

DSB

SAMMENLIGNING AF EMISSIONSFAKTORER

ARBEJDSPAPIR

ADRESSE COWI A/S
Parallelvej 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	2
2.1	Personbiler	2
2.2	Fjernbusser	3
2.3	Færge	4
2.4	Fly	4
2.5	Tog	5

1 Metode

Dette arbejdsnotat præsenterer gennemsnitlige CO₂ emissionsfaktorer for et udvalg af transportmidler for 2022. 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

26. oktober, 2023

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 brændstofeffektiviteten. Derfor forventer vi at denne model vil give et mere retvisende billede end den oprindelige TEMA-model.

Emissionerne fra Færge (Odden-Århus) er beregnet på baggrund af TEMA2015. Dog med den væsentlige korrektion at færgens belægning er opdateret med 2022 belægning fra Danmarks Statistik. Det vil således give en mere retvisende fordeling af emissionerne mellem gods og passagerer. Derudover er færgens samlede energiforbrug korrigeret, således at det svarer til det faktiske dieselforbrug.

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 fratrasket 10% til forbrug der ikke direkte relaterer til passagertransport. De 10% er skønnet af DSB.

2 Resultater

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-enderhedspriser>

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-enderhedspriser>

Tabellen nedenfor viser de således beregnede emissionsfaktorer for en gennemsnitlig personbil i 2022.

	g CO ₂ / km	Per personkm
Benzin	167	129
Diesel	158	122
Gnsn. Benzin/diesel	164	126
Hybrid	69	53
Elektricitet	19	15
Gnsn	154	118

Note: Belægningsgrad ifølge Transportvaneundersøgelsen 2021⁴ 1,3 person per bil

2.2 Fjernbusser

Til beregning af emissioner fra fjernbusser er som nævnt anvendt baggrundsdata fra en 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

Anvendt fordeling af kørsel på vejtype

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

⁴ https://www.cta.man.dtu.dk/-/media/centre/modelcenter/tu_2022/tu_danmark_2021_n.pdf

Endelig er det antaget at den gennemsnitlige belægning på fjernbusser udgør 63%. Denne belægningsgrad er anvendt af Flixbus⁵.

Beregnet på denne måde fås emissioner per buskm. hhv. passagerkm. som vist i tabellen nedenfor (med udgangspunkt i en typisk bus med 54 siddepladser).

	g CO ₂ / buskm.	Per personkm.
Fjernbus	690	20

2.3 Færge

Emission for færgen (Odden-Århus) er som nævnt beregnet ved hjælp af TEMA2015, og korrigeret for belægning 2022 og for det konkrete dieselforbrug.

Tabellen nedenfor viser den gennemsnitlige belægning på færgen i 2022.

Type	Antal
Landgangspassagerer	117,2
Biler	149
Busser	1,3
Lastbiler (PBE)	4,3

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

Ombord	G CO ₂ per passkm
Landgangspassager	109
I bil (gnsn 1,4 i bil)	915
Bus passager (34 pass i bus)	603

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 603 g CO₂ per km.

2.4 Fly

Emission for fly er som nævnt beregnet ved hjælp af ICAO's emissionsberegner⁶. Modellen tager ikke højde for at CO₂ emissioner udledt i atmosfæren er ca. 2 gange mere skadelig for klimaet end emissioner udledt på landjorden.

⁵ kilde: <https://www.transportnyhederne.dk/?Id=56593>

⁶ <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	39,3	165,8
København – Aarhus	146	28,5	195,2
Gennemsnit			180,5

2.5 Tog

Emissioner for tog er som nævnt beregnet på grundlag af baggrundsdata fra DSB's Klimaregnskab 2022. Tabellerne nedenfor viser beregningen af emissioner for tog.

Tabel 2-1 Emissioner per pladskilometer

	IC3 Die- sel	IC4 Diesel	IR4 EI	EB+DD EI	Fremtidens Tog 300 EI	Stog
CO ₂ per pladskm	22	28	4,1	2,4	2,8	2,7
Reduktion ved rangering mv.	10%	10%	10%	10%	-	-
CO ₂ pr. pladski- lometer	19,8	25,2	3,7	2,2	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.

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 2-2 Emissioner per passagerkilometer

	Gram CO ₂ per pladskm.	Gram CO ₂ per per- sonkm. ved belægning 47%	Gram CO ₂ per per- sonkm. ved belægning 27%	Gram CO ₂ per per- sonkm. ved belægning 21%
IC3 – diesel	19,8	42,0	72,5	
IC4 – diesel	25,2	53,4	92,3	
IR4 – el	3,7	7,8	13,5	
EB+DD – el	2,2	4,6	7,9	
Fremtidens tog – el	2,8	5,9	10,3	
S-tog –el	2,7			12,9

Note: 47% er Belægningsgrad for IC og Lyn, 27% er belægningsgrad for regionaltrafik. Kilde DSB. Stog 21%. Kilde: DSB.

3 Internationale emissionsfaktorer

3.1 Tog

På ruten København-Hamburg og Århus-Hamburg køres halvdelen af trafikken med IC3 og den anden halvdel med EB og nogle tyske IC1 vogne. Antallet af pladser i en dansk EB+DD stamme er det samme som EB+IC1, så det kan antages at energiforbruget er det samme. Da emissionerne fra elproduktion i Europa er større end i Danmark vil den gennemsnitlige CO₂ emission fra EB+DD være lidt større end for ren kørsel i Danmark.

Tabel 3-1 Emissionsfaktorer på ruter til Hamborg.

	Gram CO ₂ per pladskm.	Gram CO ₂ per per- sonkm. ved belægning 47%	Gram CO ₂ per per- sonkm. ved belægning 27%
IC3 – diesel	19,8	42,0	72,5
EB+DD - el	3,0	6,3	10,9

Hvis der antages en belægningsgrad på 47% for IC3 og 27% for EB+DD vil den gennemsnitlige emission per passagerkilometer på ruter til Hamborg udgøre 26,4 gram CO₂ per passagerkilometer.

For fjernrejser videre fra Hamborg anvendes primært ICE eltog fra Hamborg til slutdestinationen. Ifølge DB er energiforbruget fra ICE-toget angivet til 0,025 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 251 gram CO₂ per kWh⁷. 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 3-2 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

⁷ Kilde: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/co2-emission-intensity-14/download.table>

CO ₂ 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	0,251	0,251
Gram CO ₂ / passkm	10,6	15,7

Kilde: Energiforbrug, belægning og 100% Ökostrom: DB: <https://www.umwelt-mobilcheck.de/>. Elproduktion Europa: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/co2-emission-intensity-14/download.table>

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

Se de danske emissionsfaktorer for personbiler i afsnit 2.1.

3.3 Færger

DSB og COWI kender ikke færgens udledning på ruten Rødby-Puttgarden og Gedser-Rostock.

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 3 ruter, København – Hamborg, København – Berlin og København – München. Resultaterne er angivet i tabellen nedenfor.

Tabel 3-3 Emissioner fra fly på udvalgte destinationer

	Distance (km)	Kg CO ₂ per passager per tur	g CO ₂ per km.
København – Hamborg	280	47,0	167,9
København – Berlin	365	53,4	146,3
København – München	809	99,0	122,4
Gennemsnit			145,5