

DSB

SAMMENLIGNING AF EMISSIONSFAKTORER

ARBEJDSPAPIR

ADRESSE COWI A/S
Parallevej 2
2800 Kongens Lyngby

TLF +45 56 40 00 00

FAX +45 56 40 99 99

WWW cowi.dk

INDHOLD

1	Metode	1
2	Resultater Danmark	2
2.1	Personbiler	2
2.2	Fjernbusser	3
2.3	Færge	4
2.4	Fly	4
2.5	Tog	5
3	Internationale emissionsfaktorer	6
3.1	Tog	6
3.2	Personbiler	7
3.3	Færger	8
3.4	Fly	8

1 Metode

Dette arbejdsnotat præsenterer gennemsnitlige CO₂ emissionsfaktorer for et udvalg af transportmidler. Transportmidlerne er udvalgt således at de repræsenterer alternativer til rejser med tog. Der er beregnet emissionsfaktorer på følgende transportmidler.

- > Personbiler
- > Fjernbusser
- > Færge
- > Fly
- > Tog

PROJEKTNR.

A238491-001

DOKUMENTNR.

01

VERSION

2

UDGIVELSES DATO

31. marts, 2022

BESKRIVELSE

UDARBEJDET

JJD

KONTROLLERET

JEE

GODKENDT

JJD

Emissioner fra personbiler er beregnet på baggrund af beregnede kørselsomkostninger rapporteret på DTU's hjemmeside¹. Beregningerne i denne model er baseret på oplysninger på de hyppigste biler i bilparken og korrigeret således at bilernes brændstofforbruget svarer til det faktiske forbrug.

Emissionerne fra busser er beregnet på baggrund af en model som COWI har udviklet for Vejdirektoratet. Denne model er ganske vidst baseret på TEMA, men den indregner en lille forbedring i brændstoffektiviteten. Derfor forventer vi at denne model vil give et mere retvisende billede end den oprindelige TEMA-model.

Emissionerne fra Færgen (Odden-Århus) er beregnet på baggrund af TEMA2015. Dog med den væsentlige korrektion at færgens belægning er opdateret med 2019 belægning fra Danmarks Statistik. Det vil således give en mere retvisende fordeling af emissionernes fordeling mellem gods og passagerer. Derudover er færgens samlede energiforbrug korrigeret, således at det svarer til det faktiske dieselforbrug i 2019.

Emissioner fra fly er beregnet ved hjælp af ICAO CO₂ beregner².

Emissioner for tog er beregnet på grundlag af baggrundsdata fra DSB's klimaregnskab. Her er togenes energiforbrug per togkilometer opgjort ved at dividere det samlede energiforbrug med de kørte kilometer. For at gøre togenes energiforbrug sammenligneligt med øvrige transportmidler er der fratrukket 10% til forbrug der ikke direkte relaterer til passagertransport. De 10% er skønnet af DSB.

2 Resultater Danmark

2.1 Personbiler

Emissioner fra personbiler er som nævnt beregnet på baggrund af beregnede kørselsomkostninger rapporteret på DTU's hjemmeside³.

¹ <https://www.cta.man.dtu.dk/modelbibliotek/teresa/transportoekonomiske-enhedspriser>

² ICAO er den internationale sammenslutning af flyselskaber som har udviklet en model til beregning af CO₂ emissioner fra flytrafik.

Kilde: <https://www.icao.int/environmental-protection/CarbonOffset/Pages/default.aspx>

³ <https://www.cta.man.dtu.dk/modelbibliotek/teresa/transportoekonomiske-enhedspriser>

Tabellen nedenfor viser de således beregnede emissionsfaktorer for en gennemsnitlig personbil i 2021.

	g CO₂ / km	Per personkm
Benzin	172	123
Diesel	159	114
Gnsn. Benzin/diesel	167	119
Hybrid	69	49
Elektricitet	18	13
Gnsn	162	116

2.2 Fjernbusser

Til beregning af emissioner fra fjernbusser er som nævnt anvendt baggrundsdata fra model udviklet for Vejdirektoratet. Der er anvendt emissionsfaktorer for turistbus ≥ 18 ton totalvægt idet det vurderes at denne type er mest almindelig til fjernbusserne.

Emissionsfaktorer for vejtransport afhænger i høj grad af hvilken type vej der køres på. Til vurdering af hvilke køremønstre der anvendes, er anvendt en gennemsnitlig fordeling på by-, landevej og motorvej på de følgende fire rejserelationer.

- > København H - Ålborg
- > København H - Århus H
- > København H - Odense
- > Viborg - Ålborg

Table 2-1 Anvendt fordeling af kørsel på vejtype

Andel kørsel fordelt på vejtype	
By	4,8%
Land	18,7%
Motorvej	77,5%
I alt	100%

Endelig er det antaget at den gennemsnitlige belægning på fjernbusser udgør 63%. Denne belægningsgrad er anvendt af Flixbus⁴.

Beregnet på denne måde fås emissioner per buskm. hhv. passagerkm. som vist i tabellen nedenfor.

	g CO₂ / buskm.	Per personkm.
Fjernbus	783	23

2.3 Færge

Emission for færgen (Odden-Århus) er som nævnt beregnet ved hjælp af TEMA2015, og korrigeret for belægning 2019 og for det konkrete dieselforbrug.

Tabellen nedenfor viser den gennemsnitlige belægning på færgen i 2019.

Type	Antal
Landgangspassagerer	156,6
Biler	176
Busser	1,5
LastbilPBE	1,9

Tabellen nedenfor viser emissionen per passagerkm afhængig af hvordan passageren kommer ombord på færgen.

Ombord	G CO₂ per passkm
Landgangspassager	109
I bil (gnsn 1,4 i bil)	782
Bus passager (34 pass i bus)	515

CO₂ emissionen fra færgen afhænger meget af hvordan passageren kommer ombord. Hvis der er tale om en landgangspassager er CO₂ emissionen 109 g CO₂ per km, hvis passageren kommer ombord i en bus, er emissionen 515 g CO₂ per km.

2.4 Fly

Emission for fly er som nævnt beregnet ved hjælp af ICAO's emissionsberegner⁵. Modellen tager ikke højde for at CO₂ emissioner udledt i atmosfæren er ca. 2 gange mere skadelig for klimaet end emissioner udledt på landjorden.

⁴ kilde: <https://www.transportnyhederne.dk/?Id=56593>

⁵ <https://applications.icao.int/icec>

Der er beregnet CO₂ udledninger på 2 ruter, København – Aalborg og København – Århus. Resultaterne er angivet i tabellen nedenfor.

	Distance (km)	Kg CO ₂ per passager per tur	g CO ₂ per km.
København – Aalborg	237	38,5	162,4
København – Aarhus	146	23	157,5
Gennemsnit			160,0

2.5 Tog

Emissioner for tog er som nævnt beregnet på grundlag af baggrundsdata fra DSB's klimaregnskab 2020 og 2021. Tabellerne nedenfor viser beregningen af emissioner for tog.

Tabel 2-2 Emissioner per pladskilometer

	IC3 Diesel	IC4 Diesel	IR4 EI	EB+DD EI	Fremtidens Tog 300 EI	Stog EI
Liter/KWh pr. km	1,22	1,85	7,21	12,12	6,85	7,5
Gram CO₂ pr. liter og pr.	2654	2654	122	122	122	122
CO₂ gram pr km	3.238	4.910	880	1.479	836	913
Reduktion ved rangering mv.	10%	10%	10%	10%	-	-
CO₂ gram pr. km	2.914	4.419	792	1.331	836	913
Antal pladser	151	205	220	427	300	336
CO₂ pr. pladskilometer	19,3	21,5	3,6	3,1	2,8	2,7

Note: Reduktion ved rangering mv. er skønnet af DSB. Reduktionen er foretaget for at gøre tog sammenlignelig med øvrige transportmidler, hvor kørsel til reparation mv. ikke er medregnet. kWh per km for fremtidens tog er oplyst af DSB. CO₂ per kWh er baseret på Energinet, 122 g CO₂ / kWh.

Elforbrug for Stog er beregnet ud fra det samlede elforbrug i 2019 på 114,7 GWh og det samlede trafikarbejde på 15.330.000 togkilometer. Det giver 7,5 kWh per togkilometer, svarende til 913 gram CO₂ per togkilometer når elproduktionen udleder 122 g CO₂ per kWh.

Tabellen nedenfor viser emissionerne per passagerkilometer. Belægningen er ikke knyttet til det enkelte litra, men til det togsystem DSB vælger at anvende

materiellet i. Derfor er emissionsfaktorerne beregnet for belægningsgrader for både Intercity- og regionaltrafik.

Tabel 2-3 Emissioner per passagerkilometer

	Gram CO ₂ per pladskm.	Gram CO ₂ per per- sonkm. ved belægning 48%	Gram CO ₂ per per- sonkm. ved belægning 32%	Gram CO ₂ per per- sonkm. ved belægning 25%
IC3 – diesel	19,3	40	60	
IR4 – el	3,6	7	11	
IC4 – diesel	21,5	45	67	
EB+DD - el	3,1	6	10	
Fremtidens tog - el	2,8	6	9	
S-tog -el	2,7			11

Note: 48% er Belægningsgrad for IC og Lyn, 32% er belægningsgrad for regionaltrafik.

3 Internationale emissionsfaktorer

3.1 Tog

På ruten København-Hamburg og Århus-Hamburg køres der udelukkende med IC3 tog via Padborg og emissionerne er de samme som angivet i afsnit 2.5 på side 5 - 6.

For fjernrejser videre fra Hamborg anvendes primært ICE eltog fra Hamburg til slutdestinationen. Ifølge DB er energiforbruget fra ICE-toget angivet til 0,025 kWh per passagerkilometer for tog der kører under 200 kmt og 0,037 kWh per passagerkilometer for tog der kører over 200 kmt. Ifølge DB kører ICE toget på fjernrejser udelukkende på 100% Ökostrom (vorwiegend Wasserkraft) med en emission på 0,003 kg CO₂ per kWh. Det resulterer i en emission på hhv. 0,127 og 0,188 gram CO₂ per passagerkilometer for fjernrejser i Tyskland med en belægningsgrad på 59%, som opgivet af DB.

DB giver ikke information om CO₂ emissioner i lande ud over Tysklands grænser. Ifølge det Europæiske Energiagentur (EEA) er den gennemsnitlige CO₂

emission fra elproduktion i EU27 230,7 gram CO₂ per kWh⁶. Hvis man anvender den gennemsnitlige emission fra elproduktion i Europa, fås en CO₂ emission fra ICE toget på hhv. 9,8 og 14,5 gram CO₂ per passagerkilometer med ICE toget.

Den følgende tabel viser beregningerne for det tyske ICE tog.

Tabel 3-1 Emissioner fra det tyske ICE tog

	ICE < 200 kmt	ICE > 200 kmt
Energiforbrug		
Per pladskm (kWh/km)	0,025	0,037
Belægning	59%	59%
Per passagerkm (kWh/km)	0,042	0,063
CO₂ emissioner		
Intern Tyskland fjernrejser 100% Ökostrom		
Kg CO ₂ / kWh	0,003	0,003
Gram CO ₂ / passkm	0,127	0,188
Gennemsnit Europa		
Kg CO ₂ / kWh	0,231	0,231
Gram CO ₂ / passkm	9,8	14,5

Kilde: Energiforbrug, belægning og 100% Ökostrom: DB: <https://www.umwelt-mobilcheck.de/>. Elproduktion Europa: <https://www.eea.europa.eu/ims/greenhouse-gas-emission-intensity-of-1>

Emissionerne for specifikke rejser kan findes vha. DBs UmweltMobil.
<https://www.umweltmobilcheck.de/>.

3.2 Personbiler

Emissioner fra personbiler er som nævnt beregnet på baggrund af beregnede kørselsomkostninger rapporteret på DTU's hjemmeside. Emissionerne for kørsel i

⁶ Kilde: <https://www.eea.europa.eu/ims/greenhouse-gas-emission-intensity-of-1>

Tyskland skønnes at være de samme pr km som for kørsel i Danmark, idet kørselen antages foretaget med biler fra den danske bilflåde.

Se de danske emissionsfaktorer for personbiler i afsnit 2.1.

3.3 Færger

Da DSB og COWI ikke kender færgens udledning på ruten Rødby-Puttgarden og Gedser-Rostock er denne sat til 0 ifm. sammenligninger på konkrete relationer.

3.4 Fly

Emission for fly er som tidligere nævnt beregnet ved hjælp af ICAO's emissionsberegner. Modellen tager ikke højde for at CO₂ emissioner udledt i atmosfæren er ca. 2 gange mere skadelig for klimaet end emissioner udledt på landjorden.

Der er beregnet CO₂ udledninger på 2 ruter, København – Hamborg og København – Berlin. Resultaterne er angivet i tabellen nedenfor.

Tabel 3-2 Emissioner fra fly på udvalgte destinationer

	Distance (km)	Kg CO ₂ per passager per tur	g CO ₂ per km.
København – Hamborg	280	52,3	186,8
København – Berlin	365	55,9	153,2
Gennemsnit			170,0