

# Fakta og beregninger bag udstillingen Brændstof

---

## Faktaark om beregning af CO<sub>2</sub>-udledning fra forskellige transportformer

Udstillingen [Brændstof](#) har til hensigt at sætte nutidens udledning af klimagasser fra persontransport i et historisk perspektiv. For at gøre det så konkret og anskueligt som muligt præsenterer udstillingen tal for CO<sub>2</sub>-udledning pr. 100 personkilometer for en række forskellige nutidige og historiske rejseformer.

Tallene for de historiske transportmidler er beregnet af Danmarks Jernbanemuseum i forbindelse med forskningsprojektet "Bylivets sorte omstilling." For de nutidige transportmidler stammer tallene fra relevante rapporter udført af forskningsinstitutioner eller rådgivende ingeniørfirmaer. De historiske beregninger er behæftet med usikkerheder og er derfor angivet afrundet til et heltal, mens de nye tal baseret på rapporterede data er angivet med en decimal.

Tallet udtrykker den gennemsnitlige CO<sub>2</sub>-udledning pr. rejsende. Uanset om det er en beregning af historiske eller nutidige rejser, har regnestykket to elementer: hvor meget energi forbruger transportmidlet pr. kilometer, og hvor mange personer rejser med transportmidlet.

### Den forbrugte energi

Beregningerne er fokuseret på den direkte udledning ved rejsen i form af den forbrugte energi. I udstillingen tales der for enkeltheds skyld om udledning af CO<sub>2</sub>, men ved nogle rejseformer sker der også udledning af andre klimagasser som metan. De angivne værdier er derfor CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. For flyvning tages der desuden højde for kondensstribernes betydning, som beskrevet i dokumentationen nedenfor. I nogle beregninger er der tale om et specifikt transportmiddel som fx et bestemt tog, i andre et gennemsnit, fx af de benzin- og dieslbiler, der kører på vejene i dag.

Mens CO<sub>2</sub>-udledningen fra forbrændingen af en liter diesel eller benzin er en kemisk konstant, har CO<sub>2</sub>-udledningen fra en kilowatt-time strøm forandret sig meget over de seneste 25 år. Beregningerne er således et øjebliksbillede. Der findes forskellige typer kul med forskelligt indhold af kulstof og dermed CO<sub>2</sub>-udledning. Jernbanen har gennem historien skiftet mellem typerne. Her bruges et gennemsnitstal baseret på en almindelig kultype.

Beregningerne inddrager kun de direkte udledninger fra den enkelte rejse. Der tages derfor ikke højde for de indirekte udledninger, der blandt andet kommer fra udvinding og transport af fossile brændstoffer og elproduktion, fremstilling og vedligeholdelse af transportmidler og den dertil hørende infrastruktur som jernbaner, veje og lufthavne.

Energiforbruget er baseret på 100 km. I praksis vil denne afstand blive tilbagelagt med forskellig hastighed alt efter transportmiddel og teknologisk udviklingstrin, ligesom en bil eller et tog bruger mere brændstof nær tophastigheden. Her er der taget udgangspunkt i den normale rejsehastighed for det enkelte transportmiddel i den historiske kontekst.

## Antallet af rejsende

Antallet af rejsende tager udgangspunkt i antallet af pladser og den typiske belægning. For en knallert med et sæde er regnestykket enkelt. For tog og fly findes der opgørelser over, hvor mange der rejser på forskellige strækninger, og der vil her være tale om en gennemsnitlig belægning. For personbiler er antallet af rejsende baseret på trafikundersøgelser. I løbet af 1900-tallet har statsbanernes tog haft en belægning på omkring 33%.

Hvis en person mere stiger ombord i toget, bilen eller flyet, vil rejsen udlede den samme samlede mængde CO<sub>2</sub>. Så længe der er plads ombord, vil flere rejsende betyde et lavere CO<sub>2</sub>-udslip pr. rejsende. Men når der ikke er flere tomme sæder, vil endnu et tog skulle ud at køre, endnu et fly på vingerne eller en bil mere på vejene. I praksis vil det ske, når belægningen når et vist niveau.

## Beregning eller kilde for de enkelte tal

### Fly: 24,6 kg CO<sub>2</sub> pr. 100 km

Tallet stammer fra den britiske rapport: Department for Energy Security and Net Zero, "Greenhouse gas reporting: conversion factors 2022", der både tager højde for brændstofforbruget og klimapåvirkningen af kondensstriber samt udledning af CO<sub>2</sub> direkte i atmosfæren. Da der er tale om udledning pr. 100 km, er tallet baseret på "Domestic flight".

Se tal og dokumentation her: <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2022>

### Damplokomotiv: 24 kg CO<sub>2</sub> pr. 100 km

Danmarks Jernbanemuseums beregning. Der er taget udgangspunkt i lokomotivtype E, der kørte i Danmark fra 1930'erne til 1970. I samtidige kilder oplyses, at kulforbruget pr. lokomotivkilometer er 14-20 kg. Kulforbruget varierer efter hastighed, togstammens vægt, udetemperaturen etc. På baggrund af den mest anvendte kultype sættes CO<sub>2</sub>-udledningen til 2.400 g pr. kg kul.

En typisk oprangering af et passagertog er skønnet til 7 vogne med i alt lidt over 500 pladser. Med en belægning på ca. 33 % regnes der med 170 passagerer. Det giver 19,8-28,2 kg pr. 100 km med 24 kg som median.

Kilde: René Schrøder Christensen: "Togrejsen og byen", i: Sissel Bjerrum Fossat (red.) Den sorte omstilling, Nord Academic 2024.

### Fossilbil: 9,9 kg CO<sub>2</sub> pr. 100 km

Tallet stammer fra Trafikministeriets beregning i svar til Folketingets Trafikudvalg den 8. marts 2024.

<https://www.ft.dk/samling/20231/almdel/tru/spm/193/svar/2029862/2835871.pdf>

### Dieseltog: 3,9 kg CO<sub>2</sub> pr. 100 km

Dieseldrevet IC-3 tog i InterCitytrafik med 48% belægning.

Tallet er baseret på Cowis rapport "Sammenligning af emissionsfaktorer" udført for DSB: <https://www.dsb.dk/globalassets/om-dsb/baeredygtighed/miljo/sammenligning-af-emissionsfaktorer-cowi-rapport-20240607.pdf>

Et tilsvarende tal kan beregnes på baggrund af Trafikministeriets rapport fra 2004, der angiver et dieselforbrug for IC-3 på 0,92 l/km eller 92 liter pr. 100 km. Med 2,66 kg CO<sub>2</sub> pr. liter diesel giver det 245 kg.

Rapporten angiver, at IC-3 har 144 pladser, og med 48% belægning som ovenfor giver det 69 passagerer og dermed 3,5 kg CO<sub>2</sub>.

[https://www.trm.dk/media/ynpddy4t/vol2\\_noegletalskatalogpdf.pdf](https://www.trm.dk/media/ynpddy4t/vol2_noegletalskatalogpdf.pdf)

## **Fjernbus: 2,1 kg CO<sub>2</sub> pr. 100 km**

Dieselbus i fjerntrafik med belægningsprocent på 63%.

Tallet er baseret på Cowi's rapport "Sammenligning af emissionsfaktorer" udført for DSB: <https://www.dsb.dk/globalassets/om-dsb/baeredygtighed/miljo/sammenligning-af-emissionsfaktorer-cowi-rapport-20240607.pdf>

## **Elbil: 1,6 kg CO<sub>2</sub> pr. 100 km**

Elbilens CO<sub>2</sub>-udledning falder i disse år i takt med at strømmen bliver mere grøn og hver kWh mindre CO<sub>2</sub>-intensiv.

Tallet er baseret på Cowi's rapport "Sammenligning af emissionsfaktorer" udført for DSB: <https://www.dsb.dk/globalassets/om-dsb/baeredygtighed/miljo/sammenligning-af-emissionsfaktorer-cowi-rapport-20240607.pdf>

## **El-tog: 0,7 CO<sub>2</sub> pr. 100 km**

El-tog er et nutidigt IR-4 tog i InterCity-trafik med 48% belægning. El-togets CO<sub>2</sub>-udledning falder i disse år i takt med at strømmen bliver mere grøn og hver kWh mindre CO<sub>2</sub>-intensiv.

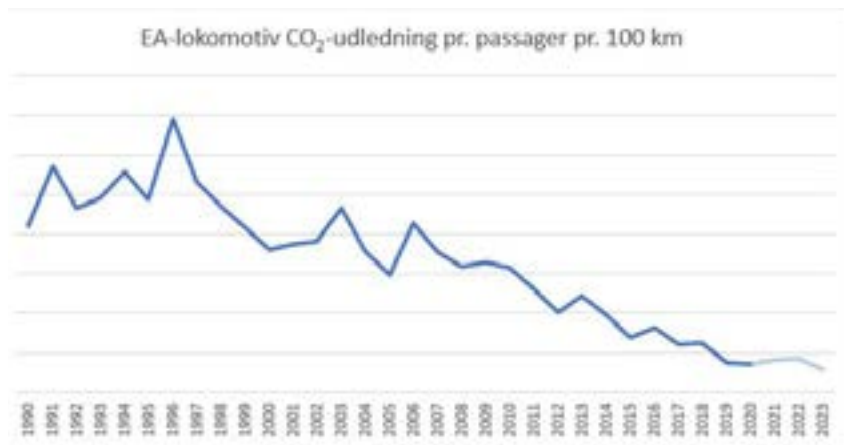
Tallet er baseret på Cowi's rapport "Sammenligning af emissionsfaktorer" udført for DSB: <https://www.dsb.dk/globalassets/om-dsb/baeredygtighed/miljo/sammenligning-af-emissionsfaktorer-cowi-rapport-20240607.pdf>

Udstillingens EA-lokomotiv havde et energiforbrug på 11,8 kWh/km med et tog med 600 pladser ifølge Trafikministeriets rapport. Ved antaget historisk belægning på 33% er det 5,9 kWh pr. passager pr. 100 km.

Udledningen er afhængig af elproduktionen, der fra 1990'erne til 2020'erne var under omstilling til grøn strøm og derfor med faldende CO<sub>2</sub>-udledning pr. kWh. Ifølge tal fra energistyrelsen varierede den historiske CO<sub>2</sub>-udledning fra 1990 til 2023 fra 1,2 til 0,1 kg pr. kWh.

Udledningen for EA-toget med 200 passagerer varierede fra således fra 6,9 kg i 1996 til 0,7 ved udrangeringen i 2020.

Ved samme belægning på 33% vil IC-3 jf. ovenstående beregning udlede ca. 5,1 kg CO<sub>2</sub>. Eltog var altså mere klimavenlige fra omkring årtusindskiftet.



Kilde: Trafikministeriets Nøgletalskatalog og Energistyrelsens nøgletal:

[https://www.trm.dk/media/ynpddy4t/vol2\\_noegletalskatalogpdf.pdf](https://www.trm.dk/media/ynpddy4t/vol2_noegletalskatalogpdf.pdf)

<https://ens.dk/analyser-og-statistik/noegletal-om-energiforbrug-og-forsyning>

### **Cykel: 0 kg CO<sub>2</sub> pr. 100 km**

En muskeldrevet cykel udleder ikke CO<sub>2</sub>.

### **Volvo 18,5 kg CO<sub>2</sub> pr. 100 km**

Danmarks Jernbanemuseums beregning baseret på normtal. Volvo S70 2.0 fra 1997 med benzinmotor er ifølge datidens norm opgivet til et benzinforbrug på 10 km/l eller 10 liter pr. 100 km. Det giver 24 kg for 100 km, og med 1,3 passagerer i bilen bliver det 18,5 kg pr. 100 km.

### **Knallert: 3 kg CO<sub>2</sub> pr. 100 km**

Danmarks Jernbanemuseums skønsmæssige beregning. Knallerten er benzindrevet af mærket Skandsen. Benzinforbruget for denne knallert kendes ikke, men den nogenlunde samtidige knallert Velo Solex kunne køre op til 80 km pr. liter eller 1,25 liter pr. 100 km. Det giver ca. 3 kg pr. 100 km. Det lovlige passagertal er 1.

### **Triangel bus: 14 kg CO<sub>2</sub> pr. 100 km**

Danmarks Jernbanemuseums beregning. Bussen er en Triangel bus fra 1930'erne med benzinmotor. Den kørte skønsmæssigt 2,5 km/l og forbrugte 40 liter benzin pr. 100 km. Benzin udleder 2.380 g CO<sub>2</sub> pr. liter, så der bliver 95 kg CO<sub>2</sub> for 100 km.

Bussen har 20 pladser, hvilket giver 6,7 passagerer ved 33% belægning. Det giver 14 kg pr. passager for 100 km.

De første tal for bussernes brændstofforbrug i DSB's årsberetninger er fra 1954-55, hvor en dieselbus kørte ca. 2 km pr. liter. Det giver en højere CO<sub>2</sub>-udledning for bussen (133 kg pr. 100 km). Til gengæld var busserne i 1950'erne noget større med ca. 30 pladser, så med samme 33% belægning giver det nogenlunde samme udledning pr. passager.

## **Motorvogn: 12 kg CO<sub>2</sub> pr. 100 km**

Danmarks Jernbanemuseums beregning. Udstillingens motorvogn er en Triangel motorvogn fra 1924, oprindeligt med benzinmotor, men senere konverteret til diesel. Beregningen er baseret på situationen, da den kørte med benzinmotor.

Motorvognen kørte 1,4 km/l eller 70 liter pr. 100 km. Benzin udleder 2.380 g CO<sub>2</sub> pr. liter, så det bliver 167 kg CO<sub>2</sub> for 100 km. Motorvognen og den vogn, den typisk havde spændt bagpå, havde i alt 42 pladser, hvilket giver 14 passagerer ved 33% belægning. Det giver 12 kg pr. passager for 100 km.

Kilde: DSB's årsberetninger.

## **Første generation S-tog: 6 kg CO<sub>2</sub> pr. 100 km**

Danmarks Jernbanemuseums beregning. Første generation S-tog, der kørte fra 1934-1978, havde ifølge samtidige kilder et energiforbrug på ca. 4,7 kWh pr. togkilometer. Et S-tog (halvtog) havde 235 pladser, og med 33% belægning svarer det til 72 passagerer og dermed ca. 6 kWh pr. 100 km.

Det har ikke været muligt at finde tal for CO<sub>2</sub>-udledningen for en kWh i 1930'erne. I 1990, da elproduktionen ligesom i 1930'erne hovedsageligt var kulbaseret, var udledningen 1 kg CO<sub>2</sub> pr. kWh. Udledningen er derfor 6 kg CO<sub>2</sub> pr. 100 km.

Kilde: DSB's årsberetninger og Trafikministeriets Nøgletalskatalog: [https://www.trm.dk/media/ynpddy4t/vol2\\_noegletalskatalogpdf.pdf](https://www.trm.dk/media/ynpddy4t/vol2_noegletalskatalogpdf.pdf)