

LCA-sammenligning for den tunge vejtransport

- Baggrundsnotat

Udgivet oktober 2023



**Region
Hovedstaden**

EN DEL AF
**GREATER
COPENHAGEN**

**Center for Regional
Udvikling**

Copenhagen Electric
Kongens Vænge 2
3400 Hillerød

Telefon +45 38 66 55 05

Email cph-electric@regionh.dk

Web www.regionh.dk

Indhold

Indledning	5
Lastbiler på 12 ton.....	6
Ellastbil.....	6
Brintlastbil.....	7
Lastbil drevet af bio CNG	8
Lastbil drevet af bio LNG.....	9
Lastbil drevet af biodiesel	11
Lastbil drevet af diesel.....	12
Sammenligning af lastbiler på ca. 12 tons	12
Lastbiler på 40 ton.....	14
Ellastbil.....	14
Brintlastbil.....	15
Lastbil drevet af bio CNG	16
Lastbil drevet af bio LNG.....	17
Lastbil drevet af biodiesel	18
Lastbil drevet af diesel.....	20
Sammenligning af lastbiler på ca. 40 tons	20
Busser.....	22
Elbus.....	22
Brintbus.....	23
Bus drevet af bio CNG	24

Bus drevet af bio LNG	25
Bus drevet af biodiesel	26
Bus drevet af diesel.....	27
Sammenligning af busser	28
Konklusion	30
Litteraturliste	31
Bilagsoversigt	33
Bilag 1 – Drivkraft Danmark.....	33
Bilag 2 – Drivkraft Danmark.....	34

Indledning

ICCT (The International Council on Clean Transportation) har i februar 2023 udgivet en [rapport](#) over LCA-sammenligninger af lastbiler på hhv. 12 og 40 tons samt busser, fordelt på forskellige drivmidler. Copenhagen Electric har i samarbejde med COWI oversat studiet til en dansk kontekst ift. det danske elmiks og kørselsmønstre.

Regnemetodikken tager udgangspunkt i Scope 3, og benytter regnemetoden fra VE-direktivet. Dog er ILUC-effekterne medtaget for biodiesel. For biogas er der som udgangspunkt taget udgangspunkt i et Global Warming Potential (GWP) over 100 år.

Denne rapport giver dermed et indblik i hvad CO₂-udledningen fra lastbiler på hhv. 12 og 40 tons samt rutebusser drevet af hhv. el, brint, bio CNG, bio LNG, biodiesel og diesel er, sammenlignet med hinanden.

I indeværende rapport tages der udgangspunkt i at lastbilerne kører gennemsnitligt 90.000 km om året, og at de udskiftes efter 8 år, hvilket akkumulerer sig til 720.000 km over perioden. For busserne tages der udgangspunkt i en gennemsnitlig kørsel på 100.000 km om året, og en brugstid på ca. 12 år, hvilket akkumulerer sig til 1.200.000 km over perioden. Busserne der medtages i denne rapport, er rutebusser. Tallene kan derfor afvige for turistbusser.

Udover denne rapport, er der også lavet et excel-værktøj, hvor der er mulighed for at tilpasse resultaterne til netop din flåde. Heri kan du se hvor mange kg CO₂ du kan spare klimaet for, ved at vælge en ellastbil sammenlignet med de andre drivmidler.

Studiet tager ikke højde for genanvendelse af forskellige materialer som indgår i produktionen af de forskellige elementer.

Lastbiler på 12 ton

Fælles for alle lastbilerne, uagtet drivmiddel, er udledningen af karosseriet 6,6 kg CO₂ pr kg karosseri kg (O'Connell, Pavlenko, Bieker & Searle 2023: 6). For en lastbil der må køre med ca. 12 ton udgør karosseriet ca. 4.176 kg (O'Connell, Pavlenko, Bieker & Searle 2023: 6).

Ved en udledning på 6,6 kg CO₂ pr kg og et karosseri på 4.176 kg, vil karosseriet have en samlet udledning på 27.562 kg CO₂, svarende til 38,3 g CO₂ pr km.

Ellastbil

Batteriproduktion

For at lave en LCA over ellastbiler er det nødvendigt at medtage produktionen af batterierne. Til dette anvendes det studie som Klimarådet har fået deres tal fra, blot en nyere udgivelse fra 2019, som viser at tallene fra 2016 på 150-200kg CO₂e pr. kWh, mindskes til 61-106kg CO₂e pr. kWh, altså er CO₂e-udledningen ved batterier faldet med 59,3-47% (Emilsson & Dahllöf 2019: 32). Årsagen til at det klimamæssige aftryk som batterierne har, er faldet som det er, skyldes blandt andet, at nogle af produktionsanlæggene anvender tæt på 100% vedvarende energi (Emilsson & Dahllöf 2019: 32).

I Klimarådets baggrundsnotat tager de udgangspunkt i 150kg CO₂e pr. kWh, hvorfor der i denne beregning, for sammenligningens skyld, også tages udgangspunkt i det laveste tal på skalaen: 61kg CO₂e pr. kWh (Klimarådet 2018: 19).

I ICCTs rapport tager de udgangspunkt i, at ellastbiler på ca. 12 ton har et batteri på 300 kW (O'Connell, Pavlenko, Bieker & Searle 2023: 6). Med en udledning på 61kg CO₂e pr kWh vil batteriproduktionen have en samlet udledning på 18.300kg CO₂e ved et 300 kWh batteri. Ved en kørsel på 90.000 om året i 8 år, akkumulerer det til 720.000 km inden udskiftning. Ved en CO₂-udledning fra batteriproduktionen på 18.300kg CO₂e fordelt over 720.000 km, resulterer det i en udledning på 25,4 g CO₂ pr km.

Forbrug, elmiks og transmissionseffektivitet

Da der tages udgangspunkt i at lastbilerne udskiftes efter ca. 8 år, anvendes der derfor data for elmiksets udledning via en fremskrivning fra Energistyrelsen fra 2024-2031. Dertil er der tillagt 18% for opstrømsemissioner, som er den samme værdi, som klimarådets beregninger

anvender (Klimarådet 2018). Over denne 8-årige periode, vil elmikset i gennemsnit udlede 19,4g CO₂ pr kWh (Energistyrelsen 2023).

Den gennemsnitlige ellastbil på ca. 12 ton har et forbrug på 110 kWh pr 100 km (O'Connell, Pavlenko, Bieker & Searle 2023: 6). Ved en CO₂-udledning fra elmikset på 19,4g CO₂ pr kWh, vil ellastbilerne dermed udlede 21,3g CO₂e pr. km.

Ellastbilerne har dermed en forbrugsudledning på 21,3g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, batteriproduktion og karosseriproduktion på 85g CO₂e pr. km.

Brintlastbil

Brinttank

For en brintlastbil der må køre med ca. 12 ton, har lastbilen en brinttank på 20 kg (O'Connell, Pavlenko, Bieker & Searle 2023: 6). CO₂-udledningen forbundet med produktionen af brinttanken er 4.200 kg CO₂ pr 5 kg, svarende til 840 kg CO₂ pr kg (O'Connell, Pavlenko, Bieker & Searle 2023: 7). Med en brinttank på 20 kg, vil CO₂-udledningen dermed være på 16.800 kg CO₂ svarende til 23,3 g CO₂ pr km over 720.000 km.

Batteriproduktion

I indeværende undersøgelse regnes der med at brintlastbiler har et batteri med en kapacitet på 73,2 kWh, hvilket tager udgangspunkt i tal fra Hyundai (Hyundai n.d.). Ganges kapaciteten med udledningen fra batteriproduktionen på 61 kg CO₂ pr. kWh, giver det en samlet udledning på 4.465 kg CO₂, svarende til 6,2 g CO₂ pr km.

Forbrug og produktion af brint

Brintlastbiler der må køre med ca. 12 ton, har et gennemsnitligt forbrug på 190 kWh pr 100km (O'Connell, Pavlenko, Bieker & Searle 2023: 6). Medregnes transmissionstab i elnettet og andre tab i processen fra energiproduktion til forbrug, som er på 24%, vil der altså skulle produceres mere elektricitet for at forsyne brintlastbilerne med den fornødne elektricitet (Transport & Environment 2020). De 190 kWh skal derfor forhøjes til 250 kWh pr. 100 km. Ved en CO₂-udledning fra elmikset på 19,4g CO₂ pr kWh, vil brintlastbilerne dermed udlede 48,5g CO₂e pr. km.

Distribution af brint

Udover produktionen af brinten, skal der også tillægges den udledning der er i forbindelse med distributionen af den. Hertil tages der udgangspunkt i at brinten fragtes 150 km fra

produktionsanlæg til tankanlæg via lastbiler på ca. 12 tons, drevet af diesel med 7% iblanding af biodiesel. Disse lastbiler kan fragte 958 kg brint (Cision 2020). Forbruget på disse lastbiler er 26 liter diesel pr. 100 km, hvilket giver et samlet forbrug på 38,96 liter biodiesel over 150km (O'Connell, Pavlenko, Bieker & Searle 2023: 6).

Lastbiler som kører med diesel med 7% iblanding af biodiesel, har en CO₂-udledning ved afbrænding af brændslet på 2.420 g pr. liter, og en Well-to-tank-udledning på 2.880 g pr. liter (Bilag 2 - Drivkraft Danmark).

Den totale udledning for fragten af 958 kg brint er dermed 206,5 kg CO₂e, svarende til en udledning på 0,22 kg CO₂ pr kg brint fragtet.

Omregnes de 190 kWh pr 100 km, som brintlastbilen forbruger til kg, svarer det til 0,06 kg brint pr kørt km (IdealHy n.d.). Ganges dette forbrug med en udledning på 0,22 kg CO₂ pr kg fragtet brint, giver det en udledning på 12,3 gCO₂ pr km.

Brintlastbilerne har dermed en forbrugsudledning på 60,7g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, brinttankproduktion og karosseriproduktion på 128,6g CO₂e pr. km.

Lastbil drevet af bio CNG

Forbrug og brændstofproduktion

Lastbiler på ca. 12 ton drevet af bio CNG har et gennemsnitligt kørselsforbrug på 22,66 kg pr 100km (O'Connell, Pavlenko, Bieker & Searle 2023: 6).

Udledningen relateret til forbruget for lastbiler drevet af biogas udgøres af flere parametre, herunder udledning fra udstødning, biogasproduktionen, metantab på biogasanlæg, transport af biogas og komprimering på tankstationerne.

Udledning fra udstødningen af et kg biogas udgør 7 g CO₂, hvilket giver en udledning på 1,6 g CO₂ pr km ved et forbrug på 22,66 kg pr 100 km.

Produktion af biogas udleder 444 g CO₂ pr kg biogas, hvilket med et forbrug på 22,66 kg giver 100,6 g CO₂ pr km.

Ved metantab på biogasanlæg udledes der 625 g CO₂ pr kg, hvilket med et forbrug på 22,66 kg pr 100 km giver 141,6 g CO₂ pr km.

Ved transport af biogas udledes der 45 g CO₂ pr kg, hvilket med et forbrug på 22,66 kg pr 100 km giver 10,2 g CO₂ pr km.

Ved komprimering af biogassen på tankstationer udledes der 230 g CO₂ pr kg, hvilket med et forbrug på 22,66 kg pr 100 km giver 52,1 g CO₂ pr km.

Derudover har produktionen af biogas en reducerende drivhusgaseffekt på negative - 2.743g CO₂e pr kg (COWI). Dette skyldes at brændstoffet produceres af gylle, som ellers ville udlede metangas til atmosfæren. I stedet, ved at afbrænde gassen i en forbrændingsmotor, vil gassen afbrændes som CO₂, hvilket er mindre potent en metangas. Derfor er afbrænding et bedre alternativ end baseline alternativet, hvorfor der er negative værdier for reduktion af metanemissioner fra landbruget (COWI). Bio CNGs reduktion af metanemissioner fra landbruget er dermed -62,15 kg CO₂ pr 100km, svarende til -621,5g CO₂ pr km. Udover anvendelse som drivmiddel i transportsektoren, kan biogassen også anvendes i fællesgasnettet og dermed udfase fossil gas.

Lastbiler drevet af bio CNG har dermed en forbrugsudledning på -315,4g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, og karosseriproduktion på -277,1g g CO₂e pr. km.

Lastbil drevet af bio LNG

Forbrug og brændstofproduktion

Lastbiler på ca. 12 ton drevet af bio LNG har et gennemsnitligt kørselsforbrug på 22,66 kg pr 100km (O'Connell, Pavlenko, Bieker & Searle 2023: 6).

Udledningen relateret til forbruget for lastbiler drevet af biogas udgøres af flere parametre, herunder udledning fra udstødning, biogasproduktionen, metantab på biogasanlæg, transport af biogas og fordråbning af bio-LNG.

Udledning fra udstødningen af et kg biogas udgør 89 g CO₂, hvilket giver en udledning på 20,1 g CO₂ pr km ved et forbrug på 22,66 kg pr 100 km.

Produktion af biogas udleder 444 g CO₂ pr kg biogas, hvilket med et forbrug på 22,66 kg giver 100,6 g CO₂ pr km.

Ved metantab på biogasanlæg udledes der 625 g CO₂ pr kg, hvilket med et forbrug på 22,66 kg pr 100 km giver 141,6 g CO₂ pr km.

Ved transport af biogas udledes der 185 g CO₂ pr kg, hvilket med et forbrug på 22,66 kg pr 100 km giver 41,9 g CO₂ pr km.

Ved fordråbning af biogassen udledes der 68 g CO₂ pr kg, hvilket med et forbrug på 22,66 kg pr 100 km giver 15,5 g CO₂ pr km.

Derudover har produktionen af biogas en reducerende drivhusgaseffekt på negative - 2.743g CO₂e pr kg (COWI). Dette skyldes at brændstoffet produceres af gylle, som ellers ville udlede metangas til atmosfæren. I stedet, ved at afbrænde gassen i en forbrændingsmotor, vil gassen afbrændes som CO₂, hvilket er mindre potent en metangas. Derfor er afbrænding et bedre alternativ end baseline alternativet, hvorfor der er negative værdier for reduktion af metanemissioner fra landbruget (COWI). Bio LNGs reduktion af metanemissioner fra landbruget er dermed -62,15 kg CO₂ pr 100km, svarende til -621,5g CO₂ pr km. Udover anvendelse som drivmiddel i transportsektoren, kan biogassen også anvendes i fællesgasnettet og dermed udfase fossil gas.

Lastbiler drevet af bio LNG har dermed en forbrugsudledning på -301,8g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, og karosseriproduktion på -263,5g CO₂e pr. km.

Lastbil drevet af biodiesel

1. generations biodiesel

Forbrug og brændstofproduktion

Lastbiler som kører 100 % på biodiesel, har pr. definition en CO₂-udledning ved afbrænding af brændslet på nul (COWI; Bilag 1 - Drivkraft Danmark).

Lastbiler på ca. 12 ton drevet af biodiesel har et gennemsnitligt kørselsforbrug på 26 l pr 100km (O'Connell, Pavlenko, Bieker & Searle 2023: 6).

Biodiesels opdeles i to kategorier; 1. generation som produceres af afgrøder, og 2. generation, som produceres af restaffald såsom slagteriaffald.

1. generations biodiesel har en Well-to-Tank (WTT)-udledning på 2.650g CO₂e pr kg inkl. ILUC-effekter (Bilag 1 - Drivkraft Danmark; Europa-Parlamentet 2015: 26).

1. generations biodiesels WTT-udledning er dermed 68,82 kg CO₂ pr 100km, svarende til 688,2g CO₂ pr km.

Lastbiler drevet af 1. generations biodiesel har dermed en forbrugsudledning på 688,2g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, og karosseriproduktion på 726,5g CO₂e pr. km.

2. generations biodiesel

Forbrug og brændstofproduktion

Lastbiler som kører 100 % på biodiesel, har pr. definition en CO₂-udledning ved afbrænding af brændslet på nul (COWI; Bilag 1 - Drivkraft Danmark).

2. generations biodiesel har en Well-to-Tank (WTT)-udledning på 440g CO₂e pr kg (Bilag 1 - Drivkraft Danmark).

2. generations biodiesels WTT-udledning er dermed 11,43 kg CO₂ pr 100km, svarende til 114,3g CO₂ pr km.

Lastbiler drevet af 2. generations biodiesel har dermed en forbrugsudledning på 114,3g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, og karosseriproduktion på 152,5g CO₂e pr. km.

Lastbil drevet af diesel

Forbrug og brændstofproduktion

Lastbiler på ca. 12 ton drevet af diesel har et gennemsnitligt kørselsforbrug på 26 l pr 100km (O'Connell, Pavlenko, Bieker & Searle 2023: 6). Diesel i Danmark har 7% iblanding af biodiesel (OK n.d.). For hver liter diesel der brændes af, udledes 2.420 g CO₂ til atmosfæren (Bilag 2 – Drivkraft Danmark). Der udledes dermed 628,5 g CO₂ pr km.

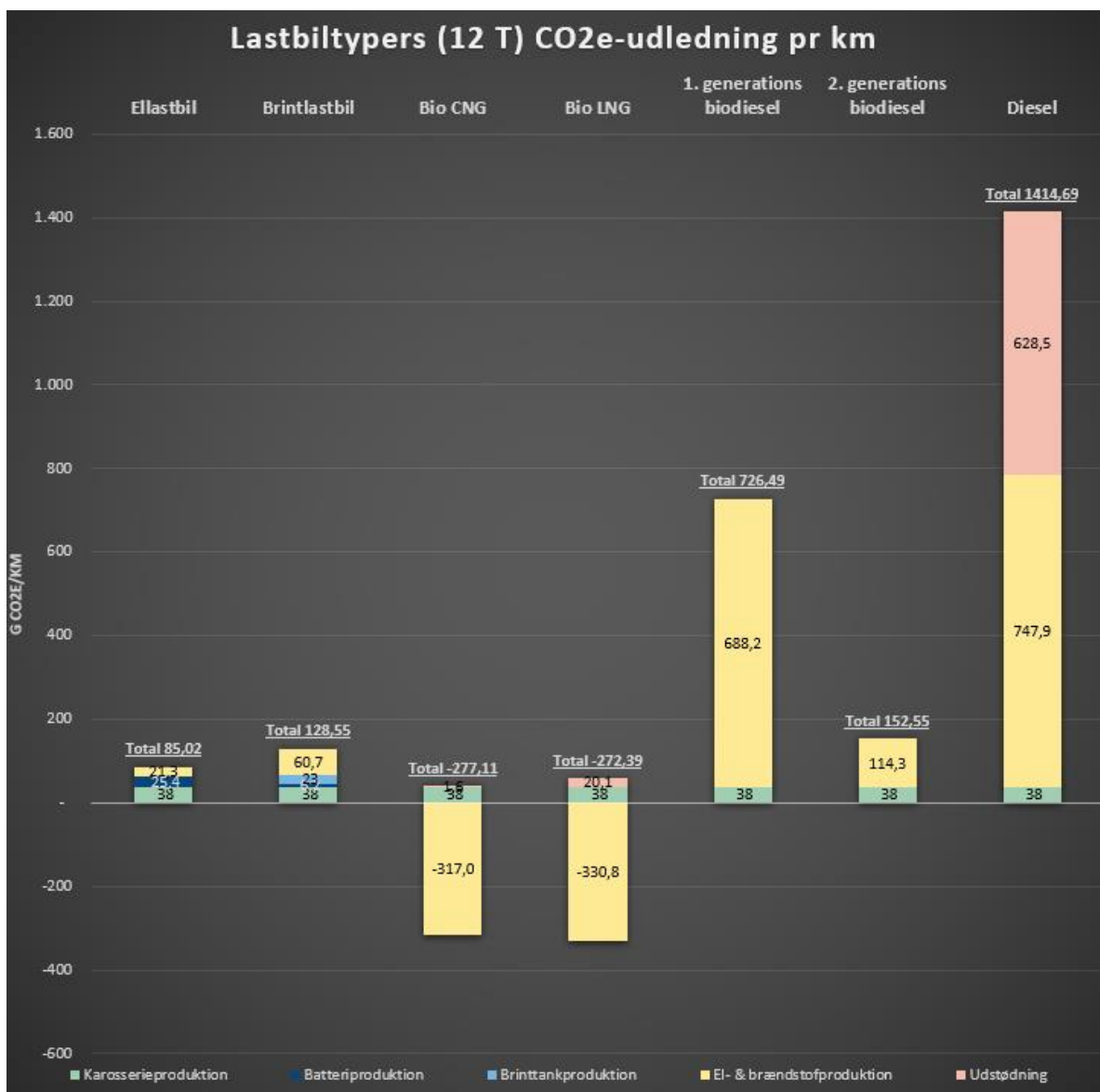
Diesels brændstofproduktion har en Well-to-Tank (WTT)-udledning på 2.880g CO₂e pr kg inkl. ILUC-effekter (Bilag 2 – Drivkraft Danmark). Diesels WTT-udledning er dermed 74,79 kg CO₂ pr 100km, svarende til 747,9g CO₂ pr km. Tillægges udledningen fra udstødningen bliver diesel-lastbilernes totale forbrugsudledning 1.376,4g CO₂ pr. km.

Lastbiler drevet af diesel har dermed en forbrugsudledning på 1.376,4g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, og karosseriproduktion på 1.414,7g CO₂e pr. km.

Sammenligning af lastbiler på ca. 12 tons

- Ellastbilerne har en forbrugsudledning på 21,3g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, batteriproduktion og karosseriproduktion på 85g CO₂e pr. km.
- Brintlastbilerne har en forbrugsudledning på 60,7g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, batteriproduktion, brinttankproduktion og karosseriproduktion på 128,6g CO₂e pr. km.
- Lastbiler drevet af bio CNG har en forbrugsudledning på -315,4g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, og karosseriproduktion på -277,1g CO₂e pr. km.
- Lastbiler drevet af bio LNG har en forbrugsudledning på -301,8g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, og karosseriproduktion på -263,5g CO₂e pr. km.

- Lastbiler drevet af 1. generations biodiesel har en forbrugsudledning på 688,2g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, og produktion på 726,5g CO₂e pr. km.
- Lastbiler drevet af 2. generations biodiesel har en forbrugsudledning på 114,3g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, og produktion på 152,5g CO₂e pr. km.
- Lastbiler drevet af diesel har en forbrugsudledning på 1.376,4g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, og karosseriproduktion på 1.414,7g CO₂e pr. km.



Lastbiler på 40 ton

Fælles for alle lastbilerne, uagtet drivmiddel, er udledningen af karosseriet udgør 6,6 kg CO₂ pr kg karosseri (O'Connell, Pavlenko, Bieker & Searle 2023: 6). For en lastbil der må køre med ca. 40 ton udgøre karosseriet ca. 14.884 kg (O'Connell, Pavlenko, Bieker & Searle 2023: 6). Ved en udledning på 6,6 kg CO₂ pr kg og et karosseri på 14.884 kg, vil karosseriet have en samlet udledning på 98.234 kg CO₂, svarende til 136,4 g CO₂ pr km.

Ellastbil

Batteriproduktion

I ICCTs rapport tager de udgangspunkt i, at ellastbiler på ca. 40 ton har et batteri på 700 kWh (O'Connell, Pavlenko, Bieker & Searle 2023: 6). Med en udledning på 61kg CO₂e pr kWh vil batteriproduktionen have en samlet udledning på 42.700kg CO₂e ved et 700 kWh batteri svarende til 59,3 g CO₂ pr km.

Forbrug, elmiks og transmissionseffektivitet

Da der tages udgangspunkt i at lastbilerne udskiftes efter ca. 8 år, anvendes der derfor data for elmiksets udledning via en fremskrivning fra Energistyrelsen fra 2024-2031. Dertil er der tillagt 18% for opstrømsemissioner, som er den samme værdi, som klimarådets beregninger anvender (Klimarådet 2018). Over denne 8-årige periode, vil elmikset i gennemsnit udlede 19,4g CO₂ pr kWh (Energistyrelsen 2023).

Den gennemsnitlige ellastbil på ca. 40 ton har et forbrug på 138,1 kWh pr 100 km (O'Connell, Pavlenko, Bieker & Searle 2023: 6). Ved en CO₂-udledning fra elmikset på 19,4 g CO₂ pr kWh, vil ellastbilerne dermed udlede 26,8g CO₂e pr. km.

Ellastbilerne har dermed en forbrugsudledning på 26,8g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, batteriproduktion og karosseriproduktion på 222,5g CO₂e pr. km.

Brintlastbil

Brinttank

For en brintlastbil der må køre med ca. 40 ton, har lastbilen en brinttank på 45 kg (O'Connell, Pavlenko, Bieker & Searle 2023: 6). CO₂-udledningen forbundet med produktionen af brinttanken er 4.2 t CO₂ pr 5 kg, svarende til 840 kg CO₂ pr kg (O'Connell, Pavlenko, Bieker & Searle 2023: 7). Med en brinttank på 45 kg, vil CO₂-udledningen dermed være på 37.800 kg CO₂ svarende til 52,5 g CO₂ pr km over 720.000 km.

Batteriproduktion

I indeværende undersøgelse regnes der med at brintlastbiler har et batteri med en kapacitet på 73,2 kWh, hvilket tager udgangspunkt i tal fra Hyundai (Hyundai n.d.). Ganges kapaciteten med udledningen fra batteriproduktionen på 61 kg CO₂ pr. kWh, giver det en samlet udledning på 4.465 kg CO₂, svarende til 6,2 g CO₂ pr km.

Forbrug og produktion af brint

Brintlastbiler der må køre med ca. 40 ton, har et gennemsnitligt forbrug på 238,3 kWh pr 100km (O'Connell, Pavlenko, Bieker & Searle 2023: 6). Medregnes transmissionstabet i elnettet og andre tab i processen fra energiproduktion til forbrug, som er på 24%, vil der altså skulle produceres mere elektricitet for at forsyne brintlastbilerne med den fornødne elektricitet (Transport & Environment 2020). De 238,3 kWh skal derfor forhøjes til 313,6 kWh pr. 100 km. Ved en CO₂-udledning fra elmikset på 19,4g CO₂ pr kWh, vil brintlastbilerne dermed udlede 60,8g CO₂e pr. km.

Distribution af brint

Udover produktionen af brinten, skal der også tillægges den udledning der er i forbindelse med distributionen af den. Hertil tages der udgangspunkt i at brinten fragtes 150 km fra produktionsanlæg til tankanlæg via lastbiler på ca. 12 tons, drevet af diesel med 7% iblanding af biodiesel. Disse lastbiler kan fragte 958 kg brint (Cision 2020). Forbruget på disse lastbiler er 26 liter diesel pr 100 km, hvilket giver et samlet forbrug på 38,96 liter biodiesel over 150km (O'Connell, Pavlenko, Bieker & Searle 2023: 6).

Lastbiler som kører med diesel med 7% iblanding af biodiesel, har en CO₂-udledning ved afbrænding af brændslet på 2.420 g pr. liter, og en Well-to-tank-udledning på 2.880 g pr. liter (Bilag 2 - Drivkraft Danmark).

Den totale udledning for fragten af 958 kg brint er dermed 206,5 kg CO₂e, svarende til en udledning på 0,22 kg CO₂ pr kg brint fragtet.

Omregnes de 238,3 kWh pr 100 km, som brintlastbilen forbruger til kg, svarer det til 0,07 kg brint pr kørt km (IdealHy n.d.). Ganges dette forbrug med en udledning på 0,22 kg CO₂ pr kg fragtet brint, giver det en udledning på 15,4 g CO₂ pr km.

Brintlastbilerne har dermed en forbrugsudledning på 76,2g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, brinttankproduktion og karosseriproduktion på 271,3g CO₂e pr. km.

Lastbil drevet af bio CNG

Forbrug og brændstofproduktion

Lastbiler på ca. 40 ton drevet af bio CNG har et gennemsnitligt kørselsforbrug på 28,83 kg pr 100km (O'Connell, Pavlenko, Bieker & Searle 2023: 6).

Udledningen relateret til forbruget for lastbiler drevet af biogas udgøres af flere parametre, herunder udledning fra udstødning, biogasproduktionen, metantab på biogasanlæg, transport af biogas og komprimering på tankstationerne.

Udledning fra udstødningen af et kg biogas udgør 7 g CO₂, hvilket giver en udledning på 2 g CO₂ pr km ved et forbrug på 28,83 kg pr 100 km.

Produktion af biogas udleder 444 g CO₂ pr kg biogas, hvilket med et forbrug på 28,83 kg giver 128 g CO₂ pr km.

Ved metantab på biogasanlæg udledes der 625 g CO₂ pr kg, hvilket med et forbrug på 28,83 kg pr 100 km giver 180,2 g CO₂ pr km.

Ved transport af biogas udledes der 45 g CO₂ pr kg, hvilket med et forbrug på 28,83 kg pr 100 km giver 13 g CO₂ pr km.

Ved komprimering af biogassen på tankstationer udledes der 230 g CO₂ pr kg, hvilket med et forbrug på 28,83 kg pr 100 km giver 66,3 g CO₂ pr km.

Derudover har produktionen af biogas en reducerende drivhusgaseffekt på negative - 2.743g CO₂e pr kg (COWI). Dette skyldes at brændstoffet produceres af gylle, som ellers ville udlede metangas til atmosfæren. I stedet, ved at afbrænde gassen i en forbrændingsmotor, vil gassen afbrændes som CO₂, hvilket er mindre potent en metangas. Derfor er afbrænding et bedre alternativ end baseline alternativet, hvorfor der er negative værdier for reduktion af metanemissioner fra landbruget (COWI). Bio CNGs reduktion af metanemissioner fra landbruget er dermed -79,07 kg CO₂ pr 100km, svarende til -790,7g CO₂ pr km. Udover anvendelse som drivmiddel i transportsektoren, kan biogassen også anvendes i fællesgasnettet og dermed udfase fossil gas.

Lastbiler drevet af bio CNG har dermed en forbrugsudledning på -401,3g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, og karosseriproduktion på -264,8g CO₂e pr. km.

Lastbil drevet af bio LNG

Forbrug og brændstofproduktion

Lastbiler på ca. 40 ton drevet af bio LNG har et gennemsnitligt kørselsforbrug på 28,83 kg pr 100km (O'Connell, Pavlenko, Bieker & Searle 2023: 6).

Udledningen relateret til forbruget for lastbiler drevet af biogas udgøres af flere parametre, herunder udledning fra udstødning, biogasproduktionen, metantab på biogasanlæg, transport af biogas og fordråbning af bio-LNG.

Udledning fra udstødningen af et kg biogas udgør 7 g CO₂, hvilket giver en udledning på 2 g CO₂ pr km ved et forbrug på 28,83 kg pr 100 km.

Produktion af biogas udleder 444 g CO₂ pr kg biogas, hvilket med et forbrug på 28,83 kg giver 128 g CO₂ pr km.

Ved metantab på biogasanlæg udledes der 625 g CO₂ pr kg, hvilket med et forbrug på 28,83 kg pr 100 km giver 180,2 g CO₂ pr km.

Ved transport af biogas udledes der 45 g CO₂ pr kg, hvilket med et forbrug på 28,83 kg pr 100 km giver 13 g CO₂ pr km.

Ved fordråbning af biogassen udledes der 68 g CO₂ pr kg, hvilket med et forbrug på 28,83 kg pr 100 km giver 19,7 g CO₂ pr km.

Derudover har produktionen af biogas en reducerende drivhusgaseffekt på negative - 2.743g CO₂e pr kg (COWI). Dette skyldes at brændstoffet produceres af gylle, som ellers ville udlede metangas til atmosfæren. I stedet, ved at afbrænde gassen i en forbrændingsmotor, vil gassen afbrændes som CO₂, hvilket er mindre potent en metangas. Derfor er afbrænding et bedre alternativ end baseline alternativet, hvorfor der er negative værdier for reduktion af metanemissioner fra landbruget (COWI). Bio LNGs reduktion af metanemissioner fra landbruget er dermed -79,07 kg CO₂ pr 100km, svarende til -790,7g CO₂ pr km. Udover anvendelse som drivmiddel i transportsektoren, kan biogassen også anvendes i fællesgasnettet og dermed udfase fossil gas.

Lastbiler drevet af bio LNG har dermed en forbrugsudledning på -383,9g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, og karosseriproduktion på -247,5g CO₂e pr. km.

Lastbil drevet af biodiesel

1. generations biodiesel

Forbrug og brændstofproduktion

Lastbiler som kører 100 % på biodiesel, har pr. definition en CO₂-udledning ved afbrænding af brændslet på nul (COWI; Bilag 1 - Drivkraft Danmark).

Lastbiler på ca. 40 ton drevet af biodiesel har et gennemsnitligt kørselsforbrug på 33,1 l pr 100km (O'Connell, Pavlenko, Bieker & Searle 2023: 6).

Biodiesels opdeles i to kategorier; 1. generation som produceres af afgrøder, og 2. generation, som produceres af restaffald såsom slagteriaffald.

1. generations biodiesel har en Well-to-Tank (WTT)-udledning på 2.650g CO₂e pr kg inkl. ILUC-effekter (Bilag 1 - Drivkraft Danmark; Europa-Parlamentet 2015: 26).

1. generations biodiesels WTT-udledning er dermed 87,72 kg CO₂ pr 100km, svarende til 877,2g CO₂ pr km.

Lastbiler drevet af 1. generations biodiesel har dermed en forbrugsudledning på 877,2g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, og karosseriproduktion på 1.013,6g CO₂e pr. km.

2. generations biodiesel

Forbrug og brændstofproduktion

Lastbiler som kører 100 % på biodiesel, har pr. definition en CO₂-udledning ved afbrænding af brændslet på nul (COWI; Bilag 1 - Drivkraft Danmark).

2. generations biodiesel har en Well-to-Tank (WTT)-udledning på 440g CO₂e pr kg (Bilag 1 - Drivkraft Danmark).

2. generations biodiesels WTT-udledning er dermed 14,56 kg CO₂ pr 100km, svarende til 145,6g CO₂ pr km.

Lastbiler drevet af 2. generations biodiesel har dermed en forbrugsudledning på 145,6g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, og karosseriproduktion på 282,1g CO₂e pr. km.

Lastbil drevet af diesel

Forbrug og brændstofproduktion

Lastbiler på ca. 40 ton drevet af diesel har et gennemsnitligt kørselsforbrug på 33,1 l pr 100km (O'Connell, Pavlenko, Bieker & Searle 2023: 6). Diesel i Danmark har 7% iblanding af biodiesel (OK n.d.). For hver liter diesel der brændes af, udledes 2.420 g CO₂ til atmosfæren (Bilag 2 – Drivkraft Danmark). Der udledes dermed 801 g CO₂ pr km.

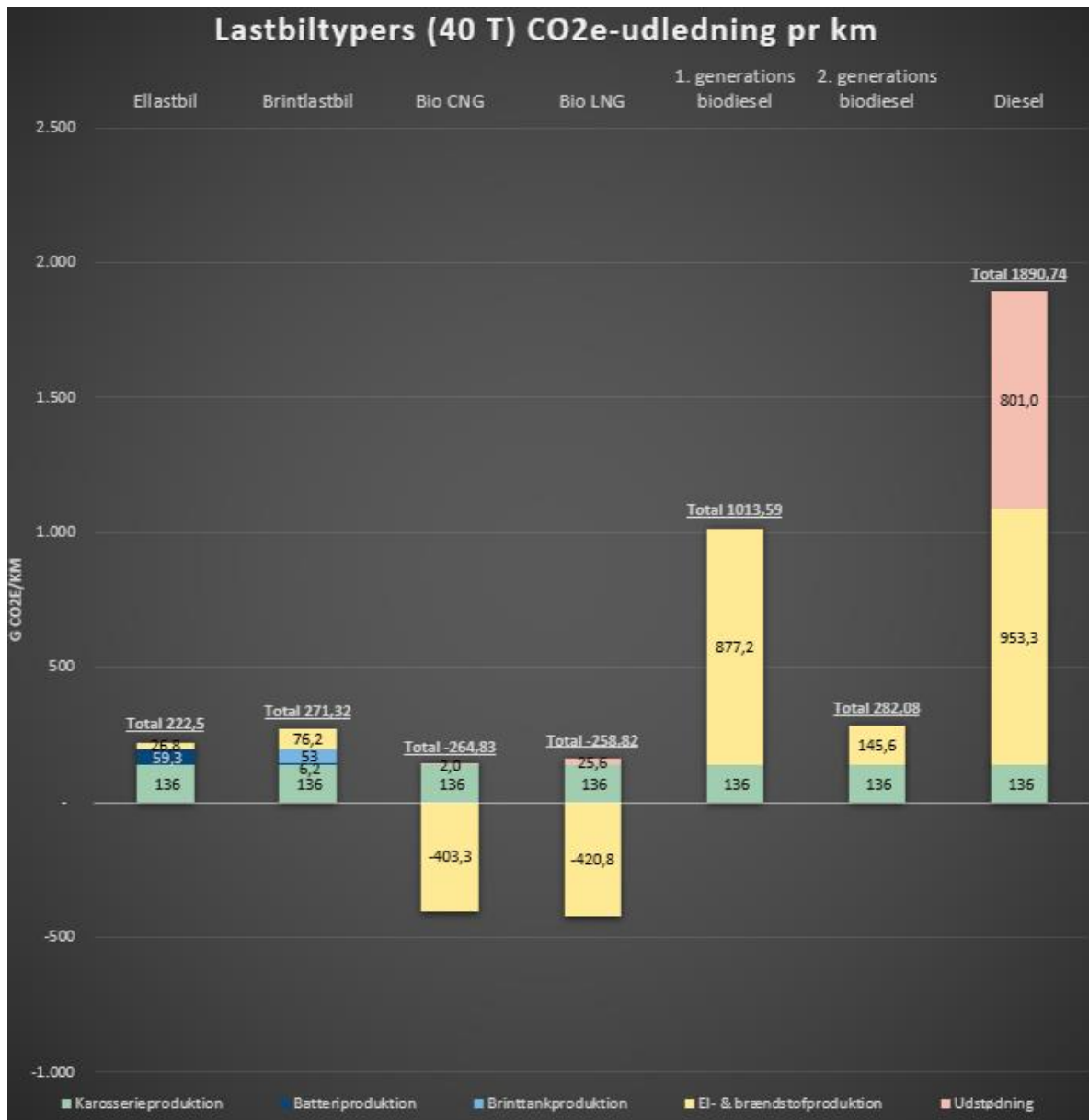
Diesels brændstofproduktion har en Well-to-Tank (WTT)-udledning på 2.880g CO₂e pr kg inkl. ILUC-effekter (Bilag 2 – Drivkraft Danmark). Diesels WTT-udledning er dermed 95,33 kg CO₂ pr 100km, svarende til 953,3g CO₂ pr km. Tillægges udledningen fra udstødningen bliver diesel-lastbilernes totale forbrugsudledning 1.754,3g CO₂ pr. km.

Lastbiler drevet af diesel har dermed en forbrugsudledning på 1.754,3g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, og karosseriproduktion på 1.890,7g CO₂e pr. km.

Sammenligning af lastbiler på ca. 40 tons

- Ellastbilerne har en forbrugsudledning på 26,8g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, batteriproduktion og karosseriproduktion på 222,5g CO₂e pr. km.
- Brintlastbilerne har en forbrugsudledning på 76,2g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, brinttankproduktion og karosseriproduktion på 271,3g CO₂e pr. km.
- Lastbiler drevet af bio CNG har en forbrugsudledning på -401,3g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, og karosseriproduktion på -264,8g CO₂e pr. km.
- Lastbiler drevet af bio LNG har en forbrugsudledning på -383,9g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, og karosseriproduktion på -247,5g CO₂e pr. km.
- Lastbiler drevet af 1. generations biodiesel har en forbrugsudledning på 877,2g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, og karosseriproduktion på 1.013,6g CO₂e pr. km.
- Lastbiler drevet af 2. generations biodiesel har en forbrugsudledning på 145,6g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, og karosseriproduktion på 282,1g CO₂e pr. km.

- Lastbiler drevet af diesel har en forbrugsudledning på 1.754,3g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, og karosseriproduktion på 1.890,7g CO₂e pr. km.



Busser

Fælles for alle busserne, uagtet drivmiddel, er udledningen af karosseriet. For busser udgør karosseriet ca. 11.600 kg (O'Connell, Pavlenko, Bieker & Searle 2023: 6). Produktionen af karosseri udgør 6,6 kg CO₂ pr kg karosseri kg (O'Connell, Pavlenko, Bieker & Searle 2023: 6). Ved en udledning på 6,6 kg CO₂ pr kg og et karosseri på 11.600 kg, vil karosseriet have en samlet udledning på 76.560 kg CO₂, svarende til 63,8 g CO₂ pr km.

Elbus

Batteriproduktion

I ICCTs rapport tager de udgangspunkt i, at elbusser har et batteri på 300 kWh (O'Connell, Pavlenko, Bieker & Searle 2023: 6). Med en udledning på 61kg CO₂e pr kWh vil batteriproduktionen have en samlet udledning på 18.300kg CO₂e ved et 300 kWh batteri, svarende til en udledning på 15,3 g CO₂ pr km.

Forbrug, elmiks og transmissionseffektivitet

I denne rapport tages der udgangspunkt i at busserne kører i 12 år, inden udskiftning, hvorfor der anvendes en anden værdi for elmikset, end der gør ved lastbilerne, da disse beholdes i ca. 8 år. Over denne 12-årige periode (2024-2035), vil elmikset i gennemsnit udlede 15,8 g CO₂ pr kWh (Energistyrelsen 2023).

Den gennemsnitlige elbus har et forbrug på 170 kWh pr 100 km (O'Connell, Pavlenko, Bieker & Searle 2023: 6). Ved en CO₂-udledning fra elmikset på 15,8g CO₂ pr kWh, vil elbusserne dermed udlede 26,8g CO₂e pr. km.

Elbusserne har dermed en forbrugsudledning på 26,8 g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, batteriproduktion og karosseriproduktion på 105,8g CO₂e pr. km.

Brintbus

Brinttank

For en brintbus er brinttanken på 37 kg (O'Connell, Pavlenko, Bieker & Searle 2023: 6). CO₂-udledningen forbundet med produktionen af brinttanken er 4.2 t CO₂ pr 5 kg, svarende til 840 kg CO₂ pr kg (O'Connell, Pavlenko, Bieker & Searle 2023: 7). Med en brinttank på 37 kg, vil CO₂-udledningen dermed være på 31.080 kg CO₂ svarende til 25,9 g CO₂ pr km over 1.200.000 km.

Batteriproduktion

I indeværende undersøgelse regnes der med at brintbusser har et batteri med en kapacitet på 44 kWh, hvilket tager udgangspunkt i tal fra de brintbusser som kører for Movia (Toyota 2022). Ganges kapaciteten med udledningen fra batteriproduktionen på 61 kg CO₂ pr. kWh, giver det en samlet udledning på 2.684 kg CO₂, svarende til 2,2 g CO₂ pr km.

Forbrug og produktion af brint

Brintbusser har et gennemsnitligt forbrug på 305,6 kWh pr 100km (O'Connell, Pavlenko, Bieker & Searle 2023: 6). Medregnes transmissionstab i elnettet og andre tab i processen fra energiproduktion til forbrug, som er på 24%, vil der altså skulle produceres mere elektricitet for at forsyne brintlastbilerne med den fornødne elektricitet (Transport & Environment 2020). De 305,6 kWh skal derfor forhøjes til 402,1 kWh pr. 100 km. Ved en CO₂-udledning fra elmikset på 15,8g CO₂ pr kWh, vil brintlastbilerne dermed udlede 63,4g CO₂e pr. km.

Distribution af brint

Udover produktionen af brinten, skal der også tillægges den udledning der er i forbindelse med distributionen af den. Hertil tages der udgangspunkt i at brinten fragtes 150 km fra produktionsanlæg til tankanlæg via lastbiler på ca. 12 tons drevet af diesel med 7% iblanding af biodiesel. Disse lastbiler kan fragte 958 kg brint (Cision 2020). Forbruget på disse lastbiler er 26 liter diesel pr. 100 km, hvilket giver et samlet forbrug på 38,96 liter biodiesel over 150km (O'Connell, Pavlenko, Bieker & Searle 2023: 6).

Lastbiler som kører med diesel med 7% iblanding af biodiesel, har en CO₂-udledning ved afbrænding af brændslet på 2.420 g pr. liter, og en Well-to-tank-udledning på 2.880 g pr. liter inkl. ILUC-effekter (Bilag 2 - Drivkraft Danmark).

Den totale udledning for fragten af 958 kg brint er dermed 206,5 kg CO₂e, svarende til en udledning på 0,22 kg CO₂ pr kg brint fragtet.

Omregnes de 305,6 kWh pr 100 km, som brintbussen forbruger til kg, svarer det til 0,09 kg brint pr kørt km (IdealHy n.d.). Ganges dette forbrug med en udledning på 0,22 kg CO₂ pr kg fragtet brint, giver det en udledning på 19,8 gCO₂ pr km.

Brintbusserne har dermed en forbrugsudledning på 83,1g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, brinttankproduktion og karosseriproduktion på 175,1g CO₂e pr. km.

Bus drevet af bio CNG

Forbrug og brændstofproduktion

Busser drevet af bio CNG har et gennemsnitligt kørselsforbrug på 47,52 kg pr 100km (O'Connell, Pavlenko, Bieker & Searle 2023: 6).

Udledningen relateret til forbruget for busser drevet af biogas udgøres af flere parametre, herunder udledning fra udstødning, biogasproduktionen, metantab på biogasanlæg, transport af biogas og komprimering på tankstationerne.

Udledning fra udstødningen af et kg biogas udgør 7 g CO₂, hvilket giver en udledning på 3,3 g CO₂ pr km ved et forbrug på 47,52 kg pr 100 km.

Produktion af biogas udleder 444 g CO₂ pr kg biogas, hvilket med et forbrug på 47,52 kg giver 210,9 g CO₂ pr km.

Ved metantab på biogasanlæg udledes der 625 g CO₂ pr kg, hvilket med et forbrug på 47,52 kg pr 100 km giver 297 g CO₂ pr km.

Ved transport af biogas udledes der 45 g CO₂ pr kg, hvilket med et forbrug på 47,52 kg pr 100 km giver 21,4 g CO₂ pr km.

Ved komprimering af biogassen på tankstationer udledes der 230 g CO₂ pr kg, hvilket med et forbrug på 47,52 kg pr 100 km giver 109,3 g CO₂ pr km.

Derudover har produktionen af biogas en reducerende drivhusgaseffekt på negative - 2.743g CO₂e pr kg (COWI). Dette skyldes at brændstoffet produceres af gylle, som ellers ville udlede metangas til atmosfæren. I stedet, ved at afbrænde gassen i en forbrændingsmotor, vil gassen afbrændes som CO₂, hvilket er mindre potent en metangas. Derfor er afbrænding et bedre alternativ end baseline alternativet, hvorfor der er negative værdier for reduktion af metanemissioner fra landbruget (COWI). Bio CNGs reduktion af metanemissioner fra landbruget er dermed -130,33 kg CO₂ pr 100km, svarende til - 1,303,3g CO₂ pr km. Udover anvendelse som drivmiddel i transportsektoren, kan biogassen også anvendes i fællesgasnettet og dermed udfase fossil gas.

Busser drevet af bio CNG har dermed en forbrugsudledning på -661,4g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, og karosseriproduktion på -597,6g CO₂e pr. km.

Bus drevet af bio LNG

Forbrug og brændstofproduktion

Busser drevet af bio LNG har et gennemsnitligt kørselsforbrug på 47,52 kg pr 100km (O'Connell, Pavlenko, Bieker & Searle 2023: 6).

Udledningen relateret til forbruget for busser drevet af biogas udgøres af flere parametre, herunder udledning fra udstødning, biogasproduktionen, metantab på biogasanlæg, transport af biogas og fordråbning af bio-LNG.

Udledning fra udstødningen af et kg biogas udgør 7 g CO₂, hvilket giver en udledning på 3,3 g CO₂ pr km ved et forbrug på 47,52 kg pr 100 km.

Produktion af biogas udleder 444 g CO₂ pr kg biogas, hvilket med et forbrug på 47,52 kg giver 210,9 g CO₂ pr km.

Ved metantab på biogasanlæg udledes der 625 g CO₂ pr kg, hvilket med et forbrug på 47,52 kg pr 100 km giver 297 g CO₂ pr km.

Ved transport af biogas udledes der 45 g CO₂ pr kg, hvilket med et forbrug på 47,52 kg pr 100 km giver 21,4 g CO₂ pr km.

Ved fordråbning af biogassen udledes der 68 g CO₂ pr kg, hvilket med et forbrug på 47,52 kg pr 100 km giver 32,5 g CO₂ pr km.

Derudover har produktionen af biogas en reducerende drivhusgaseffekt på negative - 2.743g CO₂e pr kg (COWI). Dette skyldes at brændstoffet produceres af gylle, som ellers ville udlede metangas til atmosfæren. I stedet, ved at afbrænde gassen i en forbrændingsmotor, vil gassen afbrændes som CO₂, hvilket er mindre potent en metangas. Derfor er afbrænding et bedre alternativ end baseline alternativet, hvorfor der er negative værdier for reduktion af metanemissioner fra landbruget (COWI). Bio LNGs reduktion af metanemissioner fra landbruget er dermed -130,33 kg CO₂ pr 100km, svarende til - 1,303,3g CO₂ pr km. Udover anvendelse som drivmiddel i transportsektoren, kan biogassen også anvendes i fællesgasnettet og dermed udfase fossil gas.

Busser drevet af bio LNG har dermed en forbrugsudledning på -632,8g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, og karosseriproduktion på -569g CO₂e pr. km.

Bus drevet af biodiesel

1. generations biodiesel

Forbrug og brændstofproduktion

Busser som kører 100 % på biodiesel, har pr. definition en CO₂-udledning ved afbrænding af brændslet på nul (COWI; Bilag 1 - Drivkraft Danmark).

Busser drevet af biodiesel har et gennemsnitligt kørselsforbrug på 55,8 l pr 100km (O'Connell, Pavlenko, Bieker & Searle 2023: 6).

Biodiesels opdeles i to kategorier; 1. generation som produceres af afgrøder, og 2. generation, som produceres af restaffald såsom slagteriaffald.

1. generations biodiesel har en Well-to-Tank (WTT)-udledning på 2.650g CO₂e pr kg inkl. ILUC-effekter (Bilag 1 - Drivkraft Danmark; Europa-Parlamentet 2015: 26).

1. generations biodiesels WTT-udledning er dermed 147,79 kg CO₂ pr 100km, svarende til 1.477,9g CO₂ pr km.

Busser drevet af 1. generations biodiesel har dermed en forbrugsudledning på 1.477,9g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, og karosseriproduktion på 1.541,7g CO₂e pr. km.

2. generations biodiesel

Forbrug og brændstofproduktion

Busser som kører 100 % på biodiesel, har pr. definition en CO₂-udledning ved afbrænding af brændslet på nul (COWI; Bilag 1 - Drivkraft Danmark).

2. generations biodiesel har en Well-to-Tank (WTT)-udledning på 440g CO₂e pr kg (Bilag 1 - Drivkraft Danmark).

2. generations biodiesels WTT-udledning er dermed 24,54 kg CO₂ pr 100km, svarende til 245,4g CO₂ pr km.

Busser drevet af 2. generations biodiesel har dermed en forbrugsudledning på 245,4g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, og karosseriproduktion på 309,2g CO₂e pr. km.

Bus drevet af diesel

Forbrug og brændstofproduktion

Busser drevet af diesel har et gennemsnitligt kørselsforbrug på 55,8 l pr 100km (O'Connell, Pavlenko, Bieker & Searle 2023: 6). Diesel i Danmark har 7% iblanding af biodiesel (OK n.d.).

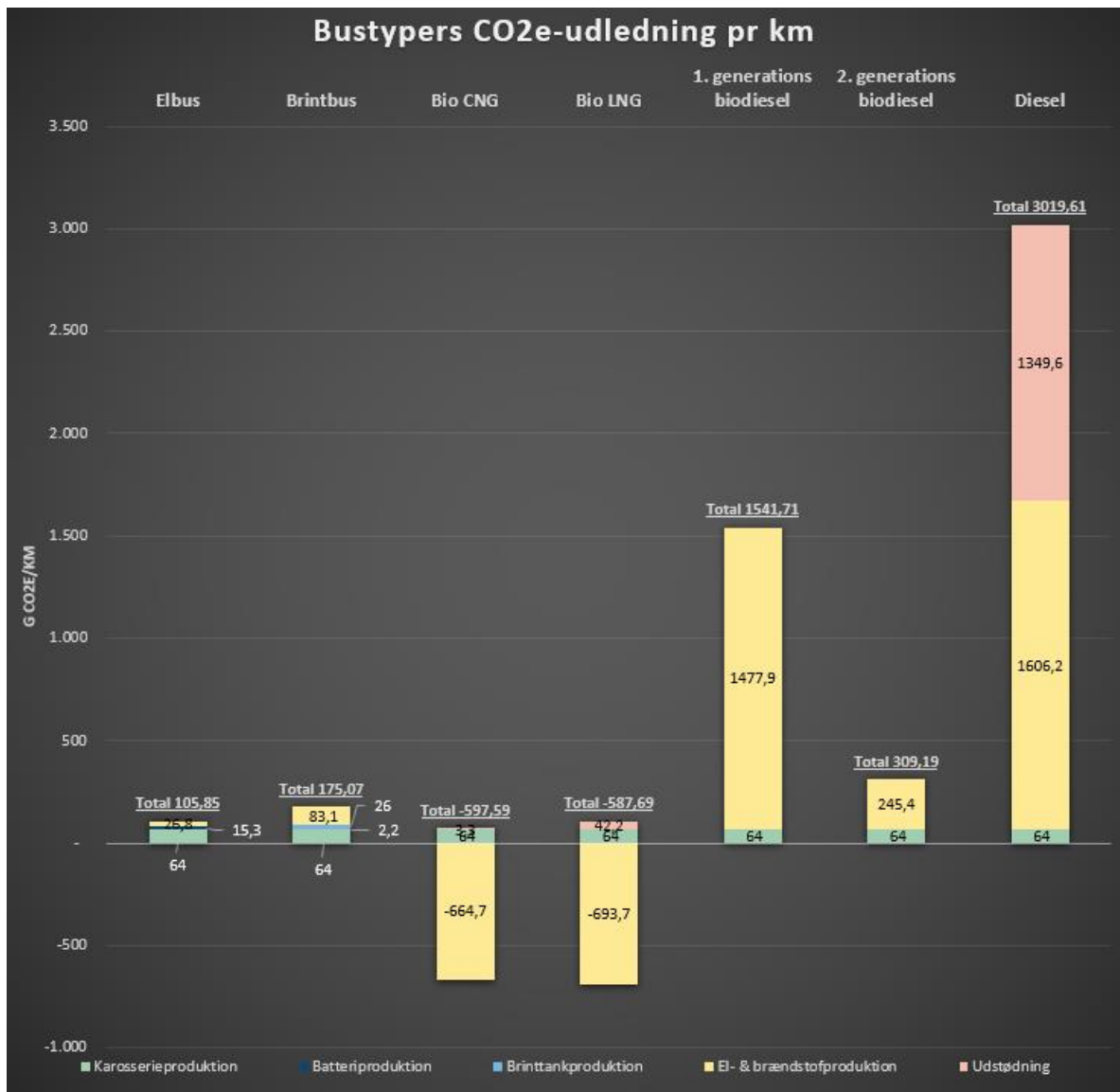
For hver liter diesel der brændes af, udledes 2.420 g CO₂ til atmosfæren (Bilag 2 – Drivkraft Danmark). Der udledes dermed 1.349,6 g CO₂ pr km.

Diesels brændstofproduktion har en Well-to-Tank (WTT)-udledning på 2.880g CO₂e pr kg inkl. ILUC-effekter (Bilag 2 – Drivkraft Danmark). Diesels WTT-udledning er dermed 160,62 kg CO₂ pr 100km, svarende til 1.606,2g CO₂ pr km. Tillægges udledningen fra udstødningen bliver diesel-bussernes totale forbrugsudledning 2.955,8g CO₂ pr. km.

Busser drevet af diesel har dermed en forbrugsudledning på 2.955,8g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, og karosseriproduktion på 3.019,6g CO₂e pr. km.

Sammenligning af busser

- Elbusserne har en forbrugsudledning på 26,8 g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, batteriproduktion og karosseriproduktion på 105,8g CO₂e pr. km.
- Brintbusserne har en forbrugsudledning på 83,1g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, brinttankproduktion og karosseriproduktion på 175,1g CO₂e pr. km.
- Busser drevet af bio CNG har en forbrugsudledning på -661,4g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, og karosseriproduktion på -597,6g CO₂e pr. km.
- Busser drevet af bio LNG har en forbrugsudledning på -632,8g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, og karosseriproduktion på -569g CO₂e pr. km.
- Busser drevet af 1. generations biodiesel har en forbrugsudledning på 1.477,9g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, og karosseriproduktion på 1.541,7g CO₂e pr. km.
- Busser drevet af 2. generations biodiesel har en forbrugsudledning på 245,4g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, og karosseriproduktion på 309,2g CO₂e pr. km.
- Busser drevet af diesel har en forbrugsudledning på 2.955,8g CO₂e pr. km, og en samlet udledning fra forbrug, og karosseriproduktion på 3.019,6g CO₂e pr. km.



Konklusion

På analysen kan det konkluderes at de drivmidler med den mindste klimabelastning for lastbiler på hhv. 12 og 40 tons samt rutebusser i opstillet rækkefølge er:

1. bio CNG
2. bio LNG
3. el
4. 2. generations biodiesel
5. brint
6. 1. generations biodiesel
7. diesel

Det er dog væsentligt at pointere at ovenstående udfald kan ændre sig ved et andet kørselsmønster. Derfor anbefales det at benytte excel-værktøjet, hvor du kan beregne udfaldet ud for dine kørselsmønstre.

Produktionen af batterier til ellastbiler og elbusserne spiller en stor rolle ift. deres klimapåvirkning. Der går dog ikke mange km, før at merudledningen fra produktionen er udlignet, når elkøretøjerne sammenlignes med brintkøretøjerne, og de som drives af bio CNG, bio LNG, 1. og 2. generations biodiesel og diesel. I nedenstående tabel kan du se hvor mange km elkøretøjet skal køre for at udligne merudledningen relateret til batteriproduktionen fordelt på de tre køretøjskategorier:

Drivmiddel	Lastbiler på ca. 12 tons	Lastbiler på ca. 40 tons	Busser
Brint	0 km	99.147 km	0 km
1. generations biodiesel	27.441 km	50.212 km	12.611 km
2. generations biodiesel	196.884 km	359.180 km	83.718 km
Diesel	13.505 km	24.717 km	6.248 km

En anden væsentlig pointe er, at drivmidlerne bio CNG, bio LNG og de to biodieselsprodukter er baseret på begrænsede ressourcer.

Litteraturliste

Cision (2020) *Everfuel signs frame agreement with Hexagon Purus and orders six hydrogen trailers for commercialization of zero emission mobility*, <https://news.cision.com/everfuel-a-s/r/everfuel-signs-frame-agreement-with-hexagon-purus-and-orders-six-hydrogen-trailers-for-commercializa.c3787188> [12-09-2023]

Emilsson, E. & Dahllöf, L. (2019) *Lithium-Ion Vehicle Battery Production*, <https://www.ivl.se/download/18.694ca0617a1de98f473464/1626774397065/FULLTEXT01.pdf> [20-07-2021]

Energistyrelsen (2023) *El-emissionsfaktoren (2023-2035)*, https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Basisfremskrivning/el-emissionsfaktorer_kf23.pdf [14-07-2023]

Europa-Parlamentet (2015) *EUROA-PARLAMENTETS OG RÅDETS DIREKTIV (EU) 2015/1513*, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015L1513&from=EN> [14-07-2023]

Hyundai (n.d.) *Xcient Fuel Cell*, <https://trucknbus.hyundai.com/global/en/products/truck/xcient-fuel-cell> [14-07-2023]

IdealHy (n.d.) *Liquid Hydrogen Outline*, https://www.idealhy.eu/index.php?page=lh2_outline [03-08-2023]

Klimarådet (2018) *Hvor klimavenlige er elbiler sammenlignet med benzin- og dieselmotorer?*, https://www.klimaraadet.dk/da/system/files_force/downloads/baggrundsnotat_-_hvor_klimavenlige_er_elbiler_sammenlignet_med_benzin-og_dieselmotorer.pdf [15-07-2021]

O'Connell, A., Pavlenko, N., Bieker, G. & Searle, S. (2023) *A COMPARISON OF THE LIFE-CYCLE GREENHOUSE GAS EMISSIONS OF EUROPEAN HEAVY-DUTY VEHICLES AND FUELS*,
<https://theicct.org/wp-content/uploads/2023/02/lca-ghg-emissions-hdv-fuels-europe-feb23.pdf> [14-03-2023]

OK (n.d.) *Er det kun OK, der tilsætter biodiesel?*,
<https://www.ok.dk/erhverv/hjaelp/braendstof/biobraendstof/er-det-kun-ok-der-tilsaetter-biodiesel> [08-08-2023]

Toyota (2022) *TOYOTA BRINTBUS KLAR TIL DRIFT I KØBENHAVN*,
<https://www.toyota.dk/om-toyota/toyota-nyheder/toyota-brintbus-klar-til-drift> [01-08-2023]

Transport & Environment (2020) *Electrofuels? Yes, we can... if we're efficient*,
https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2020/12/2020_12_Briefing_feasibility_study_renewables_decarbonisation.pdf [06-07-2022]

Bilagsoversigt

Bilag 1 – Drivkraft Danmark

SV: Emissionsværdier for biodiesel



Michael Mücke Jensen <mmj@drivkraftdanmark.dk>

Til Lucas Perkild

Cc Jeppe Hartmann; Alexander Plougmann

Du svarede på denne meddelelse den 14-07-2023 11:18.

Svar Svar til alle Videre send

on 12-07-2023 10:49

Hej Lukas

Biobrændstoffer/Biomasse indgår med "0" i CO₂-udledning i de nationale CO₂-opgørelser. Det bygger på FN's regneregler (IPPC). Så det har ikke noget at gøre med den enkelte vognmands ageren og eventuelle køb af certifikater.

Kilden til opstrøms emissionsfaktorerne er EU-Kommissionen i det såkaldte ILUC-direktiv (side 25):

[EUROPA-PARLAMENTETS OG RÅDETS DIREKTIV \(EU\) 2015/ 1513 - af 9. september 2015 - om ændring af direktiv 98/ 70/ EF om kvaliteten af benzin og dieselolie og om ændring af direktiv 2009/ 28/ EF om fremme af anvendelsen af energi fra vedvarende energikilder](#)

I forhold til CO₂-udledningen, så er brændværdien for biodiesel cirka 34 MJ/l. Så med den forudsætning bliver udledningen:

Biodiesel på slagteriaffald: cirka 13 g CO₂/MJ = cirka 440 g CO₂/l

Rapsoliebaseret biodiesel: cirka 22 g CO₂/MJ = cirka 750 g CO₂/l

Det skal understreges, at begge ovenstående værdier for CO₂-udledningen bygger på et gennemsnit af de biobrændstoffer – baseret på dansk produktion – der er anvendt i Danmark i 2022. Øvrige biobrændstoffer, der har indgået og vil indgå i fremtiden i CO₂-fortrængningskravet, kan i sagens natur have andre GHG-værdier.

ILUC effekt for 1. generations biodiesel 55 g CO₂/l = cirka 1.900 g CO₂/l

Det vil sige samlet CO₂-udledning fra 1 liter 1. generations biodiesel inklusiv opstrøms emission = cirka 2.650 g CO₂/l

Til sammenligning udleder en liter diesel cirka 2.600 g CO₂/l for indregning af opstrøms emissioner. Med indregning af opstrøms emissioner, kommer udledningen op på cirka 3.400 g CO₂/l.

Håber du kan bruge det.

Med venlig hilsen

Michael Mücke Jensen
Teknik- og miljøchef

T: +45 3345 6514
M: +45 2042 2636
www.drivkraftdanmark.dk



Drivkraft
Danmark

Bilag 2 – Drivkraft Danmark

Kære Lucas

Jeg beklager meget, men det har været lidt presset med tiden. Men nu er jeg nået til dig.

Benzin med 10 % ethanol er den gængse standard for benzin i Danmark – al 95 oktan er med 10 % ethanol. Og det er det, som alle nye biler i EU er typegodkendt til at kunne køre på. Der findes også 98 oktan benzin med 5 % ethanol, som er til de bilister, som har ældre biler, der ikke er godkendt til at køre på E10 benzin – frem til 2011 var maks tilladte iblanding af bioethanol 5 %.

Men med udgangspunkt i E10 benzin, så bliver de tilsvarende tal:

Tank til hjul: 2.178 g CO₂/liter

Vugge til grav: cirka 3.200 g CO₂/l (hvis det antages, at der udledes cirka 1.000 g CO₂/l i et vugge til grav perspektiv for bioethanol, som var gennemsnittet for den bioethanol, er blev brugt sidste år).

Det er så uden indregning af ILUC – hvis du indregner ILUC effekten for bioethanol, som er cirka 380 g, så bliver tallet:

Vugge til grav inkl. ILUC: 3.600 g CO₂/l

Håber du kan bruge det, ellers må du endelig vende tilbage

Og så opdager jeg lige, at jeg har blandet et par tal sammen omkring diesel, så de tal, som indregner opstrøms og ILUC, ikke er helt korrekte det beklager jeg og har lige rettet op på nedenfor (fik indregnet ILUC i g CO₂/MJ, men angivet det som g CO₂/l):

Tank til hjul: 2.420 g CO₂/liter

Vugge til grav: 3.320 g CO₂/l (hvis det antages, at der udledes 900 g CO₂/l i et vugge til grav perspektiv for biodiesel – gennemsnittet for den biodiesel, der blev brugt sidste år).

Det er så uden indregning af ILUC – hvis du indregner ILUC effekten for rapsoliebaseret biodiesel, så bliver tallet:

Vugge til grav inkl. ILUC: 5.300 g CO₂/l

Med venlig hilsen

Michael Mücke Jensen
Teknik- og miljøchef

T: +45 3345 6514
M: +45 2042 2636
www.drivkraftdanmark.dk

