

Indholdet i denne rapport må ikke benyttes eller gengives
uden skriftlig godkendelse fra FDM travel



Ea Energianalyse

29-01-2020

RRM, AKW

Transport og hotelovernatningers klimapåvirkning i forbindelse med ferierejser



Forsidebillede fra: <http://invitationtoiran.com/ticket-transportation-iran/>

Indholdet i denne rapport må ikke benyttes eller gengives
uden skriftlig godkendelse fra FDM travel

Indhold

Indledning	3
Emissionsfaktorer	4
Bil	4
Motorcykel.....	7
Tog	7
Bus	8
Fly	8
Hotellovernatning.....	12
Emissionstabeller.....	14
Eksempler på samlede beregninger	17
Referencer	22

Indledning

Klimaaftrykket i forbindelse med ferierejser er hovedsagelig afhængigt af transportform og distance. Derudover kan det have indflydelse på rejsens klimabelastning hvordan den rejsendes adfærd er; antal hotelovernatninger og bilstørrelse vil fx påvirke den samlede rejses klimaaftryk. Dette notat udarbejdet for FDM Travel opstiller på baggrund af udvalgt litteratur emissionsfaktorer for en række valgte transportformer til brug ved beregning af en rejses samlede klimabelastning. Overordnet er der opstillet emissionsfaktorer for følgende transportformer:

- Bil
- Motorcykel
- Tog
- Bus
- Fly

Udover klimabelastningen fra transport bliver belastningen fra hotelovernatninger også behandlet.

Rejseadfærd kan ligeledes have indvirken på en rejses klimabelastning og i nogen sammenhænge kan selv små adfærdsændringer være et nemt virkemiddel til reduktion af emissioner forbundet med ferierejser. I lyset af dette, er der for udvalgte transportformer beregnet, hvordan en given adfærdsændring kan påvirke den rejsendes klimaaftryk.

Litteraturkilder

Til opstillingen af emissionsfaktoren har vi anvendt en række forskellige data og litteraturkilder herunder analyser foretaget af Chalmers Tekniske Højskole og UK Government, samt Ea's egne beregningsmodeller for transport. I den seneste tid har især udgivelsen fra Chalmers Tekniske Højskole i Göteborg med titlen *Semestern och klimatet* være bredt citeret i en stor mængde danske og internationale medier. Beregninger lavet af Chalmers Tekniske Højskole er anvendt til krydstjek af emissionsfaktorer opstillet i denne rapport.

Emissionsfaktorer

Klimabelastning i dette notat opgøres som udgangspunkt i CO₂-mængder, og afspejler derfor ikke belastningsbidraget fra fx metan (CH₄) og lattergas (N₂O). For transport er bidraget til klimapåvirkninger fra udledning af andet end CO₂ negligerbart og vil ikke påvirke emissionsfaktorerne væsentligt. For fly er klimapåvirkningen fra kondensstriber medtaget. Se mere i afsnittet om emissionsfaktorer for fly. For transport bruges emissionsfaktorer, som viser klimaaftrykket i CO₂-mængder per person per rejst kilometer (gCO₂/pkm). En nøgleantagelse for både transport og hotelovernatning er belægningsgraden. Belægningsgraden, også kaldet udnyttelsesgraden, er mængden af brugere af en given transportform eller hotel ud af den fulde kapacitet. Hvis data er til rådighed, vil antagelser knyttet til belægningsgraden blive beskrevet for hver transportform og for hoteller i de respektive afsnit.

Opgørelse i gCO₂/pkm

Belægningsgrad

Bil

Emissionsfaktorer for biler er beregnet i Eas egen transportmodel. Modellen tager højde for bl.a. kørselsmønster, og emissioner vil derfor variere fra de opgivne værdier fra bilproducenter. Segmentering af biler er gjort på baggrund af fremdriftsmiddel og vægt. For autocampere er valgt en benzindreven American Cruise klasse C25 med en opgivet vægt på cirka 4500 kg. I transportmodellen er emissionsfaktorer svarende til en varebil brugt for autocampere, for at tage hensyn til ændrede dimensioner ift. personbiler. Elbiler er inddelt en smule anderledes end benzin- og dieslbiler, da den gennemsnitlige elbils-vægt er højere. Der er brugt en CO₂-intensitet på 349 g/kWh svarende til EU28 gennemsnittet i 2018 til beregning af emissionsfaktorer for elbiler. Tilsvarende er beregningsmodellen baseret på europæiske erfaringer og nøgletal. I modsætning til de øvrige transportformer er emissionsfaktoren opgivet per køretøjskilometer (gCO₂/vkm). Ved en højere belægningsgrad end 1, vil emissionen per personkilometer blive lavere. Fx kan emissionsfaktoren for køretøjet halveres hvis der er 2 personer med.

Valg af autocampertype

CO₂ intensitet for el i
EU28

Belægningsgrad for biler

Type	Vægt [kg]	Bileksempel
Lille	< 1200	Peugeot 208
Mellem	1200 – 1700	Skoda Octavia
Stor	> 1700	Audi A4
Autocamper	4500	Klasse C25

Tabel 1: Segmentering af benzin- og dieslbiler.

Indholdet i denne rapport må ikke benyttes eller gengives uden skriftlig godkendelse fra FDM travel

Type	Vægt [kg]	Bileksempel
Lille	< 1400	BWM I3
Mellem	1400 – 2000	Nissan Leaf
Stor	> 2000	Tesla S

Tabel 2: Segmentering af elbiler.

For benzin- og dieslbiler er beregningerne af emissionsfaktor foretaget for biler med en vægt på 1200 kg, 1450kg og 1700 kg for hhv. lille, mellem og store biler. For elbiler er beregningerne foretaget for biler med en vægt på 1400 kg, 1700 kg og 2000 kg.

Tilsætning af biobrændstof

Emissionsfaktorerne er beregnet på baggrund af en tilføjelse af biobrændstof til benzin og diesel. Mængden af tilsat biobrændstof kan variere på tværs af lande. Til beregning af emissionsfaktorer er det antaget en biobrændstofprocent på 3,2% for benzin og 6,5% for diesel.

Fremdriftsmiddel	Type	Emissionsfaktor [gCO ₂ /vkm]
Benzin	Lille	134
	Mellem	149
	Stor	163
	Autocamper	329
Diesel	Lille	121
	Mellem	135
	Stor	148
El	Lille	58
	Mellem	65
	Stor	72

Tabel 3: Emissionsfaktorer for biler beregnet med Eas transportmodel. Emissionsfaktoren for elbiler er baseret på en gennemsnitlig CO₂-intensitet for elektricitet i EU28 på 349 g/kWh.

Emissionsfaktor for bagage for benzin- og dieslbiler

Som det er standard for beregning og opgørelse af emissioner fra køretøjer er "curb weight" anvendt, som beskriver køretøjets vægt uden passagerer og bagage. Da segmenteringen af biler er inddelt i spænd på op mod 500kg er det antaget, at vægten fra passagerer og bagage er indeholdt i emissionsfaktorerne. Dog kan der være tilfælde, fx for en tung bil i mellemkategorien (1600-1700kg), hvor det vil være hensigtsmæssigt at bruge emissionsfaktoren for en stor bil for at tage hensyn for passager- og bagagevægt. Ved nærmere beregning af vægtens indflydelse på emission kan en emissionsfaktor per kg på ca. 0,1 gCO₂/vkm anvendes for benzin- og dieslbiler.

Skalering til forhold i USA og Australien

Grundet væsentligt lavere brændstofpriser i USA og Australien har der historisk været mindre fokus på brændstoffektivitet end i Europa. Yderligere er bilflåden i USA og Australien gennemsnitligt større og tungere end i Europa. For nye biler på markedet i 2017 kan brændstofforbrug og gennemsnitlig vægt i Europa¹, USA og Australien ses af Tabel 4. Brændstofforbrug er bestemt efter WLTP²-proceduren.

	Europa	USA	Australien
Brændstofforbrug [l/100km]	5,6	8,6	7,9
Gennemsnitlig vægt [kg]	1392	1733	1663

Tabel 4: Brændstofforbrug og gennemsnitlig vægt for nye biler i 2017 i Europa, USA og Australien. Kilde: (IEA, 2019).

Foretrukket fremdriftsmiddel i Europa, USA og Australien

Mens diesel er en anelse mere udbredt som fremdriftsmiddel til den europæiske bilflåde, er benzin det klart mest anvendte brændstof i USA og Australien. Af den grund er emissionsfaktorer for biler i USA og Australien kun opstillet for benziner.

Fremdriftsmiddel	Europa	USA	Australien
Benzin [%]	44	94	74
Diesel [%]	52	1	25
Øvrige (hybrid, el, gas etc) [%]	4	5	1

Tabel 5: Fordeling mellem fremdriftsmiddel for bilflåden i Europa, USA og Australien. Kilde: (Yang & Bandivadekar, 2017) og (ABS, 2019).

Skaleringsfaktor mellem Europa, USA og Australien

Data for brændstoføkonomi (l/100km) og gennemsnitlig vægt (kg) for Europa USA og Australien er opstillet i Tabel 4. Metodisk er brændstoføkonomien divideret med vægten for at få brændstoføkonomien per vægtenhed. Herefter kan forholdet mellem brændstoføkonomi per vægtenhed for USA, Europa og Australien bruges som skaleringsfaktor, hvor der regnes på biler i samme vægtsklasse hhv. 1200 kg, 1450 kg og 1700 kg. Ved at regne på denne metode er vægtens indflydelse på emissionsfaktorer blevet elimineret og de højere emissionsfaktorer for USA og Australien kan tilskrives lavere brændstoffektivitet. Til opstilling af emissionsfaktorerne er der brugt en skaleringsfaktor på 1,23 mellem Europa og USA, og 1,18 mellem Europa og Australien.

¹ For Europa er det gennemsnitlige brændstofforbrug og den gennemsnitlige vægt beregnet på baggrund af tal for Østrig, Belgien, Tjekkiet, Danmark, Italien, Spanien, Sverige og Storbritannien.

² World harmonized light-duty vehicles test procedure.

Indholdet i denne rapport må ikke benyttes eller gengives uden skriftlig godkendelse fra FDM travel

Fremdriftsmiddel	Type	Vægt [kg]	Europa [gCO ₂ /vkm]	USA [gCO ₂ /vkm]	Australien [gCO ₂ /vkm]
Benzin	Lille	1200	134	165	158
	Mellem	1450	149	183	176
	Stor	1700	163	200	192
	Autocamper	4500	329	405	388

Table 6: Emissionsfaktorer for benzinbiler i Europa, USA og Australien baseret på Eas transportmodel og (IEA, 2019).

For elbiler i USA og Australien vil emissionerne være højere da CO₂-intensiteten for elektricitet er højere i de to lande. I USA kan bruges en emissionsfaktor på 452 g/kWh (EPA, 2018). I Australien varierer emissionsfaktorerne for elektricitet meget på tværs af de forskellige stater fra 150 g/kWh i Tasmanien til 1020 g/kWh i Victoria (Australian Government, 2019). Grundet de gennemsnitligt højere emissionsfaktorer i USA og Australien sammenlignet med Europa vil emissionen fra elbiler være højere.

Motorcykel

Emissionsfaktorer for motorcykler er baseret på beregninger foretaget af UK Department for Business, Energy & Industrial Strategy i deres 2018 *Government GHG conversion factors for company reporting* (UK Government, 2018). Segmentering af motorcykler er foretaget på baggrund af motorstørrelse. Ligesom med biler gælder det, at emissionsfaktoren er per køretøjskilometer (gCO₂/vkm), som kan halveres, hvis der sidder 2 personer på motorcyklen.

Type	Motorstørrelse [cc]	Emissionsfaktor [gCO ₂ /vkm]
Lille	< 125	85
Mellem	125 – 500	103
Stor	> 500	137

Table 7: Emissionsfaktorer for motorcykler inddelt efter motorstørrelse. Kilde: (UK Government, 2018).

Tog

Emissionsfaktoren for togtransport er hovedsageligt afhængig af fremdriftsmidlet samt belægningsgraden. Fra 2012 til 2017 har IEA for International Union of Railways (UIC) udgivet en årlig *Railway Handbook – Energy Consumption and CO₂ Emissions* (IEA, 2017). Emissionsfaktorer er beregnet på baggrund af energimix, elektrificerede skinne-km, årlige sæde-km samt belægningsgrader. Data om årlige sæde-km og belægningsgrader er ikke tilgængelig, men af rapporten fremgår metodikken dog tydeligt.

Nøgleparametre for emissionsfaktoren for tog

Indholdet i denne rapport må ikke benyttes eller gengives uden skriftlig godkendelse fra FDM travel

	Europa	USA	Verden
El [%]	67,6	4,6	38,8
Gennemsnitlig emissionsfaktor for togflåden [gCO₂/pkm]	28	90	18

Tabel 8: Andel af elektrificerede skinne-km og samlede emissionsfaktorer i Europa, USA og verden beregnet som vægtet gennemsnit mellem fremdriftsmidler. Kilde: (IEA, 2017).

Til trods for den højere grad af elektrificerede skinne-km i Europa er emissionsfaktoren højere end på verdensplan. Det skyldes hovedsageligt relativt lave belægningsgrader i Europa. Chalmers Tekniske Højskole vurderer på baggrund af egne beregninger samt beregninger foretaget af Network for Transport Measures, at tog i Europa gennemsnitligt har en emissionsfaktor på 37 gCO₂/pkm og at dieseltog gennemsnitligt har en emissionsfaktor på 91 gCO₂/pkm (Larsson & Kamb, 2018). Her er antaget en belægningsgrad på 50%. Til videre brug anbefales det at bruge de emissionsfaktorer som fremgår at Tabel 8.

Emissionsfaktorer for højhastigheds el-tog

Isoleret set er det beregnet, at højhastigheds el-tog (TGV) i Frankrig har en emissionsfaktor på 4 gCO₂/pkm (Government of France, 2012), mens Eurostar el-toget fra London til Paris har en emissionsfaktor på 6 gCO₂/pkm (UK Government, 2019).

Bus

Antagelser for langdistancebus

Emissionsfaktorer for busser er beregnet i Eas egen transportmodel. Beregningen er foretaget på en langdistancebus (Eng: Coach) med en samlet vægt inklusive passagerer og bagage på 17,3 ton og en sædekapacitet på 55 passagerer for busser drevet af diesel med et forbrug på 2,7 km/l.

Emissionsfaktor for bus

Emissionsfaktoren for langdistancebusser er beregnet til 708 gCO₂/vkm svarende til 29 gCO₂/pkm ved en antaget gennemsnitlig belægningsgrad på 45%. Emissionsfaktorer er af Chalmers Tekniske Højskole og UK Government opgivet til 27 gCO₂/pkm.

Fly

Chalmers Tekniske Højskoles flymodel

Emissionsfaktorer for transport med fly er opstillet på baggrund af beregninger foretaget af Chalmers Tekniske Højskole (Larsson & Kamb, 2018) samt UK Government (UK Government, 2019). Modellen anvendt af Chalmers

Indholdet i denne rapport må ikke benyttes eller gengives uden skriftlig godkendelse fra FDM travel

Kondensstriber

Tekniske Højskole er opbygget med brug af metode udviklet af det tyske forskningsinstitut IFEUs³ Ecopassenger samt the International Council on Clean Transportation. Modellen tager udover emissioner forbundet med brændstof også højde for de klimapåvirkninger, der forekommer som et direkte resultat af kondensstriber skabt ved flyvning i luftlag over 8 km. Kondensstriber er kunstige skyer skabt af fly, som påvirker jordens strålingsbalance og bidrager til global opvarmning. Der er akademisk debat om den nøjagtige klimapåvirkning fra kondensstriber. I Chalmers-modellen for flyemissionsfaktorer tilskrives flyrejser på distancer under 500 km en faktor 1 af brændstofforbruget, mens flyrejser over 1000 km tildeles faktor 1,9. Det er her antaget at kortere flyrejser ikke når op i højdelag hvor kondensstriber skabes. Der er antaget en belægningsgrad på 80% på tværs af flydistancer. Flytransport over kortere distancer er grundet luftens densitet ved flyvning i lav højde samt opstigningens relative store andel af den samlede tur forbundet med højere brændstofforbrug per km end flyrejser over længere distancer, som til gengæld er forbundet med større påvirkning fra kondensstriber grundet flyvning i højere luftlag, hvor kondensstriber skabes.

Distance [km]	Brændstof [gCO ₂ /pkm]	Kondensstriber [gCO ₂ /pkm]	Samlet Emissionsfaktor [gCO ₂ /pkm]	Eksempel på distance
> 500	218	0	218	København – Oslo
501 – 3000	132	99	231	København – Paris
> 3000	96	72	168	København – New York

Tabel 9: Emissionsfaktorer for transport med fly beregnet af Chalmers Tekniske Højskole på økonomiklasse. Kilde: (Larsson & Kamb, 2018).

UK Governments flymodel

UK Department for Business, Energy & Industrial Strategy har i deres 2019 *Government greenhouse gas conversion factors for company reporting* (UK Government, 2019) ligesom Chalmers opstillet emissionsfaktorer for flyrejser af forskellig distance. Her bruges en faktor 1,9 uafhængig af flydistance for at tage højde for kondensstribers klimapåvirkning.

³ Institut für Energie- und Umweltforschung.

Indholdet i denne rapport må ikke benyttes eller gengives uden skriftlig godkendelse fra FDM travel

Distance [km]	Brændstof [gCO ₂ /pkm]	Kondensstriber [gCO ₂ /pkm]	Samlet Emissionsfaktor [gCO ₂ /pkm]	Eksempel på distance
> 500	133	121	254	København – Oslo
501 – 3700	82	75	158	København – Paris
> 3700	78	70	148	København – New York

Tabel 10: Emissionsfaktorer for transport med fly beregnet af UK Government på økonomiklasse. Kilde: (UK Government, 2019).

Sædekonfigurations indflydelse på emissionsfaktorer

Beregningerne foretaget af UK Government medtager desuden sædekonfigurationen (fx antallet af business-class sæder), som har stor påvirkning på emissionsfaktorerne. Langdistance fly har et større antal af first- og businessclass-sæder.

Klasse	Brændstof [gCO ₂ /pkm]	Kondensstriber [gCO ₂ /pkm]	Samlet emissionsfaktor [gCO ₂ /pkm]
Økonomi	78	70	148
Business	228	204	432
Første	314	282	596
Gennemsnitligt	102	93	195

Tabel 11: Emissionsfaktorer for transport af fly på distancer over 3700 km fordelt efter rejseklasse. Beregnet af UK Government. Kilde: (UK Government, 2019).

Emissionsfaktorer for fly brugt af Concito

Udover Chalmers Tekniske Højskole har Concito udgivet en analyse om kompensations tiltag ved flyrejser (Gudmundsson, 2019). Her bruges en fast emissionsfaktor uafhængig af rejsedistance på 200 gCO₂/pkm.

Usikkerheder om emissionsfaktorer forbundet med flyvning

Det fremgår af ovenstående gennemgang, at der er stor usikkerhed omkring emissionsfaktorer fra flytransport. Yderligere litteratur er gennemgået, som bekræfter et spektrum med store variationer. FlyGreen, en CO₂-kompensations beregningsside, har i en artikel⁴ sammenlignet emissionsfaktorer for flytransport fra syv forskellige online-beregnere, som ved beregning på samme fly-distance varierer fra 0,7 ton CO₂ til 2,8 ton CO₂.

⁴ <https://flygrn.com/blog/carbon-emission-factors-used-by-flygrn>

Indholdet i denne rapport må ikke benyttes eller gengives uden skriftlig godkendelse fra FDM travel

Mellemlandinger

Fra de anbefalede emissionsfaktorer for flytransport kan det ses hvordan langdistancefly er mere brændstoeffektive og derved har en lavere emission per rejst kilometer. Som tidligere nævnt er det bl.a. pga. opstigningens relativt mindre andel af den samlede rejse end ved kortere ture. Derudover er forskellen i emissionsfaktorer for de tre rejsedistancer også betinget af antagelser om forskellig belægningsgrad, sædekfiguration og flystørrelser. Emissioner kan variere yderligere afhængig af flyselskab, da selskaberne har meget forskellige flyflåder. Emissionstallene inddelt efter tre rejsedistancer er derfor en simplificeret beregning, som giver hårde overgange mellem rejsedistancer, hvor de i virkeligheden vil være blødere. Generelt vil en flyrejse med mellemlandinger medføre en højere samlet emission end en enkelt lang flyvning, da den fløjne distance ofte bliver forlænget og der flyves mindre brændstoeffektivt jf. fx formodninger om lavere belægningsgrader på kortere flyvninger og mindre fly. Typisk vil en mellemlanding øge den samlede emission med omkring 10-40 %, dog vil den nøjagtige forøgelse være afhængig af en række forhold for den specifikke rejse. Til beregning af mellemlandingers indflydelse på emissionen vil en medianværdi på 25 % kunne anvendes. Beregningsmæssigt skal der derfor bruges emissionsfaktoren for den samlede rejsedistance med et tillæg på 25 % hvis der foretages en mellemlanding.

Anbefalede emissionsfaktorer for fly

Grundet den store usikkerhed på emissionsfaktorer for flytransport anbefales det til brug i videre beregning at bruge gennemsnittet mellem faktorerne opstillet af Chalmers Tekniske Højskole og UK Government.

	Segmentering	Emissionsfaktor [gCO ₂ /pkm]
Fly (økonomiklasse)	Kortdistance	236
	Mellemdistance	195
	Langdistance	158

Tabel 12: Anbefalede emissionsfaktorer for fly på økonomiklasse. Fundet som gennemsnittet mellem beregninger foretaget af Chalmers Tekniske Højskole og UK Government. Kilde: (Larsson & Kamb, 2018) og (UK Government, 2019).

Emissionsfaktorer for flybagage

Wintherthur Universitet har i akademisk litteratur opstillet en model til beregning af vægts indflydelse på flyvningers brændstoføkonomi (Steinegger, 2017). På baggrund af modellen er det beregnet at 1 kg forbruger 0,025 g flybrændstof per km. Det er vigtigt at bemærke, at de tidligere emissionsfaktorer for passagerer er beregnet hvor hele flyets vægt fordeles på antallet af passagerer, mens denne sammenhæng mellem vægt og brændstofforbrug kun kan bruges om yderligere vægt, såsom bagage.

Indholdet i denne rapport må ikke benyttes eller gengives uden skriftlig godkendelse fra FDM travel

Emissionsfaktoren for flybrændstof er 3,13 gCO₂/g flybrændstof (Statistics Norway, 2017). Samlet giver det derfor en emissionsfaktor per kg bagage per km på 0,078 gCO₂/km.

Bagage [kg]	KBH – Oslo (500 km)	KBH – Paris (1000 km)	KBH – New York (6200 km)
10	0,39	0,78	4,84
20	0,78	1,56	9,67
30	1,17	2,34	14,5

Tabel 13: Samlede emissioner for 10, 20 og 30 kg bagage i gCO₂ for udvalgte flyrejser.

Hotellovernatning

Hotellovernatninger kan være forbundet med betydelige emissioner alt efter hoteltype, værelsesstørrelse, hotellets opvarmningsform mm. Ved visse rejseformer kan det være nødvendigt med en eller flere hotellovernatninger i forbindelse med selve rejsetransporten, eksempelvis ved længere kør-selvferier eller flyrejser over lange distancer med mellemlandinger. Til opgørelse af hotellovernatningers klimapåvirkning er *Benchmarking Index 2019: Carbon Energy og Water* udgivet af Cornell Universitet anvendt, som på baggrund af data fra 11.000 hoteller på verdensplan opstiller emissionsfaktorer for hotellovernatninger.

Segmentering af hoteltyper

Der findes en række forskellige muligheder for segmentering af hoteltyper, hvor det er valgt at bruge inddeling efter stjerner til repræsentation af forskellige muligheder. Stjerneinddelingen er baseret på Expedias inddeling⁵. Opgørelsen indekserer hotellerne efter 12 "measures", hvor *Measure 3: Hotel Carbon Footprint Per Occupied Room (kgCO₂e)* er beregnet på baggrund af hotellets samlede klimapåvirkning divideret med antallet af overnattende gæster.

⁵ <https://www.expedia.com/Hotel-Star-Rating-Information>

Indholdet i denne rapport må ikke benyttes eller gengives uden skriftlig godkendelse fra FDM travel

Land	2*	3*	4*	5*	Gennemsnit af alle hoteller
Tyskland	N/A	6,8	16,8	30,3	18,6
Spanien	N/A	9,6	13,5	33,9	20,6
UK	7,1	12,2	18,6	37,2	15,8
USA	17,6	22,8	36,8	64,2	21,8
Canada	18,9	17,7	20,0	N/A	17,4
Australien	N/A	40,8	36,6	52,4	43,1

Tabel 14: Emissionsfaktorer i CO₂-æquivalente mængder i kg/værelse [kgCO₂e/værelse] for udvalgte lande. Segmenteret efter stjerner og lande. Kilde: (Ricaurte & Jagarajan, 2019).

Emissionstabeller

De følgende tabeller opsummerer emissionsfaktorer for biler (Tabel 15) og øvrige transportformer (Tabel 16). Resultaterne er vist i gram CO₂ per person-km. For biler er emissionsfaktorerne vist ved belægningsgrad på 2 personer per køretøj og 4 personer per køretøj. For nærmere gennemgang af emissionsfaktorerne se forrige afsnit.

Emissionstabel for biler

Fremdriftsmiddel	Geografi	Segmentering	Emissionsfaktor
			[gCO ₂ /pkm] 2 pers / 4 pers
Benzin	USA	Lille	83 / 41
		Mellem	92 / 46
		Stor	100 / 50
		Autocamper	202 / 101
Benzin	Australien	Lille	79 / 40
		Mellem	88 / 44
		Stor	96 / 48
		Autocamper	194 / 97
Benzin	EU28	Lille	67 / 34
		Mellem	75 / 37
		Stor	82 / 41
		Autocamper	165 / 82
Diesel	EU28	Lille	61 / 30
		Mellem	68 / 34
		Stor	74 / 37
El	EU28	Lille	29 / 15
		Mellem	33 / 16
		Stor	36 / 18

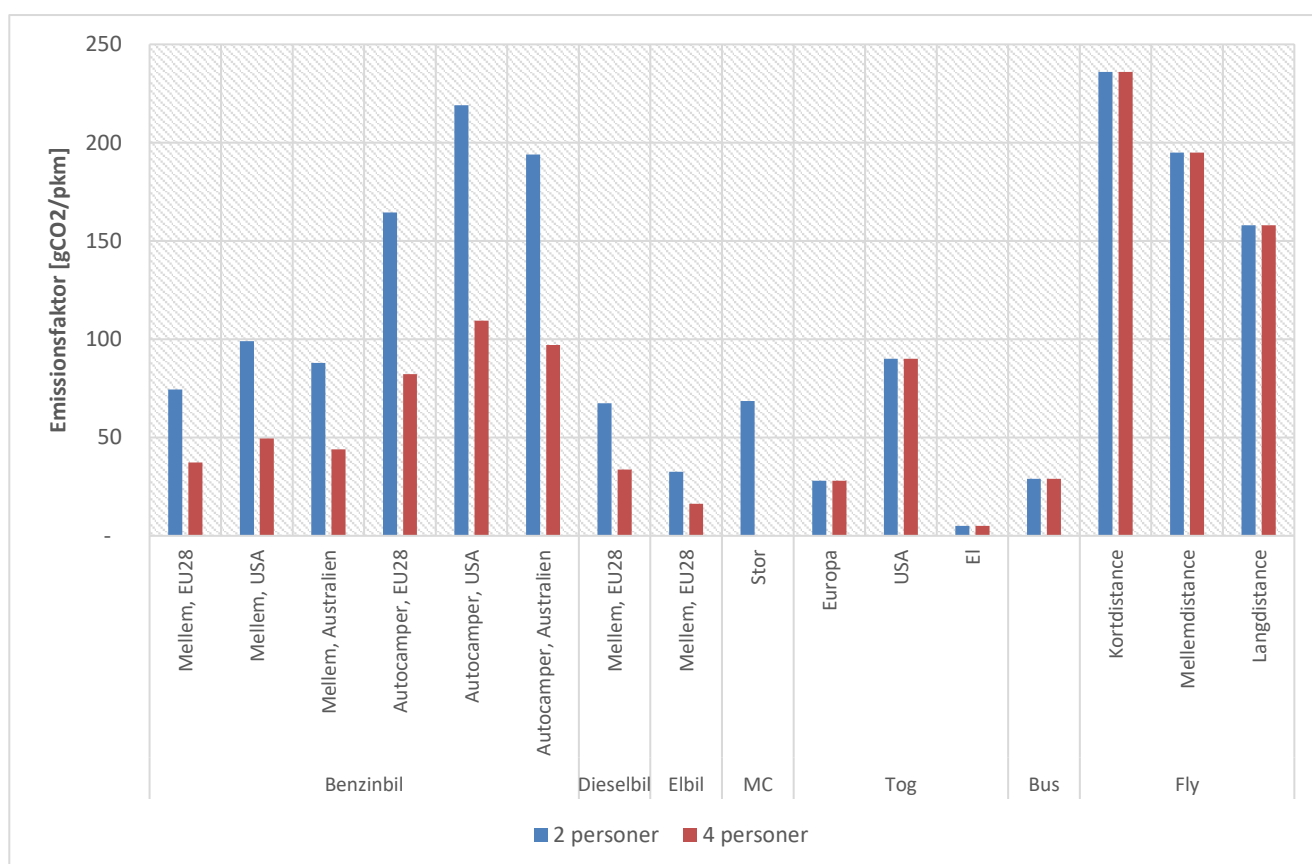
Tabel 15: Emissionsfaktorer for forskellige typer biler inddelt efter geografi og størrelse. Emissionsfaktorer for biler er afhængige af antallet af personer i køretøjet. Resultatet er vist for 2 personer og 4 personer i gCO₂/pkm.

Indholdet i denne rapport må ikke benyttes eller gengives uden skriftlig godkendelse fra FDM travel

Emissionstabel for øvrige transportformer

Transportform	Segmentering	Emissionsfaktor [gCO ₂ /pkm]
Motorcykel	Stor (> 500cc)	137
Tog	Europa	28
	USA	90
	EI (TGV, Eurostar)	5
Bus		29
Fly (økonomiklasse)	Kortdistance	236
	Mellemdistance	195
	Langdistance	158

Tabel 16: Emissionsfaktorer for øvrige transportformer i gCO₂/pkm.



Figur 1: Emissionsfaktorer for udvalgte transportformer i gCO₂/pkm ved 2 personer og 4 personer.

Indholdet i denne rapport må ikke benyttes eller gengives uden skriftlig godkendelse fra FDM travel

Emissionsfaktorer for hotelovernatninger i Europa er taget som gennemsnittet af alle hoteller i Tyskland, Spanien og UK.

Emissionstabel for hotelovernatninger

Land	Emissionsfaktor [kgCO ₂ /værelse]
Europa	18,3
USA	21,8

Tabel 17: Emissionsfaktorer for hotelovernatning i Europa og USA i kgCO₂/værelse.

Eksempler på samlede beregninger

For at illustrere anvendelsen af emissionsfaktorerne er samlede emissioner per person beregnet for en uges rejse fra København til Paris tur/retur og en to ugers rejse på USA's østkyst fra New York til Miami med start og slut i København. Rejserne er beregnet med emissioner ved hhv. 2 og 4 rejsende.

København – Paris t/r:

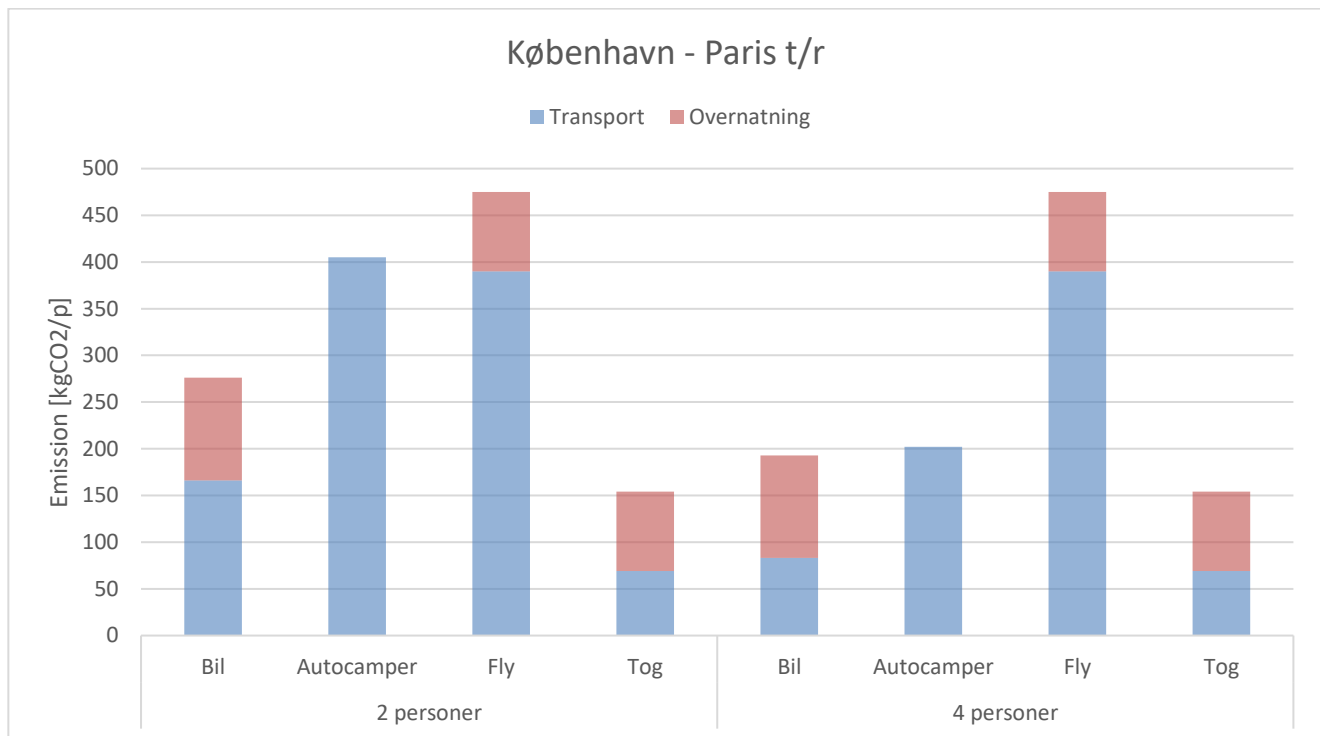
Distancen fra København til Paris er ca. 1230 km over land og ca. 1000 km i luften. Hotelovernatninger i Europa har en emissionsfaktor på 18,3 kgCO₂/værelse. Der er opstillet fire udvalgte rejsescenarier:

- Kør-selv-ferie i personbil:
Transport foregår i dieselbil i mellemkategorien, som har en emissionsfaktor på 135 gCO₂/vkm. Derudover er der indlagt yderligere en hotelovernatning per vej.
- Kør-selv-ferie i autocamper:
Transport foregår i benzindreven autocamper, som har en emissionsfaktor på 329 gCO₂/vkm. Alle nætter både under transport og ophold i Paris tilbringes i autocamperen, som antages emissionsfri.
- Fly:
Transport foregår med mellemdistance fly på økonomiklasse, som har en emissionsfaktor på 195 gCO₂/pkm.
- Nattog:
Transport foregår med nattog, som gennemsnitligt i Europa har en emissionsfaktor på 28 gCO₂/pkm. Da der rejses om natten er transporten ikke forbundet med yderligere hotelovernatninger.

København – Paris t/r (7 nætters ophold)	Emission fra transport [kgCO ₂ /p] 2 pers / 4 pers	Emission fra overnatning [kgCO ₂ /p]	Samlet emission [kgCO ₂ /p] 2 pers / 4 pers
Kør-selv-ferie, dieselbil, mellem (9 hotelovernatninger)	166 / 83	110	276 / 193
Kør-selv-ferie, autocamper (0 hotelovernatninger)	405 / 202	0	405 / 202
Fly (7 hotelovernatninger)	390 / 390	85	475 / 475
Nattog (7 hotelovernatninger)	69 / 69	85	154 / 154

Tabel 18: Emissionsregnskab for 7 nætters ferie København - Paris t/r for hhv. 2 og 4 personer.

Indholdet i denne rapport må ikke benyttes eller gengives uden skriftlig godkendelse fra FDM travel



Figur 2: Emissionsregnskab for 7 nætters ferie København - Paris t/r for hhv. 2 og 4 personer.

Den samlede emission per person er for begge kør-selv-ferier afhængig af antallet af personer i køretøjet. For bil og autocamper bliver emissionen fra transportdelen af rejsen halveret når man rejser 4 fremfor 2 personer. For fly og tog vil emissionen per person være uafhængig af antallet af rejsende.

København – New York – Miami – København:

Distancen fra København til New York er ca. 6200 km mens distancen fra Miami til København er ca. 7800 km. Fra New York til Miami er der ca. 2100 km over land og 1800 km i luften. For alle rejsescenarier gælder, at det kræves langdistancefly fra København til New York og fra Miami til København, som har en emissionsfaktor på 158 gCO₂/pkm. Hotelovernatninger i USA har en emissionsfaktor på 21,8 kgCO₂/værelse. Der er opstillet fire udvalgte rejsescenarier:

- Leje af personbil:
Transport foregår i benzinbil i mellemkategorien, som har en emissionsfaktor på 183 gCO₂/vkm i USA.
- Leje af autocamper:

Indholdet i denne rapport må ikke benyttes eller gengives uden skriftlig godkendelse fra FDM travel

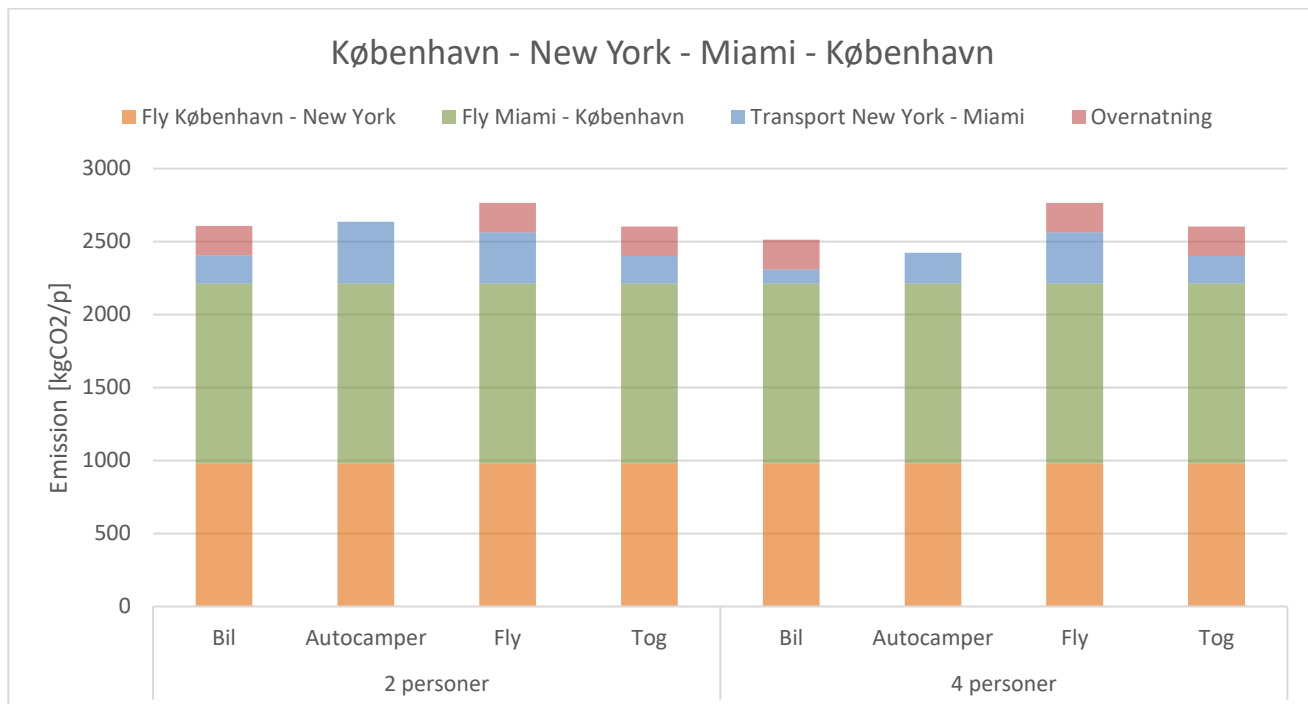
Transport foregår i benzindreven autocamper, som har en emissionsfaktor på 405 gCO₂/vkm i USA. Alle nætter tilbringes i autocamperen, som antages emissionsfri.

- Indenrigsflyvning:
Transport foregår med mellemdistance fly på økonomiklasse, som har en emissionsfaktor på 195 gCO₂/pkm.
- Tog:
Transport foregår med tog, som gennemsnitligt i USA har en emissionsfaktor på 90 gCO₂/pkm.

København – New York – Miami - København (14 nætters ophold)	Fly København – New York [kgCO ₂ /p]	Fly Miami – København [kgCO ₂ /p]	Transport New York – Miami [kgCO ₂ /p] 2 pers / 4 pers	Emission fra overnatning [kgCO ₂ /p]	Samlet emission [kgCO ₂ /p] 2 pers / 4 pers
Lejebil, benzin, mellem (14 hotelovernatninger)	980	1232	193 / 97	203	2608 / 2512
Lejebil, autocamper (0 hotelovernatninger)	980	1232	424 / 212	0	2636 / 2424
Fly (14 hotelovernatninger)	980	1232	351 / 351	203	2766 / 2766
Tog (14 hotelovernatninger)	980	1232	189 / 189	203	2604 / 2604

Tabel 19: Emissionsregnskab for 14 nætters ferie København - New York - Miami - New York for hhv. 2 og 4 personer.

Indholdet i denne rapport må ikke benyttes eller gengives uden skriftlig godkendelse fra FDM travel



Figur 3: Emissionsregnskab for 14 nætters ferie København - New York - Miami - New York for hhv. 2 og 4 personer.

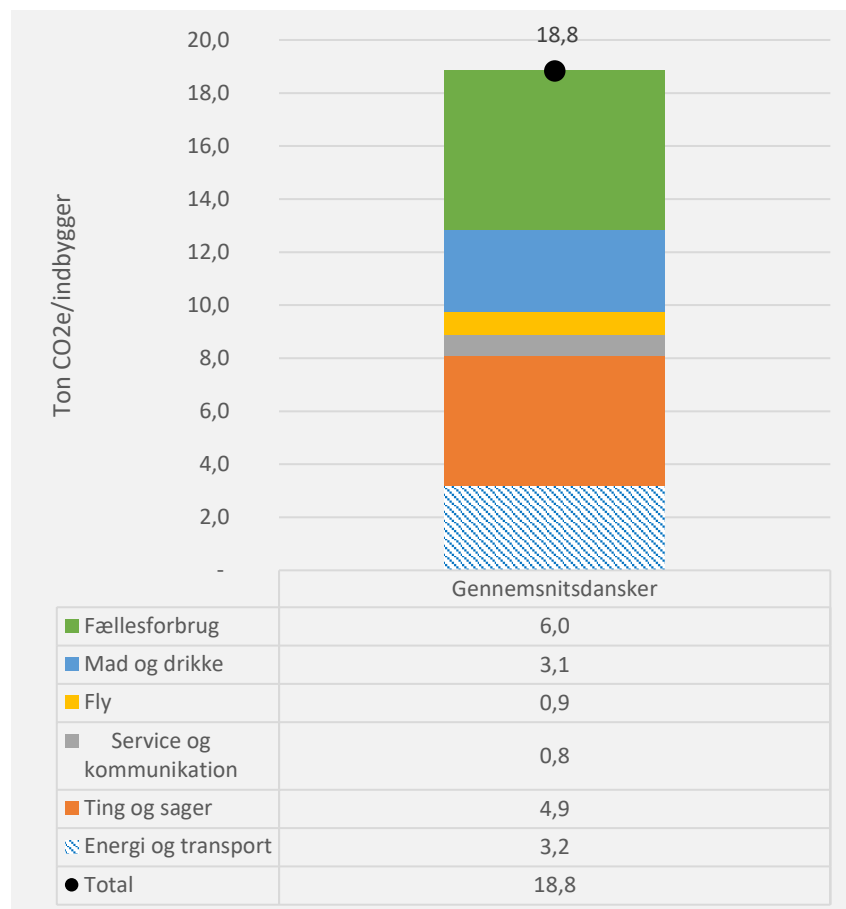
Alle de fire valgte rejsescenarier har samlede emissioner på ca. 2400 til 2800 kgCO₂/p uafhængig af antallet af rejsende. Resultaterne viser, at grundet de lange fly-turer på tværs af Atlanten er den valgte indenrigsrejseform af mindre betydning.

Eksempelrejsernes udledning sat i forhold til den gennemsnitlige dansker årlige udledning

Concito har i en analyse beregnet, at en gennemsnitlig dansker årligt udleder svarende til ca. 19 ton CO₂-ækvivalenter (Concito, 2017). Kigges der på eksempelrejsen til Paris med bil (2 personer) og fly, svarer det til hhv. ca. 1,5% og ca. 2,5% af en gennemsnitlig danskers årlige udledning. CO₂-udledningen fra bilrejsen (2 personer) og flyrejsen i USA svarer til hhv. ca. 13,7% og ca. 14,5% af en gennemsnitlig danskers årlige udledning. Det skal nævnes, at emissionen på 19 ton CO₂-ækvivalenter er inklusive offentligt forbrug på ca. 6 ton årligt per dansker.

Nedenstående figur gengiver Concitos opgørelse af den gennemsnitlige danskers klimaafttryk. Fraregnes det fælles forbrug på 6 ton CO₂e/indbygger (som bl.a. indbefatter hospitaler, fælles infrastruktur mv) er det gennemsnitlige forbrug ca. 12,8 ton CO₂e/indbygger per år.

Indholdet i denne rapport må ikke benyttes eller gengives uden skriftlig godkendelse fra FDM travel



Figur 4: Den gennemsnitlige danskers klimaaftryk. Kilde: Concito.

Referencer

- ABS. (2019). *Motor Vehicle Census*. Australien Bureau of Statistics.
- Australian Government. (2019). *National Greenhouse Accounts Factors*.
Department of the Environment and Energy.
- Concito. (2017). *Større trivsel med mindre klimabelastning*. Concito.
- EPA. (2018). *Emission Factors for Greenhouse Gas Inventories*. United States
Environmental Protection Agency.
- Government of France. (2012). *CO2 information for transport services*.
Ministry of Ecology Sustainable Development and Energy.
- Gudmundsson, H. (2019). *Flyrejser, klima og kompensation*. Concito.
- IEA. (2017). *Railway Handbook 2017 - Energy Consumption and CO2
emissions*. UIC.
- IEA. (2019). *Fuel Economy in Major Car Markets: Technology and Policy Drivers
2005-2017*. International Energy Agency.
- Kuonen, S. (2015). *Estimating greenhouse gas emissions from travel - a GIS
based study*. University of Basel.
- Larsson, J., & Kamb, A. (2018). *Semestern och klimatet*. Göteborg: Chalmers
Tekniska Högskola.
- Ricaurte, E., & Jagarajan, R. (2019). *Benchmarking Index 2019: Carbon, Energy,
and Water*. Cornell University.
- Statistics Norway. (2017). *Emission factors used in the estimations of emission
from combustion*. Statistics Norway.
- Steinegger, R. (2017). *Fuel economy for aircraft operation as a function of
weight and distance*. Winterthur University.
- UK Government. (2018). *2018 Government GHG conversion factors for
company reporting*. Department for Business, Energy & Industrial
Strategy.
- UK Government. (2019). *2019 Government greenhouse gas conversion factors
for company reporting*. . Departement for Business, Energy &
Industrial Strategy.
- Yang, Z., & Bandivadekar, A. (2017). *Light-Duty Vehicle Greenhouse Gas and
Fuel Economy Standards*. The International Council on Clean
Transportation.