

## Udslip af drivhusgasser fra dansk økonomi 1990-2013.

Af Anna Andriianets og Peter Rørmoste

I lyset af klimatopmødet COP21 om de internationale klimaforhandlinger, der finder sted i Paris i slutningen af november 2015, er der fokus på de seneste årtiers udvikling i udslippet af drivhusgasser. Der er store forventninger til COP21 og håb om, at de involverede lande vil indgå en aftale som afløser for Kyoto-protokollen, der udløb i 2012. Det kræver, at landene drøfter en lang række punkter som niveauet for reduktions målsætninger, forpligtelsernes form, hvilke udslip der medregnes samt opfølgning på om de overholdes. Denne analyse af udviklingen i drivhusgasser i Danmark i perioden 1990-2013 illustrerer, hvor forskellig udviklingen ser ud, afhængig af hvad man vælger at medregne. Derudover indgår en analyse af udslippet af drivhusgasser i de sidste to årtier, der måler, hvilken rolle de enkelte bagvedliggende faktorer har spillet for udviklingen i udslippet.

---

### Analysens hovedkonklusioner:

- Når man opgør udslip af drivhusgasser, er resultaterne stærkt afhængige af, hvilke definitioner man bruger, og hvad man som følge heraf vælger at regne med. Opgøres udslip efter de gældende principper fra FN's klimapanel, har der været et fald på 21 pct. i den samlede danske udledning af drivhusgasser i perioden 1990 til 2013. Medregner man udslip fra biomasse, som ifølge de gældende principper i FN's klimapanel anses for at være CO<sub>2</sub>-neutralt, udgjorde reduktionen i udslip af drivhusgasser knap 5 pct. Hvis man vælger at medregne udslip fra alle danske økonomiske aktiviteter, der bidrager til BNP, herunder også udslip fra danskopereret international transport mv., er der ikke længere tale om et fald i udslippet af drivhusgasser, men tværtimod en stigning på over 23 pct. fra 1990 til 2013.
- Det private forbrugs betydning for de danske udslip af drivhusgasser er faldet fra 1990 til 2013, mens eksportens betydning er vokset med 7 pct. Hvis udslip af drivhusgasser i udlandet fra dansk opererede skibe, fly og lastbiler blev medregnet, ville eksportens betydning for de samlede danske udslip være langt større. Disse transporttjenester har udgjort en stigende del af den danske eksport og er samtidig relativt energitunge. Der er en betydelig og stigende mængde udenlandske udslip af drivhusgasser indeholdt i den danske import, men det er ikke opgjort i denne analyse.
- Uanset om man vælger at regne udslip fra forbrænding af biomasse og international transport mv. med, har der været en afkobling mellem udslippet af drivhusgasser og den økonomiske vækst siden 1990. Det vil sige, at udslippene ikke er steget i samme takt som produktionen. Graden af afkoblingen er dog svagere hvis udledninger fra biomasse og international transport mv. medregnes.
- Den markante stigning i efterspørgslen efter varer og tjenester fra danske og udenlandske virksomheder og husholdninger i perioden fra 1990 til 2013 ville i sig selv have givet udslip

fra danske erhverv, som i 2013 var 34 mio. tons CO<sub>2</sub>-ækvivalenter større end i 1990. En række faktorer har dog tilsammen medvirket til at udslippene i stedet er sænket med knap 15 mio. tons CO<sub>2</sub>-ækvivalenter. Det skifte, der har været væk fra de mest forurenende energityper kul og olie over mod naturgas og mere vedvarende energikilder som vind, sol og biobrændsel har haft størst betydning for faldet. En anden betydningsfuld udvikling er forbedringer af energieffektiviteten gennem introduktion af nye og mere energieffektive teknologier. Endelig er der sket en række strukturelle ændringer i dansk økonomi, som har trukket i retning af færre emissioner. Fx er tjenesteproduktion, som er mindre energitung end industriproduktionen, kommet til at indtage en større rolle, ligesom et stigende importindhold i produktion og forbrug medfører færre emissioner fra danske erhverv.

- Analysen indikerer, at det gennemsnitlige årlige fald i emissionerne ikke varierer meget mellem perioder med hhv. lav- og højkonjunktur. Dette faktum dækker over, at den stigende efterspørgsel i højkonjunkturperioder trækker emissionerne opad, men samtidig synes en forøget indsats i retning af at forbedre energieffektiviteten gennem investeringer i ny teknologi at trække i den modsatte retning. I lavkonjunkturperioder er begge disse tendenser mindre, hvilket leder til omtrent det samme gennemsnitlige fald i emissionerne som i perioder med højkonjunktur.

# Indholdsfortegnelse

<b>1. Klimaforandringer og drivhusgasser .....</b>	<b>4</b>
Klimaforandringer .....	4
<b>2. Dansk økonomis udledning af drivhusgasser.....</b>	<b>5</b>
Opgørelse efter IPCC principper .....	5
Udslip fra international transport mv.....	5
Udslip fra anvendelse af biomasse.....	6
Ekstra udslip ved en bredere definition .....	6
<b>3. Udslip af drivhusgasser fra danske erhverv og husholdninger .....</b>	<b>10</b>
Fordeling af drivhusgasser under IPCC afgrænsning .....	10
Fordelingen ændres markant, hvis international transport mv. er regnet med.....	11
Reduktion af udslip fra de enkelte erhverv .....	12
Direkte udslip af drivhusgasser fra husholdningerne .....	14
<b>4. Forbrugets og eksportens betydning for de samlede udslip af drivhusgasser.....</b>	<b>14</b>
Sammenhængen mellem erhvervenes udslip og efterspørgslen .....	14
Privat forbrug og eksport har størst betydning .....	14
Eksporten har stigende betydning .....	15
Det private forbrug .....	15
Indirekte udslip i Danmark .....	15
Indirekte udslip i udlandet.....	16
<b>5. Sammenhængen mellem økonomisk vækst og udslip af drivhusgasser.....</b>	<b>17</b>
Afkobling selv når alle økonomiske aktiviteter er medregnet .....	17
Afkobling i hele perioden fraregnet udslip fra international transport og biomasse .....	17
Fald i erhvervenes udslip af drivhusgasser opdelt på bagvedliggende faktorer .....	18
Efterspørgslens niveau .....	20
Struktur i efterspørgslen .....	20
Produktionsstruktur.....	20
Energiintensitet .....	20
Emissionsintensitet .....	21
Sammensætning af energiforbruget .....	21
Udslipskoefficienter.....	21
Ændringer i emissionerne under forskellige konjunkturer .....	21

# 1. Klimaforandringer og drivhusgasser

## Klimaforandringer

Menneskers aktiviteter påvirker med stor sandsynlighed klimaet, så det ændrer sig ud over de naturlige variationer. I løbet af de sidste 100 år er den globale middeltemperatur steget med 0,7 grader, hvilket i klimasammenhæng er en ganske stor stigning. Andre tegn på klimaforandringer er varmere rekorder, smeltende gletsjere og arktisk is, stigende vandstande og forandringer i nedbørsmønstrene.

Udslip af forskellige luftarter påvirker atmosfærens sammensætning. Ifølge FN's klimapanel, IPCC, er det meget sandsynligt, at netop udslip af menneskeskabte drivhusgasser ændrer atmosfærens sammensætning og er skyld i det meste af den stigning i den globale middeltemperatur, der har fundet sted siden midten af det 20. århundrede. Ændringer i atmosfærens sammensætning bidrager til den såkaldte drivhuseffekt, dvs. at en stadig større del af solens strålingsenergi ikke slipper væk fra jorden igen.

## Drivhusgasser og drivhuseffekt

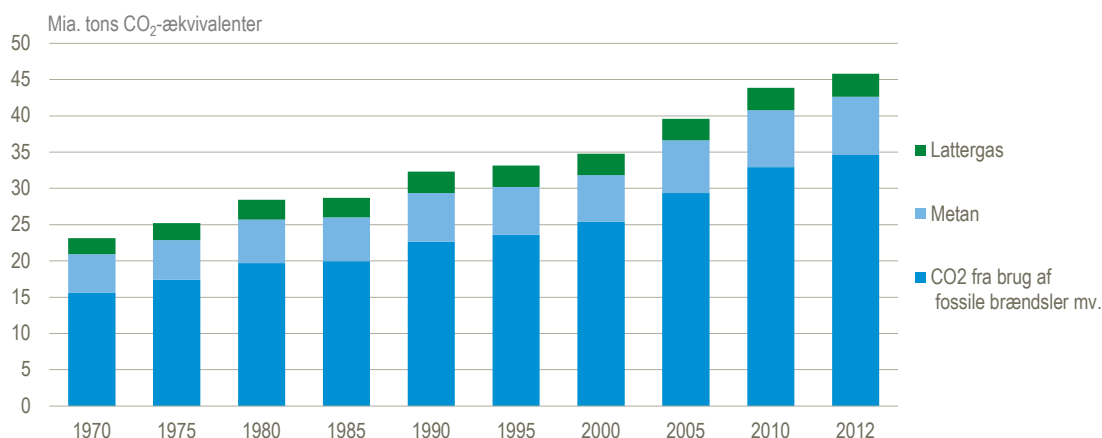
Drivhusgasser er luftarter, som er i stand til at opsuge en del af den langbølgede infrarøde stråling fra jorden og sende den tilbage igen som varme. Drivhusgasser fremkommer både ved naturlige processer og som følge af menneskeskabt aktivitet.

De enkelte drivhusgasser bidrager til drivhuseffekten afhængigt af deres koncentration og evne til at absorbere varmestråling. For at kunne sammenligne og aggregere bidragene fra de forskellige udledte gasser anvendes de såkaldte globale opvarmningspotentialer for de enkelte gasser. Det globale opvarmningspotentiale (på engelsk Global Warming Potential, GWP) udtrykker den effekt, et kilo af en given gas har sammenlignet med et kilo CO<sub>2</sub>. Det har i den sammenhæng betydning, hvor lang tid virkningen vurderes over. Ofte anvendes en tidshorisont på 100 år. Over en 100-årig tidshorisont regnes opvarmningspotentialet for metan for at være 21 gange større og for lattergas 310 gange større end CO<sub>2</sub>'s opvarmningspotentiale. Da effekten af drivhusgasserne måles i forhold til CO<sub>2</sub>, angives udslippene omregnet til tons CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub> ækvivalenter eller GWP).

Siden 1970 er de globale menneskeskabte udslip af drivhusgasserne CO<sub>2</sub>, metan og lattergas, samt halocarboner under ét er næsten fordoblet, når der regnes med, at de forskellige stoffer har forskelligt opvarmningspotentiale, dvs. forskellig drivhuseffekt for hvert kg, der udledes.

Omkring 75 pct. af det opvarmningspotentiale, som alle menneskeskabte udslip af drivhusgasser medførte i 2012, stammer fra CO<sub>2</sub>-udslip skabt ved afbrænding af kul, olieprodukter og naturgas.

**Figur 1** Globale menneskeskabte udledninger af drivhusgasser



Anm.: Udslip fra CO<sub>2</sub> er uden udslip fra forbrænding af biomasse. Kilde: European Commission (EC), Joint Research Centre (JRC). EDGAR version 4.2. (<http://edgar.jrc.ec.europa.eu>)

CO<sub>2</sub> slipper også ud i atmosfæren fra biomasse og jorde, når biomassen afbrændes eller nedbrydes som følge af fx skovbrug og skovrydning. Medregnes disse udslip, udgør de globale CO<sub>2</sub>-udslip mere end 75 pct. af opvarmningspotentialet fra de menneskeskabte udslip af alle drivhusgasser.

Lidt under 25 pct. af opvarmningspotentialet i 2012 kommer fra metan, lattergas og halocarbone. Udslip af halocarbone udgør kun omkring én pct. af det samlede bidrag til opvarmningspotentialet.

#### Fakta om vigtige drivhusgasser

**Kuldioxid (CO<sub>2</sub>)** dannes ved enhver forbrænding af fossile brændsler og biomasse samt ved nedbrydning af organisk stof. En del af det CO<sub>2</sub>, der slippes ud, bliver optaget i havene, skove og andre økosystemer, mens resten bliver i atmosfæren. Fra år 1750 og frem til i dag er koncentrationen af CO<sub>2</sub> i atmosfæren steget med op mod 33 pct., og koncentrationen er nu den højeste i 420.000 år.

**Metan (CH<sub>4</sub>)** er primært af organisk oprindelse. Naturlige udslip kommer fra vådområder, drøvtyggere og insekter. Menneskeskabte udslip stammer fra lagre af kul, udvinding og transport af naturgas samt lossepladser, afbrænding af biomasse, risdyrkning og husdyrhold. Metans opvarmningspotentiale regnes for at være 21 gange større end CO<sub>2</sub>'s ved en tidshorisont på 100 år.

**Lattergas (N<sub>2</sub>O)** kommer naturligt fra havene og fra nedbrydning af organisk materiale. Menneskeskabte udslip stammer fra landbrugets kvælstofgødning, afbrænding af biomasse og industrielle aktiviteter. Lattergas' opvarmningspotentiale regnes for at være 310 gange større end CO<sub>2</sub>'s ved en tidshorisont på 100 år.

**Halocarbone (CFC-gasser, HCFC'er, HFC'er, PFC'er og SF<sub>6</sub>)** er kunstigt fremstillede kulstofforbindelser, som indeholder fluor, klor, brom eller jod. Brugen af CFC (freon) i bl.a. køleskabe er blevet stærkt begrænset af internationale aftaler, fordi det – ud over at være en drivhusgas - også nedbryder ozonlaget. Til erstatning for CFC'erne anvendes andre halocarbone som HCFC'er og HFC'er, der sammen med PFC'er og SF<sub>6</sub> er kraftige drivhusgasser. Eksempelvis er SF<sub>6</sub>'s opvarmningspotentiale 22 800 gange større end CO<sub>2</sub>'s ved en tidshorisont på 100 år.

*Kilde: Danmarks Meteorologiske Institut og Energistyrelsen*

## 2. Dansk økonomis udledning af drivhusgasser

Når man opgør et lands udslip af drivhusgasser, er det nødvendigt at afgrænse præcis hvilke udslip, der skal medregnes.

### Opgørelse efter IPCC principper

Oftest anvender man den afgrænsning af udslippene, der er fastsat af FN's klimapanel, IPCC. Opgørelse efter IPCC principper tager udgangspunkt i en territorial afgrænsning og opgør de udslip, der finder sted fra produktion og forbrug på territoriet af et land, men indregner ikke de udslip, som finder sted i forbindelse med international transport. Opgørelsen medtager således ikke alle udslip, og selvom danske virksomheder eller privatpersoner er årsag til udslip i udlandet via skibe, fly eller køretøjer, så medregnes udslippene ikke. Denne afgrænsning anvendes fx til at vurdere, om den tidligere gældende Kyoto-aftale er blevet overholdt.

Man har i IPCC opgørelsen heller ikke tradition for at medregne udslip fra afbrænding af biomasse, da det traditionelt har været regnet som neutralt i forhold til påvirkningen af klimaet og drivhusgaseffekten. Rationalet har været, at der finder en tilsvarende CO<sub>2</sub> binding sted, når biomassen vokser op igen.

### Udslip fra international transport mv.

Når man bruger de gældende IPCC principper til at opgøre de nationale udslip, hvor international transport er ekskluderet, er der en betydelig del af verdens samlede udslip, der falder uden for.

Udslip fra skibe og fly i international trafik bidrager med op til otte procent af de globale udledninger af drivhusgasser på nuværende tidspunkt.<sup>1</sup> Udledninger fra internationalt opererede transport aktiviteter er vanskelig at regulere med nationale tiltag, og en international enighed om en koordineret indsats er dermed nødvendig, hvis udslip fra international bunkering af skibe og fly skal reduceres. Disse udslip diskuteres imidlertid i internationale fora, og der er tiltag i gang for også at opstille krav til opgørelse og reduktionsmål for disse udslip. Det foregår i regi af FN's søfartsorganisation (IMO) og FN's luftfartsorganisation (ICAO).<sup>2</sup>

### **Udslip fra anvendelse af biomasse**

Der er i de senere år rejst tvivl om hvorvidt al biomasseafbrænding kan regnes som CO<sub>2</sub>-neutral. Det skyldes blandt andet, at brug af biomasse til energiformål fører til frigivelse af CO<sub>2</sub> på det tidspunkt det forbrændes, mens et eventuelt optag i biosfæren undertiden først finder sted efter årtier. Det er optaget i biosfæren, der har været argument for biomassens neutralitet. Dog er tidsaspektet vigtigt i bekæmpelse af den globale opvarmning. Målet om at holde temperaturstigningen under 2 grader hviler på videnskabelige beregninger, der peger på, at dette forudsætter en halvering af udledningen af drivhusgasser i forhold til 2000-niveau inden 2050. Dermed er det problematisk at udelade al biomasse, dvs. også det fra træ fra skove, som kan tage over 100 år at vokse og optage kulstof, i regnskaber for drivhusgasudledningen.

Organisationer som det Europæiske Miljøagentur, EEA og den grønne tænketank CONCITO har derfor stillet forslag<sup>3</sup> om nye principper, der udpeger, hvilke biomasseudslip der skal regnes med ved at skelne, mellem biomasse med kort rotation, fx. halm, og biomasse med lang rotation som fx træpiller. De anbefaler derved at bruge andre regnskabsprincipper, end IPCC bruger i dag, og desuden kun at acceptere beregningsmetoder, hvis der fuldt ud gjort rede for ændringer af lagre, optag og frigivelse af kulstof i økosystemerne og dermed taget højde for tidsaspektet i biomassens bidrag til drivhusgaseffekten.

### **Ekstra udslip ved en bredere definition**

På det kommende internationale COP21-møde<sup>4</sup> i Paris, der foregår under FN's klima konventions ramme, vil landene forsøge at etablere en klimaaftale der har til formål at sænke udslippet af drivhusgasser på globalt plan til et niveau, der er tilstrækkeligt lavt til at hindre farlige klimaforandringer.

I skrivende stund vides endnu ikke, om mødet vil resultere i ændringer i, hvilke udslip der skal medregnes, om man fx fremtidigt vil skulle medtage udslip fra dele af biomassen og udslip, der finder sted fra international transport i sin helhed eller dele af det. Dette vil blive afgjort efter afslutningen af COP21 og i de kommende år.

Uanset at den fremtidige opgørelsesmåde ikke er kendt endnu, er det interessant at se både på udviklingen i de danske udslip opgjort efter IPCCs definition, dvs. de udslip der umiddelbart er i fokus for COP21, og de yderligere udslip, der er knyttet til dansk økonomisk aktivitet i form af udslip fra afbrænding af biomasse og fra internationale transportaktiviteter. Denne analyse vil således se på danske udslip under den gældende definition og viser også hvilke "ekstra" udslip, der kan komme i spil, hvis man beslutter at udvide dækningen af internationale aftaler til flere af de udslip, der rent faktisk påvirker klimaet.

For biomassens vedkommende kan man så diskutere om nogle af udslippene opvejes af en binding af CO<sub>2</sub> i forbindelse med biomassevækst, og for den internationale transport kan man diskutere hvis ansvar det er at disse udslip finder sted, når de sker i international trafik. Argumenterne for ikke at regne dem med i for eksempel danske udslip er, at de finder sted uden for grænserne og at de i øvrigt til dels er knyttet til vores eksportaktiviteter, dvs. at det egentlig er

---

<sup>1</sup> Kilde: Transport and Environment, <http://www.transportenvironment.org/>

<sup>2</sup> FN's søfartsorganisations hjemmeside: <http://www.maritimedanmark.dk/?Id=28201>

<sup>3</sup> Kilde: *Reducerer brug af biomasse atmosfærens indhold af CO<sub>2</sub>?*, Rapport fra Danmarks grønne tænketank CONCITO, 2011.

<sup>4</sup> Conference of the Parties(COP) 21. årlig møde, <http://www.cop21paris.org/>

andre lande, der får glæde af de tilhørende transportydelser. Uomtvisteligt er det på den anden side at disse udslip finder sted og at de er knyttet til de danske økonomiske aktiviteter.

### **Udslip fra alle danske økonomiske aktiviteter**

Opgørelsen af udslip fra biomasse og udslip fra internationale transportaktiviteter er i overensstemmelse med de principper, der ligger bag den internationale statistiske standard for opgørelse af grønne nationalregnskaber (SEEA-CF)<sup>5</sup>. Det er regnskaber, der kobler den økonomiske aktivitet som beskrevet i nationalregnskabet, med miljøpåvirkninger, herunder udslip af drivhusgasser. Disse opgørelser medtager alle udslip fra de økonomiske aktiviteter, som er defineret og afgrænset i nationalregnskabet. Det betyder, at de omfatter mere end de "traditionelle" opgørelser, der oftest refereres til i den offentlige debat og i de internationale forhandlinger om reduktionsforpligtelser.

Danmarks Statistiks *Emissionsregnskab for Danmark* følger de internationale principper for grønne nationalregnskaber og medtager dermed udledningerne fra alle de økonomiske aktiviteter, der er beskrevet i Danmarks nationalregnskab. Det vil sige de økonomiske aktiviteter, der ligger bag opgørelsen af BNP (bruttonationalproduktet). Denne opgørelse er uafhængig af indgåede aftaler og tager ikke hensyn til, at udslip fra biomasse normalt regnes som neutrale i forhold til drivhuseffekten. Emissionsregnskabet viser således også CO<sub>2</sub>-udslip fra afbrænding af biomasse og det brændstof, der er tanket af landets virksomheder i forbindelse med international transport med skibe, fly og køretøjer.

Udslippene fra biomassen og specielt udslippene fra den internationale transport er særligt store for Danmarks vedkommende sammenlignet med mange andre lande. Der har været en høj vækst i biomasseanvendelse de seneste år, og for den internationale transport er Danmark i en helt speciel situation på grund af en meget stor søtransportvirksomhed.

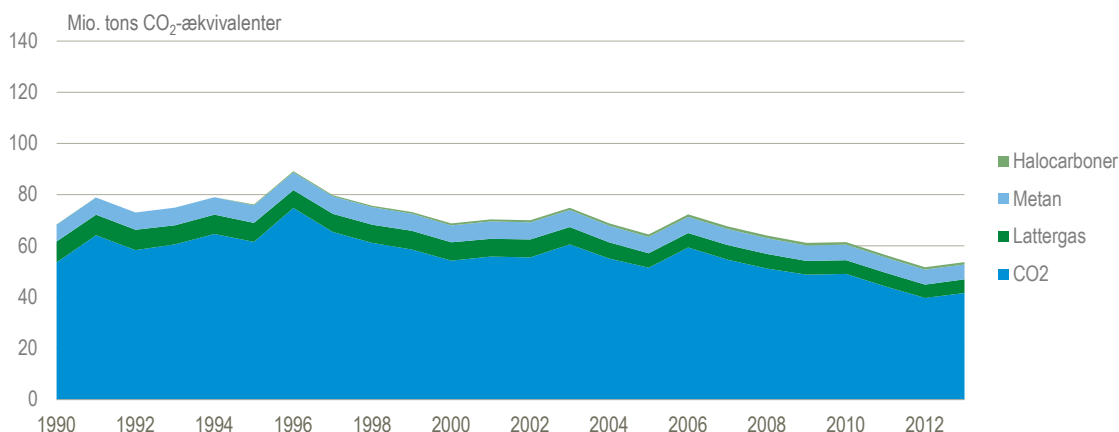
Tallene viser faktisk, at for Danmarks vedkommende er udslip af drivhusgasser i 2013 næsten dobbelt så stort, hvis man regner biomasse og udslip fra international transport med sammenlignet med IPCC opgørelsen.

Med udgangspunkt i IPCCs afgrænsning har Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE) opgjort Danmarks udslip af drivhusgasser til 53,7 mio. tons omregnet til CO<sub>2</sub>-ækvivalenter (GWP). Det svarer til knap 10 tons pr. dansker i 2013. Ser man alene på CO<sub>2</sub>, er tallene 42 mio. tons for det samlede udslip svarende til knap 7 tons pr. dansker.

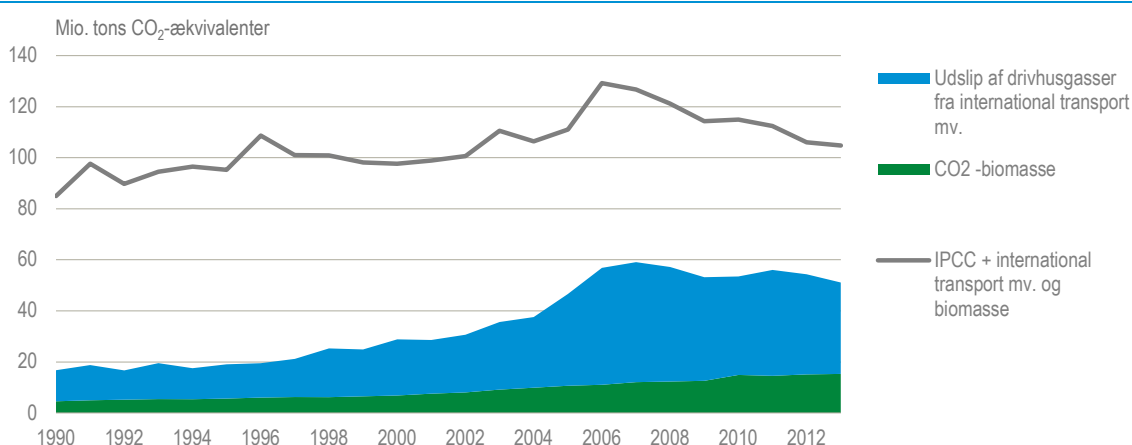
---

<sup>5</sup> SEEA står for System of Environmental Economic Accounting – Central Framework, som er en international anerkendt statistisk standard for opstilling af miljørelaterede regnskaber. Alle EU-lande er forpligtet til at indberette regnskaber for udslip til luft af 14 kemiske substanser til EU-ROSTAT, ved at anvender principperne og definitionerne foreskrevet af SEEA-CF. Denne internationale standard er vedtaget af FN's Statistiske Kommission og udgivet i fællesskab af FN, EU, FAO, IMF, OECD og Verdensbanken.

**Figur 2A Udslip af drivhusgasser i Danmark 1990-2013: IPCC-opgørelse**



**Figur 2B Udslip af drivhusgasser fra danske økonomiske aktiviteter 1990-2013**



Det samlede udslip til luft medregnet international transport mv. og udslip fra afbrænding af biomasse udgjorde 105 mio. tons omregnet til CO<sub>2</sub>-ækvivalenter i 2013; det svarer til 19 tons pr. dansker. Også opgjort efter dette princip er CO<sub>2</sub> den helt dominerende drivhusgas. Hele 88 pct. af opvarmingspotentialet fra danske drivhusgasser kom i 2013 fra CO<sub>2</sub>. Metan og lattergas tegnede sig for 6 pct. hver. Udslippene af halocarboner udgjorde 1 pct. af det samlede danske opvarmingspotentiale.

For CO<sub>2</sub> alene har der i perioden fra 1990 til 2013 været en stigning på 31 pct. i de samlede udslip fra danske økonomiske aktiviteter medregnet udslip fra forbrænding af biomasse og dansk opereret international transport, fra 70 mio. tons til 92 mio. tons. Det svarer til en stigning fra 13 tons til 16 tons CO<sub>2</sub> for hver dansker. International transports store betydning for det samlede billede af udslippene gør sig gældende her, idet CO<sub>2</sub>-udslippene alene fra dansk opererede skibe i udlandet var på omkring 35 mio. tons i 2013.

Som følge af en voksende international søtransport udført af danske virksomheder var udslippene fra den danske søtransport stærkt voksende i perioden fra 1990 til 2007, mens udslip fra dansk opererede skibe har været faldende siden finanskrisen i 2008. I 1990 var drivhusgasudslippene fra dansk opererede skibe i udlandet 12 mio. tons, som voksede til 46 mio. tons i 2007 og efterfølgende faldt til omkring 36 mio. tons i 2013.

Der har været en forholdsvis kraftig stigning i anvendelsen af biomasse som brændsel, og dermed også en stigning i udslippene derfra, som på det nuværende tidspunkt betragtes som drivhuseffekt-neutrale iflg. IPCC definitionen. Fra 1990 til 2013 steg udslippene fra biomasseafbrænding således fra 5 mio. tons til 15 mio. tons CO<sub>2</sub>. Mens denne type udslip i 1990 udgjorde 6 pct. af de samlede CO<sub>2</sub>-udslip på 70 mio. tons, dvs. medregnet både international transport



og udslip fra biomasse forbrænding, så udgjorde den næsten 17 pct. af de samlede udslip på 92 mio. tons CO<sub>2</sub> i 2013.

## Forskelle på IPCC-opgørelsen og en opgørelse af alle udslip fra dansk økonomi

### IPCC opgørelse følger landegrænser

IPCC-opgørelsen tager udgangspunkt i Danmark som geografisk område. Det betyder, at opgørelsen på den ene side udelader udslip fra dansk opererede transportmidler i udlandet, fordi udslip herfra sker uden for det danske område. Omvendt medtager opgørelsen udslip, der er forårsaget af udlændinge på dansk område, dvs. at udslip fra udenlandsk opererede skibe, fly og biler på dansk territorium medtages i IPCC opgørelsen. Således medregnes fx udslip forårsaget af udenlandsk opererede skibe der sejler mellem to danske havne, men når de udenlandske skibe forlader dansk territorium regnes det ikke længere med. I praksis tager opgørelsen af de energirelaterede udslip udgangspunkt i det brændstof, der er solgt på dansk område, idet der dog justeres for den del, der anslås at gå til udenrigsfart. Da princippet i IPCC-opgørelsen er at regne brugen af biomasse som CO<sub>2</sub> neutralt, udelades alle CO<sub>2</sub>-udslip fra afbrænding af biomasse fra IPCC opgørelsen.

### Grønt nationalregnskab opgør alle udslip forbundet med danske økonomiske aktiviteter og biomasse

Dansk opererede transportaktiviteter, der finder sted i udlandet, er en del af den danske økonomiske aktivitet og de økonomiske transaktioner knyttet hertil medregnes i nationalregnskabet. Fx bidrager eksport af danske søtransport-tjenester via danske skibes sejlads mellem to udenlandske havne til det danske BNP og eksportindtægterne. I nationalregnskabet medregner man desuden også danske rederiers omkostninger til køb af brændstof i udlandet som import. En konsistent opgørelse af de danske økonomiske aktiviteter og de tilhørende udslip af drivhusgasser og andre forurenende stoffer bør således også medregne de udslip, der foregår i udlandet som følge af at danske skibe, fly og køretøjer opererer i udlandet. På den måde kan man konsistent sammenholde udviklingen i fx BNP med udviklingen i de tilhørende udslip til luft.

En opgørelse efter dette såkaldte *residensprincip* (i modsætning til *territorialprincippet* anvendt af IPCC) foretages i opgørelser af udslip i det grønne nationalregnskab, som offentliggøres af Danmarks Statistik. Et andet element i opgørelsen i henhold til det grønne nationalregnskab er at opgøre udslippene fra forbrænding af biomasse. I det grønne nationalregnskab opgøres disse udslip på linje med andre udslip. Udslippene medtages, fordi de rent faktisk finder sted, og der tages ikke på forhånd stilling til, om alt eller en del af disse biomasserelaterede udslip skal regnes som CO<sub>2</sub>-neutrale.

Det grønne nationalregnskabs opgørelse følger den internationale statistiske standard *System of Environmental Economic Accounts – Central Framework, SEEA-CF*. Denne internationale standard er vedtaget af FN's Statistiske Kommission og udgivet i fællesskab af FN, EU, FAO, IMF, OECD og Verdensbanken.

### Fra IPCC-opgørelsen til de samlede udslip i det grønne nationalregnskab

For at komme fra de samlede udslip i IPCC-opgørelsen til de samlede udslip knyttet til danske økonomiske aktiviteter, skal der lægges følgende til IPCC-tallene:

- Udslip af drivhusgasser fra afbrænding af biomasse
- Udslip af drivhusgasser knyttet til danskopererede skibe, fly og køretøjers bunkring/tankning i udlandet
- Nettoudslip af drivhusgasser svarende til forskelle mellem bunkring/tankning i Danmark knyttet til udenrigstransport og udenlandske transportvirksomheders køb af brændstof i Danmark samt husholdningernes grænsehandel med energi.

	2013
	Mio. tons CO <sub>2</sub> -ækvivalenter
<b>Udslip af drivhusgasser: IPCC-opgørelse</b>	<b>53,7</b>
<b>CO<sub>2</sub> fra biomasse anvendt som brændsel</b>	<b>15,3</b>
<b>Udslip fra international transport mv.</b>	<b>35,9</b>
Heraf skibe:	32,0
fly	1,2
køretøjer	2,0
andre forskelle i udslip fra transport og grænsehandel	0,7
<b>Udslip fra danske økonomiske aktiviteter</b>	<b>104,9</b>

### 3. Udslip af drivhusgasser fra danske erhverv og husholdninger

#### Fordeling af drivhusgasser under IPCC afgrænsning

Hovedparten af de menneskeskabte drivhusgasser dannes i forbindelse med, at erhvervene producerer varer og tjenester. Når udslippene af CO<sub>2</sub>, metan, lattergas og halocarboner ses under ét og vægtes i forhold til deres opvarmningspotentiale, tegner erhvervene sig i 2013 for næsten 85 pct. af de samlede danske menneskeskabte udslip, hvis man ser på udslip beregnet efter IPCC principperne. Husholdningerne stod for resten.

Blandt erhvervene er der tre grupper, der især bidrager med drivhusgasudslip, se tabel 1 og figur 3A. I 2013 bidrog *landbrug, skovbrug og fiskeri* med 22 pct., *forsyningsvirksomhed* (bl.a. produktion af el og varme) med 34 pct. og *industri* med 11 pct. af det samlede opvarmningspotentiale fra udslip af de forskellige drivhusgasser.

Når *landbrug, skovbrug og fiskeri* bidrager med 22 pct. af opvarmningspotentialet, hænger det sammen med udslippene af metan og lattergas fra landbruget og i mindre grad med udslip af CO<sub>2</sub>. Landbrugets udslip af lattergas og dermed bidraget til opvarmningspotentialet er dog faldet siden 1990 som følge af en ændret gødskningspraksis.

**Tabel 1 Fordeling af drivhusgasser på erhverv og husholdninger**

	Udslip		Andel af totale udslip		Stigning 1990 til 2013	
	1990	2013	1990	2013		
	— mio. tons CO <sub>2</sub> -ækvivalenter —		pct.			
1	Landbrug, skovbrug og fiskeri .....	14,6	11,6	21	22	- 21
2	Råstofindvinding .....	1,3	1,8	2	3	44
3	Industri .....	8,4	6,0	12	11	- 29
4	Forsyningsvirksomhed .....	26,7	18,3	39	34	- 32
5	Bygge og anlæg .....	0,9	1,3	1	2	47
6	Handel og transport mv. ....	4,1	4,9	6	9	19
7	Offentlige og personlige tjenester .....	1,6	1,5	2	3	- 6
	<b>Erhverv i alt .....</b>	<b>57,7</b>	<b>45,4</b>	<b>84</b>	<b>85</b>	<b>- 21</b>
	Husholdninger .....	10,6	8,3	16	15	- 22
	<b>Totale udslip - IPCC opgørelse .....</b>	<b>68,3</b>	<b>53,7</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>- 21</b>
	Udslip fra international transport mv....	12,2	35,9	18	67	195
	Udslip fra forbrænding af biomasse ...	4,6	15,3	7	28	235

Forsyningsvirksomheds bidrag i 2013 med næsten 34 pct. af opvarmningspotentialet svarer til 18,3 mio. tons CO<sub>2</sub>-ækvivalenter. For CO<sub>2</sub> alene var der et udslip på 17 mio. tons fra erhvervet svarende til 41 pct. af de samlede danske CO<sub>2</sub>-udslip, beregnet efter IPCC principperne. Udslip, der er knyttet til produktion af el og fjernvarme, kommer fra dette erhverv, mens selve forbruget af disse energiarter i erhverv og husholdninger ikke direkte giver anledning til udslip.

Udslippene af drivhusgasser fra energiforsyningen skifter en del fra år til år, jf. figur 4A, eftersom produktion af el og fjernvarme varierer. Årsagen er, at temperaturforholdene i de enkelte år veksler, og at der er betydelige variationer i importen og eksporten af el. Udslippene var således forholdsvis store i 1996, 2003 og 2006, hvor der blev produceret meget elektricitet til eksport.

#### **Fordelingen ændres markant, hvis international transport mv. regnes med**

Figur 3B viser, hvordan de udslip, der kommer fra henholdsvis international transport mv. og forbrænding af biomasse er fordelt på erhverv og husholdninger. Når man vælger at medregne udslip af drivhusgasser fra international transport mv. og forbrænding af biomasse, dvs. lægger resultaterne vist i figur 3A og figur 3B sammen for hvert erhverv, ændrer fordelingen sig markant, idet branchen *handel og transport mv.* i så fald alene udgør 39 pct. af alle udslip.

Udslippene fra erhvervsgruppen *handel og transport mv.* omfatter alle udslip fra virksomheder, der udfører transport som en serviceydelse for andre erhverv og husholdninger. Derimod omfatter det ikke den transport, som andre erhverv og husholdningerne selv udfører ved hjælp af egne person-, vare- og lastbiler. Disse aktiviteter og udslip er i stedet henført til de pågældende erhverv og til husholdningerne.

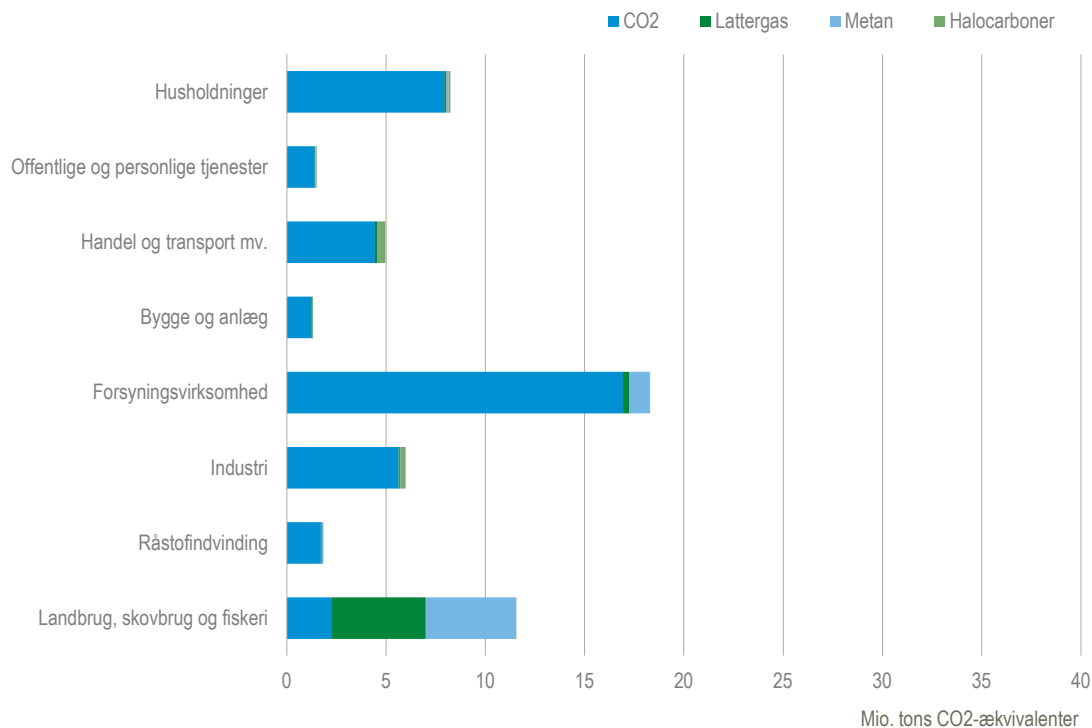
#### **Biomassens rolle**

Ser man på udslip fra forbrænding af biomasse, er det især *forsyningsvirksomhed og husholdninger*, der er bemærkelsesværdige. Hvis udslip fra biomasse var regnet med i bidrag til drivhuseffekten, ville 35 pct. af drivhusgasudslippene genereret af *forsyningsvirksomheden* skyldes forbrænding af biomasse.

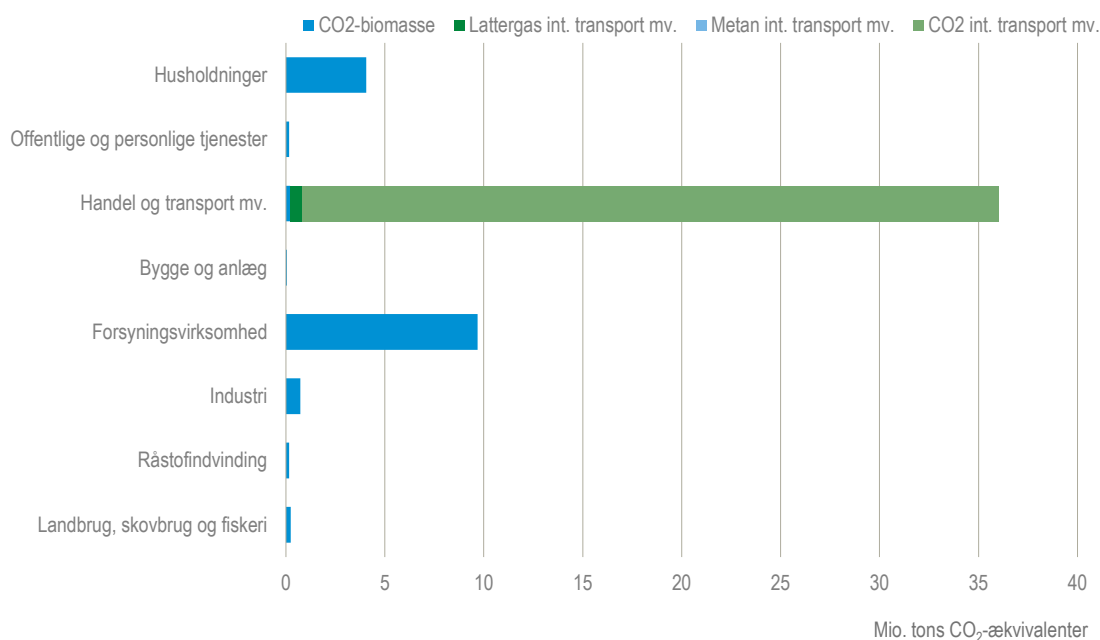
Udslip forårsaget af brug af biomasse som brændsel ligger på 4 mio. tons for husholdninger, hvilket udgør omkring 33 pct. af husholdningernes samlede udslip af drivhusgasser. For industri udgør udslip fra forbrænding af biomasse omkring 11 pct. af erhvervsgruppens samlede udslip af CO<sub>2</sub>, metan, lattergas og halocarboner.

Om man vælger at regne udslip fra forbrænding af biomasse med i det samlede bidrag til drivhuseffekten har dermed størst betydning for *forsyningsvirksomhed og husholdninger*.

**Figur 3A** Drivhusgassernes fordeling på erhverv og husholdninger i 2013: IPCC opgørelse



**Figur 3B** Drivhusgassernes fordeling på erhverv og husholdninger i 2013: International transport mv. og biomasse



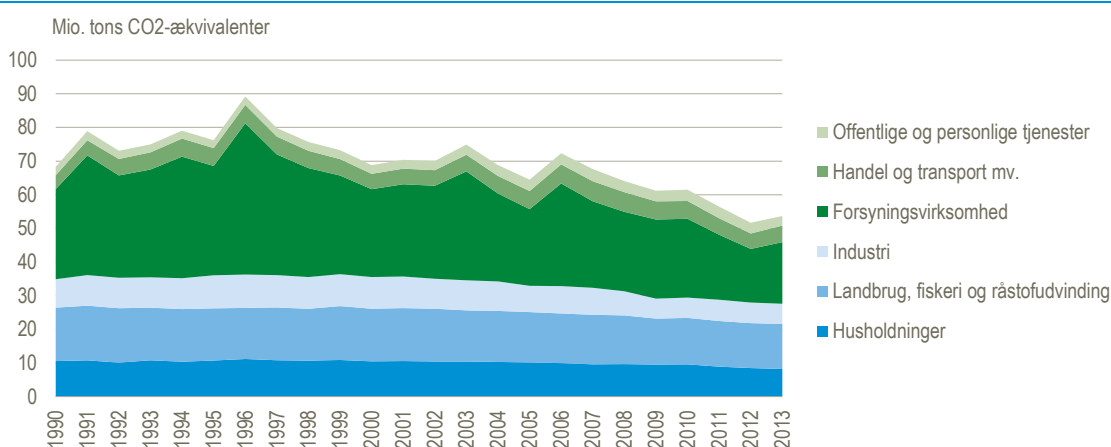
### Reduktion af udslip fra de enkelte erhverv og husholdninger

At der var et fald på 32 pct. i udslippet af drivhusgasser fra *forsyningsvirksomhed* i perioden 1990 til 2013, jf. tabel 1, skyldes hovedsageligt omstilling til anvendelsen af vedvarende energikilder, herunder biomassen. Regner man udslip fra forbrænding af biomasse med i *forsyningsvirksomhedens* bidrag til drivhusgaseffekten, ville omfanget af det observerede fald i stedet være på omkring 3 pct. fra 1990 til 2013.

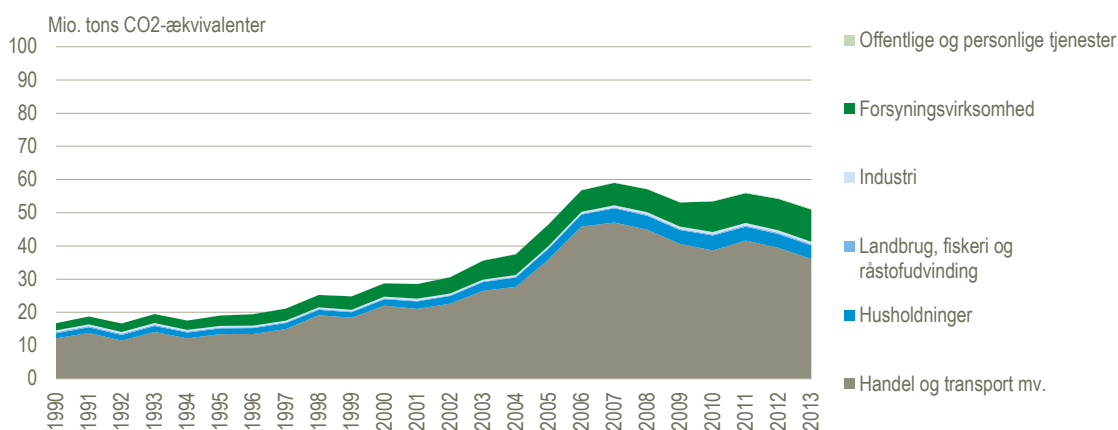
Omfanget af reduktioner af drivhusgasudslip fra husholdninger er ligeledes påvirket af hvorvidt udslip fra anvendelsen af biomassen som brændsel regnes med. Ifølge tabel 1 har der været en reduktion på 22 pct. i udslip af drivhusgasser fra husholdninger i perioden 1990 til 2013, opgjort efter de gældende principper fra FN's klimapanel. Vælger man at regne udslip fra biomasse med, vil det betyde, at der ikke var nogen reduktion i udslippet af drivhusgasser fra husholdninger i perioden 1990 til 2013, men derimod en lille stigning på knap 2 pct.

Figur 4A viser udviklingen af udslippet af drivhusgasser over tid for perioden 1990 til 2013 fordelt på erhverv og husholdninger ifølge IPCC-princippet, mens figur 4B viser udviklingen i de drivhusgasudslip, der ses bort fra i IPCC-opgørelsen. Regner man udslip fra forbrænding af biomasse med vil faldet i det samlede udslip af drivhusgasser over perioden være på omkring 5 pct. i modsætning til 21 pct., som IPCC-opgørelsen viser. Vælger man at regne yderligere udslip fra international transport mv. med, er der ikke længere tale om fald i det samlede udslip af drivhusgasser, men en stigning på 23 pct., hovedsageligt på grund af udviklingen i udslippene fra *handel og transport mv.*

**Figur 4A Udslip af drivhusgasser over tid fordelt på erhverv og husholdninger: IPCC opgørelse**



**Figur 4B Udslip af drivhusgasser over tid fra international transport mv. og biomasse fordelt på erhverv og husholdninger**



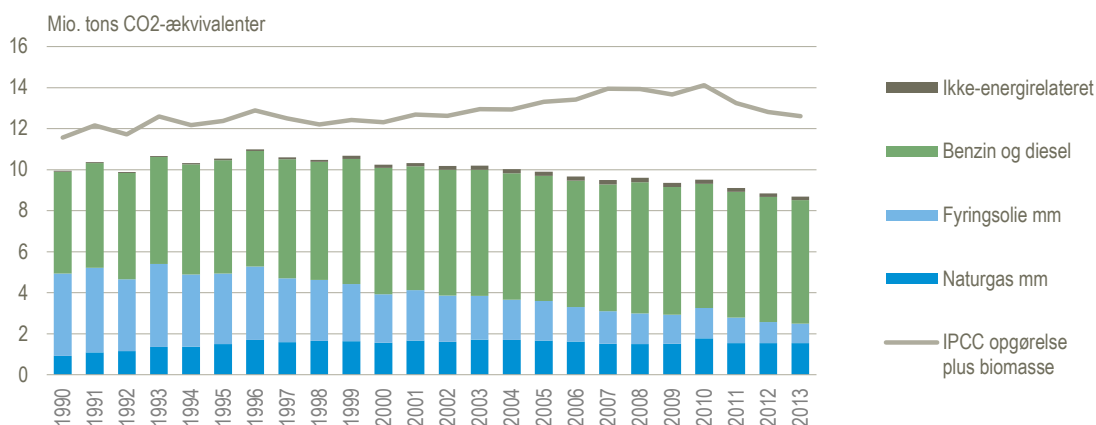
Anm.: Al udslip fra international transport mv. er indeholdt i branchen *Handel og transport mv.*, resultaterne for alle de andre brancher viser udviklingen i udslip fra biomasse.

## Direkte udslip af drivhusgasser fra husholdningerne

Udslip af drivhusgasser fra husholdningerne er direkte knyttet til forbruget af energi til opvarmning og madlavning samt brugen af benzin og diesel til biler, motorcykler, haveredskaber og både mv. Fordelingen af de direkte udslip af drivhusgasser fra husholdningerne er vist i figur 5, opgjort efter IPCC-princippet og fordelt på energityper.

Mens drivhusgasudledningen fra husholdningernes biler er vokset til 6 mio. tons i 2013 fra 5 mio. tons i 1990, er udslippene i husholdningerne fra brugen af fyringsolie til opvarmning faldet. Det skyldes, at forbruget af fyringsolie i høj grad er erstattet af anvendelsen af brænde, træpiller og anden biomasse.

Figur 5 Det private forbrugs direkte udslip af drivhusgasser



Anm: Ikke-energirelateret udslip er udslip der forekommer fra aktiviteter ikke forbundet med forbrænding af energi, som f. eks. anvendelse af maling og opløsningsmidler.

## 4. Forbrugets og eksportens betydning for de samlede udslip af drivhusgasser

### Sammenhængen mellem erhvervenes udslip og efterspørgslen

Omfanget af erhvervenes udslip af drivhusgasser hænger sammen med, hvor stor efterspørgslen er, hvilken slags varer og tjenester, der efterspørges, og hvordan de produceres. Den præcise sammenhæng mellem efterspørgslen på den ene side og erhvervenes udslip af drivhusgasser på den anden side kan ikke ses direkte, men ved hjælp af beregninger med en input-output model kan man foretage en skønsmæssig fordeling af erhvervenes drivhusgasudslip på hovedgrupper af efterspørgsel. På den måde er det muligt at sige noget om størrelsesordenen af de indirekte udslip, dvs. de udslip i erhvervene, der er knyttet til efterspørgslen efter forskellige varer og tjenester.

Beregningerne medtager ikke kun udslip i de erhverv, der umiddelbart leverer til efterspørgslerne, men også udslip hos alle underleverandører. Som eksempel kan nævnes forbruget af kød. Det medfører ikke kun udslip af drivhusgasser fra slagterierne, men også fra landbrug, energiforsyningen, foderstoffabrikker, emballagefabrikker, vognmænd, konsulentvirksomheder og mange andre erhverv.

### Privat forbrug og eksport har størst betydning

Modelberegninger udført for årene 1990 til 2013 viser, at det først og fremmest er husholdningernes efterspørgsel efter varer til forbrug og eksporten til udlandet, der skaber de danske drivhusgasudslip. Tilsammen tegner disse to former for efterspørgsel sig for ca. 86 pct. af de samlede udslip af drivhusgasser.

Derimod bidrager efterspørgslen fra offentligt forbrug og investeringer i bygninger, maskiner og transportmidler mv. kun med 14 pct. af de samlede CO<sub>2</sub>-udslip, med en nogenlunde ligelig fordeling på de to grupper.

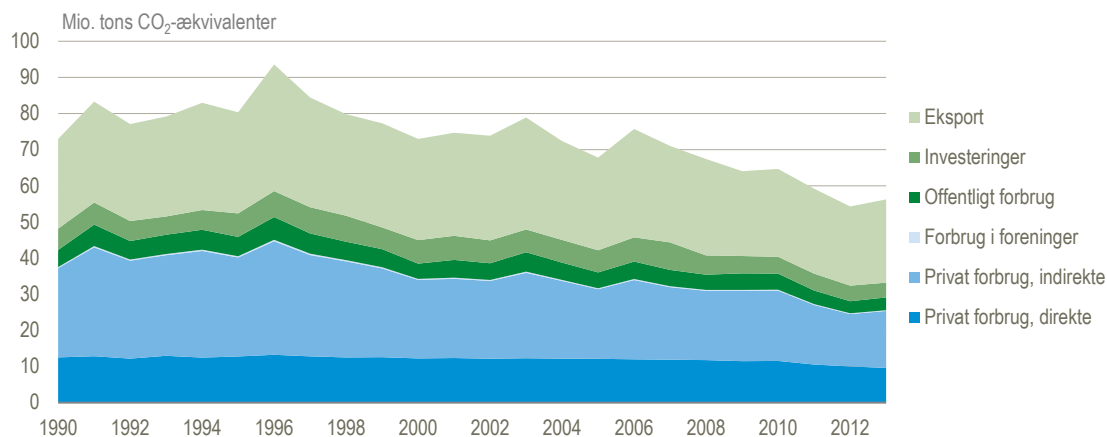
### Eksporten har stigende betydning

Eksportens betydning for dansk økonomis udledninger af drivhusgasser har været stigende. I 1990 stod eksporten bag 34 pct. af de samlede udslip fra dansk økonomi, mens andelen var 41 pct. i 2013. Det skal bemærkes, at søtransporten som udgør en væsentlig del af dansk eksport med hensyn til såvel indtjening som energiforbrug ikke indgår i denne opgørelse.

### Det private forbrug

Det private forbrug var årsag til omkring 25 mio. tons danske udslip af drivhusgasser, svarende til 45 pct. af de samlede danske udslip i 2013. Det er et fald på 6 pct. point i forhold til 1990. Heraf var mere end en tredjedel – knap 10 mio. tons – som vist i afsnit 3, direkte udslip i forbindelse med husholdningernes eget forbrug af brændsel til opvarmning samt benzin og diesel til biler. Lidt mindre end to tredjedele – knap 16 mio. tons - var indirekte afledte udslip i erhvervene som følge af den produktion, der var nødvendig for at imødekomme husholdningernes efterspørgsel efter mad, tøj, elektricitet mv.

**Figur 6** Udslip af drivhusgasser skabt af forskellige typer efterspørgsel



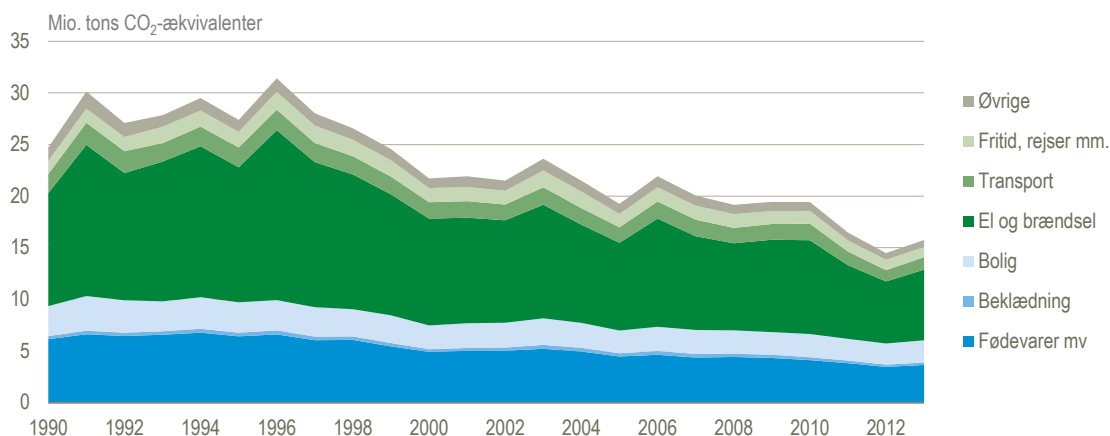
### Indirekte udslip i Danmark

En stor del af de udslip i de danske erhverv, som det private forbrug forårsager, er knyttet til husholdningernes energiforbrug. Forbruget af elektricitet og fjernvarme indebærer ikke direkte udslip af drivhusgasser fra husholdningerne, men når der fx anvendes kul, olie og naturgas på kraftværkerne til at producere el og fjernvarme, slippes der drivhusgasser ud i en størrelsesorden, der svarer til de direkte udslip af drivhusgasser fra husholdningerne.

Ud over energiforbruget er det, som vist i figur 7, husholdningernes køb af fødevarer og restaurantbesøg, transportydelser, herunder offentlig transport, samt boligbenyttelse, der giver anledning til udslip af drivhusgasser i erhvervene. Kategorien boligbenyttelse dækker over vedligeholdelse af boliger, administration, renovation samt vandforsyning og spildevandshåndtering.

De enkelte forbrugskategoriens relative betydning for de afledte udslip har været ganske konstante siden 1990, om end de afledte udslip fra el og fjernvarmeforbruget i visse år vejer lidt tungere. Det gælder især i år, hvor der er en stor el-eksport, som gør det nødvendigt i højere grad at inddrage ældre og mindre effektive elværker. De relativt større gennemsnitlige udslip for hver produceret enhed energi slår igennem på alle forbrugskategoriene, da alle erhverv i et eller andet omfang benytter sig af el og fjernvarme.

**Figur 7** Det private forbrugs indirekte udslip af drivhusgasser via danske erhvervs produktion



### Indirekte udslip i udlandet

Det er ikke kun via de danske erhverv, at produktionen af varer og tjenester til det danske private forbrug skaber udslip af drivhusgasser. Der finder også udslip sted i udlandet, når de udenlandske virksomheder producerer varer og tjenester, der skal anvendes i Danmark.

Det er vanskeligt at opgøre præcist, hvor store udslip det danske private forbrug medfører i udlandet, men modelberegninger kan give et fingerpeg om størrelsesordenen.

Ved at sammenkæde modeller for så mange som muligt af Danmarks vigtige samhandelspartnere kan det beregnes hvor store udslip af drivhusgasser Danmarks import giver anledning til i udlandet. På samme måde kan man ved en modelberegning rense de danske tal for de udslip, som er knyttet til Danmarks eksport til udlandet. På denne måde kan der beregnes et udtryk for det globale udslip af drivhusgasser, som er knyttet til forbrug og investeringer i Danmark. Dette kaldes en opgørelse ud fra et forbrugsperspektiv i modsætning til de mere gængse opgørelser, som bygger på det såkaldte produktionsperspektiv.

På internationalt plan er der stigende fokus på at lave opgørelser på baggrund af forbrugsperspektivet bl.a. fordi det kan opfattes som mere retfærdigt. Fx vil en opgørelse af denne type for Danmark betyde, at de store emissioner, der er knyttet til vores eksport af transporttjenester, vil skulle knyttes til forbruget i de lande, som får transporteret varer med skibe opererede fra Danmark. Det er svært på forhånd at afgøre hvordan de enkelte landes udslipsregnskaber vil ændre sig ved et skifte fra produktionsperspektivet til forbrugsperspektivet, men for de fleste udviklede økonomier vil der komme et tillæg via indholdet i importen, som i mange tilfælde vil overstige det fratræk, der kommer ved at udelade udslip knyttet til eksporten.

Danmarks Statistik har tidligere gennemført en omfattende beregning af forskellen mellem udslip opgjort fra de to forskellige perspektiver. Konklusionen var, de emissioner i udlandet, der er knyttet til importen, er langt højere end hvis de samme produkter havde været produceret i Danmark. Men for Danmark har det stor betydning for størrelsen af de danske udslip i et forbrugsperspektiv, at der kan ses bort fra de internationale transportaktiviteter i udslippet fra den danske eksport.



## 5. Sammenhængen mellem økonomisk vækst og udslip af drivhusgasser

### Afkobling selv når alle økonomiske aktiviteter er medregnet

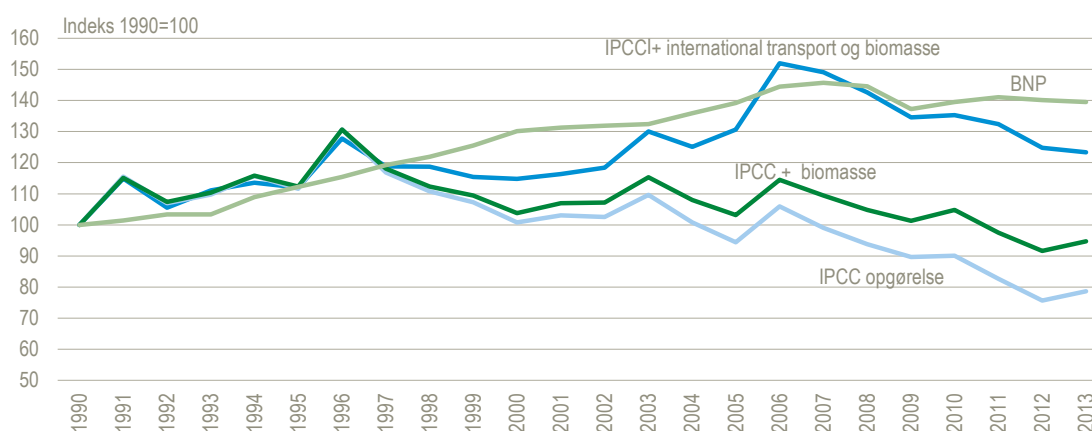
Danmark har siden 1990 haft en betydelig økonomisk vækst, om end den ikke har været lige så høj som i mange af de lande vi normalt sammenligner os med. Dette har i sig selv trukket i retning af større udslip af drivhusgasser gennem et øget aktivitetsniveau og deraf følgende øget energiforbrug. Under ét er de samlede drivhusgasudslip fra dansk økonomi da også steget i takt med den økonomiske aktivitet, når denne måles ved bruttonationalproduktet, BNP.

BNP i faste priser steg med 39 pct. fra 1990 til 2013, mens drivhusgasudslippene, hvis man regner alle danske økonomiske aktiviteter der bidrager til BNP samt udslip fra biomasseafbrænding med, steg med 23 pct. I perioden 2004 til 2006, hvor emissionerne toppede, steg udslippene af drivhusgasser mere end væksten i økonomien, primært som følge af en kraftig vækst i søtransporterhvervet, der har store CO<sub>2</sub>-udslip pr. million kroner produktion. Ser man bort fra udslip fra biomasseafbrænding, udgør stigningen i udslip af drivhusgasser fra danske økonomiske aktiviteter 11 pct. fra 1990 til 2013.

Den samtidige vækst i økonomien og i drivhusgasudslippene for økonomien som helhed dækker over, at produktion, værditilvækst og beskæftigelse for mange erhverv er steget, uden at udslippene er fulgt med i samme takt. I nogle tilfælde er udslippene ligefrem faldet. Når væksten i udslippene er lavere end den økonomiske vækst, kaldes det, at vækst og udslip er afkoblet.

Selv når man medregner udslip fra alle økonomiske aktiviteter og afbrænding af biomasse, ses der en afkobling mellem udslip af drivhusgasser og økonomisk vækst over perioden 1990-2013.

**Figur 8** Udviklingen i udslip af drivhusgasser og BNP



### Afkobling i hele perioden fraregnet udslip fra international transport og biomasse

Fraregner man international transport mv. og biomasse, viser figur 8, at der har været et absolut fald på 21 pct. i udslippene på trods af væksten i BNP på 39 pct. og dermed afkobling set over perioden fra 1990 til 2013. Afkobling af udslippene og væksten gælder også, når man vælger at medregne biomasse, blot i et mindre omfang.

Når mange erhverv har kunnet afkoble drivhusgasudslippene fra den økonomiske vækst, skyldes det blandt andet, at de har udnyttet energien bedre, eller, at de er gået over til andre energityper, der giver mindre drivhusgasudslip. Modelberegninger gør det muligt at opgøre, hvor stor betydning den bedre energi effektivitet og skiftet til andre energityper har haft for udslippene. Samtidig kan man sammenholde disse effekter med betydningen af den økonomiske vækst og de strukturelle ændringer i økonomien i perioden 1990-2013. Man får derved et samlet billede af de faktorer, der har haft betydning for de faktiske udslip.

## Fald i erhvervenes udslip af drivhusgasser opdelt på bagvedliggende faktorer

For at analysere hvilke faktorer, der ligger bag den afkobling, som fremgår af figur 8, er der gennemført en såkaldt strukturel dekomponeringsanalyse (SDA).

### Strukturel Dekomponeringsanalyse (SDA)

SDA er en teknik til at opdele udviklingen i en variabel over tid i dele, der har været bestemmende for udviklingen. Det er en såkaldt komparativ statistik analyse, hvor to perioder sammenlignes efter en ændring er indtruffet. I det simpleste tilfælde har vi sammenhængen mellem 3 variabler  $x=yz$ , hvor  $x$ ,  $y$  og  $z$ , kan være matricer vektorer eller skalarer. Ændringen mellem to tidspunkter  $t-1$  og  $t$  er  $\Delta x = x_t - x_{t-1}$ . Ændringen kan dekomponeres på 2 måder

$$\Delta x = \Delta y \cdot z_t + y_{t-1} \cdot \Delta z$$

$$\Delta x = \Delta y \cdot z_{t-1} + y_t \cdot \Delta z$$

I begge disse ligninger vil første og andet led blive betegnet som hhv. bidraget fra ændringen i  $y$  til ændringen i  $x$  og bidraget fra ændringen  $z$  til ændringen i  $x$ . I dette simple tilfælde er dekomponeringen udtømmende, dvs. at hele ændringen i  $x$  kan tilskrives ændringen i en af de to øvrige komponenter. Her er der to mulige dekomponeringer. Dekomponeringen ikke længere udtømmende, når der er 3 eller flere variabler, idet der opstår residualer i ligningerne. Det kan vises, at antallet af mulige dekomponeringer er lig med faktoretet til antallet af forklarende variabler. Ved 4 forklarende variabler har vi altså  $4! = 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 = 24$  forskellige dekomponeringer, som ikke tillægger de enkelte forklarende variabler samme betydning. Ved at gennemføre alle  $n!$  dekomponeringer og derefter tage gennemsnittet af dem fås de gemmesnitlige bidrag fra de forklarende faktorer, og samtidig forsvinder problemet med residualerne, idet de så alle udligner hinanden.

I denne analyse er det valgt at have op til 7 forklarende variabler, heraf 1 teknisk variabel (nødvendig, men uden indvirkning på resultater) og dermed gennemføres  $7! = 5.040$  forskellige ligninger. Ændringen i udslippet af  $\text{CO}_2$  analyseres for sig selv vha. en ligning, som ser således ud, hvor små bogstaver angiver vektorer og store bogstaver angiver matricer og fed skrifttype angiver, at det er en matrice eller vektor

$$m_t = K_t \cdot EF_t \cdot s \cdot u_t \cdot L_t \cdot B_t \cdot f_t$$

Her angiver gangetegnet "·", at der er tale om en element-gange-element multiplikation mens det almindelige gange-tegn "·" angiver en egentlig matrix multiplikation. De tre sidste faktorer stammer fra selve input-output tabellerne, som indeholder 117 erhverv, der er det mest detaljerede niveau i det danske nationalregnskab, er fremkommet på følgende måde,

$$q = A \cdot q + B \cdot f$$

$$q - A \cdot q = B \cdot f$$

$$q(I-A) = B \cdot f$$

$$q = (I-A)^{-1} \cdot B \cdot f = L \cdot B \cdot f$$

$q$  = vektor ( $117 \times 1$ ) af erhvervenes produktionsværdier

$A$  = matrice ( $117 \times 117$ ) af koefficienter  $a_{ij}$ , som viser erhv.  $i$ 's leverance til erhv.  $j$  som andel af  $j$ 's produktionsværdi

$B$  = matrice ( $117 \times 126$ ) af koefficienter  $b_{il}$ , som viser erhv.  $i$ 's leverance til anvendelse  $l$ , som andel af summen af  $l$

$f$  = vektor ( $126 \times 1$ ) af totaler af de endelige anvendelser (fx forbrug, investeringer og eksport)

$L = (I-A)^{-1}$  matrice ( $117 \times 117$ ) hvor  $I$  er enhedsmatricen. Den såkaldte Leontief inverse matrice af totale krav til input

De resterende variabler er dels rene fysiske variabler og dels en kombination af fysiske og økonomiske, hvor toptegnet  $\wedge$  angiver, at vektoren er lagt ind som diagonalen i en matrice med nuller uden for..

$K = M \cdot E^{-1}$  matrice ( $117 \times 40$ ) af emissionskoefficienter

$EF = E \cdot e^{-1}$  matrice ( $117 \times 40$ ) af andelen af hver af de 40 energityper i erhvervenes samlede energiforbrug

$s$  = vektor ( $40 \times 1$ ) af ettaller, som er en teknisk summeringsvektor

$u = \hat{q}^{-1} \cdot e$  vektor ( $117 \times 1$ ) af energiintensiteter (energiforbrug divideret med produktionsværdi)

$M$  = matrice ( $117 \times 40$ ) af emissioner af  $\text{CO}_2$ , ( og senere også  $\text{N}_2\text{O}$  og  $\text{CH}_4$ )

$E$  = matrice ( $117 \times 40$ ) af erhvervenes energiforbrug fordelt på 40 forskellige energityper

$e = \sum_{k=1}^{40} E_{i,k}$  vektor ( $117, 1$ ) af erhvervenes energiforbrug

$m = \sum_{k=1}^{40} M_{i,k}$  vektor ( $117, 1$ ) af erhvervenes emissioner

I dekomponeringen ses udelukkende på udslip fra danske erhverv. Husholdningernes udslip og de bagvedliggende faktorer er derimod ikke inddraget i analysen. Endvidere er analysen begrænset til at omfatte de udslip, der er omfattet af IPCC's principper, hvilket betyder at udslip fra den internationale transport samt de drivhusgasneutrale udslip fra biomasse holdes udenfor. For at få det fulde billede af drivhusgasserne efter IPCC's retningslinjer er det også nødvendigt at inkludere de såkaldte F-gasser. De er imidlertid så relativt små, at de ikke har nogen synlig effekt på resultaterne og er derfor også udeladt af analysen.

Der er gennemført 6 forskellige dekomponeringsanalyser for at inkludere såvel de 3 afgørende stoffer CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O og CH<sub>4</sub> som både energirelaterede og ikke-energirelaterede udslip. Faktorer i dekomponeringen er oplyst vist i tabellen herunder.

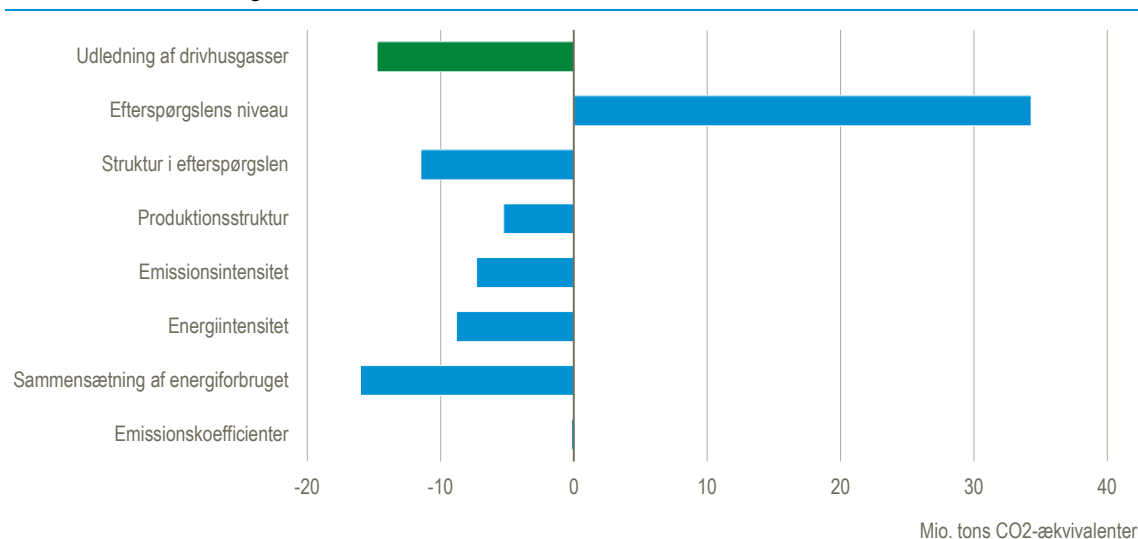
**Tabel 2**                    **Oversigt over faktorer i analysen**

Faktorer i analysen	Energirelaterede udslip af hhv. CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O og CH <sub>4</sub>	Ikke-energirelaterede udslip af hhv. CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O og CH <sub>4</sub>
<b>Emissionskoefficienter.</b> Emissioner fra 117 erhvervs anvendelse af 40 forskellige energiprodukter divideret med forbruget af de 40 energi-produkter.	X	
<b>Sammensætning af energiforbruget.</b> De 117 erhvervs anvendelse af 40 energityper divideret med summen af erhvervenes anvendelse af energi.	X	
<b>Energiintensitet.</b> De 117 erhvervs samlede anvendelse af energi divideret med værdien af erhvervenes produktion.	X	
<b>Emissionsintensitet.</b> Ikke-energirelaterede udslip divideret med værdien af erhvervenes produktion. Ikke-energirelaterede udslip er knyttet til produktionsprocesser og ikke til energifrembringelse.		X
<b>Produktionsstruktur.</b> En matrice som viser hver af de 117 erhvervs salg til andre erhverv. Inverteret.	X	X
<b>Struktur i efterspørgslen.</b> En matrice som viser hvordan de enkelte dele af efterspørgslen leveres af erhverv	X	X
<b>Niveauet for den samlede efterspørgsel.</b> Dette er totalen for privat og offentligt forbrug, investeringer og eksport	X	X

Belastningen af atmosfæren er meget forskellig mellem de tre typer af gasser og for at få det fulde billede skal de tillægges forskellig vægt ved en sammenvejning. Således svarer 1 tons N<sub>2</sub>O til 310 tons CO<sub>2</sub> ækvivalenter og 1 tons CH<sub>4</sub> til 21 tons CO<sub>2</sub> ækvivalenter.

Under disse betingelser viser opgørelserne, at der for erhvervene under ét har været et fald i udslippene af drivhusgasser på ca. 15 mio. tons CO<sub>2</sub>-ækvivalenter i forhold til 1990 illustreret ved den grønne bar i figur 9 herunder. De 7 blå barer i figuren viser samtidig, hvor stor en effekt de enkelte variabler har haft på den udvikling i udslippene, der har fundet sted.

**Figur 9** Ændringer i erhvervenes udslip af drivhusgasser fra 1990 til 2013 og bidragene fra de bagvedliggende forårsagende faktorer



Figuren skal altså forstås således, at udviklingen i den grønne bar er delt ud på de 7 forklarende faktorer, som hver især har bidraget i forskellig grad til, at den grønne bar står på -15 mio. tons. Summen af alle de 7 effekter repræsenteret af de blå barer matcher således den grønne bar helt præcist.

### Efterspørgslens niveau

Hvis udslippet af drivhusgasser havde fulgt væksten i den danske og udenlandske efterspørgsel efter dansk producerede varer og tjenester fra 1990 til 2013, ville de danske udslip opgjort efter IPCC princippet have været omkring 34 mio. tons højere i 2013, end de faktisk var. Når efterspørgslen stiger og produktionen derfor også går i vejret vil udslippene alt andet lige også forøges. Når de samlede udslip ikke er steget i samme takt, skyldes det, at andre faktorer har trukket i den modsatte retning. Niveauet for den endelige efterspørgsel kan sammenlignes med BNP, men er væsentligt højere, da det også indeholder importen. I perioden siden 1990 er importandelen af efterspørgslen vokset og efterspørgslen er derfor vokset mere end BNP

### Struktur i efterspørgslen

Både produktion og forbrug er gennem strukturelle ændringer i perioden fra 1990 til 2013 gradvist blevet sammensat på en mindre drivhusgas intensiv måde. De isolerede gevinster ved sådanne strukturelle ændringer er beregnet til små 12 mio. tons CO<sub>2</sub>-ækvivalenter i 2013. Andelen af tjenester er nu relativt større, hvilket i sig selv sænker erhvervenes bidrag til det danske klimaregnskab, da produktion af tjenester kræver mindre energi end traditionel industriproduktion. Samtidigt er importindholdet i efterspørgslen vokset i forhold til det dansk producerede indhold, og da vi her kun ser på de danske udslip, trækker dette i retning af, at regnskabet alt andet lige viser lavere danske udslip af drivhusgasser. På den anden side er eksporten også steget relativt til andre komponenter af efterspørgslen. Da eksportproduktionen ofte er mere energiintensiv end indenlandsk efterspørgsel, dæmpes den positive effekt af denne faktor.

### Produktionsstruktur

Ligesom for efterspørgslens vedkommende har produktionen ændret sig således at en større del af de råvarer, som erhvervene bruger i produktionen kommer fra udlandet ligesom tjenester udgør en større andel. Fx fylder rådgivning og advokater mere i erhvervenes forbrug end i 1990, og der kommer ikke så store udslip fra sådanne tjenester. Tilsammen har disse effekter isoleret set bidraget til et fald på ca. 5 mio. tons CO<sub>2</sub>-ækvivalenter i 2013 i forhold til 1990.

### Energiintensitet

Erhvervene har udnyttet energien stadig mere effektivt gennem perioden. Den samme produktion kunne i 2013 gennemføres med et væsentligt mindre energiforbrug end i 1990. Det er beregnet, at denne effekt isoleret set har trukket udslippene ned med 9 mio. tons i 2013 set i for-

hold til 1990. Man skal være opmærksom på, at energieffektiviteten her er målt i forhold til erhvervenes produktionsværdi. Den kan afvige fra en teknisk energieffektivitet, fx energiforbrug for hver kørt kilometer. Man skal også være opmærksom på, at udsving i de økonomiske forhold fra år til år gør, at energieffektiviteten også varierer en del fra år til år.

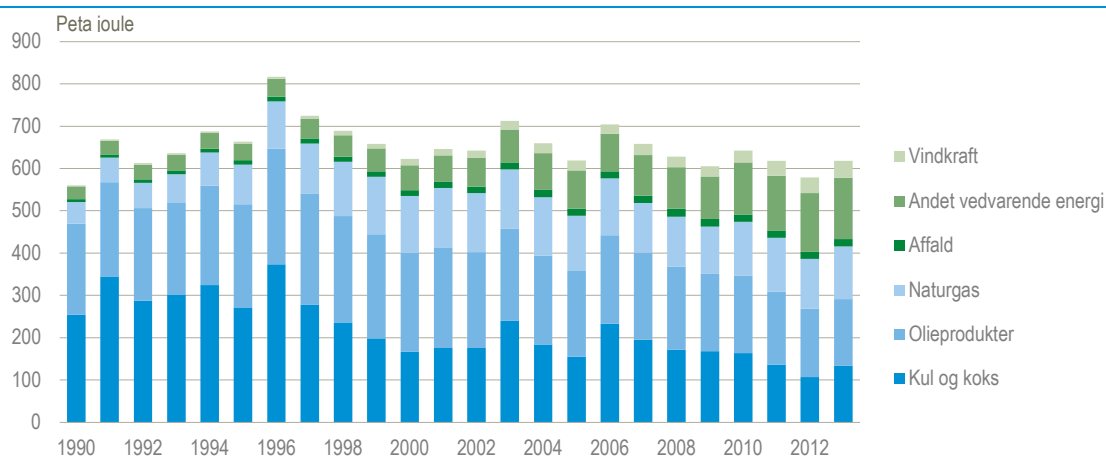
### Emissionsintensitet

Denne variabel er kun relevant for de ikke energirelaterede udslip. Og det er primært stofferne N<sub>2</sub>O og CH<sub>4</sub>, som bidrager og udslippene er primært et resultat af landbrugets produktion. Det er lykkedes at forbedre forholdet mellem udslip og produktionen så meget, at dette isoleret set har bidraget til et fald på ca. 7 mio. tons CO<sub>2</sub>-ækvivalenter.

### Sammensætning af energiforbruget

I perioden fra 1990 til 2013 har erhvervene gradvist ændret sammensætningen af energiforbruget i retning af renere energityper. Det drejer sig først og fremmest om skiftet fra olie og kul i retning af naturgas og vindenergi. Hertil kommer en stigende anvendelse af biobrændsler som træpiller og halm, som i henhold til IPCC-princippet her regnes som CO<sub>2</sub>-neutralt. Ifølge modelberegningerne har ændringerne i sammensætningen af energiforbruget under ét sparet atmosfæren for et udslip på 17 mio. tons CO<sub>2</sub>-ækvivalenter i 2013 i forhold til 1990 og er således den vigtigste enkelte faktor i analysen.

**Figur 10** Sammensætning af erhvervenes energiforbrug



Anm.: International bunkring af skibe, fly og køretøjer i udlandet er ikke medregnet.

Figur 10 viser de betydelige ændringer, der er sket i sammensætningen af erhvervenes energiforbrug gennem perioden. Kul og koks, som er en af de mest forurenende energityper er reduceret ganske betydeligt fra starten af halvfemserne til 2013. Samtidig har de vedvarende energikilder vundet større og større indpas og udgør en stadig større del af energiforbruget, som nærmest har været konstant siden 1990.

### Udslipskoefficienter

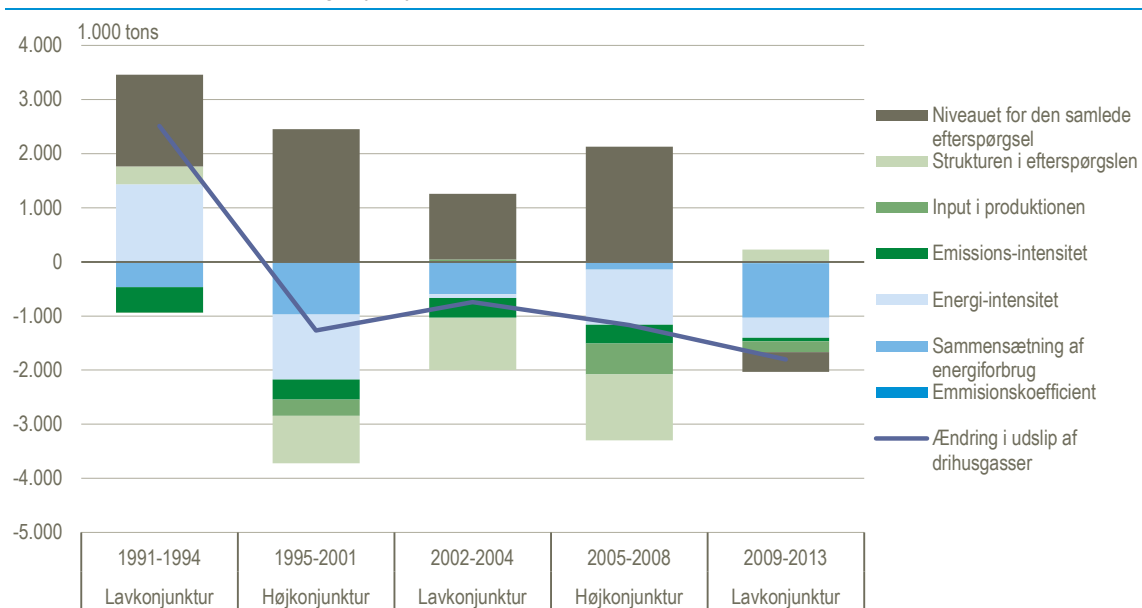
Analysen viser, at ændringer i udslipskoefficienter har haft en helt marginal effekt på resultaterne. Ændringerne i koefficienterne fra N<sub>2</sub>O og CH<sub>4</sub> er ganske små. Det antages, at CO<sub>2</sub>-udslipskoefficienter fra de fossile brændsler er konstante gennem hele perioden. Endvidere antages det, at der ikke er nogen CO<sub>2</sub>-udslip fra forbrændingen af biomasse og at koefficienterne derfor er nul. Som nævnt tidligere er den antagelse under diskussion også på internationalt plan. Usikkerheden skyldes tvivlen om, hvorvidt vedmasse bliver genplantet efter afbrænding og den store tidsforskel der kan være mellem at fx træ vokser op og til at det brændes af.

### Ændringer i emissionerne under forskellige konjunkturer

Dekomponeringsanalysen dække alle de enkelte år i perioden mellem 1990 og 2013. Det giver mulighed for at kortlægge betydningen af de enkelte faktorer i analysen under konjunkturmæssigt forskellige forhold. I figur 11 herunder er perioden delt op i fem underperioder, hvori konjunktursituationen skifter mellem lav og høj. Inden for hver periode er den gennemsnitlige årlige

effekt af hver af de syv forklarende faktorer, som også er repræsenteret af de blå barer i figur 9, beregnet. Den blå linje i figuren repræsenterer den gennemsnitlige årlige ændring i udslippet af drivhusgasser inden for hver af de fem perioder.

**Figur 11** Gennemsnitlige årlige ændringer i erhvervenes udslip af drivhusgasser, samt de bagvedliggende faktorer i lav- og højkonjunkturperioder 1990-2013



Anm.: Opdelingen på perioder med høj- og lavkonjunktur bygger på AE Rådet (2008) "Konjunkturudsvings længde og historie" [http://www.ae.dk/files/dokumenter/analyse/konjunkturudsving\\_borsen.pdf](http://www.ae.dk/files/dokumenter/analyse/konjunkturudsving_borsen.pdf).

I den første periode fra 1990 til 1994 var der således en gennemsnitlig årlig vækst i emissionerne på ca. 2,5 mio. tons CO<sub>2</sub>-ækvivalenter, mens der i alle de efterfølgende perioder gennemsnitligt var et årligt fald i emissionerne på 1-2 mio. tons CO<sub>2</sub>-ækvivalenter med en ganske lille variation fra periode til periode. Som det fremgår af den øverste grå del af barerne trækker niveauet af efterspørgslen naturligt nok udslippene i en opadgående retning, bortset dog fra den seneste periode med lavkonjunktur, hvor deciderede fald i efterspørgslen har en formindskende effekt på omfanget af udslip.

Den mellemlå del af barerne, som repræsenterer sammensætningen af energiforbruget, ses at have en reducerende effekt på de samlede udslip i hver eneste periode. Det er primært udskiftningen af kul og olie på elværkerne med gas, halm og andre vedvarende energikilder, der er sket gradvist over årene, der giver denne effekt.

I den første periode var der en betydelig gennemsnitlig årlig stigning i udslippene og ændringer i teknologien var med til at forøge udslippene. Der er som nævnt en naturlig tendens til at det stigende niveau for efterspørgslen i højkonjunkturperioder har en forøgende effekt på emissionerne som det fremgår i periode 2 og 4. Men samtidig ses der at være mere aktivitet i retning af at modgå dette gennem strukturelle ændringer og forbedret energieffektivitet, som kan være et resultat af øgede investeringer i ny teknologi. Effekten fra de strukturelle ændringer kan i denne periode skyldes en stigende internationalisering af økonomien og dermed en stigende – for Danmark - forureningsfri importandel i efterspørgslen. Omvendt er der i de to seneste lavkonjunkturperioder tendens til, at presset på emissionerne fra den lavere økonomiske aktivitet følges af en tilsvarende lavere aktivitet med hensyn til at modgå emissionerne. Samlet set medfører dette, at der i gennemsnit kun er en forholdsvis lille variation i det gennemsnitlige fald i emissionerne mellem høj- og lavkonjunkturperioder.