

**Notat**

Brancheforeningen Dansk Luftfart

**Luftfart og klima**

Opdaterede og supplerende analyser

**Ver.13-06-2022**

Projekt nr.: 10414323  
Dokument nr.: 1231677442  
Version 1  
Revision

Udarbejdet af LSN  
Kontrolleret af ALEC/ECW  
Godkendt af ECW

**Indhold**

---

<b>1</b>	<b>Sammenfatning</b>	<b>3</b>
1.1	Komparative analyser	3
1.2	Indenrigsluftfartens brændstofforbrug	8
1.2.1	Aktiviteter på indenrigsruterne	8
1.2.2	Målt og beregnet brændstofforbrug	9
1.2.3	Målte og beregnede brændstofforbrug samt Energistatistikken	11
1.2.4	Anbefalinger	13
1.2.5	Målt brændstofforbrug og emissioner	13
1.2.6	Målt brændstofforbrug og emissioner per passager	14
<b>2</b>	<b>References</b>	<b>54</b>

---

<b>Appendix 1: Komparative analyser</b>	<b>15</b>
<b>Appendix 2: Emissionsfaktorer for JP1</b>	<b>31</b>
<b>Appendix 3: Transportformers udledninger</b>	<b>32</b>
<b>Appendix 4: Målt og beregnet JP1-forbrug</b>	<b>33</b>
<b>Appendix 5: Brændstofforbrug og CO<sub>2</sub>-emissioner ud fra antal operationer</b>	<b>36</b>
<b>Appendix 6: Brændstofforbrug og CO<sub>2</sub>-emissioner ud fra passagertal</b>	<b>48</b>

---



# 1 Sammenfatning

## 1.1 Komparative analyser

De beregnede klimaafttryk af forskellige transportmidler afhænger i høj grad af de emissionsfaktorer der danner grundlag for beregningerne. I det følgende afsnit tages der så vidt muligt udgangspunkt i målte eller opgivne brændstofforbrug, og der er beregnet CO<sub>2</sub>-e-emissioner for rejser fra Bagsværd til hhv. Aalborg, Aarhus og Rønne samt eksempler på effekten af at inkludere opstrøms emissioner og emissioner forbundet med produktion af kapitalapparatet for de samme rejser.

Formålet med beregningerne er at give et indtryk af størrelsesordnerne for brændstofforbrug og klimaafttryk, og det er antaget at de anvendte brændstofforbrug og emissionsfaktorer er korrekt målt eller beregnede.

For flyrejser er der anvendt data stillet til rådighed af flybranchen, og for tog og færge er der anvendt offentligt tilgængelige oplysninger om klimabelastning og drivmiddelforbrug fra hhv. DSB og Molslinjen. For persontransport i personbiler og busser er der anvendt brændstofforbrug og emissionskoefficienter fra Transportministeriets Transportøkonomiske Enhedspriser, og det er antaget at der i personbilerne transporteres 1,3 personer, hvilket er det gennemsnitlige antal personer pr. bil jf. Transportvaneundersøgelsen for 2021<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> DTU Transport, [Transportvaneundersøgelsens årsrapport for Danmark 2021](#). I [Transportvaneundersøgelsens årsrapport for Danmark 2019](#) er det gennemsnitlige antal personer pr bil lidt højere med hhv. 1,39 for Personbil og 1,36 for den kombinerede kategori Personbil+varebil+taxa

*Enkeltrejse fra Bagsværd til Aalborg Øst*

	Tilbagelagt Afstand (km)	Emissioner, kg CO <sub>2</sub> -e/pas-sager (driv-middel)	Inkl. op-strøms emis-sioner mv., kg CO <sub>2</sub> -e/pas-sager
Fly og taxa (A320neo og elbil)	~ 282	~ 29	-
Fly og taxa (A320neo og ben-zinbil)	~ 282	~ 33	-
Fly og taxa (A320neo og die-selbil)	~ 282	~ 33	~ 45
Fly og taxa (A320neo og opladningshybrid)	~ 282	~ 30	-
Tog (eltog, dieseltog og bus)	~ 499	~ 19	~ 28
Bil og færge (elbil og hurtig-færge)	~ 299	~ 43	-
Bil og færge (benzinbil og hurtigfærge)	~ 299	~ 62	-
Bil og færge (dieselbil og hur-tigfærge)	~ 299	~ 63	~ 82
Bil og bro (elbil)	~ 423	~ 8	-
Bil og bro (benzinbil)	~ 423	~ 45	-
Bil og bro (dieselbil)	~ 423	~ 47	~ 82

Som det fremgår af tabellen er de laveste beregnede CO<sub>2</sub>-e-emissioner forbundet med rejsen med elbil-bro og dernæst følger tog. Rejserne med fly-bil følger herefter og til sidst kommer rejserne med færge og bro-benzin/dieselbil.

*Enkeltrejse fra Bagsværd til Aarhus H*

	Tilbagelagt Afstand (km)	Emissioner, kg CO <sub>2</sub> -e/passager (drivmiddel)	Inkl. opstrøms emissioner mv., kg CO <sub>2</sub> -e/passager
Fly og taxa (A320neo og elbil)	~ 223	~ 23	-
Fly og taxa (A320neo og benzinbil)	~ 223	~ 30	-
Fly og taxa (A320neo og dieselbil)	~ 223	~ 30	~ 34
Fly og taxa (A320neo og opladningshybrid)	~ 223	~ 25	-
Tog (eltog og dieseltog)	~ 347	~ 13	~ 20
Bil og færge (elbil og hurtigfærge)	~ 180	~ 40	-
Bil og færge (benzinbil og hurtigfærge)	~ 180	~ 50	-
Bil og færge (dieselbil og hurtigfærge)	~ 180	~ 50	~ 59

Igen ses det at de laveste beregnede CO<sub>2</sub>-e-emissioner er forbundet med rejsen med tog. Herefter følger rejsen med fly og bil og til sidst rejsen med bil og hurtigfærge.

*Enkeltrejse fra Bagsværd til Rønne*

	Tilbagelagt Afstand (km)	Emissioner, kg CO <sub>2</sub> -e/pas-sager (driv-middel)	Inkl. op-strøms emis-sioner mv., kg CO <sub>2</sub> -e/passager
Fly og taxa (ATR72 og elbil)	~ 184	~ 26	-
Fly og taxa (ATR72 og benzin-bil)	~ 184	~ 29	-
Fly og taxa (ATR72 og diesel-bil)	~ 184	~ 29	~ 34
Fly og taxa (ATR72 og oplad-ningshybrid)	~ 184	~ 27	-
Fly og taxa (A320neo og elbil)	~ 184	~ 24	-
Fly og taxa (A320neo og ben-zinbil)	~ 184	~ 27	-
Fly og taxa (A320neo og die-selbil)	~ 184	~ 27	~ 32
Fly og taxa (A320neo og op-ladningshybrid)	~ 184	~ 25	-
Fly og taxa (B737 og elbil)	~ 184	~ 35	-
Fly og taxa (B737 og benzin-bil)	~ 184	~ 38	-
Fly og taxa (B737 og diesel-bil)	~ 184	~ 39	~ 45
Fly og taxa (B737 og oplad-ningshybrid)	~ 184	~ 36	-
Tog og færge (eltog og hur-tigfærge)	~ 181	~ 46	~ 47
Tog, bus og færge (eltog, die-selbus og hurtigfærge)	~ 181	~ 48	-
Bil og færge (elbil og hurtig-færge)	~ 187	~ 47	-
Bil og færge (benzinbil og hurtigfærge)	~ 187	~ 58	-
Bil og færge (dieselbil og hur-tigfærge)	~ 187	~ 58	~ 68

På denne rute er de laveste beregnede CO<sub>2</sub>-e-emissioner forbundet med rejsen med fly, da hurtigfærger benyttes på rejserne med hhv. tog og bil. For at rejsen

med tog og færge kan opnå emissioner per passager på 29 kg CO<sub>2</sub>-e, som eksempelvis flytypen ATR72 kombineret med benzin-/dieselbil, skal der være cirka 620 passagerer med færgen, altså næsten 60% flere end ved den gennemsnitlige belægning på ruten i 2019. Det skal her bemærkes at i de perioder hvor belægningen er særligt høj på færgen mellem Ystad og Rønne, kan belægningen også være højere end normalt på flyrejsen mellem Københavns Lufthavn og Bornholms Lufthavn, hvorved emissionerne per passager også her falder. Som et eksempel til illustration af dette falder de beregnede emissioner for rejsen med bil og fly (ATR72) med ca. 7 kg CO<sub>2</sub>-e/passager, når belægningsprocenten for flyrejsen mellem lufthavnene øges til 90%.

Det har ikke været muligt at beregne opstrøms emissioner samt emissioner forbundet med produktion af kapitalapparatet for hurtigfærgen, men selv uden dem er de samlede emissioner for bil- og flyrejsen lavere end for rejserne med tog-færge og bil-færge, hvor der for begge som en del af rejsen indgår hurtigfærgen mellem Ystad og Rønne.

## 1.2 Indenrigsluftfartens brændstofforbrug

Hidtil har det primært været i Energistyrelsens Energistatistik at man har kunnet finde et overblik over det brændstofforbrug indenrigsluftfarten tegner sig for i Danmark<sup>2</sup>. I 2019 var JP1-forbruget oplyst til at have et direkte energiindhold på 1290 TJ svarende til 29.655 tons, og derudover var der en mindre mængde andet flybrændstof med et direkte energiindhold på 41 TJ. Til sammenligning var udenrigsluftfarten angivet til at forbruge 43.773 TJ, eller knap 34 gange mere end indenrigsluftfarten.

Forbruget af JP1 i Danmark er baseret på oplysninger fra leverandørerne af brændstoffet, og fordelingen mellem indenrigs- og udenrigsluftfarten foretages på baggrund af beregningerne fra dokumentationen af de årlige danske emissionsopgørelser for vejtransport og andre mobile kilder til UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) og UNECE LRTAP (United Nations Economic Commission for Europe Long Range Transboundary Pollution)<sup>3</sup>. Indtil nu har det været mindre væsentligt hvordan fordelingen af brændstoffet (JP1) er mellem indenrigs- og udenrigsluftfart, men det er mere væsentligt nu hvor der fastsættes mål for indenrigsluftfartens klimabelastning, fordi hvor meget brændstof er der hidtil forbrugt og forventes der anvendt i årene fremover?

De følgende afsnit indeholder et overblik over indenrigslufttrafikens aktiviteter, en sammenligning af målte og beregnede brændstofforbrug samt en sammenligning med Energistatistikken. Derudover er der på baggrund af de målte brændstofforbrug for passagerflyvninger estimeret direkte CO<sub>2</sub>-e-udledninger for såvel indenrigsruter som konkrete flytyper på ruterne.

Hensigten med afsnittet er at give et indtryk af størrelsesorden for brændstofforbrug og emissioner, men samtidig at tydeliggøre usikkerhederne der er forbundet med at estimere indenrigslufttrafikens brændstofforbrug og emissioner. Se i øvrigt Appendix for yderligere baggrund for og dokumentation af beregningerne.

### 1.2.1 Aktiviteter på indenrigsruterne

Ved at kombinere antallet af passagerflyvninger på de forskellige indenrigsruter med et brændstofforbrug per rute kan en væsentlig andel af det samlede brændstofforbrug på indenrigstrafikken estimeres og efterfølgende videregøres til en associeret klimabelastning.

Fokuseres der på 'Scheduled' altså de planlagte indenrigsflyvninger i Danmark er det primært 8 flytyper som anvendes til passagerflyvninger mellem Københavns Lufthavn og de største 6 andre lufthavne i Danmark. Nedenstående tabel med de 8 flytyper er baseret på en særkørsel fra Trafikstyrelsen for trafikken i 2019. Bemærk at flyvningerne i tabellen alene inkluderer typen "passager". Derved inkluderer ikke tomflyvninger uden passagerer samt ambulanceflyvninger og "retur" hvor flyet må vende om. Derudover er der ikke inkluderet skoleflyvninger mv. hvor der dels ikke er passagerer med og dels lettes og landes fra samme lufthavn:

---

<sup>2</sup> Se <https://ens.dk/service/statistik-data-noegletal-og-kort/maanedlig-og-aarlig-energistatistik>

<sup>3</sup> Se <https://dce2.au.dk/pub/SR411.pdf>



	BIL- LUND	BORN- HOLM/RONNE	MIDTJYL- LANDS LUFT- HAVN	SON- DER- BORG	AAL- BORG	AAR- HUS
A320neo	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%	2,20%	0,90%
A321	0,79%	0,00%	0,00%	0,00%	4,76%	3,20%
ATR42	0,00%	32,44%	36,75%	0,00%	0,00%	0,00%
ATR72	86,39%	66,28%	63,05%	97,81%	14,53%	69,30%
B737	4,47%	0,00%	0,00%	0,00%	47,21%	0,00%
CRJ900	2,05%	0,00%	0,00%	0,00%	17,94%	18,47%
A320	3,51%	0,60%	0,00%	0,00%	8,97%	6,00%
A319	0,13%	0,00%	0,00%	0,00%	3,17%	1,68%
Af alle:	97,37%	99,32%	99,80%	97,81%	98,78%	99,55%

Flyvningerne præsenteret i ovenstående tabel udgør i alt ca. 44% af de 59.005 operationer 'Scheduled' i 2019. De 8 flytyper har imidlertid en god dækning på de forskellige ruter hvilket ses ved at de tegner sig for mere end 97% af alle passagerflyvninger og på enkelte ruter mere end 99% af samtlige passagerflyvninger.

### 1.2.2 Målt og beregnet brændstofforbrug

En række faktorer påvirker brændstofforbruget til passagerflyvninger på konkrete indenrigsruter herunder flytype(r), tilbagelagte distancer og antallet af operationer. Og hvis emissionerne per passager, passagersæde eller passager-kilometer skal beregnes ud fra brændstofforbruget, påvirkes disse beregninger endvidere af antagelser omkring antal passagersæder og belægningsprocenten.

I den følgende tabel er det faktisk målte forbrug for specifikke flytyper på en række ruter sammenlignet med et teoretisk forbrug beregnet på samme måde som i de nationale opgørelser<sup>4</sup> samt brændstofforbruget beregnet med ICAOs 'Carbon Emissions Calculator'<sup>5</sup>. Bemærk at ICAOs beregner viser et gennemsnit for flere flytyper på ruten:

<sup>4</sup> Se <https://dce2.au.dk/pub/SR411.pdf>

<sup>5</sup> Se <https://www.icao.int/environmental-protection/CarbonOffset/Pages/default.aspx>

	Faktisk målt forbrug (kg)*	Beregnet forbrug pba. de nationale opgørelser <sup>6**</sup>	ICAOs 'Carbon Emissions Calculator' (kg)***
CPH-AAL, A319 (2021)	1202	1.735 (300 km)	1237 (237 km) (319, 320, 73G, 73H, AT4, AT7, CR9)
CPH-AAL, A320 (2021)	1231	1.890 (300 km)	1237 (237 km) (319, 320, 73G, 73H, AT4, AT7, CR9)
CPH-AAL, A320neo (2021)	1023	1.625 (300 km)	1237 (237 km) (319, 320, 73G, 73H, AT4, AT7, CR9)
CPH-AAL, AT7 (2019)	516	615-638 (AT72-AT76) (300 km)	1237 (237 km) (319, 320, 73G, 73H, AT4, AT7, CR9)
CPH-AAL, CR9 (2019)	992	1.182 (300 km)	1237 (237 km) (319, 320, 73G, 73H, AT4, AT7, CR9)
CPH-AAR, A319 (2019)	943	1.398 (208 km)	541 (146 km) (73G, AT7, CR9)
CPH-AAR, A320 (2019)	953	1.543 (208 km)	541 (146 km) (73G, AT7, CR9)
CPH-AAR, A320neo (2019)	808	1.314 (208 km)	541 (146 km) (73G, AT7, CR9)
CPH-AAR, AT7 (2019)	362	478-502 (AT72-AT76) (208 km)	541 (146 km) (73G, AT7, CR9)
CPH-AAR, CR9 (2019)	735	954 (208 km)	541 (146 km) (73G, AT7, CR9)
CPH-AAR, CR7 (2019)	750	928 (208 km)	541 (146 km) (73G, AT7, CR9)
CPH-RNN (Rønne)	367	482-526 (AT72-76) (205 km)	314 (146 km) (AT4, M83)
CPH-SGD (Sønderborg)	490	557-596 (AT72-AT76) (256 km)	460 (195 km) (AT7)
CPH-BLL	-	-	616 (219 km) (73G, AT7)
CPH-KRP (Karup)	434	505 (AT43) (295 km)	439 (232 km) (AT4)

\* Gennemsnit for tur/retur for modellerne indenfor denne flytype

\*\* For ruten CPH-AAR er der antaget samme beregningsforudsætninger i form af LTO- og cruise-brændstofforbrug som på ruten CPH-BLL

\*\*\* Vægtet gennemsnit for alle anvendte flytyper, hvor specifik flytype ikke er angivet

<sup>6</sup> Se <https://dce2.au.dk/pub/SR411.pdf>

Af tabellen fremgår det at brændstofforbruget beregnet som i de nationale opgørelser er et stykke fra de faktisk målte forbrug: Afvigelserne er på 14-63% og i gennemsnit 37%. En væsentlig del af forskellen kan formentligt henføres til forskelle i antagelserne om de tilbagelagte afstande der ligger til grund for de beregnede forbrug, og de faktisk tilbagelagte afstande.

Da ICAOs 'Carbon Emissions Calculator' angiver et gennemsnitligt brændstofforbrug for alle flytyper på ruterne, er det vanskeligt at sammenligne direkte med de målte forbrug på ruterne CPH-AAL og CPH-AAR. På ruterne CPH-RNN, CPH-SGD og CPH-KRP er det nemmere, da det primært er ATR43 og ATR72/76 der er aktive på disse ruter, og som det ses af tabellen er der stort set overensstemmelse mellem de målte forbrug og forbrugene beregnet i ICAOs beregner.

### 1.2.3 Målte og beregnede brændstofforbrug samt Energistatistikken

I det følgende er et overblik over brændstofforbruget på hver indenrigsrute hvor der flyves med passagerer. Som udgangspunkt er der i estimeringen anvendt et målt brændstofforbrug hvis det er til rådighed. Er det ikke til rådighed, estimeres et brændstofforbrug på baggrund af målte brændstofforbrug for samme flytype på andre ruter ved at korrigere et beregnet brændstofforbrug på ruten med den gennemsnitlige forskel til de målte forbrug for flytypen. Følgende korrektioner er anvendt i estimeringen:

Flytype	Korrektion af beregnet brændstofforbrug med XX %:
A320neo	60%
A321	60%
ATR42	20%
ATR72	20%
B737	60%
CRJ900	20%
A320	60%
A319	50%

Som det fremgår af tabellen er der især de større flytyper hvor det beregnede brændstofforbrug i estimeringen korrigeres med 50-60%, dvs. at det beregnede brændstofforbrug divideres med 1,5-1,6 for at finde det estimerede forbrug. Se Appendix 5: for yderligere baggrund.

I Energistyrelsens Energistatistik for 2019 er det angivet at indenrigsluftfarten tegnede sig for et 'Endeligt forbrug' af JP1 på 1290 TJ svarende til 1.290.000 GJ. Hvis en brændværdi for JP1 på 43,50 GJ/ton anvendes svarer det til 29.655 tons JP1 i 2019. Dette kan sammenlignes med et brændstofforbrug beregnet med samme baggrund som i de nationale opgørelser samt brændstofforbrugene estimeret ud fra målte data:

	Energistyrelsens Energistatistik for 2019 (tons JP1)	Samlet beregnet brændstofforbrug (tons JP1)	Samlet målt & estimeret brændstofforbrug (tons JP1)
CPH-Billund:	-	1.671	1.311
CPH-Karup:	-	1.944	1.636
CPH-Rønne:	-	2.430	1.892
CPH-Sønderborg:	-	1.271	1.118
CPH-Aalborg:	-	13.691	9.207
CPH-Aarhus:	-	2.490	1.805
<b>I alt</b>	<b>29.655</b>	<b>23.496</b>	<b>16.969</b>

Det beregnede brændstofforbrug i kolonne 3 summerer til omkring 23.500 tons JP1. Dette svarer til knap 80% af brændstofforbruget i Energistyrelsens Energistatistik angivet i kolonne 2. Forskellen på knap 6.200 tons er et resultat af at det beregnede brændstofforbrug på 23.496 tons alene inkluderer planlagte passagerflyvninger, og dermed ikke tomflyvninger, returflyvninger og "Andre flyvninger" såsom skoleflyvninger etc. Da brændstofforbrugene i hhv. Energistatistikken (kolonne 2) og kolonne 3 er beregnet på baggrund af de samme brændstoffeffektiviteter, er det altså ikke forklaringen på forskellen på de ca. 6.200 tons.

Det samlede målte og estimerede brændstofforbrug i kolonne 4 er cirka 28% lavere end det beregnede brændstofforbrug (kolonne 3). Denne forskel skyldes at de målte forbrug på konkrete ruter er lavere end de beregnede. Antager man en tilsvarende forskel på de resterende flyvninger (tomflyvninger, returflyvninger og "Andre flyvninger" såsom skoleflyvninger etc.) tegnede indenrigsluftfarten i 2019 sig ikke for 29.655 tons JP1 men derimod 72% af det, hvilket svarer til 21.417 tons JP1. Af de 21.417 tons udgjorde passagerflyvninger så som nævnt de 16.969 tons baseret på faktisk målte og til dels estimerede brændstofforbrug på indenrigsruterne.

#### 1.2.4 Anbefalinger

Umiddelbart giver ovenstående forskelle anledning til følgende:

- Antallet og definitionerne af 'operationer' og passagerflyvninger bør være veletablerede og veldokumenterede, da de danner en central del af baggrunden for bestemmelsen af det samlede brændstofforbrug på en rute. Hertil hører ensartet behandling af 'tomflyvninger' og 'returflyvninger', så brændstofforbruget fra disse allokeres ensartet til de relevante ruter.
- Sammenligningen af Energistatistikens brændstofforbrug med de faktisk målte forbrug for konkrete flytyper på specifikke ruter indikerer at brændstofforbruget for indenrigslufttrafikken angivet i Energistatistikken kan være overestimeret eller rettere 'fejlallokeret' fra det totale brændstofforbrug der omfatter såvel indenrigs- som udenrigslufttrafikken. Indtil allokeringen er bekræftet bør de målte forbrug anvendes i vurderinger af brændstofforbruget ved passagerflyvninger på konkrete ruter.

#### 1.2.5 Målt brændstofforbrug og emissioner

På baggrund af det kombineret målte og estimerede brændstofforbrug kan de direkte CO<sub>2</sub>-emissioner beregnes. Der er i nedenstående tabel alene anvendt en emissionsfaktor der repræsenterer de direkte udledninger af hhv. CO<sub>2</sub> og CO<sub>2</sub> samt andre drivhusgasser (CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O). Opstrøms emissioner fra produktion af brændstoffet samt indirekte udledninger fra tilvejebringelse af kapitalapparatet er altså ikke inkluderet i den anvendte emissionsfaktor:

	Samlet målt & estimeret brændstofforbrug (tons JP1)	Direkte CO <sub>2</sub> -e-udledninger v. EMF på 3,178 kg CO <sub>2</sub> -e/kg JP1 (tons CO <sub>2</sub> -e)
CPH-Billund:	1.311	4.165
CPH-Karup:	1.636	5.200
CPH-Rønne:	1.892	6.014
CPH-Sønderborg:	1.118	3.554
CPH-Aalborg:	9.207	29.259
CPH-Aarhus:	1.805	5.735
<b>I alt</b>	<b>16.969</b>	<b>53.930</b>

Som det fremgår af tabellen er de beregnede emissioner knap 54.000 tons CO<sub>2</sub>-ækvivalenter (CO<sub>2</sub>-e).

### 1.2.6 Målt brændstofforbrug og emissioner per passager

De målte forbrug for specifikke flytyper og indenrigsruter er angivet i tabellen herunder. Derudover er der for to forskellige emissionsfaktorer angivet de beregnede direkte udledninger af hhv. CO<sub>2</sub> og CO<sub>2</sub>-ækvivalenter ved de angivne passagerkapaciteter og en belægningsprocent på 65% for alle flytyper:

	Faktisk målt forbrug (kg)*	Passager-kapacitet (antal sæder/belægning)**	Direkte CO <sub>2</sub> -udledning/passager***
CPH-AAL, A319 (2021)	1202	<a href="#">150/98</a>	39
CPH-AAL, A320 (2021)	1231	<a href="#">168/109</a>	36
CPH-AAL, A320neo (2021)	1023	<a href="#">180/117</a>	28
CPH-AAL, AT7 (2019)	516,25	<a href="#">70/46</a>	36
CPH-AAL, CR9 (2019)	991,5	<a href="#">90/59</a>	54
CPH-AAR, A319 (2019)	943	<a href="#">150/98</a>	31
CPH-AAR, A320 (2019)	953	<a href="#">168/109</a>	28
CPH-AAR, A320neo (2019)	808	<a href="#">180/117</a>	22
CPH-AAR, AT7 (2019)	362	<a href="#">70/46</a>	25
CPH-AAR, CR9 (2019)	735	<a href="#">90/59</a>	40
CPH-AAR, CR7 (2019)	750	<a href="#">90/59</a>	41
CPH-RNN, ATR72 (Rønne)	367	<a href="#">72/47</a>	25
CPH-SGD, ATR72 (Sønd.b.)	490	<a href="#">64/42</a>	37
CPH-BLL (ej til rådighed)	-	-	-
CPH-KRP, ATR42 (Karup)	434	<a href="#">48/31</a>	44

\* Gennemsnit for tur/retur for modellerne indenfor denne flytype

\*\* Antaget ud fra offentligt tilgængelige beskrivelser af flytyperne

\*\*\* Ved EMF på 3,178 kg CO<sub>2</sub>-e/kg JP1 (tons CO<sub>2</sub>-e)

Som det fremgår af tabellen er der ved afrundede værdier ingen forskel i resultaterne på at anvende en emissionsfaktor på 3,16 kg CO<sub>2</sub>/kg JP1 eller 3,178 kg CO<sub>2</sub>-e/kg JP1. Det skal i øvrigt understreges at resultaterne er følsomme overfor antagelserne om antallet af passagersæder og belægningsprocenten på 65%: Færre passagersæder og en lavere belægningsprocent vil øge emissionerne per passager og vice versa.

## Appendix 1: Komparative analyser

Herunder er de beregnede CO<sub>2</sub>-e-emissioner for en række rejser angivet på baggrund af forskellige kilder til emissionsfaktorer for personbiler og tog samt oplyste eller målte brændstofforbrug for færge og fly. Der er for nogle af rejserne angivet eksempler på størrelsesordenen for opstrøms emissioner og emissioner relateret til produktion af kapitalapparatet.

Formålet med beregningerne er at give et indtryk af størrelsesordnerne for brændstofforbrug og klimaaftryk, og det er antaget at de anvendte brændstofforbrug og emissionsfaktorer er korrekt målt eller beregnede.

Der er for fly, tog og færge anvendt data fra hhv. flybranchen<sup>7</sup>, DSB<sup>8</sup> og Molslinjen<sup>9</sup>, og data er enten stillet direkte til rådighed eller præsenteret offentligt tilgængeligt på hjemmesider. For persontransport i personbiler og busser er der anvendt emissionskoefficienter fra Transportministeriets Transportøkonomiske Enhedspriser version 2.0, og det er antaget at der i personbiler transporteres 1,3 passagerer jf. Transportvaneundersøgelsen for 2021<sup>10</sup>.

---

<sup>7</sup> Brændstofforbrug for specifikke flytyper og ruter stillet til rådighed af [Brancheforeningen Dansk Luftfart](#)

<sup>8</sup> "Sammenligning af emissionsfaktorer", COWI for DSB, [https://www.dsb.dk/globalassets/om-dsb/baeredygtighed/sammenligning\\_af\\_emissionsfaktorer.pdf](https://www.dsb.dk/globalassets/om-dsb/baeredygtighed/sammenligning_af_emissionsfaktorer.pdf)

<sup>9</sup> For miljøansøgning se <https://mst.dk/media/152186/miljoansoegning-e1-og-e2-roenneystad-2018-06-2.pdf> og for Molslinjens Årsrapport 2020 ses på <https://www.molslinjen.dk/media/505096/molslinjen-as-%C3%A5rsrapport-2020.pdf>

<sup>10</sup> DTU Transport, [Transportvaneundersøgelsens årsrapport for Danmark 2021](#). I [Transportvaneundersøgelsens årsrapport for Danmark 2019](#) er det gennemsnitlige antal personer pr bil lidt højere med hhv. 1,39 for Personbil og 1,36 for den kombinerede kategori Personbil+varebil+taxa

### Bagsværd-Aalborg Øst (enkeltrøjse): Fly og taxa

	Transport- middel	Af- stand (km)	Brænd- stoffor- brug	Emissions- faktor (drivmid- del)	Direkte emissioner, kg CO <sub>2</sub> -e/passager (indirekte for elbil)
	Bil, el (taxa)*	32,4		24,7 g CO <sub>2</sub> -e/km	0,6
	Bil, benzin (taxa)*	32,4		138,8 g CO <sub>2</sub> -e/km	3,5
	Bil, diesel (taxa)*	32,4		143,1 g CO <sub>2</sub> -e/km	3,6
	Bil, oplad- ningshybrid (taxa)*	32,4		56,4 g CO <sub>2</sub> -e/km	1,4
	Fly, Kø- benhavns Lufthavn - Aalborg	~ 237	1023 kg JP1	3,178 kg CO <sub>2</sub> -e/kg JP1 <sup>11</sup>	27,8
	Aalborg Lufthavn - Aalborg Øst (desti- nation)	12,7		24,7 g CO <sub>2</sub> -e/km	0,2
	Bil, benzin (taxa)*	12,7		138,8 g CO <sub>2</sub> -e/km	1,4
	Bil, diesel (taxa)*	12,7		143,1 g CO <sub>2</sub> -e/km	1,4
	Bil, oplad- ningshybrid (taxa)*	12,7		56,4 g CO <sub>2</sub> -e/km	0,6
I alt	Elbil og fly				~29
I alt	Benzinbil og fly				~33
I alt	Dieselbil og fly				~33
I alt	Opladnings- hybrid og fly				~30

<sup>11</sup> Se <https://dce2.au.dk/pub/SR411.pdf>



\* Det er jf. Transportvane-undersøgelsen for 2021 antaget at der i personbiler transporteres 1,3 passagerer

\*\* Gennemsnitligt målt brændstofforbrug på ruten. Antaget antal passagerer: 180 passagersæder og en belægning på 65 %, svarende til 117 passagerer. For andre flytyper varierer det målte forbrug, og den beregnede direkte udledning per passager for disse (med samme belægning men varierende passagerkapacitet) er 36-54 kg CO<sub>2</sub>-e/passager.

Såfremt opstrøms emissioner fra produktionen af brændstof samt emissioner fra produktion af kapitalapparat medregnes fås følgende resultater baseret på udtræk fra Ecoinvent-databasen<sup>12</sup>:

Fly, Københavns Lufthavn - Aalborg	Andel	Kg CO <sub>2</sub> -e/passager
Opstrøms, brændstof	12%	4
Lufthavn	11%	4
Fly	0,2%	0,1
Direkte udledninger	77%	28
Total	100%	~ 36

Som det ses af tabellen øges udledningerne med ca. 8 kg CO<sub>2</sub>-e/passager. Det er antaget at den tilbagelagte distance er 237 km men en antagelse om 300 km i stedet giver stort samme resultat ca. 8,9 kg CO<sub>2</sub>-e/passager.

For diesebilens vedkommende resulterer en tilsvarende tilgang til at medregne opstrøms emissioner fra produktionen af brændstof samt emissioner fra produktion af kapitalapparat i en øget udledning på cirka 3,8 kg CO<sub>2</sub>-e/passager, altså bliver den samlede udledning knap 45 kg CO<sub>2</sub>-e/passager på rejsen (36 + 5 + 3,8 ~ 45).

---

<sup>12</sup> Databasen er ecoinvent v3.8: <https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/data-releases/ecoinvent-3-8/>. Der er anvendt en kombination af korte og meget korte flyvninger i udvælgelsen af emissionskoefficienter.

## Bagsværd-Aalborg Øst (enkeltrejse): Tog og bus

	Transportmiddel	Afstand (km)	Brændstofforbrug	Emissionsfaktor (drivmiddel)	Direkte emissioner, kg CO <sub>2</sub> -e/passager (indirekte for S-tog)
Bagsværd (Hjem) - Bagsværd st.	Gå	0,5		0	0
S-tog, Bagsværd st. - København H	S-tog (el) *	16,8		11 g CO <sub>2</sub> -e/personkm.	0,2
Intercitytog, København H - Aalborg St.	Tog (diesel) **	468,7	572 liter diesel	40 g CO <sub>2</sub> /personkm	18,7
Aalborg St - Aalborg Øst (destination)	Bus (diesel) ***	12,5		837,0 g CO <sub>2</sub> -e/km	0,3
I alt					~19

\* 7,5 kWh/km<sup>13</sup>

\*\* Afstand fra [Tema2015-modellen](#). 1,22 liter/km angivet for "IC3 diesel" og 40 "Gram CO<sub>2</sub> per personkm. Ved Belægning 48%"<sup>14</sup>

\*\*\* Antaget antal passagerer: 46 passagersæder og belægning på 65%<sup>15</sup>

Såfremt opstrøms emissioner fra produktionen af brændstof samt emissioner fra produktion af kapitalapparat medregnes for de 468,7 km tilbagelagt i dieseltog tilføjes yderligere 9 kg CO<sub>2</sub>-e/passager<sup>16</sup> til i alt ca. 28 kg CO<sub>2</sub>-e/passager.

Bemærk at S-togs-rejsen ikke er inkluderet, men den vil umiddelbart bidrage med omkring 0,2 kg CO<sub>2</sub>-e/passager yderligere, og derudover vil der være et bidrag fra den del af rejsen der er med bus.

<sup>13</sup> "Sammenligning af emissionsfaktorer", COWI for DSB, [https://www.dsb.dk/globalassets/om-dsb/baeredygtighed/sammenligning\\_af\\_emissionsfaktorer.pdf](https://www.dsb.dk/globalassets/om-dsb/baeredygtighed/sammenligning_af_emissionsfaktorer.pdf)

<sup>14</sup> "Sammenligning af emissionsfaktorer", COWI for DSB, [https://www.dsb.dk/globalassets/om-dsb/baeredygtighed/sammenligning\\_af\\_emissionsfaktorer.pdf](https://www.dsb.dk/globalassets/om-dsb/baeredygtighed/sammenligning_af_emissionsfaktorer.pdf)

<sup>15</sup> Beregnet ud fra "Transportøkonomiske enhedspriser" fra DTU og Transportministeriet, <https://www.cta.man.dtu.dk/modelbibliotek/teresa/transportoekonomiske-enhedspriser>

<sup>16</sup> Baseret på udtræk fra ecoinvent-databasen v3.8: <https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/data-releases/ecoinvent-3-8/>

## Bagsværd-Aalborg Øst (enkeltrøjse): Bil og Færge

	Transportmiddel	Afstand (km)	Brændstofforbrug	Emissionsfaktor (drivmiddel)	Direkte emissioner, kg CO <sub>2</sub> -e/passager (indirekte for elbil)
Bagsværd st. - Sjællands Odde	Bil, el*	103		24,7 g CO <sub>2</sub> -e/km	2,0
	Bil, benzin*	103	-	138,8 g CO <sub>2</sub> -e/km	11,0
	Bil, diesel*	103	-	143,1 g CO <sub>2</sub> -e/km	11,3
Færge - Sj. Odde - Århus Havn	Hurtigfærge**	72	6559 liter diesel	~74 kg CO <sub>2</sub> -e/GJ	38,2
Århus Havn - Aalborg Øst	Bil, el*	124		24,7 g CO <sub>2</sub> -e/km	2,4
	Bil, benzin*	124	-	138,8 g CO <sub>2</sub> -e/km	13,2
	Bil, diesel*	124	-	143,1 g CO <sub>2</sub> -e/km	13,6
I alt, elbil					~43
I alt, benzinbil					~62
I alt, dieselbil					~63

\* Personbil, 1,3 passagerer<sup>17</sup>

\*\* Brændstofforbruget er antaget det samme som på Molslinjens rute Ystad-Rønne, hvor afstand og type færge er omtrent den samme. Der er pba. af Molslinjens Årsrapport 2020 beregnet at der i 2019 i gennemsnit var 457 passagerer per afgang<sup>18</sup>

For så vidt angår færgeturen halveres emissionerne fra færgen, hvis det antages at belægningsprocenten på færgeturen fordobles, og drivmiddelspecifikke – og her direkte – udledninger bliver derved henholdsvis 43 og 44 kg CO<sub>2</sub>-e/passager.

Såfremt opstrøms emissioner fra produktionen af brændstof samt emissioner fra produktion af kapitalapparat medregnes for de 227 km tilbagelagt i dieselbil øges de samlede emissioner med ca. 19 kg CO<sub>2</sub>-e/passager til en samlet emission for

<sup>17</sup> Beregnet ud fra "Transportøkonomiske enhedspriser" fra DTU og Transportministeriet, <https://www.cta.man.dtu.dk/modelbibliotek/teresa/transportoekonomiske-enhedspriser>

<sup>18</sup> For miljøansøgning se <https://mst.dk/media/152186/miljoansoegning-e1-og-e2-roenne-ystad-2018-06-2.pdf> og for Molslinjens Årsrapport 2020 ses på <https://www.molslinjen.dk/media/505096/molslinjen-as-%C3%A5rsrapport-2020.pdf>

rejsen på ca. 82 kg CO<sub>2</sub>-e/passager. Dette estimat er baseret på udtræk fra ecoinvent-databasen<sup>19</sup>. Dertil kommer et ukendt bidrag fra turen med hurtigfærge, som umiddelbart ikke kan identificeres vha. databasen.

### Bagsværd-Aalborg Øst (enkeltrejse): Bil og bro

	Transportmiddel	Afstand (km)	Brændstofforbrug	Emissionsfaktor (drivmiddel)	Direkte emissioner, kg CO <sub>2</sub> -e/passager (indirekte for elbil)
Bagsværdst. - Aalborg Øst	Bil, el*	423		24,7 g CO <sub>2</sub> -e/km	8,0
	Bil, benzin*	423		138,8 g CO <sub>2</sub> -e/km	45,2
	Bil, diesel*	423		143,1 g CO <sub>2</sub> -e/km	46,5

\* Personbil, 1,3 passagerer<sup>20</sup>

Såfremt opstrøms emissioner fra produktionen af brændstof samt emissioner fra produktion af kapitalapparat medregnes for de 423 km tilbagelagt i dieselbil, øges de samlede emissioner til ca. 82 kg CO<sub>2</sub>-e/passager. Dette estimat er baseret på udtræk fra ecoinvent-databasen<sup>21</sup>.

<sup>19</sup> Databasen er ecoinvent v3.8: <https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/data-releases/ecoinvent-3-8/>

<sup>20</sup> Beregnet ud fra "Transportøkonomiske enhedspriser" fra DTU og Transportministeriet, <https://www.cta.man.dtu.dk/modelbibliotek/teresa/transportoekonomiske-enhedspriser>

<sup>21</sup> Databasen er ecoinvent v3.8: <https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/data-releases/ecoinvent-3-8/>

## Bagsværd-Aarhus (enkeltrejse): Fly og taxa

	Transport- middel	Af- stand (km)	Brænd- stoffor- brug	Emissi- onsfaktor (drivmid- del)	Direkte emis- sioner, kg CO <sub>2</sub> -e/passa- ger (indirekte for elbil)
Bagsværd (Hjem) - Københavns Lufthavn	Bil, el (taxa)*	32,4		24,7 g CO <sub>2</sub> - e/km	0,6
	Bil, benzin (taxa)*	32,4		138,8 g CO <sub>2</sub> - e/km	3,5
	Bil, diesel (taxa)*	32,4		143,1 g CO <sub>2</sub> - e/km	3,6
	Bil, oplad- ningshybrid (taxa)*	32,4		56,4 g CO <sub>2</sub> - e/km	1,4
Fly, Køben- havns Luft- havn – Aar- hus Airport	Fly, A320neo**	~146	808 kg JP1	3,178 kg CO <sub>2</sub> -e/kg JP1 <sup>22</sup>	21,95
Aarhus Air- port – Aar- hus H.	Bil, el (taxa)*	44,1		24,7 g CO <sub>2</sub> - e/km	0,8
	Bil, benzin (taxa)*	44,1		138,8 g CO <sub>2</sub> - e/km	4,7
	Bil, diesel (taxa)*	44,1		143,1 g CO <sub>2</sub> - e/km	4,9
	Bil, oplad- ningshybrid (taxa)*	44,1		56,4 g CO <sub>2</sub> - e/km	1,9
I alt	Elbil og fly				~23
I alt	Benzinbil og fly				~30
I alt	Dieselbil og fly				~30
I alt	Opladnings- hybrid og fly				~25

<sup>22</sup> Se <https://dce2.au.dk/pub/SR411.pdf>

\* Det er jf. Transportvane-undersøgelsen for 2021 antaget at der i personbiler transporteres 1,3 passagerer

\*\* Gennemsnitligt målt brændstofforbrug på ruten. Antaget antal passagerer: 180 passagersæder og en belægning på 65 %, svarende til 117 passagerer. For andre flytyper varierer det målte forbrug, og den beregnede direkte udledning per passager for disse (med samme belægning men varierende passagerkapacitet) er højere og cirka 25-40 kg CO<sub>2</sub>-e/passager.

Såfremt opstrøms emissioner fra produktionen af brændstof samt emissioner fra produktion af kapitalapparat medregnes for flyrejsen fås følgende resultater baseret på udtræk fra ecoinvent-databasen<sup>23</sup>:

Fly, Københavns Lufthavn - Aarhus	Andel	Kg CO <sub>2</sub> -e/passager
Opstrøms, brændstof	12%	3
Lufthavn	11%	2
Fly	0,2%	0,0
Direkte udledninger	77%	22
Total	100%	~ 28

Som det ses af tabellen øges udledningerne med ca. 6 kg CO<sub>2</sub>-e/passager. Det er antaget at den tilbagelagte distance er 146 km men en antagelse om 208 km i stedet giver stort samme resultat ca. 6,6 kg CO<sub>2</sub>-e/passager.

For dieselbilens vedkommende resulterer en tilsvarende tilgang til at medregne opstrøms emissioner fra produktionen af brændstof samt emissioner fra produktion af kapitalapparat i en øget udledning på cirka 6,4 kg CO<sub>2</sub>-e/passager, altså bliver den samlede udledning lidt mere end 34 kg CO<sub>2</sub>-e/passager på rejsen (28 + 6,4 ~ 34).

---

<sup>23</sup> Databasen er ecoinvent v3.8: <https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/data-releases/ecoinvent-3-8/>. Der er anvendt en kombination af korte og meget korte flyvninger i udvælgelsen af emissionskoefficienter.

## Bagsværd-Aarhus (enkeltrejse): Tog

	Transportmiddel	Afstand (km)	Brændstofforbrug	Emissionsfaktor (drivmiddel)	Direkte emissioner, kg CO <sub>2</sub> -e/passager (indirekte for S-tog)
Bagsværd (Hjem) - Bagsværd st.	Gå	0,5	0	0	0
S-tog, Bagsværd st. - København H	S-tog (el) *	16,8	-	11 g CO <sub>2</sub> /person-km.	0,2
Intercitytog, København H - Aarhus H.	Tog (diesel) **	328,8	401,14 liter diesel	40 g CO <sub>2</sub> /person-km	13,15
I alt					~13

\* 7,5 kWh/km<sup>24</sup>

\*\* Afstand fra [Tema2015-modellen](#). 1,22 liter/km angivet for "IC3 diesel" og 40 "Gram CO<sub>2</sub> per personkm. ved Belægning 48 %" <sup>25</sup>

Såfremt opstrøms emissioner fra produktionen af brændstof samt emissioner fra produktion af kapitalapparat medregnes for de 328,8 km tilbagelagt i dieseltog øges emissionerne med lige knap 7 kg CO<sub>2</sub>-e/passager baseret på udtræk fra ecoinvent-databasen<sup>26</sup>. Bemærk at S-togs-rejsen ikke er inkluderet, men den vil umiddelbart bidrage med yderligere 0,2 kg CO<sub>2</sub>-e/passager.

<sup>24</sup> "Sammenligning af emissionsfaktorer", COWI for DSB, [https://www.dsb.dk/globalassets/om-dsb/baeredygtighed/sammenligning\\_af\\_emissionsfaktorer.pdf](https://www.dsb.dk/globalassets/om-dsb/baeredygtighed/sammenligning_af_emissionsfaktorer.pdf)

<sup>25</sup> "Sammenligning af emissionsfaktorer", COWI for DSB, [https://www.dsb.dk/globalassets/om-dsb/baeredygtighed/sammenligning\\_af\\_emissionsfaktorer.pdf](https://www.dsb.dk/globalassets/om-dsb/baeredygtighed/sammenligning_af_emissionsfaktorer.pdf)

<sup>26</sup> Databasen er ecoinvent v3.8: <https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/data-releases/ecoinvent-3-8/>

## Bagsværd-Aarhus (enkeltrejse): Bil og Færge

	Transportmid- del	Af- stand (km)	Brænd- stoffor- brug	Emissi- onsfaktor (drivmid- del)	Direkte emissio- ner, kg CO <sub>2</sub> - e/passager (indi- rette for elbil)
Bagsværd st. - Sjæl- lands Odde	Bil, el*	103		24,7 g CO <sub>2</sub> -e/km	2,0
	Bil, ben- zin*	103		138,8 g CO <sub>2</sub> -e/km	11,0
	Bil, die- sel*	103		143,1 g CO <sub>2</sub> -e/km	11,3
Færge - Sj. Odde - År- hus Havn	Hurtig- færge**	72	6559 liter diesel	~74 kg CO <sub>2</sub> -e/GJ	38,2
Århus Havn - Aarhus H.	Bil, el*	5			0,1
	Bil, ben- zin*	5	-	138,8 g CO <sub>2</sub> -e/km	0,5
	Bil, die- sel*	5	-	143,1 g CO <sub>2</sub> -e/km	0,6
I alt, elbil					~40
I alt, ben- zinbil					~50
I alt, die- selbil					~50

\* Personbil, 1,3 passagerer<sup>27</sup>

\*\* Brændstofforbruget er antaget det samme som på Molslinjens rute Ystad-Rønne, hvor afstand og type færge er omtrent den samme. Der er pba. af Molslinjens Årsrapport 2020 beregnet at der i 2019 i gennemsnit var 457 passagerer per afgang<sup>28</sup>

Såfremt opstrøms emissioner fra produktionen af brændstof samt emissioner fra produktion af kapitalapparat medregnes for de 108 km tilbagelagt i dieselbil øges de samlede emissioner med ca. 9 kg CO<sub>2</sub>-e/passager. Dette estimat er baseret på udtræk fra ecoinvent-databasen<sup>29</sup>. Dertil kommer et ukendt bidrag fra turen med hurtigfærge, som umiddelbart ikke kan identificeres vha. databasen.

<sup>27</sup> Beregnet ud fra "Transportøkonomiske enhedspriser" fra DTU og Transportministeriet, <https://www.cta.man.dtu.dk/modelbibliotek/teresa/transpotoekonomiske-enhedspriser>

<sup>28</sup> For miljøansøgning se <https://mst.dk/media/152186/miljoansoegning-e1-oq-e2-roenne-ystad-2018-06-2.pdf> og for Molslinjens Årsrapport 2020 ses på <https://www.molslinjen.dk/media/505096/molslinjen-as-%C3%A5rsrapport-2020.pdf>

<sup>29</sup> Databasen er ecoinvent v3.8: <https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/data-releases/ecoinvent-3-8/>



## Bagsværd-Rønne (enkeltrøjse): Fly og taxa

	Transportmiddel	Afstand (km)	Brændstofforbrug	Emissionsfaktor (drivmiddel)	Direkte emissioner, kg CO <sub>2</sub> -e/passager (indirekte for elbil)
Bagsværd (Hjem) - Københavns Lufthavn	Bil, el (taxa)*	32,4		24,7 g CO <sub>2</sub> -e/km	0,6
	Bil, benzin (taxa)*	32,4	-	138,8 g CO <sub>2</sub> -e/km	3,5
	Bil, diesel (taxa)*	32,4	-	143,1 g CO <sub>2</sub> -e/km	3,6
	Bil, opladningshybrid (taxa)*	32,4	-	56,4 g CO <sub>2</sub> -e/km	1,4
Fly, Københavns Lufthavn – Bornholm Airport	Fly, ATR72**	~146	367 kg JP1	3,178 kg CO <sub>2</sub> -e/kg JP1 <sup>30</sup>	24,9
	Fly, A320neo**	~146	853 kg JP1	3,178 kg CO <sub>2</sub> -e/kg JP1	23,2
	Fly, B737-800**	~ 146	1306 kg JP1	3,178 kg CO <sub>2</sub> -e/kg JP1	34,3
Taxa, Bornholm Airport – Rønne	Bil, el (taxa)*	5,4		24,7 g CO <sub>2</sub> -e/km	0,1
	Bil, benzin (taxa)*	5,4	-	138,8 g CO <sub>2</sub> -e/km	0,6
	Bil, diesel (taxa)*	5,4	-	143,1 g CO <sub>2</sub> -e/km	0,6
	Bil, opladningshybrid (taxa)*	5,4	-	56,4 g CO <sub>2</sub> -e/km	0,2

<sup>30</sup> Se <https://dce2.au.dk/pub/SR411.pdf>

I alt	Elbil og fly (ATR72)				~26
I alt	Benzinbil og fly (ATR72)				~29
I alt	Diesebil og fly (ATR72)				~29
I alt	Opladningshybrid og fly (ATR72)				~27
I alt	Elbil og fly (A320neo)				~24
I alt	Benzinbil og fly (A320neo)				~27
I alt	Diesebil og fly (A320neo)				~27
I alt	Opladningshybrid og fly (A320neo)				~25
I alt	Elbil og fly (B737-800)				~35
I alt	Benzinbil og fly (B737-800)				~38
I alt	Diesebil og fly (B737-800)				~39
I alt	Opladningshybrid og fly (B737-800)				~36

\* Personbil, 1,3 passagerer<sup>31</sup>

\*\* Gennemsnitligt målt brændstofforbrug på ruten CPH-RNN for ATR72. For A320neo estimeret forbrug pba. beregnet forbrug justeret ift. brændstofforbruget for flyvninger på ruter med omtrent samme distance. For B737-800 opgivet brændstofforbrug. Antaget antal passagerer: 72 passagersæder og en belægning på 65 %, svarende til afrundet 47 passagerer for ATR72. For A320neo 180 passagersæder og belægning på 65% svarende til 117 passagerer. For B737-800 186 passagersæder og belægning på 65% svarende til 121 passagerer.

Såfremt opstrøms emissioner fra produktionen af brændstof samt emissioner fra produktion af kapitalapparat medregnes fås følgende resultater baseret på udtræk fra ecoinvent-databasen<sup>32</sup>:

<sup>31</sup> Beregnet ud fra "Transportøkonomiske enhedspriser" fra DTU og Transportministeriet, <https://www.cta.man.dtu.dk/modelbibliotek/teresa/transportoekonomiske-enhedspriser>

<sup>32</sup> Databasen er ecoinvent v3.8: <https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/data-releases/ecoinvent-3-8/>. Der er anvendt en kombination af korte og meget korte flyvninger i udvælgelsen af emissionskoefficienter.

Fly, Københavns Lufthavn - Rønne	Kg CO <sub>2</sub> -e/passager (ATR72)	Kg CO <sub>2</sub> -e/passager (A320neo)	Kg CO <sub>2</sub> -e/passager (B737-800)
Opstrøms, brændstof	4	4	5
Lufthavn	2	2	2
Fly	0,04	0,04	0,04
Direkte udledninger	25	23	34
Total	~ 31	~ 29	~42

Som det ses af tabellen øges udledningerne for flytyperne ATR72 og A320neo med ca. 6 kg CO<sub>2</sub>-e/passager. Det er antaget at den tilbagelagte distance er 146 km men en antagelse om 205 km i stedet giver stort samme resultat svarende til ca. 7 kg CO<sub>2</sub>-e/passager. For flytypen B737-800 øges udledningerne med ca. 8 kg CO<sub>2</sub>-e/passager, hvilket primært er en konsekvens af det højere brændstofforbrugs opstrøms emissioner.

For dieselbilens vedkommende resulterer en tilsvarende tilgang til at medregne opstrøms emissioner fra produktionen af brændstof samt emissioner fra produktion af kapitalapparat i en øget udledning på cirka 3 kg CO<sub>2</sub>-e/passager. Derved øges de samlede udledninger til cirka 34 kg CO<sub>2</sub>-e/passager på rejsen med ATR72 (31+3), cirka 32 kg CO<sub>2</sub>-e/passager på rejsen med A320neo (29+3) og til omkring 45 kg CO<sub>2</sub>-e/passager for B737-800 (42+3).

## Bagsværd-Rønne (enkeltrøjse): Tog og færge

	Transportmiddel	Afstand (km)	Brændstofforbrug	Emissionsfaktor (drivmiddel)	Direkte emissioner, kg CO <sub>2</sub> -e/passager (indirekte for tog)
Bagsværd (Hjem) - Bagsværd st.	Gå	0,5	0	0	0
S-tog, Bagsværd st. - København H	S-tog (el) *	16,8	-	11 g CO <sub>2</sub> /personkm.	0,2
Øresundstog, København H – Malmø. Pågatågen, Malmø-Ystad	Tog (el) **	96	-	6 g CO <sub>2</sub> /personkm.	0,6
Færge – Ystad Havn - Rønne Havn	Hurtigfærge**	68	6559 liter diesel	~74 kg CO <sub>2</sub> -e/GJ	45,0
Rønne Havn - Rønne	Gå	1,6	0	0	0
I alt					~ 46

\* 7,5 kWh/km<sup>33</sup>

\*\* Emissionsfaktor for "Fremtidens Tog 300 El" anvendt: "6 Gram CO<sub>2</sub> per personkm. ved belægning 48 %" <sup>34</sup>

\*\*\* Brændstofforbruget er for Bornholmslinjens rute Ystad-Rønne angivet i miljøansøgning fra 2018. Der er pba. af Molslinjens Årsrapport 2020 beregnet at der i 2019 i gennemsnit var 388 passagerer per afgang. Dette er muligvis et underkantskøn, da det ud over ruten Rønne-Ystad, inkluderer ruterne Rønne-Køge og Rønne-Sassnitz<sup>35</sup>

Der er ikke for færgeturen beregnet opstrøms emissioner fra produktionen af brændstof samt emissioner fra produktion af kapitalapparat, da bidraget fra turen med hurtigfærge ikke umiddelbart kan identificeres vha. databasen.

For togturenes vedkommende vil en indregning af opstrøms emissioner fra produktionen af drivmiddel samt emissioner fra produktion af kapitalapparat medføre en yderligere udledning på hhv. 0,2 kg CO<sub>2</sub>-e/passager for turen med S-tog og ca. 1,2 kg CO<sub>2</sub>-e/passager for turen fra København H til Ystad, altså i alt ca. 1,4 kg CO<sub>2</sub>-e/passager.

<sup>33</sup> "Sammenligning af emissionsfaktorer", COWI for DSB, [https://www.dsb.dk/globalassets/om-dsb/baeredygtighed/sammenligning\\_af\\_emissionsfaktorer.pdf](https://www.dsb.dk/globalassets/om-dsb/baeredygtighed/sammenligning_af_emissionsfaktorer.pdf)

<sup>34</sup> "Sammenligning af emissionsfaktorer", COWI for DSB, [https://www.dsb.dk/globalassets/om-dsb/baeredygtighed/sammenligning\\_af\\_emissionsfaktorer.pdf](https://www.dsb.dk/globalassets/om-dsb/baeredygtighed/sammenligning_af_emissionsfaktorer.pdf)

<sup>35</sup> For miljøansøgning se <https://mst.dk/media/152186/miljoansoegning-e1-og-e2-roenne-ystad-2018-06-2.pdf> og for Molslinjens Årsrapport 2020 ses på <https://www.molslinjen.dk/media/505096/molslinjen-as-%C3%A5rsrapport-2020.pdf>

## Bagsværd-Rønne (enkeltrejse): Tog, bus og færg

	Transportmiddel	Afstand (km)	Brændstofforbrug	Emissionsfaktor (drivmiddel)	Direkte emissioner, kg CO <sub>2</sub> -e/passager (indirekte for S-tog)
Bagsværd (Hjem) - Bagsværd st.	Gå	0,5	0	0	0
S-tog, Bagsværd st. - København H	S-tog (el) *	16,8	-	11 g CO <sub>2</sub> /personkm.	0,2
Kombardo Expressen, DGI Byen-Ystad Havn	Bus (diesel) **	97	-	837 g CO <sub>2</sub> /køretøjskm.	2,7
Færg - Ystad Havn - Rønne Havn	Hurtigfærg**	68	6559 liter diesel	~74 kg CO <sub>2</sub> -e/GJ	45,0
Rønne Havn - Rønne	Gå	1,6	0	0	0
I alt					~ 48

\* 7,5 kWh/km<sup>36</sup>

\*\* Emissionsfaktor for rutebus anvendt og belægning på 65 % svarende til 30 passagerer<sup>37</sup>

\*\*\* Brændstofforbruget er for Bornholmslinjens rute Ystad-Rønne angivet i miljøansøgning fra 2018. Der er pba. af Molslinjens Årsrapport 2020 beregnet at der i 2019 i gennemsnit var 388 passagerer per afgang. Dette er muligvis et underkantskøn, da det ud over ruten Rønne-Ystad, inkluderer ruterne Rønne-Køge og Rønne-Sassnitz<sup>38</sup>

Der er ikke for færgeturen beregnet opstrøms emissioner fra produktionen af brændstof samt emissioner fra produktion af kapitalapparat, da bidraget fra turen med hurtigfærg ikke umiddelbart kan identificeres vha. databasen.

For togturenes vedkommende vil en indregning af opstrøms emissioner fra produktionen af drivmiddel samt emissioner fra produktion af kapitalapparat medføre en yderligere udledning på hhv. 0,2 kg CO<sub>2</sub>-e/passager for turen med S-tog og ca. 1,2 kg CO<sub>2</sub>-e/passager for turen fra København H til Ystad, altså i alt ca. 1,4 kg CO<sub>2</sub>-e/passager.

<sup>36</sup> "Sammenligning af emissionsfaktorer", COWI for DSB, [https://www.dsb.dk/globalassets/om-dsb/baeredygtighed/sammenligning\\_af\\_emissionsfaktorer.pdf](https://www.dsb.dk/globalassets/om-dsb/baeredygtighed/sammenligning_af_emissionsfaktorer.pdf)

<sup>37</sup> Beregnet ud fra "Transportøkonomiske enhedspriser" fra DTU og Transportministeriet, <https://www.cta.man.dtu.dk/modelbibliotek/teresa/transportoekonomiske-enhedspriser>

<sup>38</sup> For miljøansøgning se <https://mst.dk/media/152186/miljoansoegning-e1-og-e2-roenne-ystad-2018-06-2.pdf> og for Molslinjens Årsrapport 2020 ses på <https://www.molslinjen.dk/media/505096/molslinjen-as-%C3%A5rsrapport-2020.pdf>

## Bagsværd-Rønne (enkeltrøjse): Bil og Færge

	Transportmid- del	Af- stand (km)	Brænd- stoffor- brug	Emissi- onsfaktor (drivmid- del)	Direkte emissio- ner, kg CO <sub>2</sub> - e/passager (indi- rette for elbil)
Bagsværd st. - Ystad Havn	Bil, elbil*	116		24,7 g CO <sub>2</sub> -e/km	2,2
	Bil, ben- zin*	116		138,8 g CO <sub>2</sub> -e/km	12,4
	Bil, die- sel*	116		143,1 g CO <sub>2</sub> -e/km	12,8
Færge – Ystad Havn - Rønne Havn	Hurtig- færge**	~68	6559 li- ter diesel	~ 74 kg CO <sub>2</sub> -e/GJ	45,0
Rønne Havn - Rønne	Bil, elbil*	2,5		24,7 g CO <sub>2</sub> -e/km	0,05
	Bil, ben- zin*	2,5		138,8 g CO <sub>2</sub> -e/km	0,3
	Bil, die- sel*	2,5		143,1 g CO <sub>2</sub> -e/km	0,3
I alt, elbil					~47
I alt, ben- zinbil					~58
I alt, diesel- bil					~58

\* Personbil, 1,3 passagerer<sup>39</sup>

\*\* Brændstofforbruget er for Bornholmslinjens rute Ystad-Rønne angivet i miljøansøgning fra 2018. Der er pba. af Molslinjens Årsrapport 2020 beregnet at der i 2019 i gennemsnit var 388 passagerer per afgang. Dette er muligvis et underkantskøn, da det ud over ruten Rønne-Ystad, inkluderer ru-terne Rønne-Køge og Rønne-Sassnitz<sup>40</sup>

Der er ikke for færgeturen beregnet opstrøms emissioner fra produktionen af brændstof samt emissioner fra produktion af kapitalapparat, da bidraget fra turen med hurtigfærge ikke umiddelbart kan identificeres vha. databasen. For bilturen vil det at inkludere opstrøms emissioner fra produktionen af brændstof samt emissioner fra produktion af kapitalapparat for rejsen med dieselbil betyde øgede udledninger svarende til cirka 10 kg CO<sub>2</sub>-e/passager.

<sup>39</sup> Beregnet ud fra "Transportøkonomiske enhedspriser" fra DTU og Transportministeriet, <https://www.cta.man.dtu.dk/modelbibliotek/teresa/transportoekonomiske-enhedspriser>

<sup>40</sup> For miljøansøgning se <https://mst.dk/media/152186/miljoansoegning-e1-og-e2-roenne-ystad-2018-06-2.pdf> og for Molslinjens Årsrapport 2020 ses på <https://www.molslinjen.dk/media/505096/molslinjen-as-%C3%A5rsrapport-2020.pdf>

## Appendix 2: Emissionsfaktorer for JP1

I nedenstående oversigt er der opsummeret nogle af de relevante emissionsfaktorer for flybrændstof (JP1) og 'person-km', kilder til emissionsfaktorerne samt bemærkninger til hvad emissionsfaktorerne inkluderer:

<i>kg CO<sub>2</sub>/kg JP1</i>	Kilde	Bemærkning
3,132	<a href="#">ENS Energistatistik 2019</a>	CO <sub>2</sub> -indhold, ikke andre GHG'er
3,150	<a href="#">IPCC EMF database</a>	CO <sub>2</sub> -indhold, ikke andre GHG'er
3,160	<a href="#">ICAO Carbon Emissions Calculator</a>	CO <sub>2</sub> -indhold, ikke andre GHG'er
<i>kg CO<sub>2</sub>-e/kg JP1</i>		
3,178	<a href="#">Danmarks emissionsopgørelser for vejtransport og andre mobile kilder<sup>41</sup></a>	CO <sub>2</sub> -e-indhold beregnet ud fra DK's emissionsopgørelser, der igen er baseret på ENS Energistatistik
<i>kg CO<sub>2</sub>-e/person-km</i>		
0,16	<a href="#">ERST CO<sub>2</sub>-beregner</a>	Fly indenrigs. Beregnet ud fra UK Government GHG Conversion Factors for Company Reporting (DEFRA, 2020)
0,27	<a href="#">ERST CO<sub>2</sub>-beregner</a>	Fly indenrigs. Beregnet ud fra UK Government GHG Conversion Factors for Company Reporting (DEFRA, 2020). Inkl. RFI.

For de første tre emissionsfaktorer i oversigten gælder det at de alene inkluderer de direkte CO<sub>2</sub>-emissioner ved forbrænding af brændstoffet. Som det fremgår varierer emissionsfaktorerne på anden decimal, hvilket kan skyldes forskelle i antagelser om energiindholdet i JP1 der kan variere.

Inkluderes også drivhusgasserne CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O udledt ved forbrændingen fås en emissionsfaktor der er en anelse højere, hvilket den fjerde emissionsfaktor illustrerer, og enheden er derfor CO<sub>2</sub>-ækvivalenter (CO<sub>2</sub>-e).

De sidste to emissionsfaktorerne i ovenstående tabel inkluderer også opstrømsmissioner fra udvinding, produktion, transport osv. af brændstoffet, men inkluderer ikke CO<sub>2</sub>-e-emissionerne fra produktionen af fly, lufthavn og den til flyrejsen i øvrigt relaterede infrastruktur.

Det er vigtigt at være opmærksom på hvad emissionsfaktorerne for flybrændstof inkluderer og ikke inkluderer, når de anvendes i beregninger og resultaterne præsenteres og kommunikeres. For eksempel når CO<sub>2</sub>-emission per passager (kg CO<sub>2</sub>/passager) præsenteres er det vigtigt at være præcis ift. om emissionen alene inkluderer de direkte CO<sub>2</sub>-udledninger, de direkte CO<sub>2</sub>-e-udledninger eller om der er tale om de samlede direkte og indirekte CO<sub>2</sub>-e-udledninger fra flyrejsen opgjort per passager eller evt. passager-kilometer.

<sup>41</sup> Se <https://dce2.au.dk/pub/SR411.pdf>

## Appendix 3: Transportformers udledninger

Herunder følger eksempler på de beregnede direkte CO<sub>2</sub>-udledninger fra nogle udvalgte flytyper, en hurtigfærge og dieseltog på konkrete ruter. Eksemplerne illustrerer størrelsesordenne for de beregnede direkte CO<sub>2</sub>-udledninger. De beregnede udledninger tager udgangspunkt i målte eller opgivne forbrug fra operatørerne af de forskellige transportformer, hvilket i disse tilfælde er flybranchen i Danmark, Molslinjen og DSB.

1. Flyvning fra CPH til Aalborg med emissionsfaktorer baseret på målt forbrug og emissionsfaktor på 3,178 kg. CO<sub>2</sub>-e/kg JP1 fra de nationale opgørelser anvendt<sup>42</sup> :
  - AT 72-600: ~ 1,6 t CO<sub>2</sub>-e/tur
  - CR900: ~ 3,2 t CO<sub>2</sub>-e /tur
  - A320neo: ~ 3,3 t CO<sub>2</sub>-e /tur
  - A320: ~ 3,9 t CO<sub>2</sub>-e /tur
2. Hurtigfærge fra Odden til Aarhus: i alt ca. 17 tons CO<sub>2</sub> baseret på oplysninger om brændstofforbrug i Molslinjens miljøansøgning<sup>43</sup> samt emissionsfaktor fra Energistyrelsens Energistatistik 2019 (brændværdi og CO<sub>2</sub>-indhold for gas-/dieselolie)
3. Lyntog fra København H til Aalborg St.: i alt ca. 1,5-2,3 tons CO<sub>2</sub> baseret på oplysninger om brændstofforbrug for hhv. IC3- og IC4-dieseltog fra DSB<sup>44</sup>, emissionsfaktor fra Energistyrelsens Energistatistik 2019 (brændværdi og CO<sub>2</sub>-indhold for gas-/dieselolie) og afstande mellem stationer fra Transportministeriets TEMA2015-model jf. nedenstående<sup>45</sup>:

Afrejse	Ankomst	Distance (km)
Kbh. H	Roskilde	31,3
Roskilde	Ringsted	32,6
Ringsted	Korsør	44,4
Korsør	Nyborg	23,0
Nyborg	Odense	28,7
Odense	Fredericia	60,3
Fredericia	Vejle	25,7
Vejle	Skanderborg	60
Skanderborg	Aarhus H	22,8
Aarhus H	Langå	45,8
Langå	Aalborg	94,1
I alt		468,7
IC3 Diesel	1,22 l/km	572 liter diesel
IC4 Diesel	1,85 l/km	867 liter diesel

<sup>42</sup> De årlige danske emissionsopgørelser for vejtransport og andre mobile kilder udarbejdes som en del af de samlede danske opgørelser og rapporteres bl.a. til UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). I opgørelserne indgår også indenrigsflugttrafik. Se seneste rapport fra 2020 på <https://dce2.au.dk/pub/SR411.pdf>

<sup>43</sup> Se <https://mst.dk/media/152186/miljoeansoegning-e1-og-e2-roenne-ystad-2018-06-2.pdf>

<sup>44</sup> Se <https://www.dsb.dk/om-dsb/baeredygtighed/toget-udleder-fire-gange-mindre-co2-end-bilen/> herunder notat fra COWI: [https://www.dsb.dk/globalassets/om-dsb/baeredygtighed/sammenligning\\_af\\_emissionsfaktorer.pdf](https://www.dsb.dk/globalassets/om-dsb/baeredygtighed/sammenligning_af_emissionsfaktorer.pdf)

<sup>45</sup> Se teknisk rapport om TEMA2015-modellen: <https://www.trm.dk/media/mfqijz3u/tema2015-teknisk-rapportpdf.pdf>



## Appendix 4: Målt og beregnet JP1-forbrug

En række faktorer påvirker størrelsen af det samlede brændstofforbrug på konkrete indenrigsruter herunder:

- Flytype(r) anvendt på ruten
- Distance tilbagelagt
- Antal operationer på ruten

Variation og eventuel usikkerhed omkring de ovennævnte faktorer påvirker igen beregningerne af emissioner per passager, passagersæde eller passager-kilometer, der derudover påvirkes af antagelser omkring:

- Antal passagersæder i den pågældende flytype
- Belægningsprocenten på den pågældende rute eller afgang

I tilfælde af et fokus på brændstofforbruget på indenrigsruterne er det relevant at undersøge det målte forbrug og sammenligne med et beregnet forbrug. Det beregnede forbrug baseres typisk på data om de forskellige flytypers brændstofforbrug fra ICAO. Disse data benyttes bl.a. af DCE i de nationale opgørelser<sup>46</sup> og kombineres med data for antallet af operationer mellem lufthavnene i Danmark<sup>47</sup> for derved at få et totalt beregnet brændstofforbrug for indenrigsluftfarten i Danmark.

I tabellen herunder er det faktisk målte forbrug for specifikke flytyper på en række ruter sammenlignet med det beregnede forbrug bestemt ud fra ICAOs data, men med de antagelser der anvendes i de nationale opgørelser, herunder antagelser om distancerne på de forskellige ruter<sup>48</sup>. Derudover er brændstofforbruget fra ICAOs 'Carbon Emissions Calculator'<sup>49</sup> angivet for den samme rute ligesom distancen på ruten også her er angivet. Bemærk at ICAOs beregninger viser et gennemsnit for flere flytyper på ruten:

---

<sup>46</sup> Se <https://dce2.au.dk/pub/SR411.pdf>

<sup>47</sup> Se f.eks. <http://stat.trafikstyrelsen.dk/>

<sup>48</sup> Se <https://dce2.au.dk/pub/SR411.pdf>

<sup>49</sup> Se <https://www.icao.int/environmental-protection/CarbonOffset/Pages/default.aspx>

	Faktisk målt forbrug (kg)*	Beregnet forbrug pba. de nationale opgørelser <sup>50**</sup>	ICAOs 'Carbon Emissions Calculator' (kg)
CPH-AAL, A319 (2021)	1202	1.735 (300 km)	1237 (237 km) (319, 320, 73G, 73H, AT4, AT7, CR9)
CPH-AAL, A320 (2021)	1231	1.890 (300 km)	1237 (237 km) (319, 320, 73G, 73H, AT4, AT7, CR9)
CPH-AAL, A320neo (2021)	1023	1.625 (300 km)	1237 (237 km) (319, 320, 73G, 73H, AT4, AT7, CR9)
CPH-AAL, AT7 (2019)	516,25	615-638 (AT72-AT76) (300 km)	1237 (237 km) (319, 320, 73G, 73H, AT4, AT7, CR9)
CPH-AAL, CR9 (2019)	991,5	1.182 (300 km)	1237 (237 km) (319, 320, 73G, 73H, AT4, AT7, CR9)
CPH-AAR, A319 (2019)	943	1.398 (208 km)	541 (146 km) (73G, AT7, CR9)
CPH-AAR, A320 (2019)	953	1.543 (208 km)	541 (146 km) (73G, AT7, CR9)
CPH-AAR, A320neo (2019)	808	1.314 (208 km)	541 (146 km) (73G, AT7, CR9)
CPH-AAR, AT7 (2019)	362	478-502 (AT72-AT76) (208 km)	541 (146 km) (73G, AT7, CR9)
CPH-AAR, CR9 (2019)	735	954 (208 km)	541 (146 km) (73G, AT7, CR9)
CPH-AAR, CR7 (2019)	750	928 (208 km)	541 (146 km) (73G, AT7, CR9)
CPH-RNN (Rønne)	367	482-526 (AT72-76) (205 km)	314 (146 km) (AT4, M83)
CPH-SGD (Sønderborg)	490	557-596 (AT72-AT76) (256 km)	460 (195 km) (AT7)
CPH-BLL	-	-	616 (219 km) (73G, AT7)
CPH-KRP (Karup)	434	505 (AT43) (295 km)	439 (232 km) (AT4)

\* Gennemsnit for tur/retur for modellerne indenfor denne flytype

\*\* For ruten CPH-AAR er der antaget samme beregningsforudsætninger i form af LTO- og cruise-brændstofforbrug som på ruten CPH-BLL

Af tabellen fremgår det at brændstofforbruget beregnet som i de nationale opgørelser er et stykke fra de faktisk målte forbrug: Afvigelserne er på 14-63% og i

<sup>50</sup> Se <https://dce2.au.dk/pub/SR411.pdf>

gennemsnit 37%. En væsentlig del af forskellen kan formentligt henføres til forskelle i antagelserne om de tilbagelagte afstande der ligger til grund for de beregnede forbrug, og de faktisk tilbagelagte afstande.

For nogle af flytyperne er forskellen mellem det målte forbrug og forbruget beregnet som i de nationale opgørelser særligt stor, og det gælder A319, A320 og A320neo. For de mindre flytyper AT7 (ATR72 og ATR76) er forskellen mindre, men de beregnede forbrug er dog stadig ca. 15-20% højere end de målte forbrug for disse flytyper.

Da ICAOs 'Carbon Emissions Calculator' angiver et gennemsnitligt brændstofforbrug for alle flytyper på ruterne, er det vanskeligt at sammenligne direkte med de målte forbrug på ruterne CPH-AAL og CPH-AAR. På ruterne CPH-RNN, CPH-SGD og CPH-KRP er det nemmere, da det primært er ATR43 og ATR72/76 der er aktive på disse ruter, og som det ses af tabellen er der stort set overensstemmelse mellem de målte forbrug og forbrugene beregnet i ICAOs beregner. Det kan til dels skyldes at ICAO anvender afstande der er tæt på de faktisk tilbagelagte afstande og/eller at ICAOs antagelser om flytypernes brændstofeffektivitet ligger tæt på det faktisk opnåelige på de pågældende ruter.

## Appendix 5: Brændstofforbrug og CO<sub>2</sub>-emissioner ud fra antal operationer

Ved at kombinere antallet af operationer for de forskellige indenrigsruter med et brændstofforbrug per rute kan dels det samlede brændstofforbrug på indenrigstrafikken estimeres og dels den associerede klimabelastning. Centralt i beregningen af brændstofforbruget er flytyperne der opererer på de forskellige indenrigsruter, og hvis brændstofforbruget er beregnet derudover antagelserne om hvor lang en distance der tilbagelægges.

### Flytyper på indenrigsruterne

Ifølge Trafikstyrelsens offentligt tilgængelige statistikker tegnede sig i 2019 følgende billede af indenrigslufttrafikken<sup>51</sup>:

	Scheduled	Non-scheduled	Anden flyvning	Total
Starter	29.449	8919	20.915	59.283
Landinger	29.556	8856	20.676	59.088
Total	59.005	17.775	41.591	118.371

Umiddelbart udgør 'Scheduled' 50% af alle såvel starter som landinger, 'Non-scheduled' udgør tilsvarende 15% og 'Anden flyvning' de resterende 35%.

Fokuseres der på 'Scheduled' altså de planlagte flyvninger er det primært 8 forskellige flytyper som anvendes på disse flyvninger mellem Københavns Lufthavn og de nedennævnte 6 andre lufthavne i Danmark. Nedenstående tabel med en oversigt over de 8 flytyper er baseret på en særkørsel fra Trafikstyrelsen for trafikken i 2019. Bemærk at flyvningerne i tabellen alene inkluderer typen "passager". Derved inkluderes ikke tomflyvninger uden passagerer samt ambulanceflyvninger og "retur" hvor flyet må vende om. Derudover er der ikke inkluderet skoleflyvninger mv. hvor der dels ikke er passagerer med og dels lettes og landes fra samme lufthavn:

---

<sup>51</sup> Se evt. <http://stat.trafikstyrelsen.dk/> for fordelingen af indenrigslufttrafikken

	BIL- LUND	BORN- HOLM/RONNE	MIDTJYL- LANDS LUFT- HAVN	SON- DER- BORG	AAL- BORG	AAR- HUS
A320neo	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%	2,20%	0,90%
A321	0,79%	0,00%	0,00%	0,00%	4,76%	3,20%
ATR42	0,00%	32,44%	36,75%	0,00%	0,00%	0,00%
ATR72	86,39%	66,28%	63,05%	97,81%	14,53%	69,30%
B737	4,47%	0,00%	0,00%	0,00%	47,21%	0,00%
CRJ900	2,05%	0,00%	0,00%	0,00%	17,94%	18,47%
A320	3,51%	0,60%	0,00%	0,00%	8,97%	6,00%
A319	0,13%	0,00%	0,00%	0,00%	3,17%	1,68%
	97,37%	99,32%	99,80%	97,81%	98,78%	99,55%

Flyvningerne præsenteret i ovenstående tabel udgør i alt ca. 44% af de 59.005 operationer 'Scheduled' i 2019 som fremgår af tabellen før. De 8 flytyper har imidlertid en god dækning på de forskellige ruter hvilket ses ved at de tegner sig for mere end 97% af alle operationer og på enkelte ruter mere end 99% af samtlige operationer.

## Beregnet brændstofforbrug for flytyperne på indenrigsruterne

På baggrund af flytypernes brændstoffektivitet anvendt i de nationale opgørelser<sup>52</sup> og oplysninger om antallet af passagerflyvninger på de enkelte indenrigsruter i 2019 fra en særkørsel fra Trafikstyrelsen kan et samlet brændstofforbrug på hver indenrigsrute hvor der flyves med passagerer estimeres. Der er i beregningerne taget udgangspunkt i de afstande på ruterne som anvendes i de nationale opgørelser:

- Distancer  $\leq 185,2$  km: GCD + 60 km
- Distancer  $> 185,2$  km:  $(\text{GCD} - 185,2 \text{ km}) \times 1,04 + 185,2 \text{ km} + 60 \text{ km}$

Resultatet af denne beregningstilgang er følgende distancer på ruterne:

Destination	Distance (km)
CPH-Billund	281,392
CPH-Karup	294,912
CPH-Rønne	205
CPH-Sønderborg	256,432
CPH-Aalborg	300,112
CPH-Aarhus	208

For så vidt angår de målte eller estimerede brændstofforbrug, er det målte brændstofforbrug anvendt hvis det er til rådighed. Er det ikke til rådighed, estimeres et brændstofforbrug på baggrund af målte brændstofforbrug for samme flytype på andre ruter ved at korrigere det beregnede brændstofforbrug med den gennemsnitlige forskel til de målte forbrug for flytypen. Følgende korrektioner er anvendt i estimeringen:

Flytype	Korrektion af beregnet brændstofforbrug med XX %:
A320neo	60%
A321	60%
ATR42	20%
ATR72	20%
B737	60%
CRJ900	20%
A320	60%
A319	50%

Som det fremgår af tabellen er der især de større flytyper hvor det beregnede brændstofforbrug i estimeringen korrigeres med 50-60%, dvs. at det beregnede brændstofforbrug divideres med 1,5-1,6 for at finde det estimerede forbrug.

---

<sup>52</sup> De årlige danske emissionsopgørelser for vejtransport og andre mobile kilder udarbejdes som en del af de samlede danske opgørelser. Se seneste rapport fra 2020 på <https://dce2.au.dk/pub/SR411.pdf>

## CPH-Billund

Af tabellen herunder fremgår antallet af registrerede passagerflyvninger mellem lufthavnene i København og Billund i 2019 for de pågældende 8 flytyper. Derudover fremgår de beregnede og målte/estimerede brændstofforbrug for hver operation og samlet for alle operationer:

Flytype	Antal passagerflyvninger	Beregnet brændstofforbrug per operation (kg) (distance 281 km)	Totalt brændstofforbrug (tons) (af-rundede værdier)	Målt el. estimeret* brændstofforbrug per operation (kg)	Totalt brændstofforbrug v. målt el. estimeret forbrug (tons)
A320neo	1	1.570	2	981	1
A321	19	2.302	44	1.439	27
ATR42 <sup>53</sup>	-	-	-	-	-
ATR72-2	480	590	283	492	236
ATR72-6	1.589	590	938	492	782
B737	107	1.769	189	1.106	118
CRJ900 <sup>54</sup>	49	1.140	56	950	47
A320	84	1.829	154	1.143	96
A319	3	1.676	5	1.117	3
<b>I alt</b>	<b>2.332</b>		<b>1.671</b>		<b>1.311</b>

\* Estimeret ud fra målt forbrug for samme flytype på andre ruter

Som det ses af tabellen er det samlede brændstofforbrug beregnet til ca. 1.700 tons i 2019. Der er for ruten ingen målte forbrug til rådighed og alle de angivne målte/estimerede brændstofforbrug er derfor estimerede jf. tidligere forklaring. Det estimerede brændstofforbrug er ca. 22% lavere end det beregnede, hvilket kan forklares ved at hovedparten af operationerne (passagerflyvningerne) er sket med ATR72, hvor det beregnede forbrug vurderes at være omkring 20% højere end et målt forbrug ville være.

---

<sup>53</sup> Antages at svare til 'AT43' i de nationale opgørelser

<sup>54</sup> Kaldes 'CRJ9' i de nationale opgørelser

## CPH-Karup

Af tabellen herunder fremgår antallet af registrerede passagerflyvninger mellem lufthavnene i København og Karup i 2019 for de pågældende 8 flytyper. Derudover fremgår de beregnede og målte/estimerede brændstofforbrug for hver operation og samlet for alle operationer:

Flytype	Antal passagerflyvninger	Beregnet brændstofforbrug per operation (kg) (distance 295 km)	Totalt brændstofforbrug (tons) (af-rundede værdier)	Målt el. estimeret* brændstofforbrug per operation (kg)	Totalt brændstofforbrug v. målt el. estimeret forbrug (tons)
A320neo	-	-	-	-	-
A321	-	-	-	-	-
ATR42	1.255	505	634	<b>434</b>	545
ATR72	513	608	312	507	260
ATR72	1.640	608	998	507	832
B737	-	-	-	-	-
CRJ900	-	-	-	-	-
A320	-	-	-	-	-
A319	-	-	-	-	-
<b>I alt</b>	<b>3.408</b>		<b>1.944</b>		<b>1.636</b>

Som det ses af tabellen er det samlede brændstofforbrug beregnet til ca. 2.000 tons i 2019. Der er for ruten et målt forbrug til rådighed for flytypen ATR42 imens de resterende brændstofforbrug er estimerede jf. tidligere forklaring. Det estimerede brændstofforbrug er ca. 16% lavere end det beregnede, hvilket kan forklares ved at hovedparten af operationerne (passagerflyvningerne) er sket med ATR42 og ATR72, hvor det beregnede forbrug vurderes at være omkring 15-20% højere end et målt forbrug ville være.



## CPH-Rønne

Af tabellen herunder fremgår antallet af registrerede passagerflyvninger mellem lufthavnene i København og Rønne i 2019 for de pågældende 8 flytyper. Derudover fremgår de beregnede og målte/estimerede brændstofforbrug for hver operation og samlet for alle operationer:

Flytype	Antal passagerflyvninger	Beregnet brændstofforbrug per operation (kg) (distance 205 km)	Totalt brændstofforbrug (tons) (af-rundede værdier)	Målt el. estimeret* brændstofforbrug per operation (kg)	Totalt brændstofforbrug v. målt el. estimeret forbrug (tons)
A320neo	-	-	-	-	-
A321	-	-	-	-	-
ATR42	1.719	399	687	333	572
ATR72	802	482	387	<b>367</b>	294
ATR72	2.710	482	1.306	<b>367</b>	995
B737	-	-	-	-	-
CRJ900	-	-	-	-	-
A320	32	1.558	50	974	31
A319	-	-	-	-	-
<b>I alt</b>	<b>5.263</b>		<b>2.430</b>		<b>1.892</b>

Som det ses af tabellen er det samlede brændstofforbrug beregnet til ca. 2.400 tons i 2019. Der er for ruten et målt forbrug til rådighed for flytypen ATR72 imens de resterende brændstofforbrug er estimerede jf. tidligere forklaring. Det samlede målte og estimerede brændstofforbrug er ca. 22% lavere end det beregnede, hvilket kan forklares ved at hovedparten af operationerne (passagerflyvningerne) er sket med ATR72, hvor det beregnede forbrug er cirka 30% højere end det faktisk målte forbrug.

## CPH-Sønderborg

Af tabellen herunder fremgår antallet af registrerede passagerflyvninger mellem lufthavnene i København og Sønderborg i 2019 for de pågældende 8 flytyper. Derudover fremgår de beregnede og målte/estimerede brændstofforbrug for hver operation og samlet for alle operationer:

Flytype	Antal passagerflyvninger	Beregnet brændstofforbrug per operation (kg) (distance 256 km)	Totalt brændstofforbrug (tons) (af-rundede værdier)	Målt el. estimeret* brændstofforbrug per operation (kg)	Totalt brændstofforbrug v. målt el. estimeret forbrug (tons)
A320neo	-	-	-	-	-
A321	-	-	-	-	-
ATR42	-	-	-	-	-
ATR72	572	557	319	<b>490</b>	280
ATR72	1.710	557	953	<b>490</b>	838
B737	-	-	-	-	-
CRJ900	-	-	-	-	-
A320	-	-	-	-	-
A319	-	-	-	-	-
<b>I alt</b>	<b>2.282</b>	-	<b>1.271</b>		<b>1.118</b>

Som det ses af tabellen er det samlede brændstofforbrug beregnet til ca. 1.300 tons i 2019. Der er for ruten et målt forbrug til rådighed for flytypen ATR72, og det samlede målte brændstofforbrug er ca. 12% lavere end det beregnede og udgør ca. 1100 tons i 2019.

## CPH-Aalborg

Af tabellen herunder fremgår antallet af registrerede passagerflyvninger mellem lufthavnene i København og Aalborg i 2019 for de pågældende 8 flytyper. Derudover fremgår de beregnede og målte/estimerede brændstofforbrug for hver operation og samlet for alle operationer:

Flytype	Antal passagerflyvninger	Beregnet brændstofforbrug per operation (kg) (distance 300 km)	Totalt brændstofforbrug (tons) (af-rundede værdier)	Målt el. estimeret* brændstofforbrug per operation (kg)	Totalt brændstofforbrug v. målt el. estimeret forbrug (tons)
A320neo	196	1.625	319	<b>1.023</b>	201
A321	425	2.376	1.010	1.485	631
ATR42	-	-	-	-	-
ATR72	261	615	161	<b>516</b>	135
ATR72	1.035	615	637	<b>516</b>	534
B737	4.212	1.821	7.671	1.138	4.795
CRJ900	1.600	1.182	1.891	<b>992</b>	1.586
A320	800	1.890	1.512	<b>1.231</b>	985
A319	283	1.735	491	<b>1.202</b>	340
<b>I alt</b>	<b>8.812</b>		<b>13.691</b>		<b>9.207</b>

Som det ses af tabellen er det samlede brændstofforbrug beregnet til ca. 14.000 tons i 2019. Der er for ruten et målt forbrug til rådighed for alle flytyper undtagen A321 og B737, og det samlede målte brændstofforbrug er ca. 33% lavere end det beregnede og udgør ca. 9.000 tons i 2019. Forskellen er et resultat af næsten halvdelen af alle passagerflyvningerne på ruten er foretaget af flytypen B737, hvor det estimerede forbrug er vurderet 37% lavere end det beregnede forbrug, og cirka 30% af passagerflyvningerne er foretaget af flytyperne ATR72 og CRJ900, hvor forskellene er ca. 16% mellem de beregnede og de målte forbrug.

## CPH-Aarhus

Af tabellen herunder fremgår antallet af registrerede passagerflyvninger mellem lufthavnene i København og Aarhus i 2019 for de pågældende 8 flytyper. Derudover fremgår de beregnede og målte/estimerede brændstofforbrug for hver operation og samlet for alle operationer:

Flytype	Antal passagerflyvninger	Beregnet brændstofforbrug per operation** (kg) (distance 208 km)	Totalt brændstofforbrug (tons) (af-rundede værdier)	Målt el. estimeret* brændstofforbrug per operation (kg)	Totalt brændstofforbrug v. målt el. estimeret forbrug (tons)
A320neo	32	1.314	42	<b>808</b>	26
A321	114	1.951	222	1.219	139
ATR42	-	-	-	-	-
ATR72	562	478	269	<b>362</b>	203
ATR72	1.910	478	914	<b>362</b>	691
B737	-	-	-	-	-
CRJ900	659	954	629	<b>735</b>	484
A320	214	1.543	330	<b>953</b>	204
A319	60	1.398	84	<b>943</b>	57
<b>I alt</b>	<b>3.551</b>		<b>2.490</b>		<b>1.805</b>

\*\* Beregnet pba. inputdata for flyvninger til Billund

Som det ses af tabellen er det samlede brændstofforbrug beregnet til ca. 2.500 tons i 2019. Der er for ruten et målt forbrug til rådighed for alle flytyper undtagen A321, og det samlede målte brændstofforbrug er ca. 28% lavere end det beregnede og udgør ca. 1.800 tons i 2019.

## Beregnet brændstofforbrug og Energistatistikken

I Energistyrelsens Energistatistik for 2019 er det angivet at indenrigsluftfarten tegnede sig for et 'Endeligt forbrug' af JP1 på 1290 TJ svarende til 1.290.000 GJ. Hvis en brændværdi for JP1 på 43,50 GJ/ton anvendes svarer det til 29.655 tons JP1 i 2019. Dette kan sammenlignes med resultaterne fra de foregående afsnit, og i tabellen herunder opsummeres informationerne om passagerflyvningerne fra de foregående afsnit for:

	Energistyrelsens Energistatistik for 2019 (tons JP1)	Samlet beregnet brændstofforbrug (tons JP1)	Samlet målt & estimeret brændstofforbrug (tons JP1)
CPH-Billund:	-	1.671	1.311
CPH-Karup:	-	1.944	1.636
CPH-Rønne:	-	2.430	1.892
CPH-Sønderborg:	-	1.271	1.118
CPH-Aalborg:	-	13.691	9.207
CPH-Aarhus:	-	2.490	1.805
<b>I alt</b>	<b>29.655</b>	<b>23.496</b>	<b>16.969</b>

Det beregnede brændstofforbrug i kolonne 3 summerer til omkring 23.500 tons JP1. Dette svarer til knap 80% af brændstofforbruget i Energistyrelsens Energistatistik angivet i kolonne 2. Forskellen på knap 6.200 tons er et resultat af at det beregnede brændstofforbrug på 23.496 tons alene inkluderer planlagte passagerflyvninger, og dermed ikke tomflyvninger, returflyvninger og "Andre flyvninger" såsom skoleflyvninger etc. Da brændstofforbrugene i hhv. Energistatistikken (kolonne 2) og kolonne 3 er beregnet på baggrund af de samme brændstofeffektiviteter, forklarer det altså ikke forskellen på de ca. 6.200 tons.

Det samlede målte og estimerede brændstofforbrug i kolonne 4 er cirka 28% lavere end det beregnede brændstofforbrug (kolonne 3). Denne forskel skyldes at de målte forbrug på konkrete ruter er lavere end de beregnede. Antager man en tilsvarende forskel på de resterende flyvninger (tomflyvninger, returflyvninger og "Andre flyvninger" såsom skoleflyvninger etc.) tegnede indenrigsluftfarten i 2019 sig ikke for 29.655 tons JP1 men derimod 72% af det svarende til 21.417 tons JP1. Af de 21.417 tons udgjorde passagerflyvninger så som nævnt de 16.969 tons baseret på faktisk målte og til dels estimerede brændstofforbrug på inderigruterne.

## Beregnet brændstofforbrug og emissioner

På baggrund af det kombineret målte og estimerede brændstofforbrug kan de direkte CO<sub>2</sub>-emissioner beregnes. Der er i nedenstående tabel alene anvendt emissionsfaktorer der repræsenterer de direkte udledninger af hhv. CO<sub>2</sub> og CO<sub>2</sub> samt andre drivhusgasser (CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O). Opstrøms emissioner fra produktion af brændstoffet samt indirekte udledninger fra tilvejebringelse af kapitalapparatet er altså ikke inkluderet i de anvendte emissionsfaktorer:

	Samlet målt & estimeret brændstofforbrug (tons JP1)	Direkte CO <sub>2</sub> -udledninger v. EMF på 3,16 kg CO <sub>2</sub> /kg JP1 (tons CO <sub>2</sub> )	Direkte CO <sub>2</sub> -e-udledninger v. EMF på 3,178 kg CO <sub>2</sub> -e/kg JP1 (tons CO <sub>2</sub> -e)
CPH-Billund:	1.311	4.141	4.165
CPH-Karup:	1.636	5.171	5.200
CPH-Rønne:	1.892	5.980	6.014
CPH-Sønderborg:	1.118	3.533	3.554
CPH-Aalborg:	9.207	29.094	29.259
CPH-Aarhus:	1.805	5.702	5.735
<b>I alt</b>	<b>16.969</b>	<b>53.624</b>	<b>53.930</b>

Som det fremgår af tabellen er de beregnede emissioner ved anvendelse af begge emissionsfaktorer knap 54.000 tons CO<sub>2</sub> eller CO<sub>2</sub>-ækvivalenter (CO<sub>2</sub>-e).

## Målte brændstofforbrug og emissioner per passager

De målte forbrug for specifikke flytyper og indenrigsruter er angivet i tabellen herunder. Derudover er der for to forskellige emissionsfaktorer angivet de beregnede direkte udledninger af hhv. CO<sub>2</sub> og CO<sub>2</sub>-ækvivalenter ved de angivne passagerkapaciteter og en belægningsprocent på 65% for alle flytyper:

	Faktisk målt forbrug (kg)*	Passagerkapacitet (antal sæder)**	Direkte CO <sub>2</sub> -udledninger/passager***	Direkte CO <sub>2</sub> -e-udledninger/passager****
CPH-AAL, A319 (2021)	1202	<u>150</u>	39	39
CPH-AAL, A320 (2021)	1231	<u>168</u>	36	36
CPH-AAL, A320neo (2021)	1023	<u>180</u>	28	28
CPH-AAL, AT7 (2019)	516,25	<u>70</u>	36	36
CPH-AAL, CR9 (2019)	991,5	<u>90</u>	54	54
CPH-AAR, A319 (2019)	943	<u>150</u>	31	31
CPH-AAR, A320 (2019)	953	<u>168</u>	28	28
CPH-AAR, A320neo (2019)	808	<u>180</u>	22	22
CPH-AAR, AT7 (2019)	362	<u>70</u>	25	25
CPH-AAR, CR9 (2019)	735	<u>90</u>	40	40
CPH-AAR, CR7 (2019)	750	<u>90</u>	41	41
CPH-RNN, ATR72 (Rønne)	367	<u>72</u>	25	25
CPH-SGD, ATR72 (Sønd.b.)	490	<u>64</u>	37	37
CPH-BLL (ej til rådighed)	-	-	-	-
CPH-KRP, ATR42 (Karup)	434	<u>48</u>	44	44

\* Gennemsnit for tur/retur for modellerne indenfor denne flytype

\*\* Antaget ud fra offentligt tilgængelige beskrivelser af flytyperne

\*\*\* Ved EMF på 3,16 kg CO<sub>2</sub>/kg JP1 (tons CO<sub>2</sub>)

\*\*\*\* Ved EMF på 3,178 kg CO<sub>2</sub>-e/kg JP1 (tons CO<sub>2</sub>-e)

Som det fremgår af tabellen er der ved afrundede værdier ingen forskel i resultaterne på at anvende en emissionsfaktor på 3,16 kg CO<sub>2</sub>/kg JP1 eller 3,178 kg CO<sub>2</sub>-e/kg JP1. Det skal i øvrigt understreges at resultaterne er følsomme overfor antagelserne om antallet af passagersæder og belægningsprocenten på 65%: Færre passagersæder og en lavere belægningsprocent vil øge emissionerne per passager og vice versa.

## Appendix 6: Brændstofforbrug og CO<sub>2</sub>-emissioner ud fra passagertal

Ved at kombinere passagertallene for de forskellige indenrigsruter og beregnede CO<sub>2</sub>-emissioner for ruterne kan den relative klimabelastning estimeres. De estimerede klimabelastninger er naturligvis følsomme overfor såvel de anvendte passagertal som de beregnede CO<sub>2</sub>-emissioner per passager:

- 1) *Passagertal*: Historisk kendes passagertallene på indenrigsruterne, men hvordan passagertallene udvikler sig i fremtiden kan der være usikkerhed omkring.
- 2) *CO<sub>2</sub>-emissioner per passager*: Opgørelserne af emissioner per passager for de forskellige indenrigsruter er følsom overfor
  - a. Valg af repræsentativ flytype for ruten
  - b. Anvendt brændstofforbrug for valgte flytyper
  - c. Antallet af sæder for valgte flytyper
  - d. Belægningsgrad for flytyper
  - e. CO<sub>2</sub>-emissionsfaktor for flybrændstof eller flyrejse

I forhold til passagertal kan det overordnet set siges: Hvis formålet med beregningerne er at få en indikation af den relative størrelse af klimabelastningen fra de forskellige ruter, og passagertallene for ruterne forventes at stige eller falde ensartet, er det ikke umiddelbart problematisk at passagertallene ændrer sig. Hvis formålet derimod er at anvende de absolutte størrelser af de beregnede klimabelastninger for de forskellige ruter, er det derimod vigtigt at være opmærksom på om passagertallene i fremtiden ændrer sig væsentligt.

Med hensyn de anvendte emissioner beregnet per passager er det igen mindre kritisk hvis de ændrer sig parallelt (f.eks. ved ændringer i den anvendte CO<sub>2</sub>-emissionsfaktor for flybrændstof), og formålet med beregningerne er at få en indikation af den relative størrelse af klimabelastningen fra de forskellige ruter. Det er imidlertid mere kritisk hvis der sker ændringer den/de anvendte flytype(r) på ruten, brændstofforbruget, antallet af sæder eller belægningsgraden for flytyperne, da det kan ændre såvel de relative størrelsesordner som de absolutte størrelser af de beregnede klimabelastninger for de forskellige ruter.

I de nedenstående tabeller er passagertal fra 2019 præsenteret (pre COVID-19), og CO<sub>2</sub>-emissionerne per passager for hver indenrigsrute er estimeret på baggrund af følgende forudsætninger og antagelser:

- 1) Flytype valgt ud fra en vurdering af hvilke selskaber der primært flyver på ruten og med hvilke fly primo 2022. Vurderingen er foretaget ud fra informationer fra flightradar.com.
- 2) Brændstofforbrug beregnet p.b.a. flytypernes brændstoffeffektivitet anvendt i de nationale opgørelser<sup>55</sup>
- 3) Antal sæder og belægningsgrad som angivet i tabel

---

<sup>55</sup> De årlige danske emissionsopgørelser for vejtransport og andre mobile kilder udarbejdes som en del af de samlede danske opgørelser. Se seneste rapport fra 2020 på <https://dce2.au.dk/pub/SR411.pdf>



4) CO<sub>2</sub>-emissionsfaktor for flybrændstof på 3,16 kg CO<sub>2</sub>/kg JP1 som i afrapporteringen af Luftfartens Klimapartnerskab<sup>56</sup>

Rute	Afgang CPH	Ankomst CPH	Total antal passagerer
CPH-Billund	57.637	56.974	114.611
CPH-Karup	54.986	55.995	110.981
CPH-Rønne	108.750	110.659	219.409
CPH-Sønderborg	31.911	35.020	66.931
CPH-Aalborg	392.645	390.204	782.849
CPH-Aarhus	90.519	89.990	180.509
Total	736.448	738.842	1.475.290
Af alle afg./ank.	99%	99%	

Kilde: Beregningsresultater baseret på passagertal for 2019 fra Trafikstyrelsen

Som det fremgår af tabellen var der i 2019 samlet set tale om i alt knap 1,5 mio. passagerer på de seks indenrigsruter til og fra Københavns Lufthavn i Kastrup. For såvel afgange som ankomster fra/til lufthavnen i Kastrup repræsenterede det 99% af passagererne på indenrigsflyruterne, og der er dermed tale om langt hovedparten af passagerne.

---

<sup>56</sup> Se [Luftfartens Klimapartnerskab, afrapportering](#)

For så vidt angår flytyperne der vurderes primært at flyve på de ovennævnte indenrigsruter, antallet af passagersæder i flyene, den gennemsnitlige belægningsprocent mv. er følgende forudsætninger anvendt i beregningerne af den gennemsnitlige CO<sub>2</sub>-udledning per passager:

Rute (t/r)	Airline	Fly-type	Antal sæder	Belægning	Anvendt emissionsfaktor (kg CO <sub>2</sub> /kg JP1)	Distance
CPH-Billund	SAS	A320	180	65%	3,16	219
CPH-Karup	DAT	AT43	48	65%	3,16	223
CPH-Rønne	DAT	AT72	72	65%	3,16	154
CPH-Sønderborg	Alsie	AT72	72	65%	3,16	197
CPH-Aalborg	DAT	AT72	72	65%	3,16	232
CPH-Aarhus	SAS	AT72	72	65%	3,16	148

Med de ovennævnte forudsætninger i form af passagertal og baggrund for beregning af emissioner for repræsentative flytyper på de enkelte ruter, fås følgende samlede emissioner per rute samt brændstofforbrug:

2019	CO <sub>2</sub> -udledning (tons)	Årligt brændstofforbrug (tons)
CPH-Billund	4.339	1.373
CPH-Karup	4.313	1.365
CPH-Rønne	5.442	1.722
CPH-Sønderborg	1.957	619
CPH-Aalborg	25.663	8.121
CPH-Aarhus	4.368	1.382
Total	46.082	14.583

Som det fremgår af tabellen er det ruten mellem Aalborg og København der med flest passager og største afstand er den relativt mest klimabelastende af inderigruterne. Det ville man også umiddelbart forvente. Efter Aalborg-København ligger ruten mellem Rønne og København med CO<sub>2</sub>-udledninger på henvend 5500 tons i 2019, men derefter ligger det tæt mellem Aarhus-København, Billund-København og Karup-København der alle tre ligger på CO<sub>2</sub>-udledninger omkring 4300 tons i

2019. Som den mindst klimabelastende rute på listen finder vil Sønderborg-København med CO<sub>2</sub>-udledninger på knap 2000 tons i 2019.

For så vidt angår det beregnede brændstofforbrug vil det kræve omkring 600 tons flybrændstof (JP1) at dække behovet på ruten fra Sønderborg til Københavns Lufthavn i Kastrup, imens det umiddelbart vil kræve mere end 8000 tons brændstof at dække behovet på ruten fra Aalborg til København. Brændstofbehovet på de resterende ruter ligger for dem hver imellem 1300-1700 tons brændstof årligt. Igen er de beregnede mængder brændstof baseret på passagertal fra 2019 samt de tidligere nævnte flytypers forventede brændstofforbrug og øvrige antagelser.

Det skal bemærkes at de i ovenstående tabel opgjorte brændstofmængder på 14.583 tons brændstof (JP1) kun er cirka halvdelen af den brændstofmængde der kan beregnes ud fra Energistyrelsens Energistatistik fra 2019<sup>57</sup>. Årsagen til denne ganske store forskel forventes at have baggrund i:

1. I ovenstående tabel er det antaget at samtlige passagerer på de nævnte ruter transporteres med de pågældende flytyper. Det er ikke tilfældet på alle ruter, og nogle passagerer transporteres med mere brændstofforbrugende flytyper.
2. I ovenstående tabel antages det at samtlige passagerer transporteres på rejser, hvor den kortest mulige distance ('fugleflugtslinje') tilbagelægges. Det må antages ikke altid at være muligt.
3. Energistyrelsens Energistatistik 2019 formodes baseret på Danmarks Statistiks Energiregnskab<sup>58</sup>, som baseres på en række kilder. Fordelingen af forbruget af JP1 på hhv. udenrigs- og indenrigsluftfart i Energistyrelsens Energistatistik formodes baseret på de årlige danske emissionsopgørelser for vejtransport og andre mobile kilder<sup>59</sup>, hvor data for lufttrafikken kombineres med opgørelserne af det samlede forbrug af JP1 i Energistyrelsens Energistatistik. I de nationale opgørelser sker der en kalibrering af det beregnede forbrug for repræsentative flytyper til det i energistatistikken opgjorte forbrug.

---

<sup>57</sup> Se [https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/energistatistik2019\\_dk-webtilg.pdf](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/energistatistik2019_dk-webtilg.pdf). "Indenrigsluftfart" er deri angivet til et forbrug på 1290 TJ JP1. Ved et energiindhold på 43,50 GJ/ton JP1 svarer det til 29.655 ton JP1.

<sup>58</sup> Se <https://www.dst.dk/Site/Dst/SingleFiles/GetArchive-File.aspx?fi=60707100916&fo=0&ext=kvaldel>

<sup>59</sup> De årlige danske emissionsopgørelser for vejtransport og andre mobile kilder udarbejdes som en del af de samlede danske opgørelser og rapporteres bl.a. til UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). I opgørelserne indgår også indenrigs flytrafik. Se seneste rapport fra 2020 på <https://dce2.au.dk/pub/SR411.pdf>

## Følsomhedsanalyser

Til at illustrere følsomhederne overfor ændringer i de centrale antagelser er der i tabellen også inkluderet beregningsresultater ved følgende:

- 1) Emissionsfaktor på 3,178 kg CO<sub>2</sub>-e/kg JP1: Denne emissionsfaktor er beregnet p.b.a. Energistyrelsens Energistatistik 2019<sup>60</sup> og inkluderer klimaeffekten fra såvel CO<sub>2</sub> som CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O.
- 2) Belægning på 60% i stedet for 65%: Denne følsomhedsanalyse svarer også alt andet lige til en lavere kapacitet og ca. 8% færre passagersæder.
- 3) Længere distancer på ruterne: De i denne følsomhedsanalyse anvendte afstande anvendes også i de nationale opgørelser<sup>61</sup>, og de er 28%-41% længere end de i udgangspunktet anvendte afstande, som er direkte afstande.

CO <sub>2</sub> -udledning (tons)	Basis	EMF 3,178	Belægning 60%	Distancer anvendt i national opgørelse
CPH-Billund	4.339	4.363	4.701	4.969
CPH-Karup	4.313	4.337	4.672	5.340
CPH-Rønne	5.442	5.472	5.896	6.587
CPH-Sønderborg	1.957	1.968	2.120	2.361
CPH-Aalborg	25.663	25.805	27.802	31.110
CPH-Aarhus	4.368	4.393	4.732	5.475
Total	46.082	46.338 (+1%)	49.922 (+8%)	55.843 (+21%)

Som det ses af tabellen har en mindre ændring i den anvendte emissionsfaktor for flybrændstof (JP1) kun en effekt på de samlede beregnede udledninger på 1%. Lidt større effekt er der af en reduceret belægningsgrad: falder den fra 65% til 60% stiger den samlede beregnede udledning med 8%. Og endeligt: ved længere tilbagelagte afstande på ruterne stiger de samlede beregnede udledninger omkring 21%.

---

<sup>60</sup> Se [https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/energistatistik2019\\_dk-webtilg.pdf](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/energistatistik2019_dk-webtilg.pdf)

<sup>61</sup> Se <https://dce2.au.dk/pub/SR411.pdf>

## Supplerende resultater

Til at perspektivere resultaterne er der i tabellen herunder resultaterne af at anvende emissionskoefficienten 'person-km' fra 'CO<sub>2</sub>-beregneren' udviklet af NIRAS for Erhvervsstyrelsen<sup>62</sup>. Denne emissionsfaktor inkluderer både andre klimagasser og opstrøms-emissioner og er derfor angivet i CO<sub>2</sub>-ækvivalenter (CO<sub>2</sub>-e). Det skal bemærkes at det ikke vurderes relevant at inkludere en emissionsfaktor der inkluderer RFI (Radiative Forcing Index) for indenrigsflyvninger i Danmark, da RFI typisk kun tilskrives på flyvninger der når 9 km eller højere<sup>63</sup>.

	Distance	Beregnet antal person-km	'Fly nationalt' (0,16 kg CO <sub>2</sub> -e/person-km)
CPH-Billund	219	25.099.809	3.943
CPH-Karup	223	24.709.920	3.882
CPH-Rønne	154	33.767.045	5.305
CPH-Sønderborg	197	13.205.486	2.075
CPH-Aalborg	232	181.620.968	28.534
CPH-Aarhus	148	26.715.332	4.197
Total		305.118.560	47.937

Som det fremgår af tabellen er de samlede beregnede udledninger, når en emissionsfaktor på 0,16 kg CO<sub>2</sub>-e/person-km anvendes, omtrent i samme størrelsesorden som når emissionsfaktorer på hhv. 3,16 kg CO<sub>2</sub>/kg JP1 og 3,178 kg CO<sub>2</sub>-e/kg JP1 anvendes (se tidligere tabel).

---

<sup>62</sup> Se <https://virksomhedsguiden.dk/content/ydelser/beregn-din-virksomheds-co2-udledning-med-historiske-emissionsfaktorer/88420008-422f-4449-94e9-71bc601c6e38/>

<sup>63</sup> Såfremt RFI (Radiative Forcing Index) inkluderes bliver de beregnede udledninger ca. 75% højere, hvilket alene illustrerer effekten af at inkludere RFI.

## 2 References

DCE, N. (2018). *DANISH EMISSION INVENTORIES FOR ROAD TRANSPORT AND OTHER MOBILE SOURCES - Inventories until the year 2016*. Aarhus: Aarhus University, DCE – DANISH CENTRE FOR ENVIRONMENT AND ENERGY.

Transportministeriet. (2015). *TEMA2015-modellen*. København: Transportministeriet.