



# Danmarks globale klimapåvirkning - Global afrapportering 2023 (GA23): Fremskrivning af klimaaftrykket af forbrug

Dato  
19-06-2023

Baggrundsnotat nr. 2

## Indholdsfortegnelse

1. Rammesætning .....	2
2. Resultater .....	3
2.1 Udviklingen i dansk økonomi frem mod 2035 .....	5
2.2 Drivhusgasintensiteten for import i 2025, 2030 og 2035 .....	6
2.3 Fremskrivningen af Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk fordelt på regioner .....	7
2.4 Fremskrivningen af Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk fordelt på branchegrupper .....	8
3. Metode og antagelser .....	9
3.1 Metodebeskrivelse: .....	9
3.2 Modeller: .....	10
3.3 Forudsætninger og afgrænsninger: .....	20
3.4 Primære datakilder: .....	22
4. Kvalificering .....	25
4.1 Usikkerheder .....	25
4.2 Sammenligning af GrønREFORM med IntERACT .....	26
4.3 Supplerende analyser .....	27
4.4 Perspektivering .....	30
5. Kilder .....	30
6. Bilag .....	34
Bilag 1: Branchegruppering af GrønREFORMs 56 brancher .....	34
Bilag 2: Oversættelse mellem Danmarks Statistiks 117 brancher og GrønREFORMs 56 brancher .....	36
Bilag 3: Klassifikation af 12 regioner og 49 lande/regioner i EXIOBASE .....	40

**Energistyrelsen**

Carsten Niebuhrs Gade 43  
1577 København V

T: +45 3392 6700

E: ens@ens.dk

www.ens.dk



## 1. Rammesætning

I Danmarks globale klimapåvirkning - Global afrapportering 2023 (GA23) indgår der for første gang en fremskrivning af Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk. Fremskrivningens resultater afhænger i høj grad af antagelser vedr. udlandets udledninger forbundet med produktion. Derfor er der udarbejdet flere forskellige bud på, hvad Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk vil være frem mod 2035.

Det forbrugsbaserede klimaaftryk er en opgørelse af de drivhusgasudledninger, som er knyttet til dansk forbrug – uanset hvor i verden udledningerne finder sted. Det betyder, at det forbrugsbaserede klimaaftryk omfatter udledninger knyttet til dansk produktion og import, men fratrukket udledninger knyttet til dansk eksport. Det forbrugsbaserede klimaaftryk opgøres årligt i GA. Udledninger uden for Danmarks grænser adskiller det forbrugsbaserede klimaaftryk fra de territoriale drivhusgasudledninger opgjort i Klimastatus og -fremskrivning. Derfor er der i fremskrivningen af det forbrugsbaserede klimaaftryk også et særligt fokus på de drivhusgasudledninger, som sker i udlandet.

At fremskrive det forbrugsbaserede klimaaftryk er en ny disciplin, ikke kun i en dansk kontekst, men også internationalt. Fremskrivningen i GA23 skal derfor ansues som et første bud behæftet med stor usikkerhed, som vil blive yderligere kvalificeret i fremtidige afrapporteringer. Usikkerhederne omfatter bl.a. fremskrivning af udviklingen i de danske udledninger, fremskrivning af dansk forbrug, samt udviklingen i produktionsformer i udlandet og derved udledningerne forbundet hermed.

Fremskrivningen af det forbrugsbaserede klimaaftryk i GA23 gennemføres i et samarbejde mellem DREAM (Danish Research institute for Economic Analysis and Modelling) og Energistyrelsen. DREAM fremskriver dansk økonomi (herunder forbrug, produktion, import og eksport) ved brug af den miljø- og klimaøkonomiske model GrønREFORM. Energistyrelsen står for fremskrivningen af de internationale emissionsfaktorer og estimerer Danmarks importmønster frem mod 2035. De internationale emissionsfaktorer er et udtryk for, hvor mange udledninger der er forbundet med produktionen og transporten af en given værdi af de varer og serviceydelser, som Danmark importerer. Danmarks importmønster dækker over hvilke lande Danmark importerer fra.

De høje energipriser i 2022 vil ikke have indflydelse på fremskrivningen, da de anvendte historiske data der ligger til grund for fremskrivningen er fra før 2022.

## 2. Resultater

Fremskrivningen viser, at Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk skønnes at falde til mellem ca. 25 og ca. 46 mio. ton CO<sub>2</sub>e i 2035 afhængigt af, hvordan verden uden for Danmark udvikler sig. Hvis omverdenen følger et af de fem baseline SSP-scenarier (Shared Socioeconomic Pathway), tilsiger opgørelsen, at Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk vil ligge på ca. 46 mio. ton CO<sub>2</sub>e i 2035<sup>1</sup>. Med udviklingen i de fem SSP-scenarier forventes de globale temperaturstigninger i 2100 være mellem 3,1 C og 5,1 C (se boks 1). Hvis omverdenen derimod følger et mere ambitiøst scenarie i forhold til reduktion af drivhusgasser, som begrænser de globale temperaturstigninger til 2,0 C i 2100, skønnes Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk at være ca. 30 mio. ton CO<sub>2</sub>e i 2035, mens klimaaftrykket skønnes at være ca. 25 mio. ton CO<sub>2</sub>e i et scenarie, hvor de globale temperaturstigninger begrænses til 1,5 C i 2100.

### Boks 1: Shared Socioeconomic Pathway scenarier

Shared Socioeconomic Pathway (SSP) scenarierne illustrerer forskellige veje for verdens socioøkonomiske udvikling frem mod 2100. SSP-scenarierne anvendes bl.a. i IPCC Sixth Assessment Report. Der findes fem baseline SSP-scenarier, som er yderligere uddybet i boks 2.

- SSP1 "Sustainability". Temperaturstigning på mellem 3,1 C og 3,5 C i 2100.
- SSP2 "Middle of the Road". Temperaturstigning på mellem 3,8 C og 4,2 C i 2100.
- SSP3 "Regional Rivalry". Temperaturstigning på mellem 3,9 C og 4,6 C i 2100.
- SSP4 "Inequality". Temperaturstigning på mellem 3,5 C og 3,8 C i 2100.
- SSP5 "Fossil-fueled Development". Temperaturstigning på mellem 4,7 C og 5,1 C i 2100.

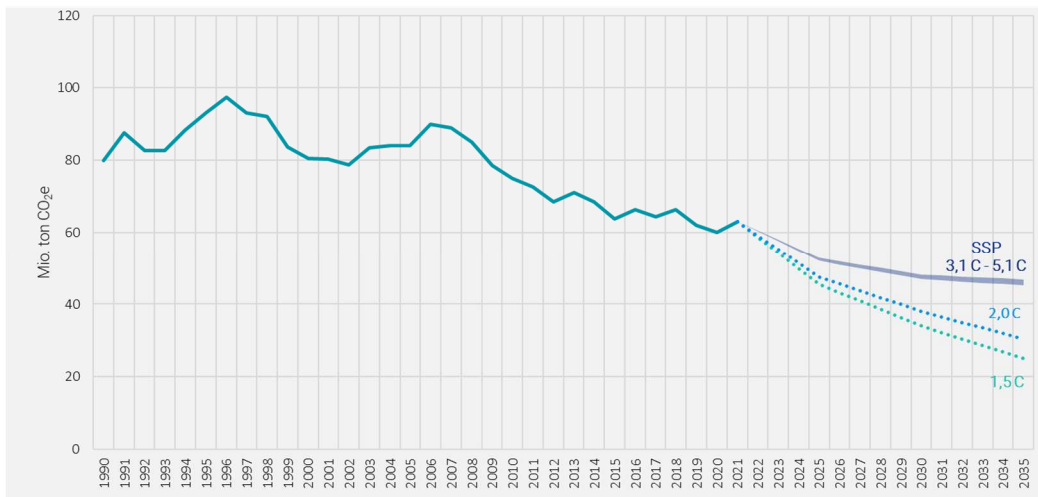
2,0 C og 1,5 C scenarierne er variationer over SSP2-scenariet, hvor der er sat en grænse for temperaturstigningerne i 2100 og dermed for mængden af drivhusgasudledninger i atmosfæren.

**Kilde:** Carbon Brief (2018) baseret på SSP-database.

På baggrund af fremskrivningen skønnes det, at klimaaftrykket i alle scenarier vil falde frem mod 2035. I SSP-scenarierne anslås faldet at være mindre fra 2030 til 2035, mens faldet fortsætter med nogenlunde samme hastighed i 1,5 C og 2,0 C scenarierne, *jf. Figur 1*. I det følgende vil de fem SSP-scenarier blive behandlet under ét, da variationen mellem dem i en tidshorisont til 2035 er begrænset.

<sup>1</sup> At spredningen mellem SSP-scenarierne er begrænset i 2035, er i overensstemmelse de generelle tendenser i baseline SSP-scenarierne, hvor variationen mellem scenarierne først for alvor slår igennem fra ca. 2040 og frem (Meinshausen, 2019: 463f).

Figur 1: Fremskrivning af Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk til 2035



Kilde: Energistyrelsen

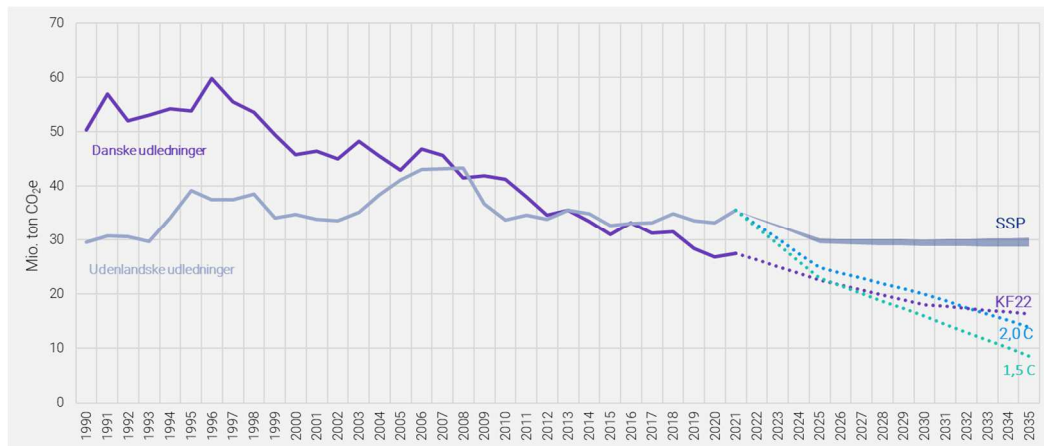
Fremskrivningen er baseret på et frozen-policy scenarie for de danske udledninger kalibreret op imod Klimastatus- og fremskrivning 2022 (KF22). Det betyder, at de danske udledninger og dansk økonomi – herunder også niveauet af forbrug og import – er konstant på tværs af scenarierne og ikke varierer sammen med omverdenen. Forskellen på niveauet af det forbrugsbaserede klimaaftryk i de forskellige scenarier skyldes derfor alene forskelle i, hvordan omverdenen omstiller sig. At de danske udledninger er baseret på et frozen-policy scenarie betyder i dette tilfælde, at der er taget højde for vedtaget dansk klima- og energipolitik frem til 1. januar 2022.

Hverken SSP-scenarierne, 2,0 C-scenariet eller 1,5 C-scenariet er nødvendigvis et udtryk for den mest realistiske udvikling frem mod 2035. Ifølge UNEP's Emission Gap Report 2022 vil et scenarie med den nuværende vedtagne klimapolitik i verden forventeligt føre til en temperaturstigning på 2,8 C i 2100. Hvis alle lande gennemfører deres planlagte klimapolitik i form af *Nationally determined contributions* (NDC's) under Paris-aftalen, vil det ifølge UNEP føre til en temperaturstigning på mellem 2,4 og 2,6 C i 2100 (UNEP, 2022: XVI).

Figur 2 viser udviklingen i de udenlandske udledninger for SSP-scenarierne, 2,0 C scenariet, 1,5 C scenariet samt de danske udledninger. Udviklingen i de danske udledninger er kalibreret op imod de territoriale udledninger i KF22. Det har ikke været muligt at kalibrere op imod Klimastatus- og fremskrivning 2023 (KF23), da KF23 udkommer samtidig med denne fremskrivning. I KF23 estimeres de territoriale udledninger at være knap 4 mio. lavere i 2035 sammenlignet med KF22. Alt andet lige vil

det betyde, at de danske udledninger er overestimeret i denne fremskrivning, når den er kalibreret op imod KF22<sup>2</sup>.

**Figur 2:** Fremskrivning af Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk fordelt på danske og udenlandske udledninger



**Kilde:** Energistyrelsen

Figuren viser, at den del af de forbrugsbaserede udledninger, der kan defineres som danske udledninger, forventes at falde med ca. 10 mio. ton CO<sub>2</sub>e fra 2021 frem mod 2030. I perioden 2030 til 2035 forventes de danske udledninger at falde med ca. 2 mio. ton CO<sub>2</sub>e.

I et scenarie hvor de globale temperaturstigninger ikke overstiger 1,5 C i 2100, vil den del af de forbrugsbaserede udledninger, der kan defineres som udenlandske udledninger, forventeligt falde fra ca. 35 mio. ton CO<sub>2</sub>e i 2021 til ca. 9 mio. ton CO<sub>2</sub>e i 2035, mens de skønnes at falde til ca. 14 mio. ton CO<sub>2</sub>e i et 2,0 C scenarie. I SSP-scenerierne skønnes de udenlandske udledninger at falde til ca. 30 mio. ton CO<sub>2</sub>e i 2035.

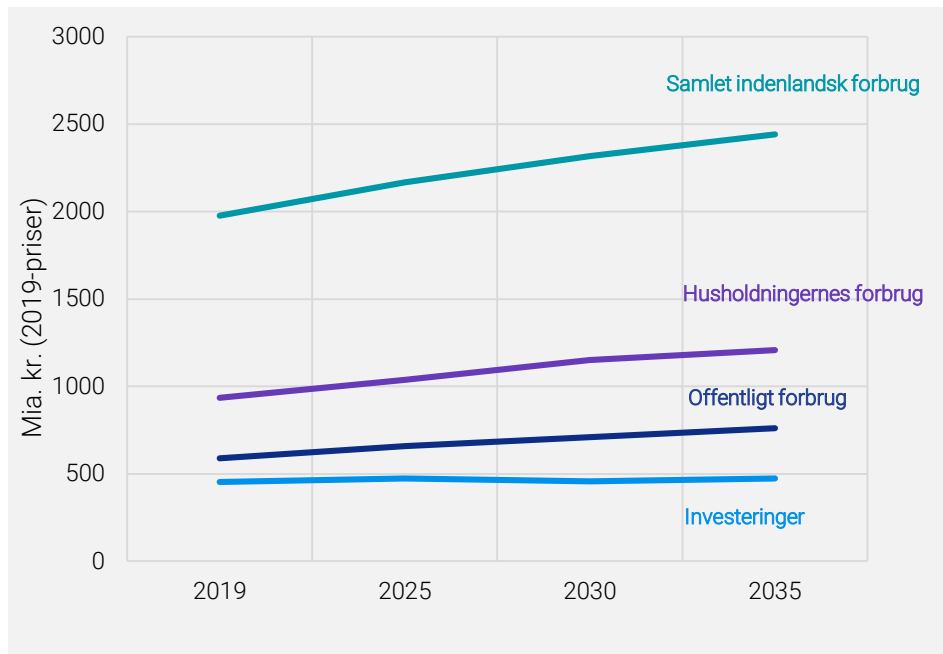
### 2.1 Udviklingen i dansk økonomi frem mod 2035

Fremskrivningens resultater er baseret på GrønREFORMs fremskrivning af udviklingen i dansk økonomi frem mod 2035. De makroøkonomiske tendenser i GrønREFORMs fremskrivning af dansk økonomi er kalibreret op imod DREAM's MAKRO-model<sup>3</sup>. Figur 3 giver et overblik over udviklingen i dansk forbrug set ud fra basisåret for fremskrivningen af dansk økonomi (2019) frem mod 2035.

<sup>2</sup> En forskel på 4 mio. ton CO<sub>2</sub>e kan ikke direkte overføres til et 4 mio. ton CO<sub>2</sub>e lavere forbrugsbaseret klimaaftryk, da kun dele af de territorielle udledninger er relateret til dansk forbrug, mens en væsentlig del er relateret til varer og serviceydelser, som eksporteres til andre lande.

<sup>3</sup> Version 1.0 af MAKRO offentliggjort 23.03.2023. Læs nærmere i Bonde et al. (2023).

**Figur 3:** Udviklingen i dansk forbrug fra basisår for fremskrivningen (2019) frem mod 2035



**Kilde:** Energistyrelsens fremskrivning i samarbejde med GrønREFORM. **Anm.:** Tallene i figuren er angivet i faste 2019-priser. Bemærk at priserne for import er deflateret til 2015-priser i udregningen af klimaaftrykket for at flugte med 2015-priser i EXIOBASE.

Figuren viser, at det samlede indenlandske forbrug forventes at stige med 24 pct. frem mod 2035 i takt med, at vi bliver rigere som samfund. Stigningen er størst inden for husholdningerne og det offentliges forbrug, som begge forventes at stige med ca. 29 pct. Forbruget af investeringer forventes at stige med ca. 4 pct. Generelt forventes det, at en større andel af forbruget i fremtiden er koncentreret i servicebranchen.

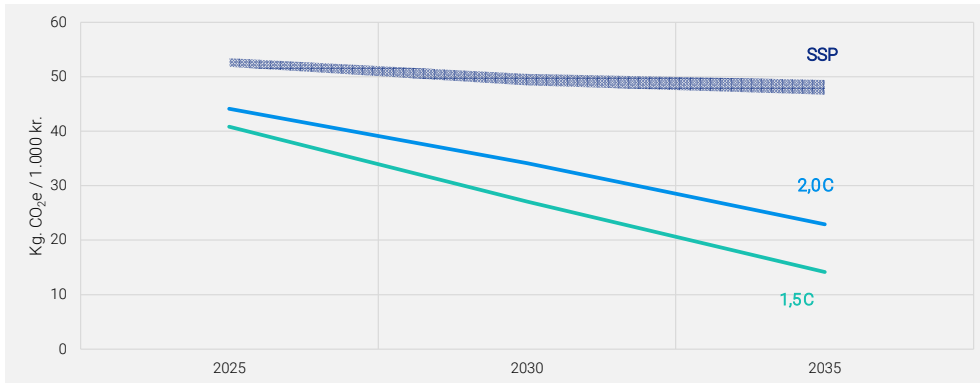
Hvis den samlede stigning i forbruget ses ift. udviklingen i de fremskrevne udledninger på tværs af scenarier, vil der være tale om en reel afkobling mellem vækst og klimaaftryk.

## 2.2 Drivhusgasintensiteten for import i 2025, 2030 og 2035

Drivhusgasintensiteten for importen fortæller noget om, hvor mange udledninger der er knyttet til de varer og serviceydelser, som Danmark importerer. Figur 4 viser, hvordan drivhusgasintensiteten for den samlede import (dvs. både til forbrug og eksport) skønnes at udvikle sig for SSP-scenarier, 2,0 C scenariet og 1,5 C scenariet i perioden 2025 til 2035. Det fremgår af figuren, at drivhusgasintensiteten for SSP-scenarierne ligger omkring 53 kg. CO<sub>2</sub>e pr. import for 1.000 kr. i 2025. Drivhusgasintensiteten skønnes at falde til ca. 48 kg. CO<sub>2</sub>e pr. import i 2035. Både 2,0 C og 1,5 C scenariet har lavere drivhusgasintensitet i 2025 (hhv. 44 og 41 kg. CO<sub>2</sub>e/1.000 kr.) og falder også mere markant frem til 2035 til hhv. 23 og 14 kg. CO<sub>2</sub>e/1.000 kr.



**Figur 4:** Udvikling i drivhusgasintensiteten fra samlet import fra 2025 til 2035 fordelt på scenarier



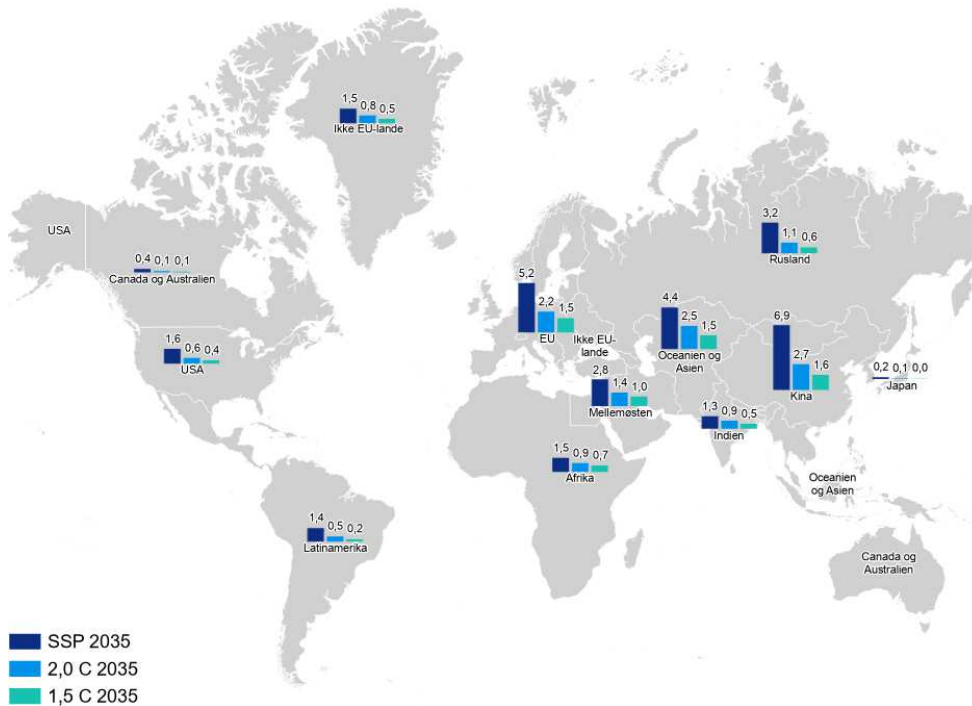
**Kilde:** Energistyrelsen. **Anm.:** Drivhusgasintensiteten er beregnet for den samlede import til Danmark inklusive den import, som efterfølgende eksporteres videre. Drivhusgasintensiteten er beregnet i faste 2015-priser.

### 2.3 Fremskrivningen af Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk fordelt på regioner

Figur 5 viser det estimerede klimaaftryk fra dansk forbrug i 2035 fordelt på regioner og hhv. SSP, 2,0 C og 1,5 C scenarierne. Det fremtidige danske importmønster er estimeret på baggrund af den forventede udvikling i de enkelte regioners økonomiske størrelse ift. verdensøkonomien som helhed. Dette er nærmere beskrevet i afsnit 3.2.3.

Ifølge figuren skønnes klimaaftrykket i 2035 at være højest i Kina, Europa samt Oceanien og Asien på tværs af alle tre scenarier.

**Figur 5:** Fremskrivning af Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk fordelt på regioner og scenarier (mio. ton CO<sub>2</sub>e)



**Kilde:** Energistyrelsens fremskrivning i samarbejde med GrønREFORM. **Anm.:** SSP-scenarierne repræsenteres i figuren af SSP1-scenariet.

Opgørelsen viser, at en større andel af klimaaftrykket fra dansk forbrug sættes i udviklingsøkonomier<sup>4</sup> i 2035 sammenlignet med 2025. I SSP-scenarierne stiger klimaaftrykket fra dansk forbrug i perioden 2025 til 2035 ifølge fremskrivningen i Indien, Mellemøsten, Oceanien og Asien samt Afrika. Klimaaftrykket falder mest i Europa. I de øvrige regioner er klimaaftrykket relativt konstant eller svagt faldende. I 2,0 C scenariet falder klimaaftrykket ifølge opgørelsen i alle regioner undtagen Afrika. I 1,5 C scenariet falder klimaaftrykket på tværs af alle regioner.

Forskellen mellem de tre scenarier skyldes alene forskelle i, hvor drivhusgasintensiv produktionen er i udlandet, da den danske import og importmønstret er konstant i alle scenarier.

#### 2.4 Fremskrivningen af Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk fordelt på branchegrupper

Figur 6 viser hvor stor en andel de enkelte branchegrupper anslås at udgøre af de forbrugsbaserede udledninger i 2021 sammenlignet med 2035 fordelt på SSP, 2,0 C og

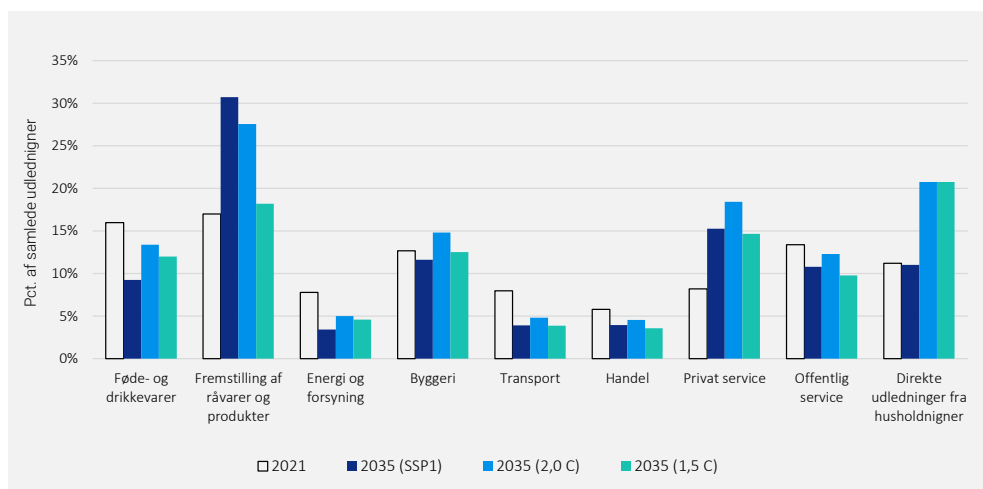
<sup>4</sup> Udviklingsøkonomier dækker "developing economies" og "economies in transition" i FN's klassifikation i "World Economic Situation and Prospects" fra 2022 (UN DESA, 2022).



1,5 C scenarierne. Branchegrupperne beskriver de *leverende* brancher til dansk forbrug. Det betyder, at fx den energi der er brugt i produktionen af føde- og drikkevarer vil være indlejret i føde- og drikkevarerbranchen, og ikke i energi og forsyning.

Figuren viser, at leverancerne fra råvarer og produkter samt privat service estimeres at udgøre en større andel af klimaaftrykket i 2035 i alle scenarier, sammenlignet med 2021. I alle scenarier anslås leverancerne fra føde- og drikkevarer, energi og forsyning, transport, handel og offentlig service at udgøre en mindre andel af det samlede klimaaftryk i 2035 sammenlignet med 2021. I 2,0 C og 1,5 C scenarierne estimeres direkte udledningerne fra husholdningerne at udgøre en større andel af klimaaftrykket, end i 2021. Direkte udledninger fra husholdninger dækker bl.a. over forbruget af benzin og diesel til køretøjer. Transportbranchen dækker derimod over transportserVICES i form af fx tog-, fly- og busrejser samt fragt.

**Figur 6:** Andel af klimaaftrykket fra leverende branchegrupper i 2021 og 2035 fordelt på SSP, 2,0 C og 1,5 C scenarierne



**Kilde:** Energistyrelsens fremskrivning i samarbejde med GrønREFORM. **Anm.:** SSP-scenarierne repræsenteres i figuren af SSP1-scenariet.

### 3. Metode og antagelser

#### 3.1 Metodebeskrivelse:

Beregningen af Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk for 2035 sker med samme model som den historiske opgørelse af Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk – blot med fremskrevne datakilder. I modellen kombineres IO-tabeller (input-output tabeller) og emissionsregnskaber for Danmark med en global EE-MRIO database i form af EXIOBASE. For en uddybning af denne metode henvises til baggrundsnotatet om Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk. I fremskrivningen beregnes der resultater for 2025, 2030 og 2035. Udviklingen afbilledet i grafer mellem disse årstal er baseret på en antaget, lineær udvikling.



Fremskrivningen består overordnet af tre elementer:

1. Fremskrivningen af dansk økonomi og territoriale drivhusgasudledninger
2. Fremskrivningen af internationale emissionsfaktorer
3. Estimat af Danmarks importmønster

Fremskrivningen af dansk økonomi og territoriale drivhusgasudledninger er i GA23 baseret på GrønREFORM-modellen og er et udtryk for et frozen-policy scenarie for udviklingen i Danmark frem mod 2035, som den beskrives i KF22. Ifølge KF22 vil der i 2030 være en reduktionsmanko på 10,1 mio. ton CO<sub>2</sub>e ift. 70-pct. målsætningen. Denne manko vil dermed også være en forudsætning i denne fremskrivning, hvorved de danske udledninger vil være overvurderet ift. KF23.

Fremskrivningen af dansk økonomi følger som udgangspunkt de overordnede makroøkonomiske trends, der er estimeret i DREAM's MAKRO-model suppleret med sektorspecifikke data for bl.a. transport, landbrug og energi. Fremskrivningen af de territoriale drivhusgasudledninger frem til 2030 er kalibreret op imod Klimastatus og -fremskrivningen 2022 (KF22) i modellen. Det har ikke været muligt for GrønREFORM at kalibrere de territoriale drivhusgasudledninger for 2035 op imod KF22. Der er derfor efterfølgende justeret for differencen i territoriale udledninger i 2035 mellem GrønREFORMs fremskrivning og KF22, så fremskrivningen hele vejen igennem er kalibreret op imod KF22.

Fremskrivningen af internationale emissionsfaktorer tager udgangspunkt i en række forskellige scenarier for verdens udvikling. Scenarierne giver tilsammen et udfaldsrum for de fremtidige drivhusgasudledninger knyttet til dansk import.

### 3.2 Modeller:

Dette afsnit uddyber de tre elementer af fremskrivning: 1) fremskrivning af dansk økonomi og territoriale drivhusgasudledninger, 2) fremskrivning af internationale emissionsfaktorer og 3) estimat af Danmarks importmønster.

#### 3.2.1 Fremskrivning af dansk økonomi og territoriale drivhusgasudledninger

Fremskrivningen af dansk økonomi og territoriale drivhusgasudledningerne stammer fra modellen GrønREFORM udviklet af DREAM. DREAM er en selvstændig offentlig forskningsenhed. GrønREFORM er udviklet specifikt med henblik på både at give en sammenhængende og konsistent vurdering af miljø- og klimaeffekter af en given økonomisk politik, samt at vurdere effekterne af den miljø- og klimapolitiske regulering på økonomien som helhed. Til det formål er brancher med særlig stor miljø- og klimapåvirkning beskrevet særskilt og mere detaljeret end i andre CGE-modeller.

GrønREFORM fremskriver dansk økonomi og kalibrerer energiforbrug og de territoriale drivhusgasudledninger op imod KF22 frem til 2030. For 2035 justeres forskellen



mellem GrønREFORMs fremskrivning og KF22, så de territoriale drivhusgasudledninger også i 2035 følger KF22. Udledninger forbundet med forbruget af importerede varer og serviceydelser, herunder international transport, vil være betinget af fremskrivningen af dansk økonomi.

### 3.2.1.1 GrønREFORM som CGE-model

GrønREFORM er en dynamisk<sup>5</sup> generel ligevægtsmodel (CGE-model), opbygget med udgangspunkt i nationalregnskabet samt detaljerede branchespecifikke bottom-up data. Med det datagrundlag kan CGE-modeller indkapsle og koble hele økonomien frem for eksempelvis én enkelt branche. For en nærmere beskrivelse af GrønREFORM-modellen som en CGE-model henvises til GrønREFORMs hjemmeside (DREAM, 2023).

### 3.2.1.2 Output fra GrønREFORMs fremskrivning

Det endelige output fra GrønREFORM er hhv. fremskrevne input-output-tabeller fordelt på 56 brancher for 2019 (basisår), 2025, 2030 og 2035, og fremskrevne emissionsstabeller, der beskriver de territoriale udledninger fra hver branche for de samme år samt direkte udledninger fra husholdningerne. Tallene i tabellerne fremskrives pba. en kalibrering af modellen op til den nationale energibalance<sup>6</sup> og territoriale drivhusgasudledninger i KF22. Det har imidlertid kun været muligt for GrønREFORM at kalibrere de territoriale drivhusgasudledninger op til KF22 indtil 2030. For 2035 er der en difference på 2,2 mio. ton CO<sub>2</sub>e. Denne difference er trukket fra på tværs af brancher og direkte udledninger fra dansk forbrug vægtet efter mængden af udledninger fra hver branche/energivarer. De totale territoriale udledninger i 2035 er dermed også kalibreret op imod KF22. Det er vigtigt at understrege, at de territoriale udledninger afspejler KF22 og ikke KF23, som udkommer samtidig med GA23, hvorved de danske udledninger i fremskrivningen er overvurderede.

### 3.2.1.3 Tilpasning af output til Energistyrelsens model

Den endelige beregning af det fremskrevne forbrugsbaserede klimaaftryk sker i den samme model, som Energistyrelsen og Danmarks Statistik anvender til at opgøre de historiske forbrugsbaserede udledninger. For at GrønREFORMs output kan passe ind i modellen kræver det, at GrønREFORMs IO-tabeller omregnes fra "industry-by-commodity" til "industry-by-industry".

De "commodities" (i form af energivarer som fx diesel til transport) der indgår i GrønREFORMs tabel omfordes derfor på de 56 brancher. Fordelingen er baseret på den

---

<sup>5</sup> Begrebet 'dynamisk' vedrører måden, CGE-modellen løses. Dette vinkel påvirker ikke ENS's arbejde med fremskrivning af indenlandsk forbrug og drivhusgasudledninger. Der findes flere detaljer om dynamiske modeller her: <https://dreamgruppen.dk/groenreform/generel-ligevaegtsmodel/>

<sup>6</sup> Energibalancen indeholder Energistyrelsens opgørelse over forsyning, konvertering og forbrug af energi i Danmark og er en del af ENS' Energistatistik (2020-version findes på <https://ens.dk/service/statistik-data-noegletal-og-kort/maanedlig-og-aarlig-energistatistik>)



tilhørende "supply"-tabel, som angiver leverancerne af "commodities" til de 56 brancher.

Fremskrivningen af dansk økonomi sker i løbende priser. For at sikre konsistens med EXIOBASE, som kalibreres med faste 2015-priser, deflateres importværdierne til 2015-priser. Det sker i to skridt. Først deflateres til basisåret for fremskrivningen af dansk økonomi (2019) baseret på den forventede udvikling i importpriser fra GrønREFORM. Herefter deflateres fra 2019 til 2015 baseret på et brancheopdelt prisindeks fra Danmarks Statistik.

#### 3.2.1.4 LULUCF

GrønREFORM leverer også fremskrevne data for LULUC (Land-Use og Land-Use-Change) for kategorierne "Cropland" og "Grassland", som er kalibreret op imod KF22. I den historiske opgørelse placeres udledninger relateret til "Cropland" og "Grassland" i landbrugskategorien. I GrønREFORMs IO-tabel er landbrugskategorien derimod opdelt i 13 brancher (se bilag 1 for en oversættelse fra 117 til 56 brancher). Udledningerne fra "Cropland" og "Grassland" er placeret i hhv. konventionel planteproduktion og økologisk planteproduktion vægtet efter de to branchers arealanvendelse. Udledningerne placeres i netop disse to brancher, da de udgør landbrugets primære brug af areal.

#### 3.2.2 Fremskrivning af internationale emissionsfaktorer

De internationale emissionsfaktorer beskriver hvor mange udledninger, der er forbundet med dansk import fra forskellige lande og brancher som kg CO<sub>2</sub>e/kr. inklusive alle opstrømsemmissioner<sup>7</sup>. Emissionsfaktorerne anvendes til at beregne de samlede udledninger knyttet til dansk import samt at fordele udledninger på de lande, hvor udledningerne faktisk finder sted. Det er væsentligt at fremskrive de internationale emissionsfaktorer, da klimaaftrykket fra dansk import vil ændre sig i takt med, at produktionsstrukturerne i de lande vi importerer fra – og de lande, som importlandene importerer halvfabrikata fra – ændrer sig.

Fremskrivningen af de internationale emissionsfaktorer består i at kalibrere den globale EE-MRIO database EXIOBASE til 2025, 2030 og 2035 på baggrund af forskellige SSP ("Shared Socioeconomic Pathways") og RCP ("Representative Concentration Pathway") scenarier for verdens udvikling på centrale parametre som økonomi, energiforbrug, demografi, drivhusgasudledninger mv. Både SSP og RCP-scenarierne anvendes også af FN's klimapanel IPCC. Udviklingen i de forskellige scenarier implementeres eksogent i EXIOBASE og vil derfor munde ud i flere udgaver af EXIOBASE for hhv. 2025, 2030 og 2035. For hver af de forskellige udgaver af EXIOBASE udregnes internationale emissionsfaktorer, som anvendes til at beregne klimaaftrykket fra import i de givne år.

---

<sup>7</sup> Opstrømsemmissioner henviser til alle de emissioner, der er forbundet med hele værdikæden af et produkt. Fx både indvending af råmaterialer, produktion og transport.



Der er flere fordele ved at anvende denne metode til at beregne fremskrevne internationale emissionsfaktorer. For det første er metoden til fremskrivningen konsistent med den anvendte metode til den historiske opgørelse af det forbrugsbaserede klimaaftryk, som beskrevet i baggrundsnotatet om Danmarks forbrugsbaseret klimaaftryk]. Det sikrer størst mulig sammenlignelighed af resultaterne<sup>8</sup>. For det andet tager metoden højde for, at ændringer i emissionsfaktorer sker i det land, hvor udledningerne faktisk finder sted. Hvis ikke metoden var baseret på en kalibrering af EXIOBASE (eller en anden EE-MRIO), vil ændringer i emissionsfaktoren for en bil købt i Tyskland alene være baseret på en ændret emissionsfaktor for bilbranchen i Tyskland og dermed ikke tage højde for ændrede emissioner for fx de dæk, som produceres i Indien. For det tredje tager metoden højde for teknologiændringer og inkluderer også lattergas og metan (og ikke kun CO<sub>2</sub>).

### 3.2.2.1 Kalibrering af EXIOBASE til 2025, 2030 og 2035

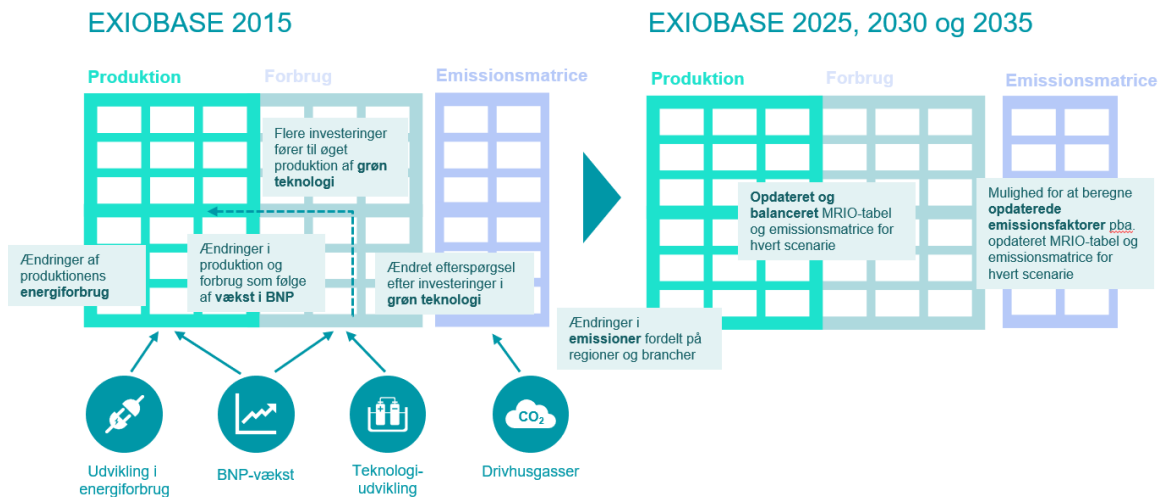
Metoden til kalibrering af EXIOBASE til 2025, 2030 og 2035 læner sig op af en metode udviklet til at fremskrive multiregionale input-output tabeller (MRIO's) som EXIOBASE (Wiebe et al., 2018; Wiebe et al., 2019; Montt et al., 2019). Kalibreringen af EXIOBASE er gennemført af Richard Wood. Richard Wood er professor på NTNU, medudvikler af EXIOBASE og medforfatter på de tre refererede tidsskriftsartikler.

EXIOBASE er kalibreret til at følge syv scenarier for verdens udvikling fordelt på 12 regioner og 163 brancher med udgangspunkt i EXIOBASE 2015. Ændringer på baggrund af scenarierne implementeres i EXIOBASE's supply-use tabeller (SUT), på dansk *tilgang-anvendelsestabeller*, som repræsenterer en mere detaljeret opdeling af de økonomiske transaktioner på produkt- og brancheniveau for de 12 regioner. Ændringer i SUT overføres herefter til en opdateret MRIO-tabel, hvor eventuelle uoverensstemmelser ift. fx import og eksport mellem regionerne balanceres. Fremskrivningen fanger dermed hvordan én specifik branche står for direkte og indirekte klimapåvirkninger i form af både påvirkninger i branchen selv samt op- og nedstrøms effekterne i andre brancher. Desuden kalibreres opgørelsen af drivhusgasudledninger i den supplerende emissionsmatrice. Den forventede teknologiske udvikling i centrale sektorer, som fx cementindustrien og landbrugssektoren, implementeres også på baggrund af den forventede udvikling i SSP-scenarierne. Det kan fx være mindre energikrævende teknologier eller andre landbrugsformer. Figur 1 viser den overordnede logik i metoden.

---

<sup>8</sup> Bemærk dog, at aggregeringsniveauet er højere i fremskrivningen, hvor de udenlandske udledninger alene fordeles på 12 regioner mod de normale 44 lande og 5 regioner.

Figur 7: Overblik over metoden



Kilde: Energistyrelsen

### 3.2.2.2 De syv scenarier for udlandet

De syv scenarier giver forskellige bud på, hvordan udviklingen i omverden ser ud frem til 2035 på centrale parametre, herunder befolkningstilvækst, økonomisk udvikling, teknologisk udvikling, arealanvendelse, energiforbrug mv. Ved at anvende flere scenarier for verdens udvikling tages der højde for noget af den usikkerhed, som til hver en tid vil være forbundet med fremskrivninger. Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk i 2035 består dermed også af et spænd mellem udfaldet af en række scenarier og ikke ét facit. Ud over at opstille et udfaldsrum giver anvendelsen af scenarier også mulighed for at belyse hvordan forskellige udviklinger af omverdenen vil påvirke Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk. Scenarierne er uddybet i boks 2.

De syv scenarier består af de fem baseline SSP-scenarier (SSP1-SSP5) samt to versioner af SSP2-scenariet, hvor de globale temperaturstigninger holdes under hhv. 1,5 C og 2,0 C. De to versioner svarer til RCP-scenarierne RCP 1.9 og RCP 2.6. SSP og RCP-scenarierne er anvendt i arbejdet med The Sixth Phase of the Coupled Model Intercomparison Project (CMIP6), som er organiseret af The World Climate Research Programme (WCRP) og udgør fundamentet for klimamodelleringer i IPCC's 6. hovedrapport. I arbejdet med at udvikle og anvende scenarierne indgår førende forskere fra hele verden.

SSP-scenariernes udvikling er sammenlignet på en række centrale parametre i tabel 1. Tabellen er forsimplet til et globalt niveau, da der kan være regionale variationer for de enkelte parametre. 1,5 C og 2,0 C scenarierne indgår ikke, da de er en version af SSP2, som er modelleret efter de begrænsninger i drivhusgasudledninger der følger maksimale temperaturstigninger på hhv. 1,5 C og 2,0 C.

**Table 1:** Sammenligning af udviklingen i SSP-scenarierne på udvalgte parametre

Scenarie	BNP	Urbanisering	Befolkning	Energiforbrug	Teknologiudvikling	Temperatur i 2100
SSP1	Middel	Høj	Lav	Lav	Høj	3.1 C – 3.5 C
SSP2	Middel	Middel	Middel	Middel	Middel	3.8 C – 4.2 C
SSP3	Lav	Lav	Høj	Høj	Lav	3.9 C – 4.6 C
SSP4	Lav	Høj	Middel	Middel	Middel	3.5 C – 3.8 C
SSP5	Høj	Høj	Lav	Høj	Høj	4.7 C – 5.1 C

**Kilder:** O'Neill et al. (2017); Riahi et al. (2017); Carbon Brief (2018)

EXIOBASE indeholder for de historiske år 44 lande og 5 regioner, der samlet set repræsenterer alle verdens lande. I kalibreringen af EXIOBASE frem mod 2035 aggregeres de normale 44 lande og 5 regioner til 12 regioner (herunder dog også de væsentligste enkeltlande som fx USA, Kina og Indien). Se bilag 1 for en oversigt over de 12 regioner. Med en opdeling på 12 regioner mister fremskrivningen detaljeringsgrad ift. den historiske opgørelse af det forbrugsbaserede klimaaftryk. Aggregeringen er imidlertid et udtryk for, at fremskrivningen er forbundet med en væsentlig usikkerhed på landeniveau.

Scenarierne trækker på outputs fra Integrated Assessment Models (IAM). IAMs kombinerer videnskabelige discipliner og producerer forskellige scenarier for, hvordan drivhusgasudledninger kan variere i fremtiden baseret på underliggende socioøkonomiske faktorer samt ændringer i energiforbrug, energiproduktion og økonomisk aktivitet. Der findes en bred vifte af forskellige IAMs. Scenarierne trækker primært på to IAMs i form af REMIND-MAGPIE og MESSAGE-GLOBIOM udviklet hos hhv. Potsdam Institut für Klimafolgenforschung og International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA).



#### Boks 1: Scenarier

##### SSP1 "Sustainability"

SSP1-scenariet indebærer bl.a. en reduktion i ulighed i og mellem lande samt vækst med et bredere fokus på menneskelig trivsel. Verdens lande fokuserer på at reducere materialeforbrug og energiintensiteten (Riahi et al., 2017: 157). SSP1-scenariet estimerer en temperaturstigning på mellem 3,1 C og 3,5 C i 2100 (Carbon Brief, 2018).

##### SSP2 "Middle of the Road"

I SSP2-scenariet bevæger verden sig i en retning, hvor sociale, økonomiske og teknologiske trends ikke ændres markant fra den historiske udvikling. Der vil været et overordnet fald i ressource- og energiintensiteten (Riahi et al., 2017: 157). SSP2-scenariet estimerer en temperaturstigning på mellem 3,8 C og 4,2 C i 2100 (Carbon Brief, 2018).

##### SSP2 – 1.5 C:

Dette scenarie tager udgangspunkt i SSP2-scenariet, men kalibreres til at ramme en temperaturstigning på højst 1,5 C i 2100, som er målet i Paris-aftalen. Scenariet er dermed udtryk for et lav-emissions-scenarie i en "middel of the road"-kontekst. Blandt de centrale drivere i dette scenarie er øget arealanvendelse til energiafgrøder, mere skovrejsning og mindre arealanvendelse til fødevarerproduktion (Rogelj, 2017).

##### SSP2 – 2.0 C:

Dette scenarie tager udgangspunkt i SSP2-scenariet, men kalibreres til at ramme en temperaturstigning på højst 2,0 C i 2100. Scenariet er ligesom SSP2 – 1,5 C et udtryk for et lav-emissions-scenarie i en "middel of the road"-kontekst med men variation af de centrale drivere. I SSP2 – 2,0 C fylder bl.a. en stigende andel af vedvarende energikilder og høj udbredelse af CCS meget (Riahi et al., 2017: 164).

##### SSP3 "Regional Rivalry"

I SSP3-scenariet fokuserer verdens lande på nationale eller regionale problemstillinger, såsom sikkerhed, energi og fødevarer. Den økonomiske vækst er langsommelig, forbruget er materialeintensivt og ulighed vil være konstant eller forværres (Riahi et al., 2017: 157). SSP3-scenariet estimerer en temperaturstigning på mellem 3,9 C og 4,6 C i 2100 (Carbon Brief, 2018).

##### SSP4 "Inequality"

I SSP4-scenariet vil investeringer i den globale energisektor accelerere brugen af vedvarende energi, men verden vil samtidig stadig i vid udstrækning anvende fossile brændsler (Riahi et al., 2017: 157). SSP4-scenariet estimerer en temperaturstigning på mellem 3,5 C og 3,8 C i 2100 (Carbon Brief, 2018).

##### SSP5 "Fossil-fueled Development"

I SSP5-scenariet er der høj økonomisk vækst baseret på udpræget udnyttelse af fossile brændsler (Riahi et al., 2017: 157). SSP5-scenariet estimerer en temperaturstigning på mellem 4,7 C og 5,1 C i 2100 (Carbon Brief, 2018).

### 3.2.2.3 Beregning af internationale emissionsfaktorer

På baggrund af den kalibrerede EXIOBASE frem mod 2035 kan der beregnes opdaterede, internationale emissionsfaktorer. Beregningerne adskiller sig i mindre grad fra





beregningen af de internationale emissionsfaktorer, som er beskrevet i baggrundsnotatet om Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk. Det skyldes, at EXIOBASE for 2025, 2030 og 2035 er opdelt på 12 regioner, og der derfor ikke kan beregnes specifikke emissionsfaktorer for enkelte europæiske lande (deriblandt Danmark) ud fra EXIOBASE, men derimod for Europa som region. Det betyder, at dansk økonomi og udledninger også vil indgå i den internationale emissionsfaktor, som anvendes for importen fra Europa. Det har ikke været muligt at beregne hvor meget emissionsfaktoren for Europa er påvirket af dansk økonomi og danske udledninger.

### *3.2.3 Estimat af dansk importmønster*

Det ændrer sig med tiden, hvilke lande Danmark importerer hvad fra. Det vil også være tilfældet frem mod 2035. GrønREFORMs fremskrivning af dansk økonomi, herunder importens størrelse, indeholder ikke information om, hvilke lande importen stammer fra. For at tage hensyn til, at Danmarks importmønster forventeligt vil ændre sig i takt med verdensøkonomiens udvikling, er dansk importmønster estimeret for 2025, 2030 og 2035 med udgangspunkt i en simpel version af "gravity-modellen".

#### *3.2.3.1 Gravity-modellen*

Gravity-modellen er i sin oprindelige form en simpel økonomisk model, som estimerer handel mellem to lande baseret på landenes økonomiske størrelse og distancen mellem de to lande. Forskning viser generelt empirisk støtte til modellen (Kabir et al., 2017; Carrère et al., 2020). I sin simple form estimerer gravity-modellen et forventet handelsflow mellem to lande ud fra landenes økonomiske størrelse og distancen mellem landene (Isard, 1954). Senere er modellen udvidet til at indeholde en række proxyer for lethed af handel, fx handelstariffer, fælles grænse, fælles sprog, kolonihistorie, valutakurser mv. (UNCTAD/WTO, 2012).

Til estimatet af Danmarks importmønster til 2035 anvendes en helt simpel tilgang, hvor der alene tages højde for eksportlandets økonomiske størrelse ift. den samlede verdensøkonomi. Den simple tilgang skyldes dels, at en række af de andre faktorer formodes at være konstante og derfor ikke vil ændre sig frem mod 2035 (fx distance, fælles grænse, fælles sprog og kolonihistorie), dels at forudsigelser om faktorer som handelstariffer og valutakurser vil være forbundet med meget stor usikkerhed.

#### *3.2.3.2 Estimat af importmønstre*

I praksis anvendes til fremskrivningen af det forbrugsbaserede klimaaftryk en meget simpel version af gravity-modellen til at estimere en fordeling af importen for de 12 regioner inden for hver af nationalregnskabets 117 danske brancher for 2025, 2030 og 2035, hvor der alene lægges vægt på udviklingen i eksportregionernes økonomiske størrelse. Udgangspunktet er Danmarks importmønster for 2019, da det er basisår for den økonomiske fremskrivning. Importmønstret beskriver hvor mange penge Danmark importerer for fra alle lande fordelt på 117 brancher. Der tages udgangspunkt i importmønstret inden for hver branche, fordi det er meget forskelligt,

hvilke lande Danmark importerer fra i de enkelte brancher. Importen aggregeres fra de 117 brancher til GrønREFORMs 56 brancher. Derefter aggregeres der fra de enkelte lande til de 12 regioner, så de er i overensstemmelse med kalibreringen af EXIOBASE. Udgangspunktet med fordelingen på de 12 regioner inden for hver branche estimeres ved at gange den relative udviklingen i den enkelte regions BNP ift. verdensøkonomien på regionens importandel i 2019.

Output er en 56x12 matrice med andelen af import fordelt på regioner inden for hver branche for hhv. 2025, 2030 og 2035.

Udregningen består dermed af to skridt: 1) udregning af procentpoint ændring af en regions økonomiske størrelse ift. verdensøkonomien og 2) udregning af importfordelingen på regioner inden for hver branche i kr. i hhv. 2025, 2030 og 2035.

**Ligning 1:** Udregning af procentpoint ændring af en regions økonomiske størrelse ift. verdensøkonomien

$$\Delta R = \frac{\left( \frac{BNP_{R,20xx}}{BNP_{V,20xx}} - \frac{BNP_{R,2019}}{BNP_{V,2019}} \right)}{\frac{BNP_{R,2019}}{BNP_{V,2019}}}$$

Hvor  $\Delta R$  er et udtryk for forskellen i en regions andel af verdensøkonomien mellem 2019 og 20xx (hhv. 2025, 2030 og 2035) i procentpoint. **BNP** er et udtryk for bruttonationalproduktet, **R** for region og **V** for verden. Hermed er  $BNP_{R,2019}$  et udtryk for BNP i en given region i 2019 og  $BNP_{V,2019}$  er et udtryk for BNP for hele verdensøkonomien i 2019.

Med udgangspunkt i andelen af importen til Danmark fra en given region til en given branche i 2019, kan der ved brug af  $\Delta R$  estimeres en andel af importen til Danmark fra den givne region til den givne branche for 2035.

**Ligning 2:** Udregning af importfordelingen for en given region til en given dansk branche i kr. i 2025, 2030 og 2035

$$A_{R,B,20xx} = (A_{R,B,2019} * (\Delta R + 1))$$

Hvor **A** er andel af importen til Danmark, **R** er region og **B** er branche.  $A_{R,B,20xx}$  er dermed et udtryk for andelen af import fra en bestemt region i en bestemt branche i 20xx (hhv. 2025, 2030 og 2035). Denne beregning foretages på tværs af alle regioner og brancher. Boks 2 giver et eksempel på beregningen for en enkelt region i en enkelt branche.

**Boks 2: Eksempel på beregning af importmønster i 2035**

I eksemplet står regionen "Asien" for 45 pct. af importen til den danske beklædningsindustri. Asiens BNP udgør i 2019 20 pct. af den samlede verdensøkonomi (40 mia. ud af 200 mia.). I 2035 udgør Asiens BNP 25 pct. af den samlede verdensøkonomi (100 mia. ud af 400 mia.). Det svarer til en stigning på 25 pct.

Ved brug af formlerne vil dette regnestykke se ud som følgende:

$$\frac{\left(\frac{100 \text{ mia.}}{400 \text{ mia.}} - \frac{40 \text{ mia.}}{200 \text{ mia.}}\right)}{\frac{40 \text{ mia.}}{200 \text{ mia.}}} = 0,25$$

$$45 \% * 1,25 = 56,25 \%$$

I eksemplet vil importen fra Asien til den danske beklædningsindustri i 2035 udgøre ca. 56 % af den samlede import i beklædningsindustrien som følge af, at Asiens økonomiske størrelse ift. verdensøkonomien er steget med 25 % i perioden 2019 til 2035.

Metoden antager implicit, at sammensætningen af regioner som udgør importmønstret ikke ændrer sig. Det vil sige, at der hverken tilføjes eller fjernes importregioner inden for hver branche ift. 2019. Det forventes ikke at være en større kilde til usikkerhed, når der arbejdes på et aggregeringsniveau med 12 regioner og data viser også, at der blev importeret fra alle regioner i alle brancher i 2019.

Ikke desto mindre er der behov for at balancere importen, da fordelingen på tværs af regioner ikke vil give 100 pct. inden for hver branche. Derimod vil det typisk summere til under 100 pct. Det skyldes, at Danmarks største importregion er Europa, som de kommende år forventes at opleve en fald i økonomisk størrelse ift. verdensøkonomien, mens regioner vi importerer mindre fra, fx Indien og Afrika, vil opleve at vokse ift. verdensøkonomien. I 2025 er den største forskel i en branche fem procent, i 2030 11 procent og i 2035 15 procent. Hver branche balanceres, så der summeres til 100 pct. ved at fordele residualen på regioner vægtet efter den økonomiske værdi af importen fra hver region for den givne branche.

Desuden kan det forventes, at en stigning i et lands BNP vil føre til højere priser på de produkter, som landet eksporterer. Det vil antageligt føre til en lavere import fra det givne land, hvis produkterne kan findes billigere andetsteds. Igen er forventningen dog, at denne effekt vil være mindre fremtrædende, da der arbejdes på et højt aggregeringsniveau, hvor importen er fordelt på 12 regioner.

Fremskrivningen tager udgangspunkt i importmønstret fra 2019. Det betyder, at fremskrivningen af importmønstret ikke fanger, hvis nogle regioner i fremtiden fx vil ændre eksportstrategier og fokusere eksporten på andre brancher, end de gør i dag.



Generelle ændringer i efterspørgslen fra importerede varer er dog dækket af fremskrivningen af dansk økonomi.

Som robusthedstest er der gennemført en sammenligning af modellens resultater med hhv. et estimeret importmønster for 2035 og et konstant importmønster i 2035.

### 3.2.4 Samlet model til fremskrivning

Der anvendes den samme model som for den historiske opgørelse af Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk. Modellen er udviklet i samarbejde med Danmarks Statistik.

De overordnede inputs til modellen er:

- IO-tabeller for 2025, 2030 og 2035
- Emissionstabeller for 2025, 2030 og 2035
- Importfordeling på regioner for 2025, 2030 og 2035
- LULUCF-udledninger for 2025, 2030 og 2035
- Internationale emissionsfaktorer for 2025, 2030 og 2035

Der er sket få, mindre ændringer i selve modellens opbygning, sammenlignet med den historiske opgørelse i form af:

- I udregningen af internationale emissionsfaktorer indgår Danmark ikke som en region i EXIOBASE-data. Da modellen forventer, at den nationale region (Danmark) indgår i tabellerne, indsættes Danmark manuelt, dog uden værdier.
- Da EXIOBASE i årene 2025, 2030 og 2035 er fremskrevet i faste 2015-priser gennemføres en deflatering af den danske import fra GrønReform data til 2015-prisniveau.

### 3.3 Forudsætninger og afgrænsninger:

Dette afsnit uddyber de overordnede forudsætninger og afgrænsninger for hver af de tre elementer af fremskrivning: 1) fremskrivning af dansk økonomi og territorielle drivhusgasudledninger, 2) fremskrivning af internationale emissionsfaktorer og 3) estimat af Danmarks importmønster.

Fremskrivningen omfatter ikke udledninger forbundet med LUC (Land Use Change) uden for Danmarks grænser eller afbrændingen af biomasse. For nærmere om disse afgrænsninger henvises til baggrundsnotatet om Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk.

#### 3.3.1 Fremskrivning af dansk økonomi og territoriale drivhusgasudledninger

Med GrønREFORM er der tale om en model, der fortsat bliver videreudviklet. Modellen har dog gennemgået flere justeringer for at sikre, at niveauerne for økonomisk aktivitet er retvisende. Desuden er en beta-version af modellen allerede blevet brugt af interesseorganisationer til analyser af klimapolitik.



### 3.3.1.1 *Modellering af husholdningernes forbrug*

Den økonomiske aktivitet i og imellem erhvervslivets brancher er på nuværende tidspunkt ret veludviklet i GrønREFORM, hvorimod privatforbrugeres aktivitet er mere simpelt modelleret. Det fører til store usikkerheder ift. udviklingen i husholdningernes forbrugsmønster frem mod 2035.

GrønREFORM har som noget nyt indført fremadskuende husholdninger i modellen. Det betyder, at modellen forsøger at tage højde for, at en stor andel af husholdningerne tilpasser deres forbrug over tid til deres forventede indkomst og formue. Der er imidlertid stadig udviklingspotentiale forbundet med husholdningers tilbøjelighed til at flytte deres forbrug mellem forbrugskategorier i takt med indkomststigninger. I den nuværende version af GrønREFORM antages således som udgangspunkt en indkomstelasticitet på en for husholdningernes køb af varer ved indkomststigninger. Det betyder, at forbrugsmønstret ikke ændrer sig som følge af indkomststigninger i fremtiden. Dog vil fremskrivningen af de historiske trends for udviklingen i husholdningernes budget i MAKRO betyde, at GrønREFORM modellerer husholdningernes forbrug af services til at være relativt højere i 2035 end i dag. Dertil kommer, at modellens pris- og handelselasticiteter også kan influere på forbrugssammensætningen.

### 3.3.1.2 *Fokus på klima og miljø*

Modellen er udviklet med særligt fokus på klima og miljø, hvilket kommer til udtryk i en højere detaljeringsgrad på områder, som er særligt vigtige for klima- og miljøpolitikken. Derfor er der også afgrænsninger i modellen, som er en konsekvens af dens fokusområder.

### 3.3.2 *Fremskrivning af internationale emissionsfaktorer*

Den centrale antagelse i den anvendte metode til at kalibrere EXIOBASE er, at de underliggende strukturer i økonomien ændrer sig i nøglesektorer i overensstemmelse med scenariernes detaljer, men forbliver konstante, hvis ingen anden information er kendt.

Ud over den centrale antagelse er tre andre antagelser værd at fremhæve:

1. Priserne er ikke endogeniserede. Det betyder, at relative priser mellem produkter og økonomier ikke ændres. Det betyder fx, at der ikke tages højde for, at en ændring i forbruget af fjernvarme kan have indflydelse på prisen på de varer, der indgår i produktionen af fjernvarme eller prisen på andre varmekilder.
2. Alle ændringerne indført i supply-use tabellerne (fx ændringer i energiforbrug og økonomisk udvikling) er eksogene. Det vil sige, at de ændringer der sker i modellen er aktivt implementeret og ikke sker endogent i modellen. Det betyder, at systematiske rebound-effekter ikke er medtaget. En systematisk rebound-effekt kan fx være, hvis den positive effekt af ny teknologi reduceres



af ændret adfærd i befolkningen. Et eksempel kunne være, at købet af en mere energieffektiv bil betyder, at brugeren vil spare penge og dermed have råd til at køre mere eller øge forbruget på andre områder.

3. Om end metoden tager højde for teknologiændringer, tager den kun højde for udvikling mod en større udbredelse af kendte teknologier. Det kan fx være BECCS, som er den primære teknologi, der driver negative emissioner i 2,0 C og 1,5 C scenarierne<sup>9</sup>. Fremtidige teknologier, som endnu ikke er opfundet, vil naturligt nok ikke figurere i modellen. Dette vurderes imidlertid ikke at være en væsentlig udfordring, da tidshorizonten kun går til 2035. For en nærmere beskrivelse af teknologisk udvikling i forskellige SSP-scenarier henvises til Riahi et al. (2016: appendix A).

#### Boks 3: BECCS

BECCS er en forkortelse for det engelske *Bioenergy with Carbon Capture and Storage*. I BECCS anvendes energien fra biomasse ved fx afbrænding af træpiller og træflis til produktionen af fjernvarme. Den biogene CO<sub>2</sub> som frigives ved afbrændingen fanges og lagres. Da udledningen af biogen CO<sub>2</sub> ved afbrænding af biomasse ifølge IPCC's retningslinjer opgøres som klimaneutralt, vil fangst og lagring af biogen CO<sub>2</sub> kunne betragtes som *negative emissioner*.

I den kalibrerede udgave af EXIOBASE indgår der ikke fluorerede drivhusgasser (SF<sub>6</sub>, PFC og HFC). De opgjorte udenlandske udledninger indeholder derfor ikke fluorerede drivhusgasser. Fluorerede drivhusgasser udgør en begrænset mængde af de globale udledninger. Fx udgjorde fluorerede drivhusgasser 2,3 pct. af EU's totale drivhusgasemissioner i 2019 (EEA, 2021).

#### 3.3.3 Estimat af Danmarks importmønster

Der er tale om et simpelt estimat af Danmarks fremtidige importmønster, da fremskrivningen alene er baseret på udviklingen i eksportregionernes økonomiske størrelse ift. den samlede verdensøkonomi. Der tages ikke højde for øvrige faktorer, som vil kunne påvirke handelsmønstret mellem Danmark og resten af verden, som fx ændrede valutakurser eller nye handelsaftaler.

#### 3.4 Primære datakilder:

Dette afsnit beskriver de primære datakilder for hver af de tre elementer af fremskrivning: 1) fremskrivning af dansk økonomi og territoriale drivhusgasudledninger, 2) fremskrivning af internationale emissionsfaktorer og 3) estimat af Danmarks importmønster.

##### 3.4.1 Fremskrivning af dansk økonomi og territoriale drivhusgasudledninger

Opbygningen af GrønREFORM hviler på en række vigtige datakilder i forbindelse med fremskrivningen af dansk økonomi. Disse kilder inkluderer bl.a.:

<sup>9</sup> Denne sætning er rettet pr. 15. juni 2023. Tidligere stod der "SSP-scenarierne" i stedet for "2,0 C og 1,5 C scenarierne". Det var en fejl, der for er sætningen nu korrigeret.



- 1) Nationalregnskabet og grønt nationalregnskab
- 2) Landbrugsdata
- 3) Transportdata
- 4) Energidata

#### 3.4.1.1 *Nationalregnskabet og grønt nationalregnskab*

GrønREFORM er funderet på nationalregnskabet, som udarbejdes af Danmarks Statistik. Nationalregnskabet tilstræber at give et helstøbt billede af det samfundsøkonomiske kredsløb ved brug af social accounting matrices (SAMs). SAMs omfatter en opgørelse af alle økonomiske transaktioner i samfundet inden for en givent år. Opgørelsen viser bl.a. hvordan produktionsaktiviteten skaber en indtægt, som fordeles på løn og omfordeles via skat, hvorefter den bliver brugt på varer og tjenester til privatforbrug og opsparing. Til GrønREFORM er der udviklet et særligt detaljeret nationalregnskab med fokus på en opdeling af brancher med miljø- og klimamæssig væsentlighed<sup>10</sup>. Det detaljerede nationalregnskab indeholder 146 brancher mod der almindelige nationalregnskabs 117 brancher. GrønREFORMs output er dog som udgangspunkt på 56 brancher.

Til fremskrivningen er udgangspunktet nationalregnskabsdata for 2019. Derfor vil konsekvenserne af covid-19 endnu ikke have slået igennem i de nationalregnskabsdata, som udgør basisåret for fremskrivningen. De overordnede makroøkonomiske trends er dog kalibreret op mod DREAM's MARKO-model. I MAKRO er det makroøkonomiske grundforløb igen kalibreret op mod nationalregnskabsdata til og med 2021. På den måde vil effekterne af covid-19 være repræsenteret i modellens resultater til og med 2021.

Som supplement til nationalregnskabet opgør Danmarks Statistik også et grønt nationalregnskab. I emissionsmodellen hviler drivhusgasudledningerne hovedsageligt på en række matricer for drivhusgasudledninger fra Danmarks Statistik, der går under betegnelsen emissionstabeller. Disse er detaljerede opgørelser over forskellige typer af udledninger knyttet til den danske økonomi og er fuldstændig compatible med det traditionelle nationalregnskab. På enkelte områder i GrønREFORM bliver disse emissionstabeller justeret med data fra DCE.

#### 3.4.1.2 *Landbrugsdata*

Det detaljerede nationalregnskab indeholder 13 brancher inden for landbruget, mod det almindelige nationalregnskabs ene branche. Den højere detaljeringsgrad kræver også et mere detaljeret datagrundlag. Dette udvidede regnskab beskriver groft sagt de samme former for transaktioner som nationalregnskabet, men blot fordelt på den mere detaljerede landbrugssektor i GrønREFORM. Derudover er der i landbrugsdelen også brugt data fra Energistyrelsens Klimastatus og -fremskrivning, der beskriver brugen af uorganisk gødning i landbruget, mens klassifikationerne af drivhusgasser i

---

<sup>10</sup> Det detaljerede nationalregnskab kan findes på [www.dst.dk/GroenREFORM](http://www.dst.dk/GroenREFORM).

landbrugsmodellen følger Danish National Inventory Report udgivet af DCE (Nationalt Center for Miljø og Energi) under Aarhus Universitet, som indrapportering til FNs Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Drivhusgasudledninger fra LULUCF er baseret data fra Danish National Forest Accounting Plan 2021-2030 – re-submission 2019, fra Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, KU, samt på tal fra Energistyrelsens Klimastatus og -fremskrivning.

#### 3.4.1.3 Transportdata

Transportmodellen i GrønREFORM baseres også i høj grad på data fra Danmarks Statistik, DCE, og Energistyrelsen. Den overordnede opdeling af både transportbranchen og typen af køretøjer samt antallet af køretøjer hviler på data fra Danmarks Statistik. Dette kobles med emissionskoefficienter fra DCE, der gør det muligt at beregne drivhusgasudledninger forbundet med transport. Desuden baserer fremtidige køretøjsteknologier sig på Energistyrelsens Alternativ Drivmiddelmodel. Energiforbruget i transportsektoren er kalibreret op imod KF22.

#### 3.4.1.4 Energidata

For det øvrige energiforbrug er GrønREFORM også kalibreret op imod KF22. I den forbindelse stammer de teknologiske reduktionsmuligheder fra den tekno-økonomiske model IntERACT. IntERACT er en hybrid model udviklet af Energistyrelsen, som kombinerer en bottom-up tilgang, der har fokus på teknologisk udvikling, med en økonomisk CGE-model, der beskriver strukturelle effekter i samfundsøkonomien. Den tekniske delmodel holder styr på, hvordan energien anvendes i private husholdninger og i erhvervslivet, hvilke teknologier der anvendes, hvordan el og varme produceres og transporteres, samt hvor meget energiudveksling der er med udlandet. Den økonomiske delmodel i IntERACT beskriver erhvervenes produktion og husholdningers indkomst og forbrug.

#### 3.4.2 Fremskrivning af internationale emissionsfaktorer

Som beskrevet i afsnit 3.1.2.2 trækker kalibreringen af EXIOBASE primært på to IAM's i form af REMIND-MAGPIE og MESSAGE-GLOBIOM, som ligger til grund for de 7 scenarier.

REMIND-MAGPIE er en kombination af to modeller: 1) REMIND og 2) MAGPIE. REMIND er en energiøkonomisk generel ligevægtsmodel, som linker en makroøkonomisk vækstmodel med en bottom-up energisystemmodel. Formålet med REMIND er at identificere det velfærdsoptimale mix af investeringer i økonomi og energisystem betinget af en række givne antagelser om population, teknologi, politik og klimabegrænsninger (Luderer et al., 2020). MAGPIE er en global allokeringsmodel for land use. Modellen tager højde for forhold såsom efterspørgsel efter landbrugsprodukter, teknologisk udvikling og produktionsomkostninger. Modellen inkluderer desuden data om afgrødeudbytte og begrænsninger på jord- og vandressourcer (Dietrich et al., 2020).





MESSAGE-GLOBIOM består af fem delmodeller i form af 1) MESSAGEix (energimodel), 2) GLBIOM (land use model), 3) GAINS (luftforurenings- og drivhusgasmodel), 4) MACRO (makroøkonomisk model) og 5) MAGICC (simpel klimamodel). De centrale modeller er MESSAGE og GLOBIOM (Krey et al., 2020).

For nærmere information om det datamæssige grundlag i de enkelte IAM's henvises til de angivne kilder.

### 3.4.3 Estimat af Danmarks importmønster

Der anvendes to datakilder:

- 1) Importmønster i 2019
- 2) BNP-udviklingen frem mod 2035

#### 3.4.3.1 Importmønster i 2019

Danmarks Statistiks udenrigshandelsstatistik indeholder viden om dansk import fordelt på 117 brancher og alle de lande, som Danmark importerer fra. Opdeling på lande aggregeres i overensstemmelse med de 12 regioner i EXIOBASE 2035 og GrønREFORMs 56 brancher.

#### 3.4.3.2 BNP-udviklingen frem mod 2035

For at sikre konsistens til kalibreringen af EXIOBASE anvendes de samme fremskrevne BNP-data til fremskrivningen af Danmarks importmønster. De fremskrevne BNP-data stammer fra MaGE-modellen, som igen er baseret på grunddata fra Verdensbanken (Fouré et al., 2012). Det fremskrevne BNP er baseret på SSP2-scenariet, som er et udtryk for *middle of the road*. Det fremskrevne BNP er ikke tilpasset hvert enkelt scenarie.

## 4. Kvalificering

Dette afsnit beskriver 1) usikkerheder, 2) følsomhedsanalyser og 3) perspektivering.

### 4.1 Usikkerheder

Fremskrivningen er behæftet med betydelig usikkerhed. Usikkerheden skal findes i den række af antagelser og afgrænsninger, som er beskrevet i dette baggrundsnotat. Af de centrale antagelser og afgrænsninger kan fremhæves usikkerheder relateret til:

- **Frozen-policy scenarie:** En af de væsentlige antagelser er, at der anvendes et frozen-policy scenarie for de territoriale drivhusgasudledninger. Det betyder, at det antages, at der ikke implementeres ny klimapolitik i Danmark frem mod 2035. Det vil næppe være tilfældet. Resultaterne skal derfor ses i lyset af, at de giver et billede af udviklingen uden ny klimapolitik eftersom politiske aftaler efter 1. januar 2022 ikke er indregnet, da fremskrivningen bygger på KF22.



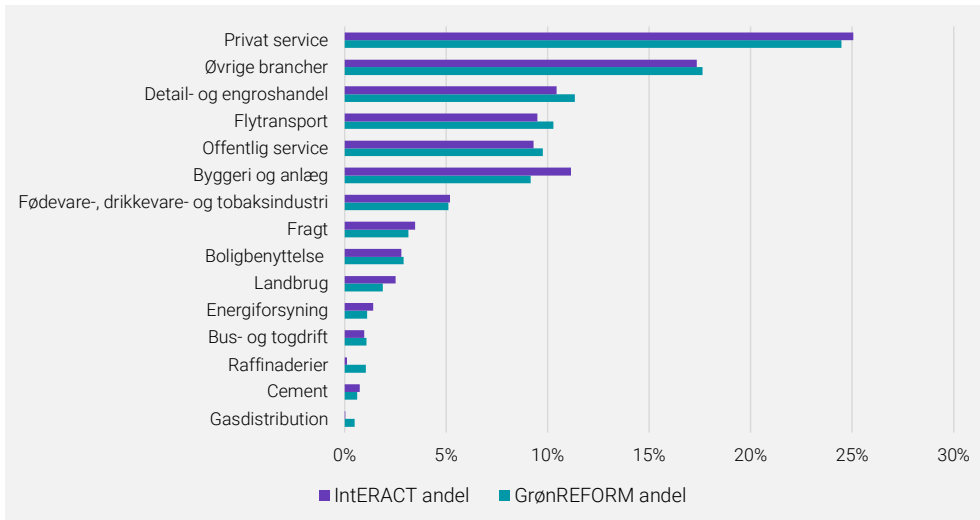
- **Udledninger fra ændringer i arealanvendelse (LUC) i udlandet indgår ikke:** Klimaaftrykket fra ændringer i arealanvendelse i udlandet, som følge af dansk forbrug, indgår ikke i fremskrivningen eller den historiske opgørelse af Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk. Klimaaftrykket fra LUC vil særligt være relevant inden for fødevarerbranchen. Se baggrundsnotatet om Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk for et estimat af klimaaftrykket fra LUC i 2018 og 2020 baseret på to forskellige metoder.
- **Endnu ikke færdigudviklet GrønREFORM-model:** GrønREFORM er endnu ikke færdigudviklet og bl.a. er modelleringen af husholdningernes forbrug stadig relativt basal.
- **Omverdens udvikling:** Fremskrivningen er baseret på syv forskellige scenarier for, hvordan omverdens udvikling vil se ud frem mod 2035. Scenarierne siger imidlertid ikke noget om, hvilket scenarie der er det mest sandsynlige. Spændet i resultaterne illustrerer derved den usikkerhed, som er forbundet med, at omverdenen kan udvikle sig i meget forskellige retninger.
- **Manglende fluorerede drivhusgasser:** Fremskrivningen af de udenlandske udledninger omfatter ikke fluorerede drivhusgasser (disse er inkluderet i fremskrivningen af de danske udledninger). De udenlandske udledninger vil derfor forventeligt være en anelse højere.
- **Udvikling i teknologi:** Udviklingen i teknologi i scenarierne er baseret på antagelser i IAM-modellerne. Disse antagelser er baseret på bedste viden, da modellerne blev udviklet. Det er imidlertid svært at forudsige udviklingen i teknologi, og antagelserne er derfor behæftet med stor usikkerhed.
- **Prisudvikling:** Kalibreringen af EXIOBASE er baseret på faste 2015-priser, mens fremskrivningen af importen til dansk forbrug er deflateret til faste 2015-priser. Prisudviklingen er svær at forudsige og kan være meget volatil. Senest eksemplificeret ved de markante stigninger i energipriser. Der er derfor væsentlige usikkerheder forbundet med at deflatere importværdierne for fremskrivningen af dansk forbrug.

#### 4.2 Sammenligning af GrønREFORM med IntERACT

Dette afsnit sammenligner fremskrivningen af dansk økonomi i GrønREFORM-modellen og Energistyrelsens IntERACT-model. Formålet er at tydeliggøre de forskelle der måtte være, når der vælges én model til fremskrivningen af dansk økonomi.

Figur 8 viser, hvor stor en andel forskellige branchers efterspørgsel udgør af økonomien i 2035 i hhv. GrønREFORM og IntERACT. Ifølge figuren stemmer branchefølgelsen ret godt overens mellem de to modeller. Den største forskel findes inden for byggeri og anlæg, som fylder mere i IntERACT. Begge modeller forventer, at privat service er den branchegruppe, der fylder mest i 2035 med knap 25 pct. af den samlede efterspørgsel.

**Figur 8:** Sammenligning af brancheefterspørgslen i GrønREFORM og IntERACT i 2035



**Kilde:** Energistyrelsen. **Anm.:** Branchegrupperingen er en anden end i resten af fremskrivningen, da IntERACT anvender en anden brancheinddeling. Bemærk at en række brancher ikke meningsfyldt kan sammenlignes pga. forskelle i brancheklassifikationer. Disse brancher er samlet i "Øvrige brancher".

### 4.3 Supplerende analyser

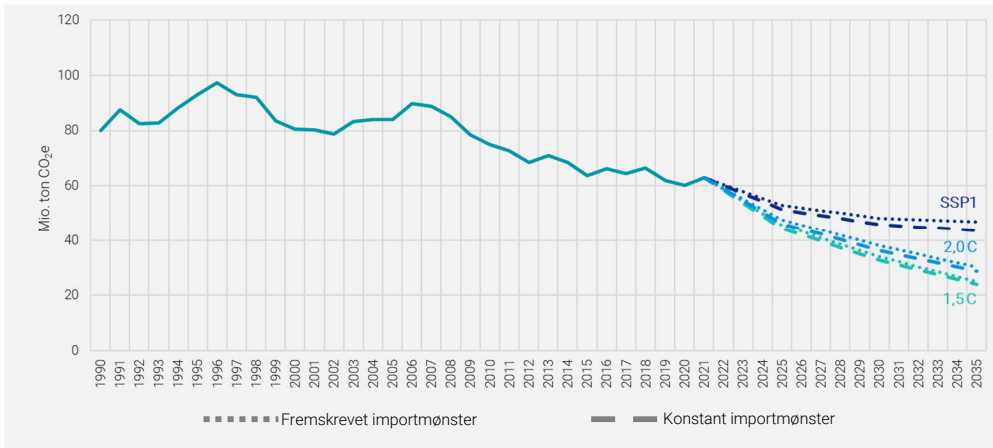
Dette afsnit præsenterer to supplerende analyser af, hvordan fremskrivningen ville se ud, hvis der blev ændret på to centrale antagelser. For det første undersøges det, hvordan fremskrivningen vil se ud, hvis importmønstret var konstant i stedet for fremskrevet med udgangspunkt i verdensøkonomiens forventede udvikling. For det andet beskrives udviklingen med konstante internationale emissionsfaktorer for 2019 – dvs. en situation hvor verden uden for Danmark er den samme som i 2019.

#### 5.3.1 Konstant importmønster

I denne analyse holdes det danske importmønster konstant til 2019. Det vil sige, at der ikke indregnes formodede ændringer i handelsmønstrene som følge af udviklingen i verdensøkonomien. Med andre ord vil andelen af den danske import fordelt på regioner være præcis den samme i 2025, 2030 og 2035 som i 2019. Den samlede import vil stadig stige, som fremskrevet af GrønREFORM.

Figur 9 viser hvordan udviklingen i SSP1-scenariet, 2,0 C-scenariet og 1,5 C-scenariet vil se ud med hhv. fremskrevne importmønstre (afrapporteret i hovedresultaterne) og konstante importmønstre. Ifølge analysen vil konstante importmønstre generelt give et lavere klimaaftryk fra dansk forbrug frem mod 2035. Forskellen er størst for SSP1-scenariet, mens den er mindre i 2,0 C-scenariet. I 1,5 C-scenariet er forskellen minimal.

**Figur 9:** Fremskrivning af Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk med henholdsvis fremskrevne og konstante importmønstre



**Kilde:** Energistyrelsen

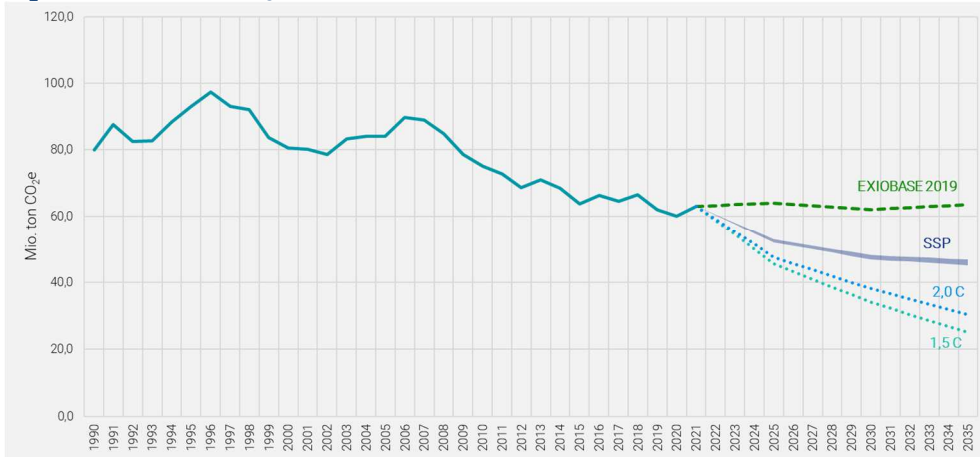
Forskellen illustrerer, at drivhusgasintensiteterne ved produktionen af varer i udviklingsøkonomier generelt er højere, end i udviklede økonomier – også i fremtiden. De fremskrevne importmønstre estimerer, at vi i fremtiden vil handle mere med udviklingsøkonomier end i dag, da de vil udgøre en større del af verdensøkonomien i fremtiden. Det udmønter sig i et højere klimaaftryk, da en større del af de importerede varer dermed vil stamme fra produktionslande, hvor drivhusgasudledningerne er højere for de producerede varer.

### 5.3.1 Konstante internationale emissionsfaktorer

I denne analyse holdes de internationale emissionsfaktorer konstante med EXIOBASE 2019. Det betyder, at der for hvert af de fremskrevne år er anvendt historiske internationale emissionsfaktorer fra 2019 i stedet for den kalibrerede EXIOBASE. Analysen kan kvalificere hvilken betydning omverdens udvikling i de forskellige scenarier har for Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk sammenlignet med en situation, hvor omverdenen var den samme som i 2019.

Figur 10 viser, at i en situation hvor omverdens drivhusgasintensitet for produktionen til dansk forbrug var den samme som i 2019, skønnes det, at Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk vil være relativt konstant frem mod 2035. At klimaaftrykket er konstant dækker over en anslået stigning i udenlandske udledninger på ca. 12 mio. ton CO<sub>2</sub>e i perioden 2021 til 2035 som følge af en øget import af varer. Denne stigning modsvares imidlertid af et tilsvarende fald i de danske udledninger i samme periode.

Figur 10: Fremskrivningen inklusive konstante internationale emissionsfaktorer



Kilde: Energistyrelsen

#### 4.4 Perspektivering

Energistyrelsen vil i de kommende år fortsat arbejde med at udvikle metoden til fremskrivningen af det forbrugsbaserede klimaafttryk. Energistyrelsen vil bl.a. undersøge muligheden for at udvikle et internationalt scenarie baseret på de enkelte landes NDC'er (*Nationally Determined Contributions*). Det vil supplere fremskrivningen med et billede af verdens udvikling baseret på landenes nuværende målsætninger på området.

## 5. Kilder

Bonde, Martin, João Ejarque, Grane Høegh, Emil Partsch, Peter Stephensen and Tamás Vasi (2023). MAKRO Model Documentation - A Handbook for using and understanding the MAKRO Model. [https://dreamgruppen.dk/media/12715/makro\\_model\\_documentation\\_mar2023.pdf](https://dreamgruppen.dk/media/12715/makro_model_documentation_mar2023.pdf) (tilgået 17/04/2023).



Carbon Brief (2018). "Explainer: How 'Shared Socioeconomic Pathways' explore future climate change". <https://www.carbonbrief.org/explainer-how-shared-socioeconomic-pathways-explore-future-climate-change/>

Carrère, Céline; Mrázová, Monika; Neary, J. Peter (2020). "Gravity without Apology: The Science of Elasticities, Distance, and Trade". *The Economic Journal*. 130 (628): 880–910. doi:10.1093/ej/ueaa034

Dietrich J, Bodirsky B, Weindl I, Humpenöder F, Stevanovic M, Kreidenweis U, Wang X, Karstens K, Mishra A, Beier F, Molina Bacca E, Klein D, Ambrósio G, Araujo E, Biewald A, Lotze-Campen H, Popp A (2020). "MAgPIE - An Open Source land-use modeling framework - Version 4.3.0." doi: 10.5281/zenodo.1418752. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1418752> || <https://github.com/magpiemodel/magpie>

DREAM (2023). "Generel ligevægtsmodel". <https://dreamgruppen.dk/groenreform/generel-ligevaegtsmodel/> (tilgået 28.03.2023)

EEA (2021). European Environment Agency. *Fluorinated greenhouse gases 2021*. <https://www.eea.europa.eu/publications/fluorinated-greenhouse-gases-2021>. Tilgået (17/04/2023).

Fouré, J., Bénassy-Quéré, A., & Fontagné, L. (2012), *The Great Shift: Macroeconomic Projections for the World Economy at the 2050 Horizon* CEPII Working paper 2012-03.

Isard, Walter (1954). "Location Theory and Trade Theory: Short-Run Analysis". *Quarterly Journal of Economics*. 68 (2): 305–320. doi:10.2307/1884452.

Kabir, Mahfuz; Salim, Ruhul; Al-Mawali, Nasser (2017). "The gravity model and trade flows: Recent developments in econometric modeling and empirical evidence". *Economic Analysis and Policy* 56 (2017) 60–71.

Krey, V., P. Havlik, P. N. Kishimoto, O. Fricko, J. Zilliacus, M. Gidden, M. Strubegger, G. Kartasasmita, T. Ermolieva, N. Forsell, M. Gusti, N. Johnson, J. Kikstra, G. Kindermann, P. Kolp, F. Lovat, D. L. McCollum, J. Min, S. Pachauri, Parkinson S. C., S. Rao, J. Rogelj, H. and Ünlü, G. Valin, P. Wagner, B. Zakeri, M. Obersteiner, and K. Riahi. *MES-SAGEix-GLOBIOM Documentation – 2020 release*. Technical Report, International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Laxenburg, Austria, 2020. <https://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/17115> || doi:10.22022/iacc/03-2021.17115.

Luderer G, Bauer N, Baumstark L, Bertram C, Leimbach M, Pietzcker R, Streffler J, Aboumahboub T, Auer C, Bi S, Dietrich J, Dirnaichner A, Giannousakis A, Haller M, Hilaire J, Klein D, Koch J, Körner A, Kriegler E, Levesque A, Lorenz A, Ludig S, Lüken M, Malik A, Manger S, Merfort L, Mouratiadou I, Pehl M, Piontek F, Popin L, Rauner S, Rodrigues R, Roming N, Rottoli M, Schmidt E, Schreyer F, Schultes A, Sörgel B, Ueckerdt F (2020). "REMIND - REgional Model of INvestments and Development - Version 2.1.3." <https://www.pik-potsdam.de/research/transformation-pathways/models/remind>



Meinshausen, Malte (2019). *Chapter 12: Implications of the Developed Scenarios for Climate Change* in "Achieving the Paris Climate Agreement Goals - Global and Regional 100% Renewable Energy Scenarios with Non-energy GHG Pathways for +1.5°C and +2°C". Editor: Sven Teske. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-05843-2>.

Montt, Guillermo; Wiebe, Kirsten Svenje; Harsdorff, Marek; Simas, Moana S.; Bonnet, Antoine and Richard Wood (2018). "Does climate action destroy jobs? An assessment of the employment implications of the 2-degree goal". *International Labour Review*, Volume 157, Issue 4, p. 519-556. <https://doi.org/10.1111/ilr.12118>.

O'Neill, Brian C., Elmar Kriegler, Kristie L. Ebi, Eric Kemp-Benedict, Keywan Riahi, Dale S. Rothman, Bas J. van Ruijven, Detlef P. van Vuuren, Joern Birkmann, Kasper Kok, Marc Levy, William Soleckim. "The roads ahead: Narratives for shared socioeconomic pathways describing world futures in the 21st century". *Global Environmental Change* 42 (2017) 169–180.

Riahi, Keywan, Detlef P. van Vuuren, Elmar Kriegler, Jae Edmonds, Brian C. O'Neill, Shinichiro Fujimori, Nico Bauer, Katherine Calvin, Rob Dellink, Oliver Fricko, Wolfgang Lutz, Alexander Popp, Jesus Crespo Cuaresma, Samir KC, Marian Leimbach, Leiwen Jiang, Tom Kram, Shilpa Rao, Johannes Emmerling, Kristie Ebi, Tomoko Hasegawa, Petr Havlik, Florian Humpenöder, Lara Aleluia Da Silva, Steve Smith, Elke Stehfest, Valentina Bosetti, Jiyong Eom, David Gernaat, Toshihiko Masui, Joeri Rogelj, Jessica Strefler, Laurent Drouet, Volker Krey, Gunnar Luderer, Mathijs Harmsen, Kiyoshi Takahashi, Lavinia Baumstark, Jonathan C. Doelman, Mikiko Kainuma, Zbigniew Klimont, Giacomo Marangoni, Hermann Lotze-Campen, Michael Obersteiner, Andrzej Tabeau, Massimo Tavoni (2017): "The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview". *Global Environmental Change*, Volume 42, Pages 153-168, ISSN 0959-3780, <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.05.009>.

Rogelj, Joeri, Shinichiro Fujimori, Kate Calvin, Gunnar Luderer, Keywan Riahi, Detlef van Vuuren, Elmar Kriegler (2017). <https://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/15153/2/Supplementary%20Material%20-%20ScenarioMIP%20Proposal.pdf>

UNCTAD/WTO (2012). "A Practical Guide to Trade Policy Analysis". [https://www.wto.org/english/res\\_e/publications\\_e/practical\\_guide12\\_e.htm](https://www.wto.org/english/res_e/publications_e/practical_guide12_e.htm) (tilgået 17/04/2023).

UNEP (2022). "Emission Gap Report 2022" *The Closing Window*. <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2022> (tilgået 26/01/2023)

UN DESA (2022). "World Economic Situation and Prospects". *Statistical Annex*. <https://www.un.org/development/desa/dpad/publication/world-economic-situation-and-prospects-2022/> (tilgået 17/04/2023).

Wiebe, Kirsten Svenje; Bjelle, Eivind Lekve; Többen, Tobias and Richard Wood (2018). "Implementing exogenous scenarios in a global MRIO model for the estimation of future environmental footprints". *Economic Structures* (2018) 7:20. <https://doi.org/10.1186/s40008-018-0118-y>



Wiebe, Kirsten Svenje; Harsdorff, Marek; Montt, Guillermo; Simas, Moana S. and Richard Wood (2019). "Global Circular Economy Scenario in a Multiregional Input-Output Framework". *Environ. Sci. Technol.* 2019, 53, 11, 6362–6373.

## 6. Bilag

### Bilag 1: Branchegruppering af GrønREFORMs 56 brancher

Branchekode	Branchenavn	Branchegruppe i afrapportering
01011	Planteproduktion, konventionel	Føde- og drikkevarer
01012	Planteproduktion, økologisk	Føde- og drikkevarer
01020	Gartneri	Føde- og drikkevarer
01031	Malkekvæg, konventionel	Føde- og drikkevarer
01032	Malkekvæg, økologisk	Føde- og drikkevarer
01051	Svinebrug, konventionel	Føde- og drikkevarer
01052	Svinebrug, økologisk	Føde- og drikkevarer
01061	Fjerkræ, konventionel	Føde- og drikkevarer
01062	Fjerkræ, økologisk	Føde- og drikkevarer
01070	Pelsdyr	Føde- og drikkevarer
01080	Maskinstationer	Føde- og drikkevarer
02000	Skovbrug	Fremstilling af råvarer og produkter
03000	Fiskeri	Føde- og drikkevarer
0600a	Indvinding af olie og gas	Fremstilling af råvarer og produkter
10011	Bearbejdning af kvægkød	Føde- og drikkevarer
10012	Bearbejdning af svinekød	Føde- og drikkevarer
10013	Bearbejdning af fjerkræ	Føde- og drikkevarer
10020	Fiskeindustri	Føde- og drikkevarer
10030	Mejerier	Føde- og drikkevarer
10040	Bagerier, brødvarefabrikker mv.	Føde- og drikkevarer
10120	Anden fødevarerindustri	Føde- og drikkevarer
13150	Maskin- og elektronikindustri	Fremstilling af råvarer og produkter
16000	Træindustri	Fremstilling af råvarer og produkter
19000	Olieraffinaderier mv.	Fremstilling af råvarer og produkter
20000	Fremstilling af kemikalier, maling, sæbe mv.	Fremstilling af råvarer og produkter
21000	Medicinal industri	Fremstilling af råvarer og produkter
23000	Glas- og betonindustri	Fremstilling af råvarer og produkter
25000	Anden fremstillingsvirksomhed	Fremstilling af råvarer og produkter
35002	Gasforsyning	Energi og forsyning
35011	El- og varmeproduktion, samt transmission og transmission af el	Energi og forsyning

36000	Vandforsyning	Energi og forsyning
37000	Kloak- og rensningsanlæg	Energi og forsyning
38391	Indsamling af affald	Energi og forsyning
38392	Behandling og bortskaffelse	Energi og forsyning
38393	Forbrænding af affald	Energi og forsyning
41430	Byggebranchen	Byggeri
45000	Engros- og detailsalg af biler, samt reparation af moterkøretøjer	Transport
46000	Engrosbranchen	Handel
47000	Detailbranchen	Handel
49011	Passagertransport med regional- eller fjerntog	Transport
49012	Godstransport med tog	Transport
49022	S-togstrafik/ lokaltog (og metro)	Transport
49024	Buskørsel, nær	Transport
49025	Buskørsel, fjern	Transport
49031	Vejgodstransport, flytteforretninger og rørtransport	Transport
49509	International transport ad vand- og landeveje	Transport
50001	Passagertransport (sø-, kysttransport og transport ad indre vandveje)	Transport
51001	Passagertransport med fly	Transport
51009	Passager- og godstransport med fly i udlandet	Transport
52000	Supportaktiviteter til transportbranchen	Transport
53000	Post og kurer-tjeneste	Transport
55560	Service i overvejende grad til privatforbruger	Privat service
64000	Finansiell sektor	Privat service
68203	Boligbranchen samt husholdningernes boligbehold	Privat service
71000	Service overvejende til virksomheder og eksport	Privat service
Off	Offentlig servicesektor	Offentlig service

## Bilag 2: Oversættelse mellem Danmarks Statistiks 117 brancher og GrønREFORMs 56 brancher

Danmarks Statistiks 117 brancher		GrønREFORMs 56 brancher	
Kode (117)	Navn	Kode	Navn
010000	Landbrug og gartneri	01011	Planteproduktion, konventionel
		01012	Planteproduktion, økologisk
		01020	Gartneri
		01031	Malkekvæg, konventionel
		01032	Malkekvæg, økologisk
		01031	Malkekvæg, konventionel
		01032	Malkekvæg, økologisk
		01051	Svinebrug, konventionel
		01052	Svinebrug, økologisk
		01061	Fjerkræ, konventionel
		01062	Fjerkræ, økologisk
		01070	Pelsdyr
		01080	Maskinstationer
020000	Skovbrug	02000	Skovbrug
030000	Fiskeri	03000	Fiskeri
060000	Indvinding af olie og gas	0600a	Indvinding af olie og gas
080090	Indvinding af grus og sten		
090000	Service til råstofindvinding		
100010	Slagterier	10011	Bearbejdning af kvægekød
		10012	Bearbejdning af svinekød
		10013	Bearbejdning af fjerkræ
100020	Fiskeindustri	10020	Fiskeindustri
100030	Mejerier	10030	Mejerier
100040	Bagerier, brødfabrikker mv.	10040	Bagerier, brødvarefabrikker mv.
100050	Anden fødevarerindustri	10120	Anden fødevarerindustri
110000	Drikkevarerindustri		
120000	Tobaksindustri		
130000	Tekstilindustri		
140000	Beklædningsindustri	13150	Maskin- og elektronikindustri
150000	Læder- og fodtøjsindustri		
160000	Træindustri		
170000	Papirindustri	16000	Træindustri
180000	Trykkerier mv.		
190000	Olieraffinaderier mv.	19000	Olieraffinaderier mv.
200010	Fremst. af basiskemikalier	20000	Fremstilling af kemikalier, maling, sæbe mv.
200020	Fremst. af maling og sæbe mv.		
210000	Medicinalindustri	21000	Medicinal industri
220000	Plast- og gummiindustri	25000	Anden fremstillingsvirksomhed
230010	Glasindustri og keramisk industri		
		23000	Glas- og betonindustri

230020	Betonindustri og teglværker		
240000	Fremst. af metal	25000	Anden fremstillingsvirksomhed
250000	Metalvareindustri		
260010	Fremst. af computere og kommunikationsudstyr mv.	13150	Maskin- og elektronikindustri
260020	Fremst. af andet elektronisk udstyr		
270010	Fremst. af elektriske motorer mv.		
270020	Fremst. af ledninger og kabler		
270030	Fremst. af husholdningsapparater, lamper mv.		
280010	Fremst. af motorer, vindmøller og pumper		
280020	Fremst. af andre maskiner		
290000	Fremst. af motorkøretøjer og dele hertil		
300000	Fremst. af skibe og andre transportmidler		
310000	Møbelindustri		
320010	Fremst. af medicinske instrumenter mv.		
320020	Legetøj og anden fremstillingsvirksomhed		
330000	Reparation og installation af maskiner og udstyr		
350010	Elforsyning	35011	El- og varmeproduktion, samt transmission og transmission af el
350020	Gasforsyning	35002	Gasforsyning
350030	Varmeforsyning	35011	El- og varmeproduktion, samt transmission og transmission af el
360000	Vandforsyning	36000	Vandforsyning
370000	Kloak- og rensningsanlæg	37000	Kloak- og rensningsanlæg
383900	Renovation, genbrug og forureningsbekæmpelse	38391	Indsamling af affald
		38392	Behandling og bortskaffelse
		38393	Forbrænding af affald
410009	Nybyggeri	41430	Byggebranchen
420000	Anlægsvirksomhed		
430003	Professionel reparation og vedligeholdelse af bygninger		
430004	Gør-det-selv reparation og vedligeholdelse af boliger		
450010	Bilhandel	45000	Engros- og detailsalg af biler, samt reparation af motorkøretøjer
450020	Bilværksteder mv.		
460000	Engroshandel	46000	Engrosbranchen
470000	Detailhandel	47000	Detailbranchen
490010	Regional- og fjerntog	49011	Passagertransport med regional- eller fjerntog
		49012	Godstransport med tog
		49022	S-togstrafik/ lokaltog (og metro)
490020	Lokaltog, bus og taxi mv.	49024	Buskørsel, nær
		49025	Buskørsel, fjern
		49031	Vejgodstransport, flytteforretninger og rørtransport
490030	Fragtvognmænd og rørtransport	49509	International transport ad vand- og landeveje

490030	Fragtvognmænd og rørtransport	50001	Passagertransport (sø-, kysttransport og transport ad indre vandveje)
		49509	International transport ad vand- og landeveje
510000	Luftfart	51001	Passagertransport med fly
		51009	Passager- og godstransport med fly i udlandet
520000	Hjælpevirksomhed til transport	52000	Supportaktiviteter til transportbranchen
530000	Post og kurertjeneste	53000	Post og kurertjeneste
550000	Hoteller mv.	55560	Service i overvejende grad til privatforbruger
560000	Restauranter		
580010	Forlag		
580020	Udgivelse af computerspil og anden software		
590000	Produktion af film, tv og musik mv.		
600000	Radio- og tv-stationer		
610000	Telekommunikation		
620000	It-konsulenter mv.	71000	Service overvejende til virksomheder og eksport
630000	Informationstjenester	64000	Finansiel sektor
640010	Pengeinstitutter		
640020	Kreditforeninger mv.		
650000	Forsikring og pension		
660000	Finansiel service	71000	Service overvejende til virksomheder og eksport
680010	Ejendomsmæglere mv.		
680030	Udlejning af erhversejendomme		
680023	Boliger, husleje i lejligheder	68203	Boligbranchen samt husholdningernes boligbehold
680024	Boliger, ejerboliger mv.		
690010	Advokatvirksomhed	71000	Service overvejende til virksomheder og eksport
690020	Revision og bogføring		
700000	Virksomhedskonsulenter		
710000	Arkitekter og rådgivende ingeniører		
720001	Forskning og udvikling, markedsrettet		
720002	Forskning og udvikling, ikke-markedsrettet	Off	Offentlig servicesektor
730000	Reklame- og analysebureauer	71000	Service overvejende til virksomheder og eksport
740000	Anden vidensservice		
750000	Dyrlæger		
770000	Udlejning og leasing af materiel		
780000	Arbejdsformidling og vikarbureauer		
790000	Rejsebureauer		
800000	Vagt og sikkerhedstjeneste	71000	Service overvejende til virksomheder og eksport
810000	Ejendomsservice, rengøring og anlægsgartnere		
820000	Anden operationel service		
840010	Offentlig administration	Off	Offentlig servicesektor

840022	Forsvar, politi og retsvæsen mv., ikke-markedsmæssig		
840021	Redningskorps mv., markedsmæssig	55560	Service i overvejende grad til privatforbruger
850010	Grundskoler	Off	Offentlig servicesektor
850020	Gymnasier og erhvervsfaglige skoler		
850030	Videregående uddannelsesinstitutioner		
850042	Voksenundervisning mv., ikke-markedsmæssig		
850041	Voksenundervisning mv., markedsmæssig	71000	Service overvejende til virksomheder og eksport
860010	Hospitaler	Off	Offentlig servicesektor
860020	Læger, tandlæger mv.		
870000	Plejehjem mv.		
880000	Daginstitutioner og dagcentre mv.		
900000	Teater, musik og kunst		
910001	Biblioteker, museer mv., markedsmæssig		
910002	Biblioteker, museer mv., ikke-markedsmæssig		
920000	Lotteri og andet spil		
930011	Sport, markedsmæssig		
930012	Sport, ikke-markedsmæssig		
930020	Forlystelsesparker og andre fritidsaktiviteter	55560	Service i overvejende grad til privatforbruger
940000	Organisationer og foreninger		
950000	Reparation af husholdningsudstyr		
960000	Frisører, vaskerier og andre serviceydelser		
970000	Private husholdninger med ansat medhjælp		



## Bilag 3: Klassifikation af 12 regioner og 49 lande/regioner i EXIOBASE

Landeforkortelse	Landenavn	Region (EXIOBASE 12)
AT	Østrig	Europa
BE	Belgien	Europa
BG	Bulgarien	Europa
CY	Cypern	Europa
CZ	Tjekkiet	Europa
DE	Tyskland	Europa
DK	Danmark	Europa
EE	Estland	Europa
ES	Spanien	Europa
FI	Finland	Europa
FR	Frankrig	Europa
GR	Grækenland	Europa
HR	Kroatien	Europa
HU	Ungarn	Europa
IE	Irland	Europa
IT	Italien	Europa
LT	Litauen	Europa
LU	Luxembourg	Europa
LV	Letland	Europa
MT	Malta	Europa
NL	Holland	Europa
PL	Polen	Europa
PT	Portugal	Europa
RO	Rumænien	Europa
SE	Sverige	Europa
SI	Slovenien	Europa
SK	Slovakiet	Europa
GB	Storbritannien	Europa
US	USA	USA
JP	Japan	Japan
CN	Kina	Kina
CA	Canada	Canada og Australien
KR	Sydkorea	Asien og Oceanien
BR	Brasilien	Latinamerika
IN	Indien	Indien
MX	Mexico	Latinamerika
RU	Rusland	Rusland
AU	Australien	Canada og Australien
CH	Schweiz	Ikke-EU





TR	Tyrkiet	Ikke-EU
TW	Taiwan	Kina
NO	Norge	Ikke-EU
ID	Indonesien	Asien og Oceanien
ZA	Sydafrika	Afrika
WA	Resten af Asien og Oceanien	Asien og Oceanien
WL	Resten af Latinamerika	Latinamerika
WE	Resten af Europa	Ikke-EU
WF	Resten af Afrika	Afrika
WM	Resten af Mellemøsten	Mellemøsten