

Drivhuseffekter fra (dansk) international transport

Gunnar Boye Olesen, VedvarendeEnergi, 16/3 2015

Indhold

1. Indledning og opsummering	1
2. Drivhugasser fra fly	3
3 Drivhusgasudledninger fra skibe	9
4 Udledninger fra vejtransport.....	13
5 Andre transportrelaterede udledninger.	15
7. Om dette notat	17

1. Indledning og opsummering

Ved opgørelser af drivhusgasudledninger medtages udledninger fra international transport normalt ikke i de nationale opgørelser. De er heller ikke med i VedvarendeEnergi's scenarie for en hurtig omstilling af Danmark til 100% vedvarende energi til 2030. I det følgende er derfor opgjort drivhusgasudslip fra international transport, som Danmark og danskere er ansvarlige for. Der er fokuseret på det tillæg til den nationale opgørelse, som det vil give, hvis udledninger fra international transport medregnes.

Udledningerne kan vurderes på forskellig måde, og resultaterne er meget afhængige af denne synsvinkel. International transport vil give et tillæg til nationale udledninger gående fra 17%, hvis der medtages udledninger fra brændsler solgt på dansk jord, over 27% ved at medtage udledninger knyttet til danskeres rejser og import af varer (forbrugs-synsvinkel) og helt op til 64% ved at medtage danske (danskopererede) fartøjers udledninger (aktør synsvinkel).

Hvis der anlægges en forbrugs-synsvinkel med forbrug af transport og varer, så giver passagerflyvning det største bidrag med omkring 12 mill. tons CO_{2e} svarende til 64% af det samlede tillæg fra international transport. Hvis der i stedet anlægges en "aktør" synsvinkel, hvor udledninger fra danske firmaers aktiviteter medregnes (så det er skibenes og flyenes ejere frem for varerne og passagererne, der tillægges udledningerne), så er skibsfarts udledninger helt dominerende med 37 mill. tons CO₂, svarende til 86% af det samlede tillæg. Heraf udgør fragtskibe langt hovedparten.

Der er i alle analyser valgt at vurdere drivhuseffektens virkning over 20 år. Det giver relativt højere effekt af metan og af vanddamp udledt i stor højde fra fly, end en vurdering af effekten over 100 år, som ofte anvendes. Desuden skal bemærkes, at der er væsentligt større usikkerheder ved afgrænsning og opgørelser af udledninger fra international transport end fra indenlandske udledninger.

Efter analysen af hver transportsektor er opstillet muligheder for at reducere nettoudledningerne, og der er en diskussion af mulighederne for at reducere udledningerne, så aktiviteterne med tiden kan blive netto drivhusgasneutrale. Endelig er foreslået politikker til at reducere udledningerne.

For fly er de væsentligste reduktionsmuligheder at reducere flyvningen, især den dominerende ferie- og fritidsflyvning; mere effektive fly; samt styrkelse af den teknologiske udvikling af elektriske fly. Omstilling til vedvarende energi i form af biobrændsler kan kun bidrage meget begrænset til reduktionerne, da størstedelen af flyvningens drivhusgasudslip ikke skyldes CO₂-udledninger; men udledninger af vanddamp og andre drivhusgasser i stor højde i atmosfæren.

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.

Til slut er et samlet afsnit med samlet beskrivelse af den internationale transports udledninger sammenlignet med danske, indenlandske udledninger.

2. Drivhusgasser fra fly

Når drivhusgasudledninger fra international transport ikke er med i opgørelser for nationale udledninger, skyldes det bl.a., at det er svært at afgrænse udledninger, som et enkelt lande er ansvarlig for. Der er flere modstridende opgørelsesmetoder. De vigtigste er:

- Udledninger fra brug af brændsler, der er købt i Danmark, incl. fra toldfrie lagre i lufthavne og havne. Denne opgørelse er simpel og kan baseres på Energistyrelsens energistatistik, der opgør hvor meget fossilt brændsel, der sælges i Danmark til hhv. skibe og fly i udlandstrafik.
- Udledninger fra international transport af danskere og af varer til Danmark. Disse udledninger vil typisk være større end udledninger fra brændsler solgt i Danmark. Det skyldes at flere danskere skifter fly i udlandet end udlændinge skifter fly i Danmark, at der er flere ferierejser med fly ud af Danmark (hvor brændstof til hjemturen købes i udlandet) end ferierejser med fly til Danmark, og at fragtskibe til Danmark kun køber en mindre del af deres brændstof i Danmark. Det kan for disse udledninger diskuteres, om man også bør medregne transport af varer fra Danmark: danske virksomheder har et ansvar for, hvordan deres produktion transporteres; men eksporten er ikke en del af dansk forbrug. Desuden vil medregning af udledninger fra både transport til import og eksport betyde, at godstransportens udledninger kommer med to gange, hvis man summerer flere landes udledninger. Derfor er hovedvægten lagt på transportudledninger ved import, men transportudledninger ved eksport er nævnt.
- Udledninger fra danskejede skibe og fly, incl. skibe, der sejler under bekvemmelighedsflag. Da Danmark har en meget stor handelsflåde, er danske udledninger fra danske skibe og fly væsentligt større end internationale transportudledninger opgjort efter de to ovennævnte metoder.

I det følgende opgøres, så godt det er muligt, de internationale transportudledninger, som Danmark medvirker til, efter de tre ovennævnte principper, opdelt i flyvning, skibstransport og vejtransport.

2.1 Drivhusgasudledninger fra fly

Drivhusgasudledninger fra fly består af CO₂ udledninger, udledninger fra andre gasser som metan, samt effekter af vanddamp og partikler udledt i store højder. Vanddamp giver de kendte flystriber, mens både sod (partikler) og vanddamp bidrager til øget dannelse af cirrus skyer, når de udledes i stor højde. Begge dele bidrager til drivhuseffekten, men der er fortsat væsentligt usikkerhed omkring betydningen af flyvning for øget dannelse af cirrus skyer. Vanddamp har meget kort levetid i atmosfæren, så dens relative betydning afhænger helt af tidsperspektivet, som det fremgår af tabel 1.

Drihuseffekt ved flyvning (10 ⁻¹⁴ W-år/m ² pr kg CO ₂)	CO ₂ 's drivhuseffekt	Metan, ozon oa gasser	“Flystriber”	Cirrus skyer dannet af partikler + vanddamp*	Ialt	Relativ til CO ₂ 's drivhuseffekt
1 år tidshorisont	0.3	1.9	1.8	5.6	9.6	38
20 år tidshorisont	2.7	0.3	1.8	5.6	10.4	3.8
100 år tidshorisont	9.2	0.0	1.8	5.6	16.6	1.8

Tabel 1. Effekten af drivhusgasudledninger for fly, pr. kg CO₂, summer opgjort for tre tidsperioder (1, 20 og 100 år)¹.

* Den angivne vurdering er fra 2007; i IPCC2013 vurderes, at drivhuseffekten for methan og lattergas er højere end tidligere antaget

**Effekten af cirrus skyer er usikker, nogle forskere (Sausen et al 2005) vurderer, at effekten kan være op til dobbelt så stor som den angivne, andre medregner den ikke

I det følgende vil vi anvende, at drivhuseffekten af fly er 3,8 gange så stor som effekten alene af deres CO₂-udledning (20 års tidsperspektiv).

Udledninger fra danske fly kan opgøres efter de tre metoder beskrevet ovenfor:

- udledninger fra fly, der har tanket i Danmark: 10 mill. tons CO_{2e} i 2012²
- udledninger fra international flytransport af danskere og danske varer, 13 mill. tons CO_{2e}, evt mere (se nedenfor)
- udledninger fra danske fly, der flyver til og i udlandet: 4 mill. tons CO_{2e} i 2012³

2.2 Udledninger fra flytransport af danskere og danske varer

Af brændsel solgt til international flyvning var 8% til godstransport⁴. Energiforbrug og drivhusgasudledninger fra fly skyldes derfor langt overvejende passagertransport.

Der var 12,7 mill. passagerer (hver vej)⁵ og 148.000 tons gods (begge veje)⁶, som passerede danske lufthavne i 2013 på vej ud og ind af Danmark. Af passagererne i danske lufthavne er en mindre del internationale transitpassagerer, 350.000 fra Oslo og Stockholm (2011, hver vej)⁷

1 Kilde: Tabel 3.4 i Climate Change and Aviation - Issues, Challenges and Solutions. Stefan Gössling and Paul Upham (editors). Udgivet af Earthscan, UK & USA, 2009.

2 Ifølge Energistyrelsen energistatistik, tabel for drivhugasudslip ved brug af energi solgt i Danmark var CO₂-udslippet fra udenringsluftfart 2,548 mill.tons i 2012

3 Ifølge Danmarks Statistik's miljøøkonomiske regnskab var udslip fra danskopererede fly i udlandet 1,105 mill. tons i 2012

4 Ifølge Energistyrelsens statistik for 2013 var samlet brændsel til udlandsflyvning 35.1 PJ og brændsel til luftgods 281 PJ, svarende til 8%.

5 Danmarks Statistik, online tabel FLYV32 og FLYV35

6 Danmarks Statistik, online tabel FLYV41

7 Pressemeddelelse fra Trafikstyrelsen, Rekord-i-antallet-af-afrejsende-passagerer-i-2011-fra-danske-

og væsentligt færre fra andre destinationer. En større del af rejsende fra danske lufthavne rejser til store transitlufthavne: Amsterdam, London Heathrow, Paris og Frankfurt, knapt 1,6 mill. passagerer (2011, hver vej). Et skøn er derfor, at der er 1 million flere danskere (hver vej), som starter eller slutter en rejse med transit i et andet land, end udlændinge, der bruger Danmark som transitland. Hvis danskere, der rejser transit via andre lande, flyver lige så langt på deres rejse efter transitlufthavnen, som rejsende fra danske lufthavne gør i gennemsnit kan man forvente, at danskernes flyrejse er 8% større end flyvning fra danske lufthavne. I praksis vil transitrejsendes rejser efter transitlufthavnen ofte være væsentligt længere end rejsen til (en europæisk) transitlufthavn. Desuden kan det forventes, at et antal danskere rejser rundt i udlandet med fly. På den baggrund skønnes, at danskernes internationale flyrejser er omkring 20% større end flyrejser ind og ud af Danmark.

Ved opgørelsen af danskernes drivhusgasudledninger ved flyvning skal medregnes både udledninger fra udrejse fra Danmark, hvor flyet tankes i Danmark og hjemrejse, hvor flyet tankes i udlandet. For charterrejser betyder det en fordobling af udledninger i forhold til opgørelsen baseret på brændstofsalg i Danmark. For rutefly betyder det kun en ændring, hvis der ikke er lige mange danskere og udlændinge i flyene. Da charterflyvning udgør 10% af den samlede flyvning, tillægges derfor 10% til flyenes samlede udledninger.

De samlede udledninger for danskernes og danske varers internationale flytransport skønnes derfor til at være ialt mindst 30% større end udledninger fra brug af flybrændstof solgt i Danmark til internationale flyvninger. Det giver udledninger omkring 13 mill. tons CO_{2e} pr. år. Udledningerne kan godt være noget mere end 30% større, da ovenstående vurderinger af danskernes brug af fly udenfor Danmark er konservative.

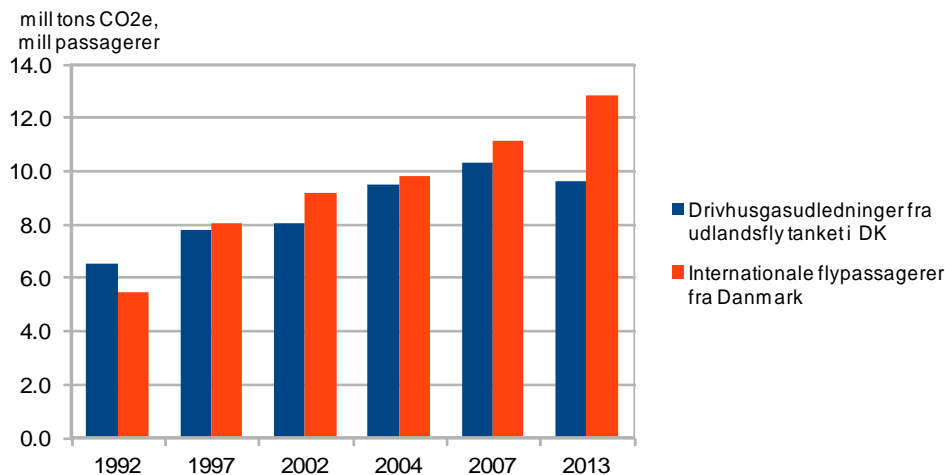
International flyvning med danskere og danske varer på årligt omkring 13 mill. tons CO_{2e} svarer til udledninger/person på 2,2 tons eller 24% af drivhusgasudledningerne indenfor Danmarks grænser⁸ Alene passagerflyvningen udgjorde i 2013 92% heraf, svarende til omkring 12 mill. tons CO_{2e}.

2.3 Stigende udledninger fra flyvning

Både passagertal og salget af flybrændstof til international flytrafik har været stigende, som det fremgår af figur 1.

lufthavne, www.trafikstyrelsen.dk

8 Baseret på et indbyggertal i Danmark på 5,66 mill, ifølge Dansk Statistik for 2014 og netto drivhusgasudledninger i Danmark på 51,7 mill. tons CO_{2e} for 2012 ifølge Energistyrelsens Energistatistik 2013.



Figur 1 Udviklingen i drivhusgasudledninger fra fly tanket (bunkret) i Danmark og internationale flypassagerer, der afrejser fra Danmark.

Som det ses er passagertallet på internationale fly fra Danmark steget voldsomt over de seneste 20 år, med 137% fra 1992 til 2013. Brændstofforbruget er også steget; men kun med 47% i samme periode. Det skyldes bl.a., at fly er blevet mere energieffektive; men det skyldes også, at en stor del af passagerstigningen er på korte ruter, og at flyfragts andel af samlet brændstofforbrug er faldet. Fra 2004 til 2013 er den gennemsnitlige internationale flytur fra danske lufthavne faldet fra 3200 km til 3000 km (sum af ud- og hjemtur)⁹. Flyfragts andel af samlet brændselsforbrug er faldet fra 14% til 8% i perioden 1992-2013¹⁰. Flyene er dog også blevet mere effektive: drivhusgasudledninger pr. person-km (pkm) faldt fra 0,53 til 0,47 kg CO_{2e}/pkm i perioden 2004 - 2013¹¹, et fald på 11%.

2.4 Reduktionsmuligheder

En meget stor del af Danmarks flyvning er ferie- og fritidsflyvning. Der er omkring 4 gange flere passagerer, der er på ferie- og fritidsflyvning, end der er forretningsrejser¹². Samtidig er ferie og fritidsflyvning et af de drivhusgasudslip, hvor man lettest selv kan bestemme sit personlige udslip.

9 Ifølge Dansk Statistiks tabel FLYV32 er antallet af internationale passagerer steget fra 9,799 millioner i 2004 til 12,774 millioner i 2013 mens transportarbejdet er steget fra 31,59 til 37,76 milliarder pkm

10 Fra Energistyrelsens årsstatistik 2013. International flyfragt brugte i 1992 3.22 PJ og i 2013 2.81 PJ mens samlet energiforbrug til international transport som nævnt ovenfor steg 47%

11 CO₂-udledninger fra international luftfart ifølge Energistyrelsens energistatistik fratrukket 12% til flygods for 2004 og 8% for 2013 samt omregnet til totale udledninger med en faktor 3.8.

Transportarbejde ifølge Dansk Statistik tabel FLYV35, divideret med 2 da Energistatistikken kun medregner brændstof påfyldt i Danmark mens FLYV35 omfatter transportarbejde for flyvninger til og fra Danmark

12 Danmarks Statistik Ferie- og forretningsrejser 2013 - Nyt fra Danmarks Statistik no. 374, 11, juli 2014

Eksempler på udslip ved typiske flyrejser fra Danmark er¹³:

- København - Oslo og retur: 0,7 tons CO_{2e}
- København-Paris og retur: 1,0 tons CO_{2e}
- København-Milano og retur: 1,1 tons CO_{2e}
- København-Rom og retur: 1,5 tons CO_{2e}
- København – Lissabon og retur: 2,3 tons CO_{2e}
- København – Bangkok(Thailand) og retur: 4,5 - 12,4 tons CO_{2e} (forskellige vurderinger)

Som det ses kan ferieflyvning give ganske store drivhusgasudslip. F.eks. vil en vinterferie til Thailand, en tur til Portugal og en tur til Paris give et samlet drivhusgasudslip på 7,8 - 15,7 tons CO₂, svarende til omkring et års drivhusgasudslip indenfor Danmarks grænser pr. dansker¹⁴. Til sammenligning vil togferier til Paris, Rom og Oslo give et samlet drivhusgasudslip på kun 0,28 tons CO_{2e}¹⁵.

For at reducere udslippene er det mest effektive naturligtvis at holde ferie i Danmark; men også erstatning af flyferier med tog og busferier giver meget stor reduktion, specielt fordi tog- og busferier som regel er indenfor kortere afstande end flyferier. Hvis man har et fast rejsemål og vælger tog fremfor fly reduceres udslippene en faktor 10-14 for typiske mellemeuropæiske destinationer. For lande med meget vedvarende energi, som Norge med næsten 100% vandkraft, kan reduktionen komme helt op på en faktor 500.¹⁶

Det er muligt at opnå små reduktioner af flyvnings udledninger ved at flyve brændstofbesparende, f.eks. med lange nedstigninger. Det er også muligt at reducere drivhuseffekten fra flyvning ved at flyve i luftlag og på tider og ruter, hvor der dannes færrest flystriber og mindre bidrag til cirrus-skyer. Flyvning i lavere luftlag, hvor vanddampen og NO_x giver mindre opvarmning, giver dog højere brændstofforbrug.

Mens den eneste mulighed for væsentlige reduktioner af drivhusgasudslip fra fly i dag er at flyve mindre, f.eks. ved at tage på ferie med tog eller bus, er der store potentialer for at udvikle fly med mindre drivhusgasudslip. Det er muligt at udvikle fly, der er dobbelt så effektive som i dag, hvorved mindst halvdelen af udledningerne kan spares¹⁷.

13 Beregnet med CO2-kalkulator fra Deutsche Bahn, www.bahn.de undtaget til Bangkok, der er beregnet dels med flyorganisationens ICAO CO2 kalkulator (0,59 tons CO2 pr. vej) dels med internet-tjenesten co2.myclimate.org (1,163 tons CO2 pr. vej). Omregnet fra CO2 til drivhusgasudslip med faktor 3.8 og ganget med to for at få udslip fra rundtur.

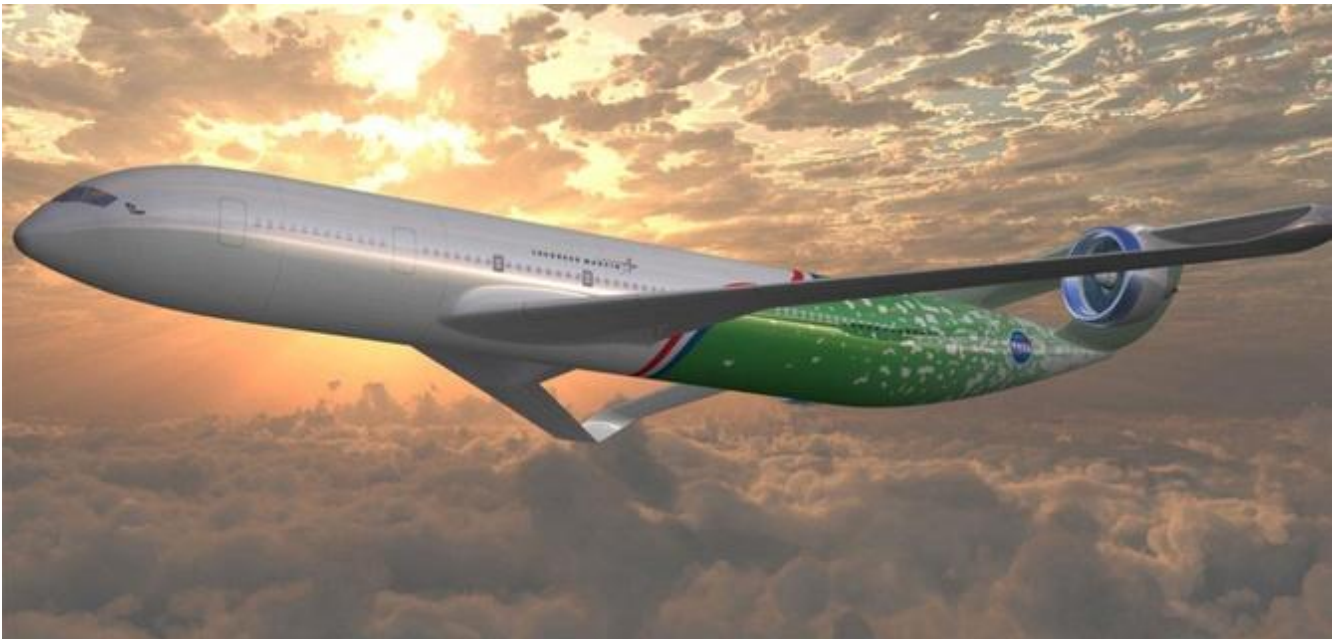
14 Baseret på et dansk drivhusgasudslip på 9,1 tons/person i Danmark (51,7 mill.ton CO2e, 5,66 mill. indbyggere)

15 Ifølge Deutsche Bahn drivhusgaskalkulator er CO2-udledninger ved togrejse til de til de tre destination 54 kg, 83 kg og 0,7 kg, ialt 138 kg for udrejserne og det samme for hjemturende, ialt 276 kg.

16

17 Se f.eks. <http://www.flightglobal.com/news/articles/nasa-study-shows-aircraft-technologies-that-increase-energy-efficiency-nearly-366811/>

Et mere vidtgående forslag er at udvikle elektriske fly, der ingen udledninger har, mens de flyver. Der findes i dag små elektriske fly, og det vurderes, at elektriske fly inden 2050 kan overtage en stor del af luftfarten¹⁸. Nøglen til udvikling af elektriske fly er lette batterier, og udviklingen er gået stærk på dette område: et lithium-ion batteri kunne i 1994 lagre 0,11 kWh/kg, mens det i dag kan lagre 0,3 kWh/kg, og det formodes, at det vil kunne lagre 0,4 kWh/kg indenfor de kommende år¹⁹. Nye batterityper vil måske have endnu højere energitæthed. Batteriernes vægt vil dog være betydelige: Som eksempel skal der ved en rejse København - Lissabon i dag bruges 1200 kWh brændstof/passager, som vejer 120 kg + vægt af brændstoftank. Ved et batteri med kapacitet på 0,4 kWh/kg og et effektivt elektrisk fly skal der bruges omkring 350 kg batterier/passager²⁰, hvilket vil øge et flys vægt eller give kortere aktionsradius. F.eks. vil en Airbus 320, der har en aktionsradius på 6100 km med jetmotorer, få en aktionsradius på 2000 km, såfremt vægten af brændstof erstattes af samme vægt med batterier med energitæthed på 0,4 kWh/kg og ovennævnte muligheder for at fordoble effektiviteten af selve flyet udnyttes²¹.



Figur 2 Forslag til elektrisk fly, design: NASA²²

18 Ifølge Videnskab.dk, artikel Sådan vil kommercielle fly se ud i 2050, 12/1 2015, <http://videnskab.dk/sites/all/files/6c7wgs52-1415269385.jpg>

19 Ifølge Videnskab.dk, foregående kilde.

20 Under forudsætning af at flyet er dobbelt så effektivt som dagens gennemsnitlige fly og elmotorer er 4 gange så effektive som jetmotorer, svarende til forskel mellem benzinbiler og elbiler

21 Et Airbus A320 fly has kapacitet til 24 tons jetbrændstof med et energiindhold på 240 MWh og en aktionsradius på 6100 km. Hvis de 24 tons brændstof erstattes med 24 tons batterier med en kapacitet på 0,4 kWh/kg og effektiviteten øges med en faktor 8 vil aktionsradius blive 1952 km.

22 Kilde <http://videnskab.dk/teknologi/sadan-vil-kommercielle-fly-se-ud-i-2050>

3 Drivhusgasudledninger fra skibe

Dansk international skibsfart har store udledninger. Det største forbrug er til fragtskibe på langfart; men også færger og kyststogtskibe bruger brændsel, der ikke er med i opgørelserne over indenlandsk energiforbrug i Danmark. Udledningerne kan opgøres som:

- Udledninger fra brug af olie, der er købt i Danmark, 1.6 mill. tons CO₂²³
- Udledninger fra international transport af danskere og af varer til Danmark, 5-6 mill. tons CO₂.
- Udledninger fra danskejede skibe (dansk opererede skibe), 37 mill.tons CO₂²⁴

Der er i dette afsnit regnet med udledninger af CO₂, som er langt den vigtigste. Danmarks Statistik opgør også udslip af metan, lattergas og andre kvælstofoxider for danske skibes køb af brændstof i udlandet. Hvis drivhuseffekten for metan og lattergas tillægges, er den samlede drivhuseffekt 0.7 mill. tons CO_{2e} højere²⁵, svarende til et tillæg på 2%. Udledninger af andre kvælstofoxider og svovldioxid har en svagt kølende effekt, når de udledes tæt på jordoverfladen; men giver forsuring og syrerregn (mens kvælstofoxider udledt fra fly i stor højde bidrager til opvarmning). Samlet er effekten af de andre drivhusgasser for skibsfart mindre end usikkerhederne ved vurderingerne af CO₂-udledningerne. De medtages derfor ikke.

3.1 Udledninger fra skibstransport af danskere og danske varer

Udledninger fra international transport af danskere og varer til Danmark opgøres ikke. Der er derfor her en vurdering af udledningerne:

- af den samlede danske import på godt 50 mill. tons kommer omkring 55% med skib og 15% med færge ifølge Dansk Statistiks opgørelser²⁶
- Det skønnes at den gennemsnitlige skibstransport er 8000 km. Med udledninger på 37 g/tkm for kortere transport og 14 g/tkm for langfart skønnes udledninger ved skibstransport af dansk import at være godt 5 mill. tons CO₂.²⁷

23 Der blev ifølge Energistyrelsens grunddage 2012 (online) solgt 11.3 PJ fuelolie og 10.4 PJ gasolie (diesel) til skibe i udenrigsfart. Med udledninger på hhv. 78000 og 73000 tons CO₂/PJ giver det udledninger på $0,88+0,76 = 1,65$ mill. tons CO₂.

24 Ifølge Danmarks Statistik's miljøøkonomiske regnskab var udslip fra danskopererede skibe i udlandet 37,097 mill. tons i 2012

25 Danmarks Statistiks miljøøkonomiske regnskab opgiver for 2011 udledninger af lattergas til 2326 tons og af metan 927 tons for brug af olie købt i udlandet og brugt på danske skibe. Med drivhuseffekter på hhv. 278 og 86 gange CO₂ (ifølge IPCC 2013, effekt over 20 år) giver det en samlet effekt for de to gasser på 0,7 mill. tons CO_{2e}; men kun godt halvdelen, 0,4 mill.tons skyldes dansk import og transport af danskere og danske biler

26 Tal for 2012, sammenstilling af Danmarks Statistiks tabeller SKIB41, IVG5, UVG1 og BANE3, sidstnævnte med fradrag for transittrafik

27 En opgørelse over dansk import for 2003 opdelt i 21 kategorier giver en samlet import på 48.8 mill. tons, Schmidt J H and Muñoz I (2014), The carbon footprint of Danish production and consumption – Literature review and model calculations. Danish Energy Agency, Copenhagen, tabel. 4.4. Danmarks Statistiks miljøøkonomiske regnskab angiver import 2013 til 58 mill. tons CO_{2e}, hvoraf dog omkring 11 mill. tons er danske skibes køb af olie i udlandet. . Specifikke udledninger for skibsfart er fra https://www.jfhillibrand.com/Specialistservices/SitePages/Carbon_calculator_readme.aspx. Længden

- Hertil skal lægges udledninger fra færgefart mellem Danmark og vore nabolande, som skønnes til omkring 0,7 mill. tons CO₂. Det omfatter transport af 16 mill. tons gods, 22 mill. passagerer og 4,7 mill. personbiler, men kun godt halvdelen af dette vurderes at være transport af danskere, danske biler og dansk import. Bidraget er derfor 0,4 mill. tons CO₂²⁸.

Det giver et samlet skøn på 5-6 mill. tons CO₂. Hvis man vil lægge udledninger ved dansk skibstransport ved eksport til, omkring 3 mill. tons CO₂, skal det samlede skøn hæves til 8-9 mill. tons CO₂.

Som det fremgår af ovenstående, er der væsentlige usikkerheder omkring drivhusgasudledninger fra dansk international skibsfart, specielt fordi udledninger fra transport af danske varer og danskere ikke opgøres regelmæssigt.

På trods af usikkerhederne er der dog et klart billede af, at udledninger fra danske (danskoperede) skibe er langt større end andre måder at opgøre dansk skibstrafik på. En anden konklusion er, at både udledninger fra dansk opererede skibe og udledninger fra skibstransport af danske varer og danskere er væsentlige sammenlignet med drivhusgas udledninger indenfor Danmarks grænser.

3.2 Stigende udledninger fra skibe

Udviklingen har de seneste år været, at udledninger fra danskoperede skibe er steget væsentligt, en faktor 4 siden 1990²⁹, Ændringerne for udledninger fra transport af danske varer og personer er mere beskedne, idet godsmængden til danske havne ikke har ændret sig siden 1990, mens det kan forventes at transportafstanden er steget. Dermed vurderes udledningerne også at være steget. Salg af olie fra danske havne til skibe i udenrigsfart er faldet 46% siden 1990³⁰.

af skibstransport er eget skøn

28 7,7 mill.tons gods ifølge Dansk Statistik tabel SKIB41 med en herfra vurderet transport på 900 mill. tkm. Med udledninger på 63 g/tkm for Ro-Ro transport ifølge https://www.jfhillebrand.com/Specialistservices/SitePages/Carbon_calculator_readme.aspx giver det udledninger på 56000 tons CO₂. Dertil kommer personbiler og passagerer. Til et skøn over samlede udledninger skønnes at hovedparten af den dieselolie, der sælges til udlandstrafik sælges til færger. Det giver en udledning på lidt under 0,76 mill. tons CO₂

29 Ifølge Danmarks Statistik, miljøøkonomiske regnskab var udledningerne fra danskoperede skibes udlandsbunkring 9,176 mill.tons CO₂

30 Sammenligning af tal for 1990 og 2012 for bunkring af skibe i udenrigsfart i Energistyrelsens Grunddate 2012

3.3 Reduktionsmuligheder

Der er en række muligheder for at reducere udledninger fra skibe:

- reducere transport, f.eks. ved at øge genbrug og søge ressourcer og leverandører tættere på Danmark.
- effektivisere skibe og motorer. Der har været en væsentlig effektivisering i en årrække, bl.a. med mere langsomtgående motorer og større skibe.
- sejle langsommere. Med de høje brændselspriser 2009-14 er flere skibe begyndt at sejle langsommere for at spare brændsel. En 10% reduktion i skibes gennemsnitsfart reducerer olieforbrug og udledninger med 19%, mens 25% reduktion kan lede til så meget som 58% reduktion for det enkelte skib³¹.
- omstilling til naturgas kan i princippet spare 28% p.g.a. lavere CO₂-udledninger fra naturgas. I praksis vil besparelsen dog være væsentligt mindre, idet gassen kan forventes at skulle opbevares flydende og dermed kræve energi til at gøre gassen flydende. Desuden vil tab af metan gennem motoren reducere drivhusgasbesparelsen. Den effektive besparelser er derfor tvivlsom.
- erstatning af olie med biobrændsler er en mulighed til at reducere udledninger i det omfang, der kan skaffes flydende biobrændsler med væsentligt lavere netto drivhusgasudledninger end fossilt brændsel. Det er dog tvivlsomt, om det er muligt i dag. Biogas er også en mulighed; men det er tvivlsomt om mængderne af biogas er tilstrækkelige, til at give et væsentligt bidrag til at reducere skibstrafikkens drivhusgasudledninger.
- batteridrift. Der er allerede mindre færger, bl.a. i den svenske Skærgård, der sejler med batterier. Det forventes, at vi snart også vil have mindre danske, batteridrevne færger. Det er sandsynligt at batterifærger kan indsættes på de kortere udlandsruter som Helsingør-Helsingborg og Rødby Puttgarden indenfor en kortere årrække. Desuden kan batterier bruges som supplement i skibe, på samme måde som i hybridbiler.
- brint kan i stort omfang erstatte dieselolie i skibe. Der er behov for en udvikling af brintdrevne skibe med brændselsceller, bl.a. for at realisere potentialerne for øget energieffektivitet i forhold til dieselmotorer.
- sejl og drager kan supplere fragtskibe på en række ruter.

31 <http://www.airclim.org/acidnews/slow-steaming-saves-money-and-climate>



Figur 3: Skysails dragesejl demonstreret på fragtbåd, Copyright: Skysails, <http://www.skysails.info>. Dette sejl giver dog kun et minde bidrag til fremdriften.

Samlet er der store muligheder for at reducere drivhusgasudledninger fra skibsfart meget væsentligt, og det er ikke urealistisk, at man i f.eks. 2050 kan have dansk skibsfart, der er drivhusgasneutral, hvis der globalt er politisk vilje. Fra dansk side kan man ikke direkte påvirke ved at pålægge afgifter, idet bunkringen fra danske havne så blot vil falde yderligere. Man kan arbejde for internationale aftaler, evt. startende i EU, og man kan støtte udviklingen af energieffektive skibe drevet med vedvarende energi, batterier og brint.

4 Udledninger fra vejtransport

Dansk vejtransport i udlandet giver også udledninger af drivhusgasser. De kan som for andre transportformer opdeles i:

- Udledninger fra brug af olie, der er købt i Danmark; men brugt i udlandet. Energistyrelsen vurderer, at der i 2012 købtes 10,47 PJ diesel som grænsehandel i Danmark til brug i udlandet, svarende til 0,77 mill. ton CO₂-udledninger³². Dette medregnes i statistikken over danske drivhusgasudledninger til transport, og der skal derfor ikke justeres for dette, når disse udledninger ønskes medregnet til danske udledninger.
- Udledninger fra international transport af danskere og af varer til Danmark. Dette giver ikke ekstra udledninger i forhold til nuværende nationale opgørelse, hvis kun transport til import og passagerer medregnes, idet udledninger fra disse aktiviteter svarer til udledninger fra diesel købt i Danmark og brugt i udlandet (0,77 mill. tons CO₂). Hvis transport til import medregnes er der ekstra udledninger på 0,4 mill. ton CO₂.
- Udledninger fra danske (danskopererede) biler, der kører i udlandet, er af Danmarks Statistik opgjort til 1,9 mill.tons³³.

Der er i dette afsnit kun regnet med udledninger af CO₂, som er langt den vigtigste drivhusgas fra landtransport. Tillæg af små udledninger af metan og lattergas vil ikke ændre vurderingen af drivhuseffekten væsentligt. Udledninger af andre kvælstofoxider fra biler har en svagt kølende effekt; men giver forsurening og syreregn. Derfor medtages kun drivhuseffekten fra CO₂.

4.1 Udledninger fra vejtransport af danskere og danske varer

Udledninger fra international vejtransport af danskere og danske varer til Danmark kan vurderes som følger:

- der blev importeret 13.2 mill. tons gods med lastbil i 2013 ved et transportarbejde på 9,4 mia tkm.³⁴. Med en gennemsnitlig turlængde på 711 km og en antagelse om at den danske del af turen er 100 km, er 86% af hver tur udenfor Danmark. Med en antagelse om samme energiforbrug udenfor Danmark som i Danmark giver det drivhusgasudslip udenfor Danmark på 0,57 mill. tons CO₂ i 2013³⁵. Hvis udledninger fra eksport via landevej medregnes stiger udledningerne til 1,05 mill. tons CO₂.
- der var 240.000 buspassagerer og 1,32 mill. bilrejsende på længere udlandsferier med mindst 4 overnatninger i 2013³⁶. Med en antagelse om ture på gennemsnitligt 1000

32 Energistyrelsens årsstatistik, tabeller 2012, tabel med detaljeret opgørelse, udslip beregnet med en faktor 74 ton CO₂/TJ

33 Danmarks Statistik, Miljøøkonomisk Regnskab, overgangstabel MRO1

34 Danmarks Statistik tabel IVG5

35 Ud fra Danmarks statistik IVG5 og UVG1. Energieffektivitet i dansk landtransport (lastbiler over 6 tons) er beregnet ud fra transportarbejde ifølge Dansk Statistik og energiforbrug ifølge Energistyrelsen

36 Ferie- og forretningsrejser 2013 - Nyt fra Danmarks Statistik no. 374, 11, juli 2014

km frem og tilbage og energiforbrug på 1,1 MJ/pkm er energiforbruget 1,7 PJ og CO₂-udledninger 0,12 mill.ton CO₂. Hvis tillægges en andel af kortere ferierejser og forretningsrejser (som ikke opgøres af Dansk Statistik separat for udlandsrejser) er et skøn over udledninger 0,2 mill. ton CO₂.

- udledninger ved salg af brændsel til brug i udlandet skal fratrækkes, da det delvis bruges til danske køretøjers kørsel i udlandet, og delvis sælges til udenlandske køretøjer og derfor ikke skal medregnes i en opgørelse af udledninger ved dansk forbrug. Reduktion 0,77 mill.tons CO₂.

Samlede udledninger er dermed nul, hvis eksport ikke medregnes og 0,4 mill.tons CO₂, hvis eksport medregnes. Det bemærkes, at der er nogen usikkerhed ved denne vurdering.

4.2 Reduktionsmuligheder

Udledninger ved international vejtransport kan ligesom national vejtransport reduceres ved mindre transport, mere energieffektive køretøjer, omlægning til jernbane m.m., som beskrevet i notater om indenlandsk transport.

5 Andre transportrelaterede udledninger.

Der er også udledninger fra andre danske transportrelaterede aktiviteter i udlandet.

En form for andre udledninger er danskeres togrejser og transport af danske varer med tog. Da tog har lavere udledninger end andre transportformer og da transportmængderne er små (dansk godstogsimport var i 2012 kun 6% af import med lastbil, og eksporten med godstog var tilsvarende lille). Passagerantallet for tog, der passerer Danmarks grænser var, udover Øresundstogene, 810.000 i 2013, svarende til 405.000 returrejser, hvoraf omkring halvdelen kan forventes at være af danskere. Da nattogene i mellemtiden er lukket, kan det forventes, at trafikken siden er reduceret med de knapt 200.000 årlige nattogspassagerer. Dermed er togpassagererne mindre end 10% af samlet international landbaseret trafik³⁷. Derfor medtages udledninger fra danskeres rejser med internationale tog udenfor Danmark ikke.

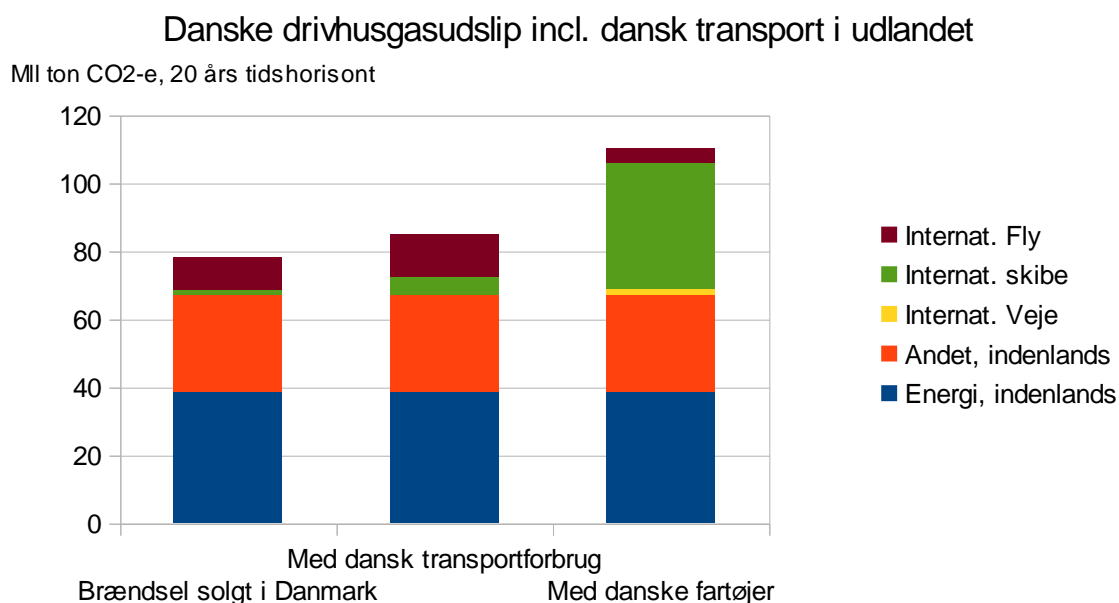
En anden form for udledninger er fra grænsehandel. Ifølge Danmark Statistik betyder grænsehandel udledninger på 0,63 mill. ton CO₂, som skal tillægges det danske forbrug.³⁸ Energi styrelsen opgør brændsler i grænsehandel til Danmark fra udlandet (import) til 1,81 PJ benzin og 0,63 PJ petrokoks. De vil have samlede udledninger ved forbrug på 0,19 mill.tons CO₂. Vi vælger at udelade disse beskedne udledninger fra de samlede opgørelser, da de er mindre end usikkerhederne i flere af de andre opgjorte værdier.

37 Med 810.000 passagerer i 2013 (Danmarks Statistik, tabel BANE21) fraregnet nattogspassagerer på de nu nedlagte nattog, forventes fremtidig passagertal omkring 600.000, svarende til 300.000 hver vej. Af disse forventes halvdelen, 150.000 at være danskere. Det skal sammenlignes med ferierejser med mindst 4 overnatninger i bil og bus på 1,56 mill. i 2013 (Ferie- og forretningsrejser 2013 - Nyt fra Danmarks Statistik no. 374, 11, juli 2014), hvortil skal lægges kortere ferierejser og forretningsrejser med bil og bus.

38 Danmarks Statistik, Miljøøkonomisk Regnskab 2012, tabel MRO1

6. Samlede udledninger fra dansk transport i udlandet

De samlede udledninger fra international transport, som Danmark og danskere er ansvarlig for, kan som nævnt opgøres på flere måder. I figur 4 er de tre måder, der er beskrevet i denne note, sammenstillet.



Figur 4 Danske drivhusgasudslip 2012 incl. international transport, som Danmark er ansvarlig for, som opgjort i det ovenstående.³⁹ Udledninger er angivet i millioner tons CO₂-ækvivalenter med 20 års tidshorisont.

Som det ses af figur 4 er opgørelsesmetoden vigtig for den samlede vurdering af Danmarks drivhusgasudslip. Tillægget fra international transport til nationale udledninger går fra 17% ved at medtage udledninger fra brændsler solgt på dansk jord, over 27% ved at medtage udledninger knyttet til danskeres rejser og import af varer til 64% ved at medtage danske (danskopererede) fartøjers udledninger.

Hvis der anlægges en forbrugs-synsvinkel med forbrug af transport og varer, giver passager-flyvning det største bidrag med omkring 12 mill. tons CO_{2e} svarende til 64% af det samlede tillæg pga. international transport. Hvis der i stedet anlægges en "aktør" synsvinkel, hvor udledninger fra danske firmaers aktiviteter medregnes (så det er skibenes og flyenes ejere frem for varerne og passagererne, der tillægges udledningerne,) så er skibsfarts udledninger helt dominerende med 37 mill. tons CO₂, svarende til 86% af det samlede tillæg. Heraf udgør fragtskibes udledninger langt hovedparten. Det skal dog ved denne opgørelse bemærkes, at

³⁹ Tal for indenlandsk forbrug er fra Energistyrelsen, Energistatistik 2013, figurer. Udslip af metan og flys vanddamp er korrigeret i forhold til udslip med 100 års tidshorisont, der anvendes i opgørelser af Energistyrelsen. Det øger øger kategorien "Andet, indenlands" med 15 mill.tons CO₂e

landbaseret, international trafik nok har små udledninger sammenlignet med skibe og fly; men deres samlede udledninger er større end angivet i denne opgørelse af tillægget til danske drivhusgasudslip, idet en del af deres udledninger allerede medregnes i danske opgørelser (som en del af grænsehandel).

Hvilken af de tre vurderingsmetoder, der bør anvendes, vil afhænge af det konkrete formål med en analyse. Det er dog afgørende for en samlet indsats for at reducere den menneskeskabte drivhuseffekt, at international transport medtages. De nuværende opgørelser til f.eks. Klimakonventionen, hvor international transport ikke medregnes, er ikke retvisende.

7. Om dette notat

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