

# Samlede danske drivhusgasudledninger

Gunnar Boye Olesen, VedvarendeEnergi, 20/3 2015

## Indhold

|                                                                                                                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Indledning og opsummering .....                                                                                                                                               | 1  |
| 2. Indenlandske drivhusgasudledninger som opgjort til FN's Klimakonvention + biomasse ..                                                                                         | 3  |
| 3. Indenlandske drivhusgasudledninger incl. udledninger fra fossil energi solgt i Danmark ..                                                                                     | 8  |
| 4 Drivhusgasudledninger fra Danmark, fra produktion og international transport af varer til Danmark og fra danskeres aktiviteter i udlandet, incl. international transport. .... | 10 |
| 5 Drivhusgasudledninger fra dansk forbrug .....                                                                                                                                  | 15 |
| 6 Andre danske drivhusgasudledninger .....                                                                                                                                       | 17 |
| 7. Oversigt over danske drivhusgasudledninger.....                                                                                                                               | 17 |
| 8. Om dette notat.....                                                                                                                                                           | 19 |

## 1. Indledning og opsummering

I VedvarendeEnergis forslag til hurtig omstilling til vedvarende energi er fokus på hvordan dansk, indenlandsk forbrug af fossil energi kan erstattes med vedvarende energi uden drivhusgasudledninger under driften. Det sikrer dog ikke en fuldstændig omstilling af Danmark til et drivhusgasneutralt land. Derfor har VedvarendeEnergi fået vurderet drivhusgasudledninger fra landbrug, fra andre indenlandske aktiviteter og fra international transport, som Danmark og danskere incl. danske virksomheder er ansvarlige for.

Udover ovennævnte drivhusgasudledninger er danske aktiviteter incl. dansk forbrug medvirkende til udledninger ved produktion af varer i andre lande, samt udenlandske udledninger, der skyldes salg af danske energiforbrugende varer og tjenesteydelse med betydning for udenlandsk energiforbrug og andre udenlandske aktiviteter med drivhusgaseffekt. Tilsvarende er dansk eksport et resultat af andre landes forbrug, hvilket giver udledninger i Danmark, som ikke skyldes dansk forbrug.

I denne note er opgjort de samlede drivhusgasudledninger fra Danmark og danske aktiviteter; med de begrænsninger og usikkerheder, der vil være i en sådan opgørelse. Valget af opgørelsesmetode har stor betydning for resultatet. Der i denne note beskrevet de fem væsentligste opgørelsesmetoder:

- Udledninger i Danmark som opgjort til FNs Klimakonvention, samt effekten af udledninger fra afbrænding af biomasse
- Udledninger i Danmark tillagt udledninger fra fossile brændsler solgt i Danmark til international transport. Hvis denne metode anvendes for alle lande, vil summen udgøre de samlede, menneskeskabte drivhusgasudledninger.
- Udledninger i Danmark, fra produktion og international transport af varer til Danmark og fra danskeres aktiviteter i udlandet, incl. international transport. Dette er det samlede forbrug i Danmark incl. produktion af eksport.
- Som 3, men fraregnet udledninger, som skyldes dansk eksport. Det giver de udledninger, der skyldes det danske egetforbrug.
- Som 3, men tillagt udledninger som skyldes forbrug som resultat af danske varer, der giver energiforbrug eller andet forbrug, samt tjenesteydelser, som rådgivning, der resulterer i energiforbrug og andet forbrug i udlandet. Dette er de samlede udledninger, som Danmark og danskere incl. danske firmaer har indflydelse på. Det er samtidig det sværeste at opgøre. Derfor er disse samlede udledninger kun beskrevet kvalitativt i dette notat

Se en sammenligning af resultater for de 5 opgørelsesmetoder i figur 9 sidst i notatet.

Udover ovenstående opdeling i opgørelsesmetoder, kan udledningerne afgrænses på forskellig måde:

- Udledninger af andre drivhusgasser end CO<sub>2</sub> kan angives som ækvivalente med CO<sub>2</sub> over en kortere eller længere tidsperiode. Ofte anvendes et 100 års perspektiv; men i denne note vil også blive anvendt et 20 års perspektiv.
- Der kan medtages udledninger fra CO<sub>2</sub>-udledninger fra afbrænding af biomasse og disse kan reduceres med den CO<sub>2</sub> der opsamles ved planternes vækst i en bestemt tidsperiode, f.eks. 1, 20 eller 100 år
- Der kan medtages udledninger fra indirekte effekter af jordanvendelse (Indirect Land-Use Change, ILUC), f.eks. flytninger af madproduktion og ny opdyrkning af land ved erstatning af madproduktion med dyrkning til energiformål på arealer, der hidtil er anvendt til madproduktion. Disse effekter kan opgøres på forskellig vis, f.eks. med forskellige antagelser om rækkevidden af effekterne (lokal, national, regional, global), hvilket har stor betydning for deres forventede effekt.

I denne note er Danmarks udledninger beskrevet for ovennævnte 4 metoder, og der er en diskussion af udledninger efter den 5. metode. Udledninger er opgjort med 20 og 100 årige perspektiver, såvidt det har været muligt. For indenlandske udledninger er betydning af CO<sub>2</sub> fra biomasse medtaget som en alternativ vurdering. ILUC effekter er diskuteret ved import af danske varer, opgørelsesmetode 3.

## 2. Indenlandske drivhusgasudledninger som opgjort til FN's Klimakonvention + biomasse

Danske drivhusgasudledninger opgøres hvert år til FN's klimakonvention. Det gav i 201<sub>2</sub> udledninger på 51,7 millioner tons CO<sub>2</sub>-ækvivalenter(CO<sub>2e</sub>)<sup>1</sup>, et fald på 30% siden 1990. Dette er opgjort med en 100 års horisont. Hvis man i stedet regner med 20 års horisont var det danske drivhusgasudslip 61,3 mill. tons CO<sub>2e</sub>, og reduktionen siden 1990 var 27%<sup>2</sup>. I begge tilfælde er medregnet effekter af skovbrug og landandvendelse for både 1990 og 2013.

Ved afbrænding af biomasse er der yderligere udledninger af CO<sub>2</sub>, som ikke medregnes i Danmarks drivhusgasbudget til FN's Klimakonvention. Disse udledninger har været stigende fra 4,7 mill. tons i 1990 til 15,2 mill. tons i 2012<sup>3</sup>, målt som årlige udledninger, ikke i 20-års eller 100 års tidsperspektiv. Biomassen er produceret af planter, som, hvis de ikke brændes af, vil blive omsat til CO<sub>2</sub> ved forrådnelse, kompostering eller andet. Derfor regnes disse udledninger normalt ikke med til drivhusgasudledninger. Biomasse bliver dog hurtigere omsat ved brug til energi end ved f.eks. kompostering, og brug af biomasse til energi har derfor et positivt net-tobidrag til drivhusgasudledninger over en 20-årig eller 100-årig tidshorisont. Desuden kan biomasse komme fra rydning af f.eks. regnskov, hvor der ikke vokser nye planter op som erstatning for den brugte biomasse. I sådanne tilfælde er udledningerne lige så permanente som ved brug af fossilt brændsel. Der kan også argumenteres for at brug af træ fra import eller fra danske skove øger efterspørgslen efter træ, som i et vist omfang også skaber efterspørgsel efter træ fra permanent rydning af skov. For halm er den mindre tilbageførsel af kulstof, der komposteres på marken, omfattet af opgørelsen af udledninger ved landanvendelse og medtages derfor ikke. Det samme er tilfældet for den opsamling af kulstof i jord, der sker ved omstilling til permanente energiafgrøder. For organisk affald, der består af en blanding af mange ting, vil deres nedbrydning uden forbrænding ske over forskellige tidsrum for de forskellige dele, fra hurtig nedbrydning af madaffald til langsom erstatning af træ.

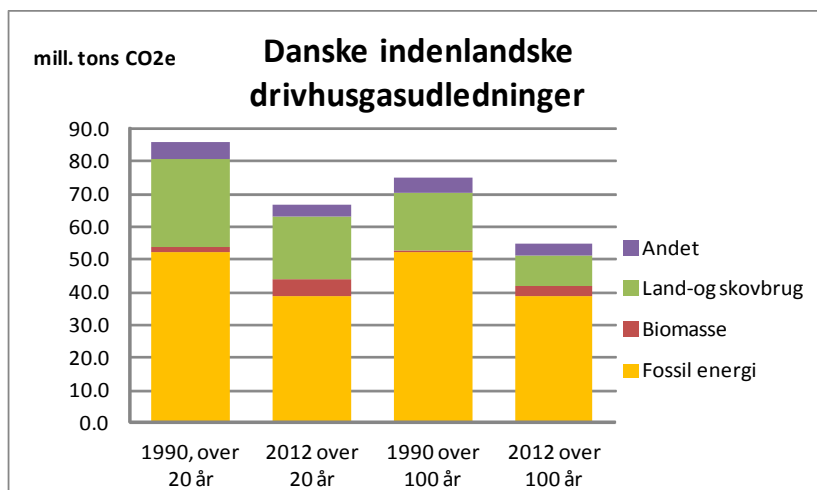
På disse baggrunde har vi følgende antagelser for andelen af den udledte CO<sub>2</sub> fra afbrænding af biomasse, som giver drivhuseffekt i et 20-års og et 100-års perspektiv:

|              | Bio-affald | Halm | Dansk træ | Biogas | Import |
|--------------|------------|------|-----------|--------|--------|
| Vægt, 20 år  | 20%        | 0%   | 25%       | 0%     | 75%    |
| Vægt, 100 år | 10%        | 0%   | 5%        | 0%     | 55%    |

Tabel 1. Estimer for andel af CO<sub>2</sub> fra biomasse, der giver drivhuseffekt, relativ til CO<sub>2</sub> fra fossil energi over hhv. 20 og 100 år.

- 1 Energistyrelsen Energistatistik 2013, figurer, ark: Emissioner. Udledningerne var i 1990 73,9 mill. tons CO<sub>2e</sub> med tidligere værdier for drivhuseffekt af metan og lattergas. Med nye værdier for disse (IPCC 2013) var udledningerne 83,8 mill. tons incl bidrag fra skove og landanvendelse, som både kan være positive og negative.
- 2 Der regnes her med at metans drivhuseffekt er 34 gange CO<sub>2</sub>'s over 100 år og 86 gange over 20 år. For lattergas regnes med en effekt på 298 gange CO<sub>2</sub> over 100 år og 268 over 20 år.
- 3 Ifølge Danmarks Statistik, Miljøøkonomisk Regnskab

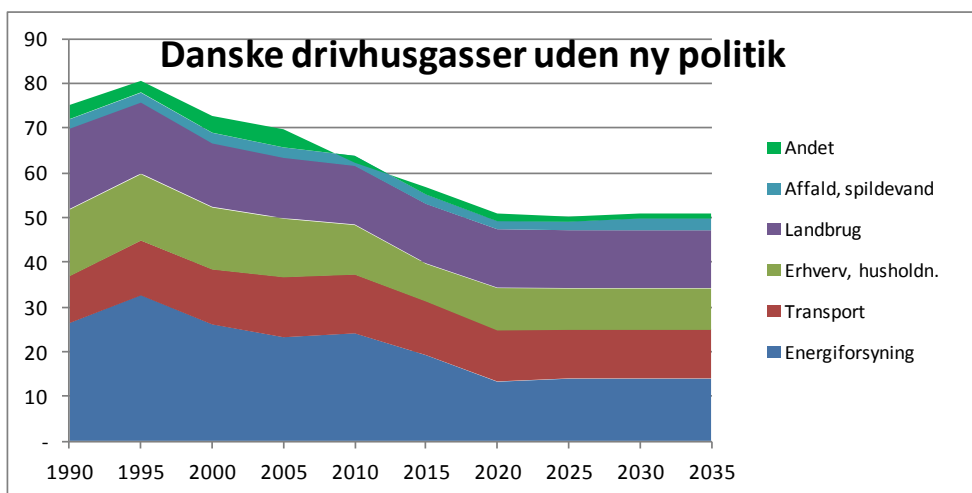
Med estimaterne i tabel 1 er betydningen af drivhuseffekten af den danske brug af biomasse i 2012 på 5,2 mill tons CO<sub>2</sub> i et 20-årigt perspektiv og 2,8 mill. tons i et 100-årigt perspektiv. Dermed er samlede danske, indenlandske drivhusgasudledninger 54,4 mill. tons CO<sub>2e</sub> i et 20-årigt perspektiv og 66,4 mill. tons CO<sub>2e</sub> over et 100-årigt perspektiv.



Figur 1 Danske drivhusgasudledninger incl. effekten af brug af biomasse samt skov og landanvendelse

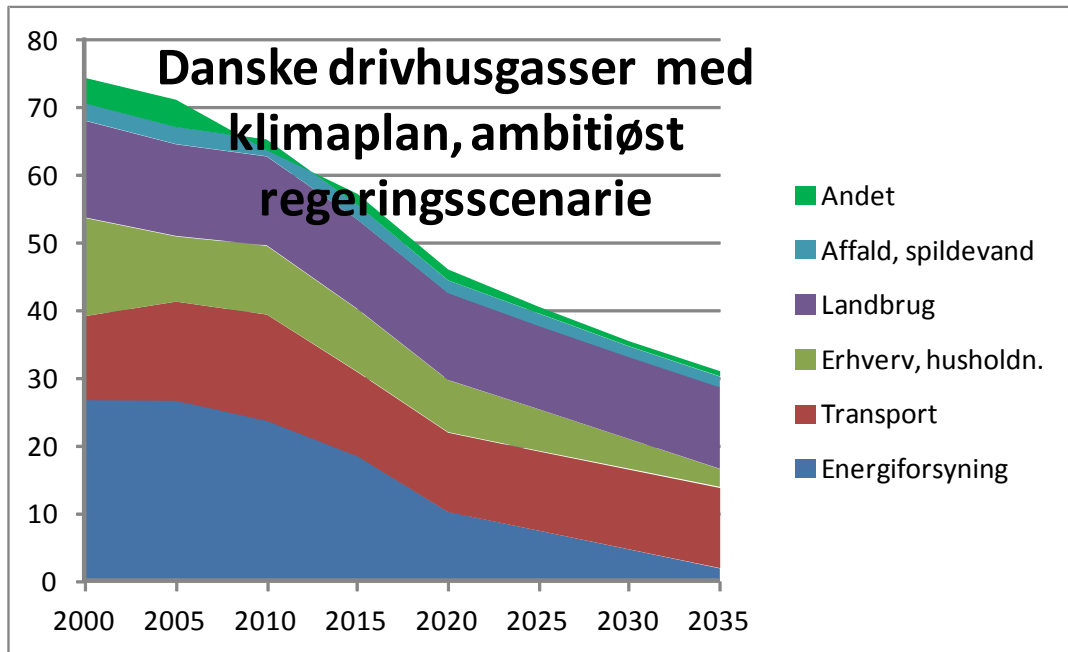
## 2.1 Udvikling og reduktionsmuligheder

Som det ses af figur 1 er danske indenlandske drivhusgasudledninger reduceret en del over de seneste 20 år. Med vedtagne planer, f.eks. energiforlig 2012 med virkning frem til 2020, kan yderligere reduktion forventes. Hvis danske, vedtagne planer gennemføres; men der ikke sættes yderligere mål efter 2020, kan en udvikling som angivet på figur 2 forventes.



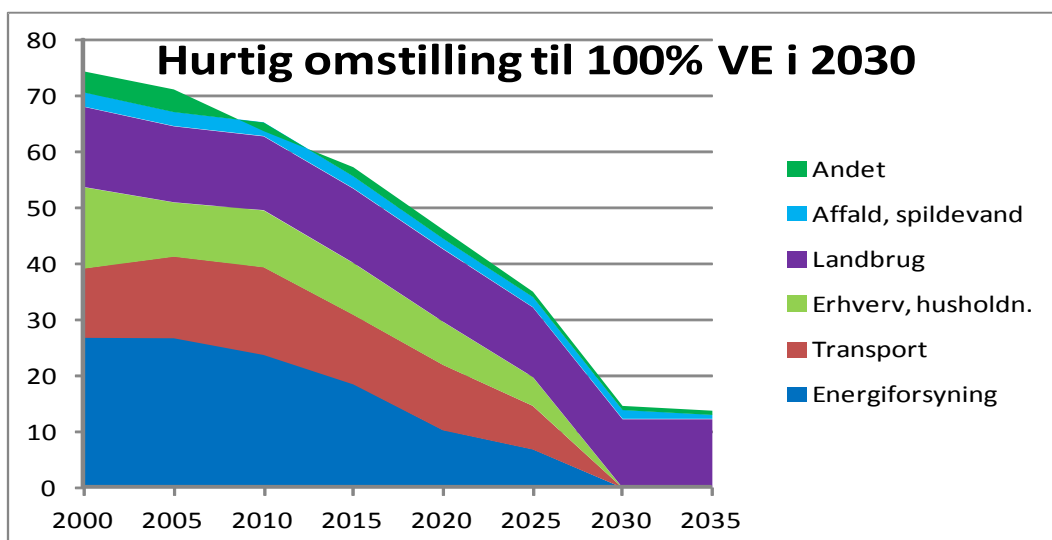
Figur 2 Indenlandske drivhusgasudledninger, hvis der ikke vedtages nye tiltag. Enhed: mill tons CO<sub>2e</sub>. Excl. udledninger fra biomasse. Vægtning i et 100 års perspektiv og med 2007-værdier af drivhusgaseffekter (dengang vurderedes metan 25 gange så kraftig som CO<sub>2</sub>, mod nu 34 gange).

Hvis regeringens mål om 40% reduktion 1990 - 2020 og udfasning af fossil energi til el og varme gennemføres, kan forventes en udvikling af udledninger som figur 3.



Figur 3 Indenlandske drivhusgasudledninger, med gennemførelse af regeringens mål og en ambitiøs klimapolitik. Enhed: mill tons CO<sub>2e</sub>. Excl. udledninger fra biomasse. Vægtning af drivhusgasser er med 2007-værdier og et 100 års perspektiv.

Hvis VedvarendeEnergis forslag til hurtig omstilling gennemføres fås en udvikling som vist på figur 4. Det vil betyde en reduktion af indenlandske drivhusgasser med over 80% fra 1990-2030, i et 100-års perspektiv, svarende til 77% reduktion 2010-2030.



Figur 4 Indenlandske drivhusgasudledninger, med gennemførelse af VedvarendeEnergis forslag til 100% VE i 2030 og en ambitiøs klimapolitik. Enhed: mill tons CO<sub>2e</sub>. excl. udledninger fra biomasse. Vægtning af drivhusgasser er med 2007-værdier og 100 års perspektiv.

Som det ses af figur 4 vil en yderligere reduktion kræve at specielt landbrugets udledninger reduceres. Det er svært med det eksisterende landbrug; men det er muligt at udvikle et klimaneutralt landbrug, som kan producere store mængder fødevarer. Omlægningen kunne bestå af:

- meget mindre jordbearbejdning, som nedbryder muldlag og udleder CO<sub>2</sub>. Udover græs, samt frugtbuske og træer, kunne der udvikles flerårige planter, der kan erstatte korn, svarende til flerårigt græs og stauder, som vil kunne høstes i en årrække.
- behandling af dyregødning så metanudledninger minimeres, bl.a. ved ikke at lagre gylle uden bioforgasning.
- reduktion af gødning (både kunst og naturgødning) for at reducere lattergasudledninger
- væsentlig reduktion af kvæghold, der giver metan
- kompensation for resterende udledninger fra bl.a. køer med dyrkning af biomasse, der ikke afbrændes (f.eks. træ, der anvendes i holdbare konstruktioner eller deponeres, revitalisering af tørvemoser)

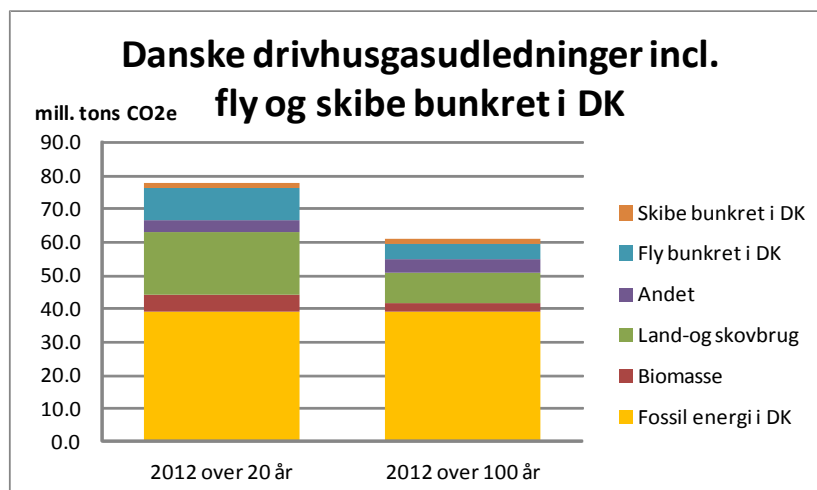
Vi vurderer, at det med denne omlægning, sammen med omstilling af dansk landbrugs energiforbrug til vedvarende energi, vil være muligt at gøre dansk landbrug drivhusgasneutralt. Et sådant drivhusgasneutralt landbrug vil uden tvivl kunne brødføde lige så mange mennesker som i dag; men med en langt mindre andel animalske produkter. Det vil så betyde, at forbrugere af danske landbrugsprodukter, hvoraf de fleste bor i udlandet, grundet den store danske landbrugseksport, skal spise en væsentlig mere vegetarisk kost (uden at de dog behøver blive vegetarer).

Hvis jordbearbejdning reduceres, så der ikke er nettotab af kulstof fra landbrugsjord (kulstof, som tabes i et år ved pløjning, skal så optages i andre år med permanente afgrøder), kvæghold halveres, metan og lattergas minimeres fra landbrug bl.a. med minimeret gødning, andre udslip fra cement, spildevand m.m. halveres, så kunne danske nettoudledninger reduceres til omkring 3 mill. tons CO<sub>2e</sub>/år. Dette kunne opsamles ved at plante 75,000 ha hurtigt voksende energiafgrøder (750 km<sup>2</sup>) og deponere eller anvende den producerede biomasse, så den ikke bliver nedbrudt og afgiver CO<sub>2</sub> eller andre drivhusgasser.

### 3. Indenlandske drivhusgasudledninger incl. udledninger fra fossil energi solgt i Danmark

Hvis man til de danske udledninger lægger udledninger fra skibe og fly, som tanker(bunkrer) i Danmark, fås et mål for samlede nationale udledninger, der kan adderes op til de samlede globale udledninger ved at addere alle landes udledninger opgjort på denne måde. For fly er det også et mål for flyvninger fra Danmark, da fly kun i begrænset omfang kan medbringe brændsel til mere end den aktuelle tur. Skibe, derimod, har mulighed for at medbringe brændsel til lange rejser og kan derfor mere frit vælge, hvor de vil bunkre brændsel.

Udledninger fra fly og skibe i international trafik med brændstof købt i Danmark gav i 2012 udledninger på 11,3 mill. tons CO<sub>2e</sub> ved 20-års perspektiv og 6,2 mill. tons CO<sub>2e</sub> ved 100 års perspektiv<sup>4</sup>. Hvis disse udledninger medregnes, vil det øge de samlede udledninger med hhv. 13% og 9% i forhold til de udledninger, der er opgjort i figur 1. Energindholdet i den solgte olie til disse skibe og fly er 57 PJ, heraf 62% til fly og 38% til skibe. Betydningen af disse ekstra udledninger er illustreret på figur 5.



Figur 5 Danske drivhusgasudledninger incl. udledninger fra fossil energi solgt i Danmark

#### 3.1 Reduktionsmuligheder

For fly er de væsentligste reduktionsmuligheder at reducere flyvningen, især den dominerende ferie-og fritidsflyvning; mere effektive fly; samt styrkelse af den teknologiske udvikling mod elektriske fly. Omstilling til vedvarende energi i form af biobrændsler kan kun bidrage meget begrænset til reduktionerne, da en meget stor del af flyvningens drivhusgasudslip ikke skyldes CO<sub>2</sub>-udledninger, men udledninger af vanddamp og andre drivhusgasser i stor højde i atmosfæren.

4 Fra notatet Drivhuseffekter fra (dansk) international transport, VedvarendeEnergi, 2015. Der er for flybrændstof regnet med en faktor mellem CO<sub>2</sub> udledninger og samlede udledninger på 3,8 for et 20-års perspektiv og 1,8 for et 100-års perspektiv. Energiforbrug fra Energistyrelsens energistatistik, grunddata



For skibe er de væsentligste reduktionsmuligheder at reducere transportmængde og transportafstande for gods; langsommere sejlads; mere energieffektive skibe; brint-og batteridrevne skibe; samt vind-assisterede skibe.

Hvis man kunne erstatte fly til og fra Danmark med tog, ville energiforbruget kunne dækkes af 740 MW havmøller<sup>5</sup>. Det meste af strømmen ville dog ikke blive brugt i Danmark, og der ville derfor ikke være behov for at opføre så mange ekstra møller i Danmark.

Hvis man i fremtiden erstatter nuværende bunkring i Danmark af skibe og fly med el, og for skibe også brint og flydende biobrændsler, kan dette produceres fra vedvarende energi. Det kunne sikre at Danmark kunne blive drivhusgasneutral incl. bunkring, i det omfang det kan produceres drivhusgasneutralt.

Med nye, effektive fly og skibe vil man kunne spare halvdelen af energiforbruget, incl. ovennævnte forslag om at sejle langsommere og bruge vindkraft som supplement. Hvis man samtidig skifter til el, vil effektiviteten yderligere kunne øges en faktor 4, og ved at gøre begge dele vil man kunne reducere energiforbruget med en faktor 8. For brintdrift af skibe vil forbedringen dog "kun" være en faktor 4.

Hvis man forestiller sig at fly erstattes af effektive, elektriske fly vil nuværende olieforbrug på 35 PJ (2013) kunne erstattes af 5,3 PJ strøm til at lade batterier med 20% tab i batterierne.

Hvis halvdelen af olien solgt i Danmark til skibe erstattes af el til batterier og halvdelen af brint, skal der bruges 1.6 PJ el og 2.7 PJ brint. Hvis brinten laves af el med 30% tab, skal der ialt bruges 5,5 PJ elektrisk strøm.

Samlet elforbrug til fremtidige skibe og fly med samme transportarbejde som i dag vil så være 10,8 PJ. Det vil kunne produceres med 733 MW havmøller<sup>6</sup>. Det skal dog bemærkes, at dette ikke vil dække hele det danske transportbehov til varer og personer udenfor Danmark, da en del brændstof købes i udlandet.

Hvis man også ønsker at bruge biodiesel til skibe, vil man kunne bruge den del af det bæredygtige potentiale til dansk produktion, der ikke bruges indenlands<sup>7</sup>. Dette resterende potentiale er med VedvarendeEnergis scenarier vurderet til omkring 15 PJ i 2030, og det vil stige herefter, hvis indsatsen for energibesparelser fortsætter. Ud af 15 PJ vil kunne produceres omkring 10 PJ flydende biobrændsel, som vil kunne dække ca halvdelen af det olieforbrug, der i dag sælges i Danmark til skibe til udlandet; men kun en mindre del af danske skibes samlede energiforbrug. Der er iøvrigt nogen usikkerhed ved vurderingen af det bæredygtige potentiale af dansk biomasseproduktion.

---

5 Hvis de 37,7 mia. pkm, der blev fløjet ind og ud af Danmark i 2013 skulle erstattes af elektriske tog med et elforbrug på 0,08 kWh/pkm, som vi forventer for kommende danske elektriske tog, ville elforbruget være 3,0 TWh som med havmøller med 4083 fuldlasttimer pr. år vil kunne produceres af 740 MW møller.

6 13.5 PJ = 3.7 TWh vil kunne produceres på 914 MW havmøller med 4083 fuldlasttimer

7 Behovet for flydende biobrændsler er vurderes til 135 PJ i et 100% vedvarende energiscenarier med kraftige energibesparelser i 2030. Potentialet for dansks, bæredygtig produktion er biomasse er vurderet til 150 PJ, dog med nogen usikkerhed.

#### 4 Drivhusgasudledninger fra Danmark, fra produktion og international transport af varer til Danmark og fra danskeres aktiviteter i udlandet, incl. international transport.

Man kan opgøre de samlede udledninger som danskere og danske firmaer foretager med deres aktiviteter, incl. forbrug af importerede varer (både import til eksportproduktion og til dansk forbrug). For udledninger udenfor Danmark er de lande, hvor udledninger foregår, også ansvarlige, idet de regulerer udledningerne og har tilladt dem. Og for den del af udledningerne, som skyldes dansk produktion til eksport, er de udlændinge, der køber danske produkter, også ansvarlige.

Disse udledninger består af udledningerne vist i figur 5 ovenfor samt:

- udledninger i udlandet fra produktion af varer, der importeres til Danmark,
- udledninger fra brændsel som ikke købes i Danmark, og som bruges i danske skibe og fly, og
- udledninger fra transport af danskere med brændsel, der ikke købes i Danmark.

International transport skal ved denne metode opgøres som international transport fra danske skibe og fly, plus transport af danskere og danske importvarer med andre landes skibe og fly.

Da udledninger med danske fly er væsentligt mindre end udledninger fra fly bunkret i Danmark, som igen er mindre end danskeres flyrejser, vurderer vi, at udledninger fra danskeres flyrejser i tilstrækkeligt omfang omfatter danske flys udledninger, til at vi blot kan medregne danskeres flyrejser. De er vurderet til 13 mill. tons CO<sub>2e</sub> i 2013 med en 20-års horisont<sup>8</sup>. Med en 100 års horisont er udledningerne 6 mill. tons CO<sub>2e</sub>.

For skibe er de dominerende udledninger danske skibes udledninger, ialt 37 mill ton CO<sub>2</sub> i 2013<sup>9</sup>; Disse udledninger er steget en del de senere år, i 2003 var udledningerne 24 mill. tons, dog opgjort på en anden måde<sup>10</sup>. Dertil kommer danske firmaers indkøb af skibstransport. Der er ingen nyere opgørelser for dette; men i 2003 gav det udledninger på 17 mill. tons CO<sub>2</sub><sup>11</sup>. En del af dette er transport af varer til og fra Danmark; men hovedparten er danske rederiers køb af transportkapacitet, som er anvendt til transport af udenlandske varer.

---

8 Se vurdering i noten "Drivhuseffekter fra (dansk) international transport", Gunnar Boye Olesen, VedvarendeEnergi, Marts 2015

9 Se vurdering i noten "Drivhuseffekter fra (dansk) international transport", Gunnar Boye Olesen, VedvarendeEnergi, Marts 2015

10 SAMlede danske udledninger fra skibe var i 2003 24,7 mill tons CO ifølge Schmidt J H and Muños I (2014), The carbon footprint of Danish production and consumption – Literature review and model calculations. Danish Energy Agency, Copenhagen, Martc 2014, aflæst fra figur 6.11. Heraf var danske udledninger 0.6 mill CO<sub>2</sub>- tons ifølge Energistyrelsens energistatistik, tabeller

11 Schmidt J H and Muños I (2014), The carbon footprint of Danish production and consumption – Literature review and model calculations. Danish Energy Agency, Copenhagen, Martc 2014, aflæst fra figur 6.8

For at få en sammenhængende vurdering af skibstransportens udledninger, kan vi bruge tal for 2003:  $24+17 = 41$  mill. tons CO<sub>2</sub>, idet vi ikke ved om indkøb af skibskapacitet er fortsat, eller de er erstattet af brug af danske skibe.

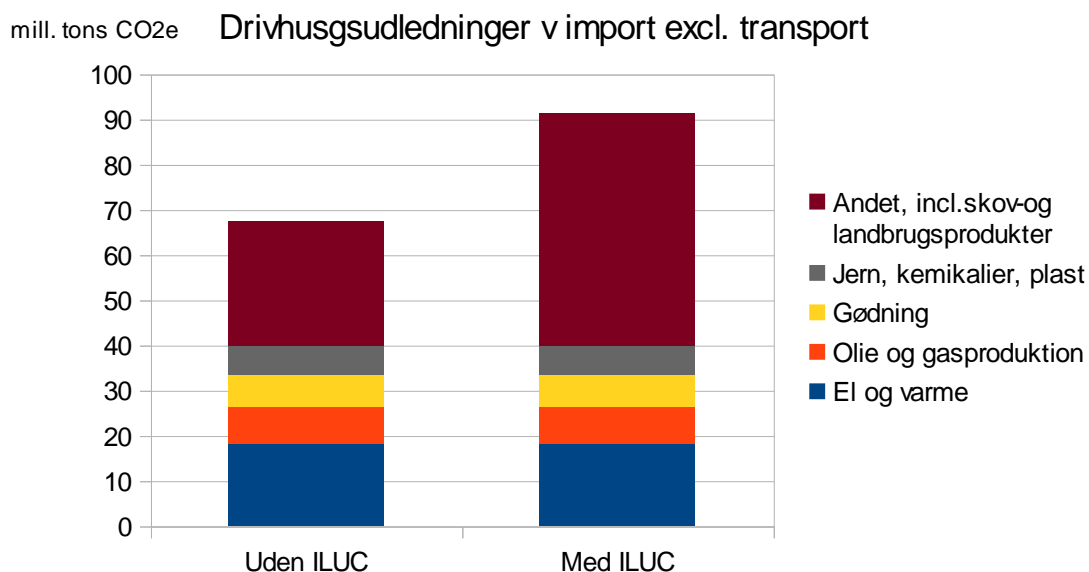
Danmarks Statistik har arbejdet med en opgørelse af udledninger fra produktion af varer, der importeres til Danmark. Den opgørelse har dog det fundamentale problem, at udledninger fra import regnes til at have samme specifikke udledninger som dansk produktion. Da en del varer importeres fra f.eks. Kina, hvor udledningerne generelt er større pr. produceret enhed end i Danmark, giver det generelt for små udledninger ved import. Derfor bruges i det følgende en analyse med data fra 2003, som deler verden op i dele med forskellige udledninger ved produktion<sup>12</sup>. I denne opgørelse er udledningerne ved dansk import opgjort på to måder:

- direkte udledninger 87,2 mill. tons CO<sub>2e</sub>, excl. ovenstående transport
- direkte udledninger + indirekte effekter af landændringer: 111 mill. tons CO<sub>2e</sub>, excl. ovenstående transport

Som det ses betyder vurderingen af de indirekte udledninger rigtig meget for resultatet. Mens der ingen tvivl er om, at der nogle steder er alvorligt indirekte effekter, som giver markant øgede udledninger, er den anvendte metode til at vurdere dem tvivlsom. Den baserer sig på en model med et globalt marked for land, så f.eks. brug af land i Østeuropa opfattes som direkte i konkurrence med opdyrkning af land i troperne med rydning af regnskov. Det giver et forsimplet billede, hvor f.eks. brug af land i Østeuropa får tildelt en høj drivhusgaseffekt. Desværre giver analysen ikke mulighed for at opdele den samlede effekt på regioner. Effekterne af dansk import excl. transport er vist i figur 6 i et 100-års perspektiv (analysen giver ikke basis for at vurdere udledningerne i et 20-års perspektiv).

---

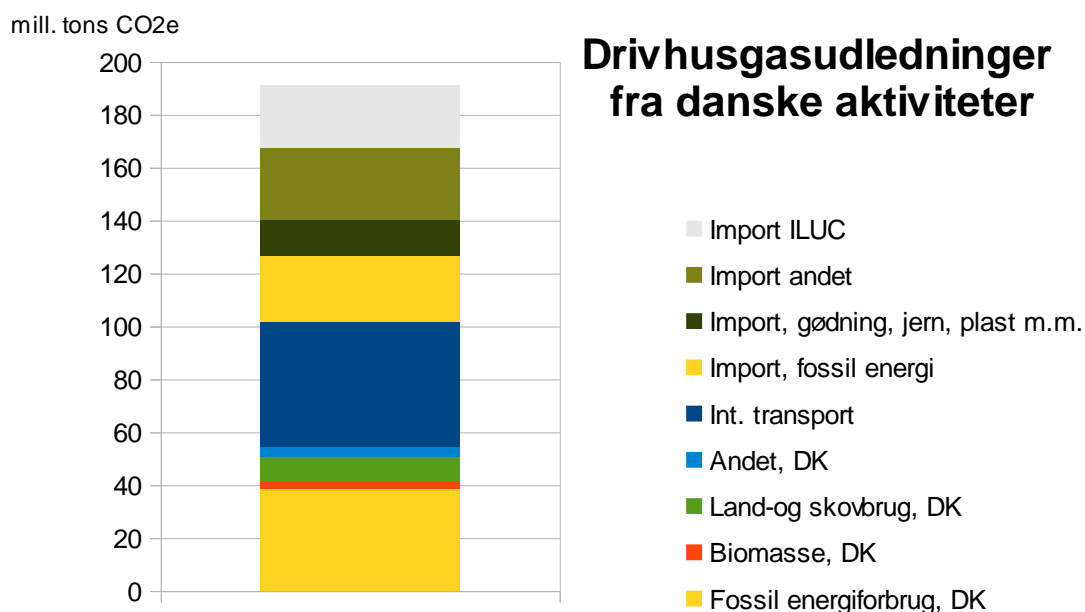
12 Schmidt J H and Muños I (2014), The carbon footprint of Danish production and consumption – Literature review and model calculations. Danish Energy Agency, Copenhagen, Marts 2014



Figur 6. Drivhusgasudledninger fra produktionen i udlandet af dansk import i 2003 baseret på et 100-års perspektiv, excl. transport, hhv. uden og med indirekte effekter af at bruge land (ILUC-effekter), udledningsfaktor for metan fra 2007.

Som det ses af figur 6 skyldes det største enkeltbidrag til udledninger fra produktion af dansk import el og varme til produktionen. Dernæst følger udledninger ved produktion af olie og gas, bl.a. til at forsyne danske skibe med olie. Desuden markerer produktion af kunstgødning sig med høje udledninger. Det er specielt produktion af kvælstofgødning, der både giver CO<sub>2</sub> i de lande, hvor den produceres med naturgas, og udledninger af lattergas, der er et biprodukt i produktionen. Begge dele er reduceret siden 2003; men udledningerne fra kunstgødningsproduktion er stadig markante. Det er med de foreliggende data desværre ikke muligt at opdele kategorien "andet" yderligere; men i en opgørelse incl. ILUC-effekter udgør land- og skovbrugsproduktion 20 mill. tons CO<sub>2</sub>e. Af land- og skovbrugsproduktionen giver produktion af foder, bl.a. soja, høje udledninger, ikke mindst pga. den afskovning, som det giver anledning til.

Skal man vurdere de samlede udledninger, som Danmark og danskere incl. danske firmaer direkte giver anledning til, kan man kombinere danske udledninger fra figur 4 med transportudledninger som angivet ovenfor og udledninger ved produktion af varer, der importeres til Danmark i figur 6. Dette er illustreret i figur 7.



Figur 7 Illustration af samlede drivhusgasudledninger fra danske aktiviteter, baseret på figur 4 og 6 samt udledninger fra international transport, baseret på et 100-års perspektiv og med udledningsfaktor for metan fra 2007.

Udledningerne angivet i figur 7 kombinerer danske udledninger fra 2012 med udledninger fra dansk forbrug i 2003. Det giver selvfølgelig en væsentlig usikkerhed. Hvis man bruger danske drivhusgasudledninger for 2003 fås en større sum, 209 mill. tons CO<sub>2e</sub><sup>13</sup>. Da værdien af dansk import er steget siden 2003, er det sandsynligt, at også drivhusgasudledningerne ved importen er gået op. Schmidt J H og Muños I (kilde 12) vurderer på den baggrund, at de samlede danske udledninger har været nogenlunde uændrede siden 2003.

Som det ses af figur 7, stammer en meget stor del af udledningerne fra produktion og brug af fossil energi, incl. international transport, samt gødningsproduktion, anden industriproduktion m.m.. Udledninger fra fossil energi udgør mellem 58% og 78% af de samlede udledninger. Næststørste udledning i figur 7 skyldes ILUC-effekter, der dog har ovennævnte metodiske problemer. Iøvrigt ville samlede udledninger være højere med et 20-års perspektiv end med det anvendte 100-års perspektiv, specielt pga vanddamp fra fly og methanudledninger.

Hvis man ønsker at reducere de samlede udledninger, som danskere og danske firmaer foretager med deres aktiviteter, er der første og fremmest behov for at omstille det fossile energiforbrug til vedvarende energi incl. ovenfor beskrevne forslag til at omstille international fly- og skibstransport til vedvarende energi. For at reducere de resterende udledninger fra import

13 Schmidt J H and Muños I (2014), The carbon footprint of Danish production and consumption – Literature review and model calculations. Danish Energy Agency, Copenhagen, Marts 2014

kan man omstille landbruget til økologisk landbrug, stoppe importen af foder incl. soyabønner (og omlægge dansk landbrug tilsvarende), og øge genbrug så jern, plast og kemikalier kan laves af genbrugsmaterialer, hvilket generelt kan gøres med vedvarende energi.

Stop for import af foder kombineret med VedvarendeEnergis forslag til dansk produktion af biomasse, vil reducere ILUC-udledninger væsentligt. Men med den måde ILUC er defineret på, kan ILUC-udledninger ikke helt elimineres. Det skyldes dog mindst lige så meget metoden, som den virkelighed den skulle afspejle.

Da en stor del af udledninger ved import ikke er specificerede, er det ikke muligt med baggrund i data til figur 6 at beskrive, hvordan den samlede danske import kan gøres drivhusgas-neutral. Man kan forestille sig at mindre import, også af andet end foder og biomasse, vil reducere udledningerne; men præcis hvilken effekt, reduktion af de enkelte typer import har, er ikke klart. Grundlæggende er der behov for en omlægning til vedvarende energi og bæredygtig produktion i alle de lande, Danmark importerer fra.

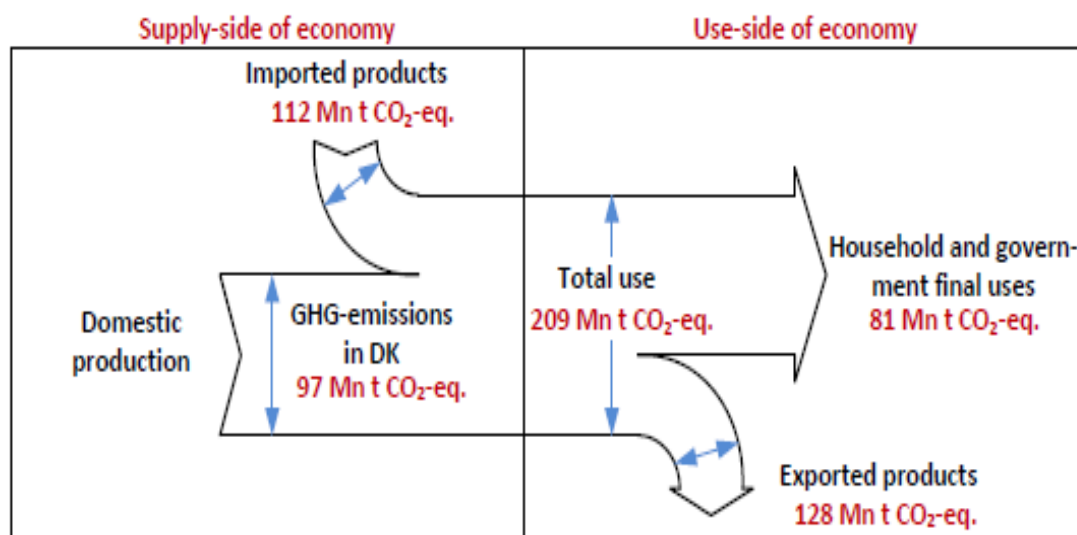
## 5 Drivhusgasudledninger fra dansk forbrug

Hvis man fra udledninger angivet i figur 7 trækker den andel, der skyldes dansk eksport, er der de udslip tilbage, som skyldes dansk forbrug. Det kan man også kaldes danskernes drivhusgas-fodafttryk (ofte kaldet Danmarks CO<sub>2</sub>-fodafttryk).

I ovennævnte opgørelse med 2003-data er dansk eksport ansvarlig for 128 mill. tons CO<sub>2e</sub> (varer og transport, men ikke immaterielle services som rådgivning), og det danske forbrug er 81 mill tons CO<sub>2e</sub>, ialt 206 mill. tons CO<sub>2e</sub>. Det giver den interessante konklusion, at Danmark er et drivhusgaseksport-land. Den største enkelteksport er skibstransport, hvorefter kommer energiforbrug, både dansk energiforbrug og forbrug i de lande vi importerer varer fra, idet de importerede varer indgår i produktion til eksport. En anden drivhusgastung eksport er landbrugsvarer, som både giver udledninger i Danmark og udledninger ved produktion af foder og kunstgødning.

Udledninger fra det danske forbrug i 2003 er med denne opgørelse opdelt med 56% udledninger i Danmark, 12% fra ILUC effekter i import og 32% fra direkte effekter af importerede varer og transport incl. ferie- og fritidsflyvning. Som for samlede udledninger, er de danske, indenlandske udledninger gået ned siden 2003; men det er muligt, at udledninger ved importerede varer er steget til dansk forbrug.

Udledninger for dansk produktion, forbrug import og eksport er samlet illustreret i figur 8 for 2003.



Figur 8 National drivhusgasbalance for 2003, baseret på ovenstående, fra<sup>14</sup>.

14 Schmidt J H and Muños I (2014), The carbon footprint of Danish production and consumption – Literature review and model calculations. Danish Energy Agency, Copenhagen, Marts 2014, illustration 7.2

Hvis man skal reducere de danske drivhusgasudledninger fra forbrug skal man anvende samme forslag, som for samlede udledninger beskrevet ovenfor.



## 6 Andre danske drivhusgasudledninger

Udover de ovenfor beskrevne drivhusgasudledninger påvirker danske aktiviteter også udledninger på en række andre områder:

- Dansk salg af olie og gas leder til udledninger i andre lande. I 2013 var Danmarks nettoeksport af olie og naturgas hhv. 48 PJ og 32 PJ, som ved afbrænding vil give hhv. 3,6 og 1,8 mill. tons CO<sub>2</sub><sup>15</sup>, ialt 5,4 mill. tons CO<sub>2</sub>. Hvis olien anvendes i fly, er de resulterende drivhusgasudledninger væsentligt større.
- Danske selskabers salg af olie og gas i udlandet er med til at øge udlandets udledninger, f.eks. Mærskes olieudvinding i Den Mexicanske Golf.
- Dansk produktion af energiforbrugende apparater leder til energiforbrug i andre lande. Man kan dog argumentere for at disse apparater kan nedsætte forbrug og dermed udledninger, hvis de er mere effektive end ikke-danske alternativer.
- Dansk rådgivning om bygning af kraftværker og udvinding af fossil energi øger udlandets udledninger
- Dansk produktion af vedvarende energianlæg, f.eks. vindmøller, er med til at reducere udledninger i andre lande
- Dansk rådgivning om konstruktion af energiforbrugende anlæg, f.eks. veje, og af faciliteter, der indirekte skaber meget energiforbrug, f.eks. storcentre udenfor bycentre, øger udlandets udledninger
- Danske lån til fossile energianlæg, f.eks. kraftværker, og til f.eks. motorveje øger udledninger i udlandet mens danske lån til vedvarende energi kan reducere udledninger.
- Dansk støtte, f.eks. udviklingsbistand, kan øge eller reducere udledninger i udlandet, afhængig af, hvad den bruges til.

Udover den direkte effekt af salg af fossil energi er det svært at vurdere størrelsen af ovennævnte aktiviteter, og de kan også variere meget fra år til år. F.eks. kan danske rådgivere er år have mange projekter med storcentre, der øger transportenergiforbruget, mens de næste år har mange opgaver med at designe grønnere byer. De ændrede udledninger er også en effekt af mange beslutningstagere, hvoraf kun et mindre antal er danske. Omvendt skal man ikke undervurdere, at dansk bistand og lån fra f.eks. Verdensbanken, som Danmark er medejer af, eller danske virksomheders aktiviteter, er med til at bestemme andre landes drivhusgasudledninger i mange år frem i tiden. Og aktuelt diskuteres om danske pensionskasser fortsat skal investere i fossile energiselskaber, og på den måde være med til at fastholde eller øge brugen af fossil energi og dermed drivhusgasudledningerne.

## 7. Oversigt over danske drivhusgasudledninger

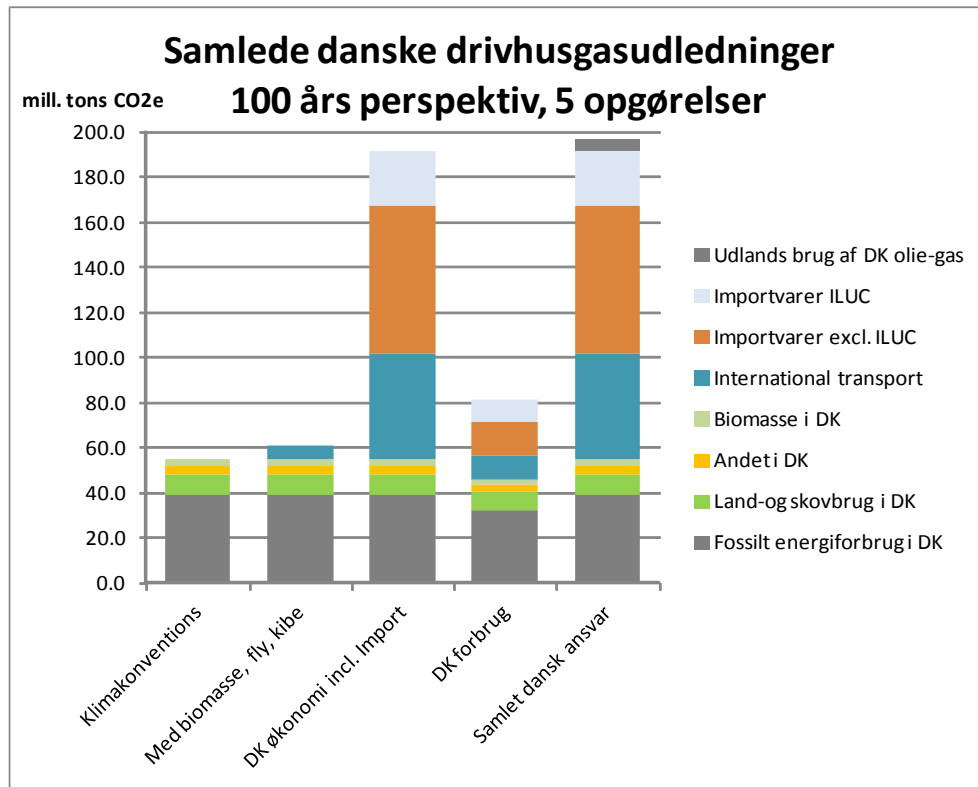
Som det fremgår af det foregående, er der mange måder at opgøre de danske drivhusgasudledninger på. Fælles for dem er, at det er udledninger, som vi i Danmark på den ene eller an-

---

15 Nettoeksport beregnet som eksport minus import fra Energistyrelsens energistatistik 2013, tabeller. Som specifikke CO<sub>2</sub>-udledninger er anvendt 75 ton/TJ for olie og 56,9 ton/TJ for gas. Nettoeksport omfatter ikke salg til international skibs-og flytrafik, som opgøres separat.

den måde har et medansvar for, og som vi derfor kan være med til at øge eller reducere med vore handlinger.

I figur 9 er de forskellige opgørelsesmetoder sammenlignet i et 100-års perspektiv.



Figur 9 Samlede danske udledninger opgjort efter 5 forskellige metoder, som beskrevet i denne note. Bemærk usikkerhederne ved opgørelserne, som beskrevet i det foregående. "Samlet dansk ansvar" medtager kun direkte fossilt energiforbrug i udlandet, da øvrigt ansvar ikke er kvantificeret.

Som det ses, er de samlede udledninger meget afhængige af opgørelsesmetoden. Det er dog væsentligt at bemærke at mellem 58% og 80% skyldes udvinding og brug af fossil energi. Med et 20-års perspektiv ville specielt international (fly)transports udledninger være højere.

## 8. Om dette notat

Dette notat er udarbejdet som en del af projektet "Hurtig omstilling til vedvarende energi" ved VedvarendeEnergi med Gunnar Boye Olesen som projektleder, og med støtte fra VELUX-Fonden. Projektet løber juli 2013 til marts 2015. Læs mere på [www.ve.dk](http://www.ve.dk).