

DSB

SAMMENLIGNING AF EMISSIONSFAKTORER

NOTAT

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	2
2	Indenrigs transportmidler	4
2.1	Resultater	4
2.2	Personbiler	4
2.3	Fjernbusser	5
2.4	Tog	6
2.5	Færge	7
2.6	Fly	8
3	Internationale transportmidler	8
3.1	Resultater	8
3.2	Personbiler	9
3.3	Fjernbus	9
3.4	Tog	10
3.5	Færger	11
3.6	Fly	11

PROJEKTNR. DOKUMENTNR.

A238491-005 001

VERSION	UDGIVELSESDATO	BESKRIVELSE	UDARBEJDET	KONTROLLERET	GODKENDT
4.0	07-06-2024	Notat	LKPD	JEE	VIFO

1 Metode

Dette arbejdsnotat præsenterer gennemsnitlige emissionsfaktorer for et udvalg af transportmidler for 2023. Transportmidlerne er udvalgt så de repræsenterer alternativer til rejser med tog. Der er beregnet emissionsfaktorer på følgende transportmidler.

- > Personbiler, herunder:
 - > Benzinbiler
 - > Dieselmotorer
 - > Elbiler
 - > Plugin hybridbiler
- > Fjernbusser
- > Tog
- > Færger
- > Fly

Emissioner fra personbilerne 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 så bilernes brændstofforbrug svarer til det faktiske forbrug. For plugin hybridbilernes emissionsfaktorer er der dog anvendt en anden metode. Årsagen til dette er, at der er en ret stor afvigelse i den reelle adfærd (fordelingen af kørsel mellem benzin og strøm), hvormed bilerne bliver anvendt og den adfærd som bilproducenterne opgiver². Til beregning af plugin hybridbilernes emissionsfaktorer er der derfor anvendt reelle kørselsdata fra Connected Cars på 1.156 plugin hybridbiler i Danmark.

Emissionerne fra busser er beregnet på baggrund af modellen TEMA2015. Dertil er lagt en årlig forbedring på 1 % i forhold til brændstoffektiviteten.

Emissionerne fra færgen (Aarhus-Odden) er beregnet på baggrund af TEMA2015. Dog med den væsentlige korrektion, at færgens belægning er opdateret med 2023-belægning fra Danmarks Statistik. Det vil således give en mere retvisende fordeling af emissionerne mellem gods og passagerer. Derudover er færgens samlede energiforbrug korrigeret, så det svarer til det faktiske diesel-forbrug.

Emissioner fra fly er beregnet ved hjælp af en beregner fra ICAO, som er den internationale sammenslutning af flyselskaber.

¹ [TERESA og Transportøkonomiske Enhedspriser \(dtu.dk\)](https://www.dtu.dk/tema/transport/transportoekonomiske-enhedspriser)

² [Plugin hybridbiler i Danmark udleder dobbelt så meget CO2 som tilladt \(ing.dk\)](https://www.ing.dk/nyheder/plugin-hybridbiler-i-danmark-udleder-dobbelt-sa-meget-co2-som-tilladt)

Emissioner for tog er beregnet på grundlag af baggrundsdata fra DSB's klimaregnskab. Her er togenes energiforbrug per liter-kilometer 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. Ved "Fremtidens tog" er der taget udgangspunkt i tog-modellen "Coradia Stream", som omfatter IC5, der forventes at være i drift i 2027³. For disse er værdierne beregnet, da der endnu ikke er driftserfaringer til rådighed.

For de transporttyper hvor udledningen fra elmikset anvendes, tages der udgangspunkt i data for året 2022, selvom data for 2023 har været tilgængeligt under udarbejdelsen af notatet. Dette skyldes, at der har været anvendt data fra 2022 i DSB's årsrapport for 2023⁴, og at der ønskes en sammenligning af værdierne på tværs af årsrapporten og dette notat.

³ [IC5 | Fremtidens Tog \(dsb.dk\)](#)

⁴ [DSB Årsrapport 2023](#)

2 Indenrigs transportmidler

I dette afsnit sammenlignes emissionsfaktorerne for transportmidler anvendt i Danmark.

2.1 Resultater

I Tabel 2-1 ses der en rangeret sammenligning blandt de medtagne transportmidler. Yderligere data findes i afsnittene for de respektive transportmidler. Transportmidlerne i Tabel 2-1 er rangeret så det transportmiddel med den mindste CO₂e-emission per personkilometer fremgår øverst i tabellen

Tabel 2-1 Sammenligning af indenrigs transportmidlers emissionsfaktorer.

Transportmiddel	Gram CO ₂ e per personkm
Fremtidens Tog (IC5)	4,8
Tog (EB+DD)	6,2
S-tog	6,4
Tog (IR4)	6,6
Elbil	15,8
Fjernbus	21,0
Tog (IC3 diesel)	38,6
Tog (IC4 diesel)	46,3
Bil (plugin hybrid)	84,6
Færge (landgangspassager)	91,0
Bil (benzin)	104,6
Bil (diesel)	110,7
Fly	145,4
Færge (buspassager (34 per bus))	500,5
Færge (i bil (gnsn. 1,4 per bil))	759,7

2.2 Personbiler

Emissioner fra personbiler er som nævnt beregnet på baggrund af beregnede kørselsomkostninger rapporteret på DTU's hjemmeside⁵. For elbilerne er der både beregnet for Vestdanmark (DK1), Østdanmark (DK2) og for landsgennemsnittet.

Tabel 2-2 viser de beregnede emissionsfaktorer for en gennemsnitlig personbil i 2023.

⁵ [TERESA og Transportøkonomiske Enhedspriser \(dtu.dk\)](https://teresa.dtu.dk/)

Tabel 2-2 Personbilers CO₂e-emission.

	Gram CO ₂ e per km	Gram CO ₂ e per personkm
Benzin	142,3	104,6
Diesel	150,6	110,7
Gnsn. Benzin/diesel	144,7	118,9
Plugin hybrid	115,1	84,6
Elektricitet (DK1)	29,4	21,6
Elektricitet (DK2)	13,3	9,7
Elektricitet (gnsn.)	21,5	15,8
Gennemsnit	134,9	99,2

Note: Belægningsgrad ifølge Transportvaneundersøgelsen 2022⁶ 1,36 person per bil.

2.3 Fjernbusser

Til beregning af emissioner fra fjernbusser er som nævnt anvendt modellen TEMA. Der er anvendt emissionsfaktorer for turistbus ≥ 18 tons totalvægt på diesel idet det vurderes, at denne type er mest repræsentativ for fjernbusser. Der indregnes en årlig forbedring af motorteknologien på 1 % på baggrund af historiske data⁷. 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, som angivet i TEMA, på de følgende fire rejserelationer.

- > København H – Aalborg
- > København H - Aarhus H
- > København H - Odense
- > Viborg – Aalborg

Tabel 2-3 Fjernbussers fordeling på forskellige vejtyper.

	Andel kørsel fordelt på vejtype
By	4,8 %
Land	18,7 %
Motorvej	76,5 %
I alt	100 %

⁶ [Udgivelser \(dtu.dk\)](https://www.dtu.dk/udgivelser)

⁷ [Statistikbanken](https://www.statistikbanken.dk)

Endelig er det antaget, at den gennemsnitlige belægning på fjernbusser udgør 63 %. Denne belægningsgrad er anvendt af Flixbus⁸. Beregnet på denne måde fås emissioner per buskilometer og passagerkilometer, som vist i tabellen nedenfor (med udgangspunkt i en typisk bus med 54 siddepladser).

Tabel 2-4 Fjernbussers CO₂e-emission.

	Gram CO ₂ e per buskm.	Per personkm.
Fjernbus	713,2	21,0

2.4 Tog

Emissioner for tog er som nævnt beregnet på grundlag af baggrundsdata fra DSB's årsregnskab 2023. Tabel 2-5 viser beregningen af emissioner for tog.

Tabel 2-5 Tog-emissioner per pladskilometer.

	IC3 Diesel	IC4 Diesel	IR4 El	EB+DD - El	Fremtidens Tog (IC5) (El)	S- tog
CO₂e per pladskm	20,6	24,7	3,5	3,3	2,3	1,4
Reduktion ved rangering mv.	10 %	10 %	10 %	10 %	-	-
CO₂e per pladskilometer inkl. reduktion	18,5	22,2	3,2	3,0	2,3	1,4

Note: Reduktion ved rangering er skønnet af DSB. Reduktionen er foretaget for at gøre tog sammenlignelige med øvrige transportmidler, hvor kørsel til reparation ikke er medregnet.

Tabel 2-6 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 Inter-city- og regionaltrafik.

⁸ transportnyhederne.dk » Persontransport » Fjernbusser og turistbusser slår miljø- og klimarekorden

Tabel 2-6 Toges emissioner per passagerkilometer.

	Gram CO ₂ e per pladskm.	Gram CO ₂ e per personkm. ved belægning 48 %	Gram CO ₂ e per personkm. ved belægning 27 %	Gram CO ₂ e per personkm. ved belægning 22 %
IC3 – diesel	18,5	38,6	68,7	
IC4 – diesel	22,2	46,3	82,3	
IR4 – el	3,2	6,6	11,7	
EB+DD – el	3,0	6,2	11,0	
Fremtidens tog (IC5) – el	2,3	4,8	8,5	
S-tog – el	1,4			6,4

Note: 48 % er Belægningsgrad for IC og Lyn, 27 % er belægningsgrad for regionaltrafik og 22 % belægningsgrad er for S-tog. Kilde: DSB.

2.5 Færge

Emissioner for færgen (Aarhus-Odden) er som nævnt beregnet ved hjælp af TEMA2015, og korrigeret for belægning 2023 og for det konkrete dieselforbrug.

Tabel 2-7 viser den gennemsnitlige belægning på færgen i 2023.

Tabel 2-7 Færgers belægning.

Type	Antal
Landgangspassagerer	125,8
Biler	153,0
Busser	1,5
Lastbil (PBE)	4,0

Tabel 2-8 viser emissionen per passagerkilometer afhængig af, hvordan passageren kommer ombord på færgen.

Tabel 2-8 Færgers CO₂e-emission.

Ombord	G CO ₂ e per passager-km
Landgangspassager	91,0
I bil (gnsn. 1,4 i bil)	759,7
Buspassager (34 pass i bus)	500,5

CO₂e-emissionen fra færgen afhænger meget af, hvordan passageren kommer ombord. Hvis der er tale om en landgangspassager er CO₂e-emissionen 91,0 g CO₂e per km, hvis passageren kommer ombord i en bus, er emissionen 500,5 g CO₂e per km.

2.6 Fly

Emission for fly er som nævnt beregnet ved hjælp af ICAO's emissionsberegner⁹. Brændstofforbruget for ruten er ganget med emissionsfaktoren for flybrændstof, som efterfølgende er divideret med det gennemsnitlige antal pladser, der er på de fly som anvendes på ruten. Modellen tager ikke højde for, at CO₂e-emissioner udledt i atmosfæren er ca. dobbelt så skadeligt for klimaet end emissioner udledt på landjorden.

Der er beregnet CO₂e-emissioner på 2 ruter, København – Aalborg og København – Aarhus. Resultaterne er angivet i Tabel 2-9.

Tabel 2-9 Indenrigsflys CO₂e-emission.

	Distance (km)	Kg CO ₂ e per passager per tur	Gram CO ₂ e per km.
København – Aalborg	237	37,0	156,0
København – Aarhus	146	19,7	134,8
Gennemsnit			145,4

3 Internationale transportmidler

I dette afsnit sammenlignes emissionsfaktorer fra transportmidler, som påbegynder deres rejse i Danmark, hvor slutdestinationen befinder sig i udlandet.

3.1 Resultater

I Tabel 3-1 ses der en rangeret sammenligning blandt de medtagne transportmidler. Yderligere data findes i afsnittene for de respektive transportmidler. Transportmidlerne i Tabel 3-1 er rangeret så transportmidlet med den mindste udledning per personkilometer fremgår øverst i tabellen.

⁹ [ICAO Carbon Emissions Calculator](#)

Tabel 3-1 Sammenlignings af internationale transportmidlers emissionsfaktorer.

Transportmiddel	Gram CO ₂ e per personkm
Tog (tyske fjernrejser)	0,3
Fjernbus	21,0
Tog (gnsn. Europa)	27,2
Elbil	54,4
Bil (plugin hybrid)	96,8
Bil (benzin)	104,6
Bil (diesel)	110,7
Fly	129,8

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 kørselen antages foretaget med biler fra den danske bilflåde. Dog er der en difference i forhold til CO₂e-emissionen fra elmikset, hvor emissionen i 2022 var gennemsnitligt 380 g CO₂e per kWh¹⁰.

I Tabel 3-2 ses sammenligningen i emissionen mellem Danmark og Tyskland.

Tabel 3-2 Sammenligning af danske og tyske personbilers CO₂e-emission.

	Danmark		Tyskland	
	Gram CO ₂ e per km	Gram CO ₂ e per personkm	Gram CO ₂ e per km	Gram CO ₂ e per personkm
Benzin	142,3	104,6	142,3	104,6
Diesel	150,6	110,7	150,6	110,7
Gnsn. Benzin/diesel	144,7	106,4	144,7	106,4
Plugin hybrid	115,1	84,6	131,6	96,8
Elektricitet (gnsn.)	21,5	15,8	74,0	54,4
Gennemsnit	134,9	99,2	139,1	102,3

3.3 Fjernbus

For fjernbusserne er der anvendt samme værdi for emissioner, som i afsnit 2.3 (21,0 gram CO₂e per personkm.)

¹⁰ [CO2 emissions per kWh in Germany - Nowtricity](#)

3.4 Tog

På ruten København-Hamburg og Aarhus-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 antages at energiforbruget er det samme. Da emissionerne fra elproduktion i Europa er større end i Danmark vil den gennemsnitlige CO₂e-emission fra EB+DD være lidt større end for ren kørsel i Danmark.

Tabel 3-3 Tog-emissioner på ruter til Hamborg.

	Gram CO ₂ e per pladskm.	Gram CO ₂ e per personkm. ved 48 % belægning	Gram CO ₂ e per personkm. ved 27 % belægning
IC3 - diesel	18,5	38,6	68,7
EB + DD - el	3,0	6,2	11,0

Hvis der antages en belægningsgrad på 48 % for IC3 og 27 % for EB+DD vil den gennemsnitlige emission per personkilometer på ruter til Hamborg udgøre 31,1 gram CO₂e per personkilometer.

For fjernrejser videre fra Hamborg anvendes primært ICE eltog fra Hamborg til slutdestinationen. Ifølge DB er energiforbruget fra ICE-toget angivet til 0,063 kWh per pladskilometer¹¹. Ifølge DB kører ICE toget på fjernrejser udelukkende på 100 % Ökostrom (vorwiegend Wasserkraft) med en emission på 0,003 kg CO₂e per kWh¹². Det resulterer i en emission på 0,325 gram CO₂e per passagerkilometer for fjernrejser i Tyskland med en belægningsgrad på 59 %, som opgivet af DB¹³.

DB giver ikke information om CO₂e-emissioner i lande ud over Tysklands grænser. Den gennemsnitlige CO₂e-emission fra elproduktion i Europa i 2022 var 251 gram CO₂e per kWh¹⁴. Hvis man anvender den gennemsnitlige emission fra elproduktion i Europa, fås en CO₂e-emission fra ICE toget på 34,3 gram CO₂e per passagerkilometer med ICE-toget.

Tabel 3-4 viser beregningerne for det tyske ICE tog.

¹¹ [Energy efficiency | Deutsche Bahn Annual Report 2022](#)

¹² [Grundlagenbericht_CO2Kompass_1.0.pdf \(bahn.de\)](#)

¹³ [Grundlagenbericht_CO2Kompass_1.0.pdf \(bahn.de\)](#)

¹⁴ [Greenhouse gas emission intensity of electricity generation in Europe \(europa.eu\)](#)

Tabel 3-4 Emissioner fra det tyske ICE tog.

ICE < 200 km/t	
Energiforbrug	
Per pladskm (kWh per km)	0,064
Belægning	59 %
Per passagerkm (kWh per km)	0,108
CO₂e-emissioner	
Intern Tyskland fjernrejser 100 % Ökostrom	
Kg CO₂e per kWh	0,003
Gram CO₂e per passagerkm	0,3
Gennemsnit Europa	
Kg CO₂e per kWh	0,251
Gram CO₂e per passagerkm	27,2

Emissionerne for specifikke rejser kan findes vha. DBs CO₂Kompass:
<https://co2kompass.bahn.de/>.

3.5 Færger

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

3.6 Fly

Emission for fly er som tidligere nævnt beregnet ved hjælp af ICAO's emissionsberegner. Brændstofforbruget for ruten er ganget med emissionsfaktoren for flybrændstof, som efterfølgende er divideret med det gennemsnitlige antal pladser, der er på de fly som anvendes på ruten. Modellen tager ikke højde for, at CO₂e-emissioner udledt i atmosfæren er ca. dobbelt så skadeligt for klimaet end emissioner udledt på landjorden.

Der er beregnet CO₂e-emissioner på tre ruter:

- > København – Hamborg,

- > København – Berlin og
- > København - München.

Resultaterne er angivet i Tabel 3-5.

Tabel 3-5 Emissioner fra fly på udvalgte destinationer.

	Distance (km)	Kg CO ₂ e per passager per tur	Gram CO ₂ e per km
København - Hamborg	280	35,2	125,7
København - Berlin	365	56,3	154,3
København - München	809	88,4	109,3
Gennemsnit			129,8