prisændring. For landbruget benyttes virksomhedsspecifikke oplysninger om udgifterne til de eksisterende afgifter. For den enkelte virksomhed kan den samlede prisændring på fossile brændsler være enten positiv eller negativ afhængig af om den direkte effekt (via drivhusgasafgiften) eller den indirekte effekt (via primært energiafgifterne) er størst.

(3) Inputsubstitution

Virksomhederne har i et vist omfang mulighed for at mindske omkostningerne ved at tilpasse inputsammensætningen til de nye priser. Det antages, at tilpasningsmulighederne for den enkelte virksomhed afhænger af tilpasningsmulighederne i hver af brancherne i den generelle ligevægtsmodel i De Økonomiske Råds formandskab (2021). Mere specifikt antages, at

- II. i industrien kan hver virksomheds produktion og inputefterspørgsel beskrives med en nestet CES-produktionsfunktion med den specifikke nest-struktur, der beskrives i baggrundsnotatet til De Økonomiske Råds formandskab (2021). *Andelsparametrene* i funktionen er virksomhedsspecifikke og bestemt af udgiftskategorierne i skridt (1), mens *substitutionselasticiteterne* svarer til den pågældende branche i De Økonomiske Råds formandskab (2021). For landbruget baseres inputsubstitutionen, dvs. den relative ændring i hver inputfaktor, på inputsubstitutionen i den pågældende branche i De Økonomiske Råds formandskab (2021).

De virksomhedsspecifikke andelsparametre i industrien betyder, at hver virksomhed kan reducere udledningerne i forskelligt omfang. Reduktionsmulighederne afhænger dog også i høj grad af substitutionselasticiteterne, som er branchespecifikke. De vigtigste substitutionselasticiteter blev til De Økonomiske Råds formandskab (2021) kalibreret på en måde, så de tekniske reduktionsmuligheder afspejler specifikke MAC-kurver på brancheniveau. I en mere detaljeret model ville den enkelte virksomheds

reduktionsmuligheder dog afhænge af, hvilke reduktioner, den pågældende virksomhed allerede har gennemført.

For industrien beregnes den relative ændring i inputfaktorerne ved at gange en virksomhedsspecifik vektor med relative inputprisændringer på en virksomhedsspecifik matrice med kompenserede egen- og krydspriselasticiteter, der impliceres af den pågældende produktionsfunktion, jf. den tekniske gennemgang herunder.

I landbruget antages inputsubstitutionen i hver bedriftstype derimod at svare til den beregnede substitution i den pågældende aktivitetstype i De Økonomiske Råds formandskab (2021). Det indebærer, at f.eks. en kvægbedrift foretager en anden substitution end en svinebedrift med samme inputsammensætning, men at den relative ændring i inputsammensætningen for to kvægbedrifter er ens og uafhængig af prisændringerne hos de to bedrifter. Denne simplificerende antagelse skyldes, at den beregnede inputsubstitution alene er en approksimation af den "rigtigt" beregnede inputsubstitution i den generelle ligevægtsmodel, som er mest retvisende ved små prisændringer.⁷ Da der for nogle bedriftstyper i landbruget er tale om meget store relative prisændringer, indebærer metoden en beregnet inputsubstitution, der er meget forskellig fra resultaterne i den generelle ligevægtsmodel.

(4) Ændret output

Antagelserne I. og II. giver mulighed for at beregne ændringen i de samlede enhedsomkostninger for hver virksomhed efter tilpasningen til de nye inputpriser. For de fleste virksomheder stiger omkostningerne som følge af den nye drivhusgasafgift. Det svarer til, at virksomhedens udbudskurve rykker opad. Når virksomhedens udbudskurve rykker sig, opstår der en ny ligevægt, hvor produktionen og dermed beskæftigelsen har ændret sig i forhold til udgangspunktet.

Da CES-produktionsfunktionen udviser konstant skalaafkast, indebærer antagelserne I. og II., at virksomhedernes udbudskurve er flad; hver virksomhed kan skalere produktionen arbitrært op og ned for samme enhedsomkostninger.

Det antages endvidere, at den enkelte virksomhed står over for en nedadhældende efterspørgselskurve. Konkret antages, at

- III. hver virksomhed sætter sine outputpriser med en konstant markup over enhedsomkostningerne. Ændringen i efterspørgslen efter virksomhedens produkter i hhv. Danmark og udlandet som følge af en prisstigning svarer til den pågældende branche i De Økonomiske Råds formandskab (2021).

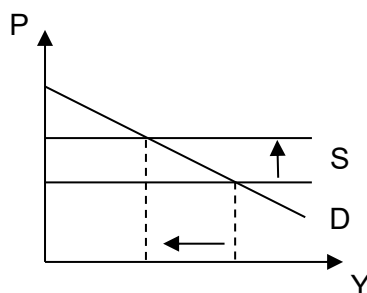
samt at

⁷ Der er tale om en approksimation, da de virksomhedsspecifikke matricer med kompenserede egen- og krydspriselasticiteter beregnes med udgangspunkt i inputsammensætningen i grundscenariet og ikke med udgangspunkt i den løbende opdaterede inputsammensætning som følge af en stigende ensartet drivhusgasbeskatning.

- IV. der er ingen virksomheder, der lukker produktionen helt som følge af en ensartet drivhusgasbeskatning, og der kommer ikke nye virksomheder til.

Antagelserne indebærer, at efterspørgslen efter en virksomheds produkter falder, hvis en virksomhed som følge af drivhusgasafgiften må hæve priserne. Når efterspørgslen falder, må virksomheden sænke produktionen i den nye (langsigts)ligevægt, jf. figur 2.

Figur 2. Effekter af en drivhusgasafgift i hver af de skitserede metoder



Endelig medregnes et skift i efterspørgselskurven for nogle virksomheder:

- V. efterspørgslen efter virksomhedernes produkter ændres uafhængigt af ændringen i virksomhedernes omkostninger og priser. Skiftet i efterspørgselskurven svarer til den pågældende branche i De Økonomiske Råds formandskab (2021).

Eksempelvis falder efterspørgslen efter produkter fra det vegetabiliske landbrug som følge af en ensartet drivhusgasbeskatning, da det vegetabiliske landbrug leverer inputs (foder) til det animalske landbrug, hvor produktionen og dermed efterspørgslen efter foder falder. Ligeledes falder efterspørgslen efter produkter fra olieraffinaderier, da efterspørgslen efter benzin falder. Efterspørgselskurven er dog stort set uændret for de fleste virksomheder.

Givet antagelserne I.-V. kan ændringen i produktionen og beskæftigelsen beregnes for hver virksomhed:

- Ændringen i virksomhedernes outputpriser (dvs. udbudskurven) følger direkte af ændringen i enhedsomkostningerne fra skridt (3): Da virksomhederne per antagelse fastsætter outputpriserne med en konstant markup over enhedsomkostningerne, svarer den relative outputprisændring til den relative ændring i enhedsomkostningerne, uafhængigt af markup'ens størrelse.
- Beregningen af produktionsændringen følger antagelsen fra den generelle ligevægtsmodel i De Økonomiske Råds formandskab (2021) om, at eksport er mere prisfølsomt end indenlandsk salg. I beregningerne for industrien anvendes en

virksomhedsspecifik eksportandel og en eksportelasticitet på -5. Elasticiteten for det indenlandske salg beregnes endogent i den generelle ligevægtsmodel for de enkelte brancher og varierer mellem -0,5 og -3. For landbruget anvendes én samlet branchespecifik efterspørgselselasticitet, som er numerisk højere for brancher, der i høj grad sælger til indenlandsk videreforarbejdning og eksport end til endeligt indenlandsk forbrug. Eksempelvis er elasticiteten højere for svin end for kvæg, da en større andel af de forarbejdede svineprodukter eksporteres end for kvæg. Dertil tillægges skiftet i efterspørgselskurven for nogle virksomheder.

- Ændringen i beskæftigelsen kan til sidst beregnes som mængden af arbejdskraft efter inputsubstitution og produktionsændring sammenlignet med udgangspunktet, jf. den tekniske gennemgang i det følgende.

3.2 Beskrivelse med ligninger

Den relative ændring i mængden af arbejdskraft i virksomhed i beregnes som

$$\frac{\Delta x_{L,i}}{x_{L,i}} = \frac{x_{L,i}^1 \left(1 + \frac{\Delta y_i}{y_i}\right)}{x_{L,i}^0} - 1$$

hvor $x_{L,i}^0$ er mængden af arbejdskraft i grundscenariet for 2030, $x_{L,i}^1$ er mængden af arbejdskraft med en ensartet drivhusgasbeskatning givet produktionen i grundscenariet, og y_i er virksomhedens produktion. Den relative ændring i produktionen beregnes som

$$\frac{\Delta y_i}{y_i} = \frac{\Delta c_i}{c_i} \varepsilon_i + \frac{\Delta D_b}{D_b}$$

hvor $\frac{\Delta D_b}{D_b}$ er et skift i efterspørgselskurven for virksomheder i branche b , der baseres på den generelle ligevægtsmodel i De Økonomiske Råds formandskab (2021). c_i er virksomhedens samlede enhedsomkostninger og ε_i er efterspørgselselasticiteten. $\frac{\Delta c_i}{c_i}$ udtrykker skiftet i udbudskurven og $\frac{\Delta c_i}{c_i} \varepsilon_i$ bevægelsen langs efterspørgselskurven i figur 2. I landbruget antages alle bedriftstyper indenfor samme aktivitetstype b at have samme efterspørgselselasticitet. I industrien afhænger efterspørgselselasticiteten af andelen af virksomhedens produktionsværdi, der eksporteres, α_i :

$$\begin{aligned} \text{Landbrug: } & \varepsilon_i = \varepsilon_b \\ \text{Industri: } & \varepsilon_i = \alpha_i \varepsilon^F + (1 - \alpha_i) \varepsilon_b^D \end{aligned}$$

hvor ε^F er eksportelasticiteten, der sættes til -5 for alle virksomheder baseret på Kronborg m.fl. (2020). ε_b^D er en brancheafhængig elasticitet for det indenlandske salg, der baseres på den generelle ligevægtsmodel, og som er mindre end 5 i absolutte termer.

Den relative ændring i virksomhedens enhedsomkostninger beregnes som

$$\frac{\Delta c_i}{c_i} = \frac{\mathbf{x}_i^1' \mathbf{p}_i^1}{\mathbf{x}_i^0' \mathbf{p}_b^0} - 1$$

hvor \mathbf{x}_i^0 er en $j \times 1$ vektor, der angiver mængden af virksomhedens j forskellige inputs (herunder arbejdskraft) i grundscenariet for 2030, mens \mathbf{x}_i^1 angiver inputmængderne med en ensartet drivhusgasbeskatning (givet produktionen i grundscenariet). \mathbf{p}_b^0 og \mathbf{p}_i^1 er $j \times 1$ vektorer med inputpriser henholdsvis i grundscenariet og med en ensartet drivhusgasbeskatning. For kapital angiver \mathbf{p}_b^0 en branchespecifik usercost, og for de øvrige inputs normeres \mathbf{p}_b^0 til 1. \mathbf{x}_i^0 baseres på de virksomhedsspecifikke regnskabsoplysninger, der er fremskrevet til 2030. \mathbf{p}_b^0 og \mathbf{x}_i^0 baseres begge på branchespecifikke antagelser om afskrivningsrater mm.

Virksomhedernes inputpriser med en ensartet drivhusgasbeskatning beregnes som⁸

$$\mathbf{p}_i^1 = \mathbf{p}_b^0 \left(\mathbf{1} + \frac{\mathbf{T}_i}{\mathbf{x}_i^0} + \frac{\Delta \mathbf{P}_b}{\mathbf{P}_b} \right)$$

hvor \mathbf{T}_i angiver afgiftsbetalingen for virksomhed i , der er knyttet til hver af de j inputs i produktionen. $\frac{\Delta \mathbf{P}_b}{\mathbf{P}_b}$ angiver den relative ændring i inputpriserne (ekskl. drivhusgasafgiften) for branche b i De Økonomiske Råds formandskab (2021). For industrien medregnes udfasningen af de eksisterende afgifter i disse branchespecifikke prisændringer. For landbruget er de eksisterende energiafgifter derimod virksomhedsspecifikke.

For industrien beregnes inputmængderne ved en ensartet drivhusgasbeskatning som

$$\text{Industri: } \mathbf{x}_i^1 = \mathbf{x}_i^0 \left[\mathbf{1} + \left(\frac{\mathbf{p}_i^1}{\mathbf{p}_b^0} - \mathbf{1} \right) \cdot \mathbf{A}_i \right]$$

hvor \mathbf{A}_i er en $j \times j$ matrice med egen- og krydspriselasticiteter for de j inputfaktorer. Hvert element i \mathbf{A}_i er en funktion af virksomhedens inputmængder i grundscenariet og de branchespecifikke substitutionselasticiteter i CES-produktionsfunktionen i De Økonomiske Råds formandskab (2021), \mathbf{s}_b :

$$\mathbf{A}_i = f(\mathbf{x}_i^0, \mathbf{s}_b)$$

For landbruget baseres inputsubstitutionen ved en ensartet drivhusgasbeskatning på den branchespecifikke substitution, \mathbf{S}_b , fra den generelle ligevægtsmodel:

$$\text{Landbrug: } \mathbf{x}_i^1 = \mathbf{x}_i^0 (\mathbf{1} + \mathbf{S}_b)$$

⁸ Brøkerne angiver, at vektorerne divideres elementvist, dvs. hvis $\mathbf{a} = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \end{pmatrix}$ og $\mathbf{b} = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \end{pmatrix}$, er $\frac{\mathbf{a}}{\mathbf{b}} = \begin{pmatrix} a_1/b_1 \\ a_2/b_2 \end{pmatrix}$.

Referencer

De Økonomiske Råds formandskab (2021): *Økonomi og miljø 2020*

Landbrugsstyrelsen (2020): Vejledning om gødsknings- og harmoniregler. <https://lbtst.dk/landbrug/goedning/vejledning-om-goedsknings-og-harmoniregler/#c52199>.

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. (2021): 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.

Stephensen, P., Huss, C., Jensen, R. B., Høegh, G. og Bache, P. (2019): REFORM-modellen. Dokumentationsnotat 13. maj 2019.