

Sparede emissioner ved landstrøm for færger og krydstogtskibe i Københavns Havn og Aarhus Havn

Morten Winther^{1}, Anne Sofie Lansø*

¹Institut for Miljøvidenskab, Aarhus Universitet, Roskilde

[*mwi@envs.au.dk](mailto:mwi@envs.au.dk)

Baggrund og formål

I 2020 blev Copenhagen Malmö Port (CMP), Aarhus Havn, Stockholm Havn og Helsinki Havn tildelt EU-midler til etablering af landstrøm (OPS: Onshore Power Supply) til krydstogtskibe og til etablering af OPS til passagerfærger i Københavns Havn (DFDS) og Aarhus Havn (Molslinjen).

Landstrømsanlæg i havnen giver krydstogtskibe og færger mulighed for at bruge elektricitet leveret fra elnettet, mens de ligger ved kaj, og på den måde kan skibene undgå at bruge deres hjælpemotorer til at generere den nødvendige strøm. Når skibene ikke bruger hjælpemotorer, mens de ligger ved kaj, fjernes hjælpemotorernes emissioner af både drivhusgasser og luftforurenende stoffer, og støjen fra hjælpemotorerne elimineres også.

Frem til nu er OPS etableret ved en krydstogtkajplads i Aarhus Havn i 2023 og ved to krydstogtkajpladser i Stockholm Havn i 2024. Mellem 2025 og 2028 vil OPS blive installeret på fem kajpladser for krydstogtskibe i Københavns Havn, og i Helsinki Havn er det planen for krydstogtskibe, at OPS skal etableres ved to eller tre kajpladser.

Desuden er OPS allerede etableret i 2020 på Molslinjens hurtigfærgeterminal på Aarhus Havn og i 2021 på DFDS' passagerfærgeterminal i Københavns Havn.

Et krav fra EU's side til støttemodtagerne har været en analyse af effekten på emissionerne af drivhusgasser (GHG) og forurenende stoffer (NO_x, PM_{2,5} og SO₂) samt støj og luftkvalitet ved etablering af OPS i de fire respektive havne, som Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE) har gennemført.

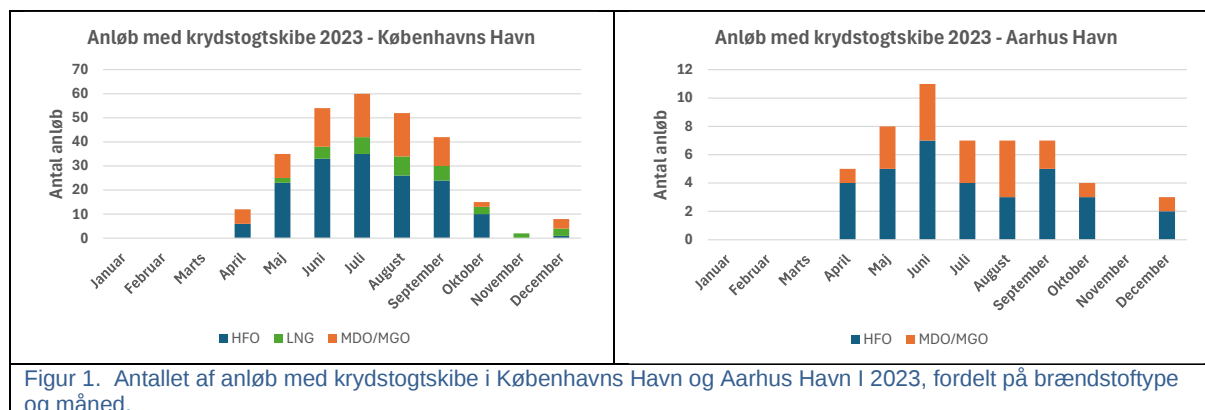
Formålet med denne artikel er at bestemme de sparede emissioner for krydstogtskibene og færgerne i Københavns Havn og Aarhus Havn for en situation, hvor alle færger og krydstogtskibe er fuldt tilsluttet OPS, hvilket betyder, at alle skibe modtager landstrøm i stedet for at producere elektricitet med deres dieselmotorer, mens de ligger ved kaj. Disse emissioner, der forhindres på grund af OPS-tilslutning, betegnes som de "sparede emissioner" i det følgende.

Artiklen viser de benyttede aktivitetsdata for krydstogtskibe (antallet af anløb) og færger (antal ladesessioner og MWh), og det forklares, hvordan elbehovet beregnes for krydstogtskibe ved kaj. Herefter beskrives de specifikke brændstofforbrug og emissionsfaktorer, der bruges i beregningerne af det sparede brændstofforbrug og emissioner, og beregningsmetoden forklares. Herefter vises resultater for de beregnede sparede emissioner for krydstogtskibe og færger.

Metode

De grundlæggende inputdata for krydstogtskibe er anløbsdata for 2023, der indeholder oplysninger om bl.a. skibets navn, skibstype, IMO-kode, bruttoton (BT) og ankomst- og afsejlingstidspunkt,

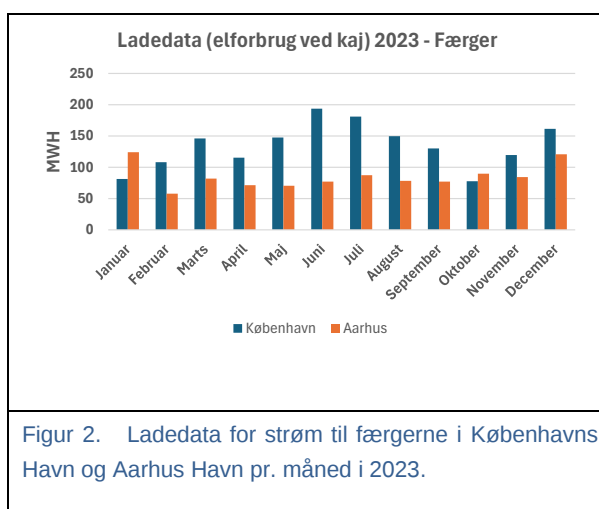
havneområde og kajnummer (Nørgaard, 2024a). Anløbsdata for de to havne fordelt på brændstoftype og måned er vist i Figur 1.



For krydstogtskibe er elforbruget ved kaj efterfølgende beregnet ud fra dieselgeneratoreffekt som funktion af skibets bruttoton (BT) og skibets opholdstid ved kaj.

De grundlæggende inputdata for færger er ladedata (elforbrug ved kaj) direkte oplyst af havnene, og er vist i Figur 2 fordelt pr. måned for de to havne.

Emissionerne er herefter beregnet for hvert enkelt skib som produktet af elforbruget og sammenhørende emissionsfaktorer.



Resultater

Tabel 1 viser det beregnede totale elforbrug om bord og den sparede mængde brændstofferforbrug og emissioner for krydstogtskibe og færger, hvis skibene bruger landstrøm ved kaj i stedet for elektricitet produceret af skibets dieselmotorer.

For krydstogtskibe i Københavns Havn beregnes følgende procentvise besparelsesandele (angivet i parentes) for brændstofferforbrug (94 %), SO₂ (92 %), NO_x (91 %), PM_{2,5} (97 %), CO₂ (94 %), CH₄ (100 %), N₂O (92 %) og CO_{2eq} (94 %).

Krydstogtskibenes meget store besparelsesandele for PM_{2,5} og CH₄ skyldes de meget store PM_{2,5}- og CH₄-emissioner der undgås fra hhv. de HFO-drevne krydstogtskibe (der udleder meget PM_{2,5} på trods af brugen af scrubber) og (de få) LNG-drevne krydstogtskibe i havnen.

For færger i Københavns Havn beregnes følgende procentvise besparelsesandele (angivet i parentes) for brændstofferforbrug (6 %), SO₂ (8 %), NO_x (9 %), PM_{2,5} (3 %), CO₂ (6 %), CH₄ (0 %), N₂O (8 %) og CO_{2eq} (6 %).

For krydstogtskibe i Aarhus Havn beregnes følgende procentvise besparelsesandele (angivet i parentes) for brændstofferforbrug (74 %), SO₂ (98 %), NO_x (79 %), PM_{2,5} (89 %), CO₂ (74 %), CH₄ (79 %), N₂O (74 %) og CO_{2eq} (74 %).

I Aarhus Havn er andelen af sparede SO₂- og PM_{2,5}-udledninger særligt høje for krydstogtskibe, fordi det effektive svovlindhold på 0,1 % i brændstoffet krydstogtskibene sparer er meget højere end

svovlindholdet på 0,005 % i det MDO/MGO-brændstof færgerne sparer, og fordi der undgås meget store PM_{2,5}-emissioner fra de HFO-drevne krydstogtskibe.

For færger i Aarhus Havn beregnes følgende procentvise besparelsesandele (angivet i parentes) for brændstofforbrug (26 %), SO₂ (2 %), NO_x (21 %), PM_{2,5} (11 %), CO₂ (26 %), CH₄ (21 %), N₂O (26 %) og CO_{2eq} (26 %).

Tabel 1 Det beregnede totale elforbrug om bord og den sparede mængde brændstofforbrug og emissioner for krydstogtskibe og færger, hvis de bruger landstrøm ved kaj i stedet for elektricitet produceret af skibets dieselmotorer.

Havn	Skibstype	Elforbrug om bord MWh	Sparet brændstofforbrug og emissioner								
			Brændstofforbrug		SO ₂	NO _x	PM _{2,5}	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO _{2eq}
			Tons	GJ	kg	kg	kg	Tons	kg	kg	Tons
København	Krydstogtskibe	26009	5251	226781	7529	211678	9674	16032	19215	301	16650
	Færger	1611	345	14717	689	20275	309	1091	54	28	1099
	Total	27620	5596	241497	8219	231953	9983	17123	19269	329	17749
Aarhus	Krydstogtskibe	2942	596	24699	1192	33331	1349	1896	46	48	1910
	Færger	1020	215	9169	21	8747	165	679	12	17	684
	Total	3962	811	33868	1213	42078	1513	2576	59	65	2594

I paperet vises også mere detaljerede resultater separat for krydstogtskibe og færger i de to havne.

Referencer

Bengtsson, S., Andersson, K., Fridell, E. 2011: A comparative life cycle assessment of marine fuels: liquefied natural gas and three other fossil fuels, 14 pp., Proc. IMechE Vol. 225 Part M: J. Engineering for the Maritime Environment (DOI: 10.1177/1475090211402136).

Christensen, 2024: Personlig kommunikation, Jens Christensen, MAN Energy Solutions.

Fogh, 2024: Ladedata for færger i Københavns Havn, leveret af Copenhagen Malmö Port, Jacob Fogh.

Hansen, 2020: Personlig kommunikation, Jens Peter Hansen, ECA engineering.

IMO, 2015: Third IMO GHG Study 2014, Smith, T.W.P., Jalkanen, J.P., Anderson, B.A., Corbett, J.J., Faber, J., Hanayama, S., O'Keefe, E., Parker, S., Johansson, L., Aldous, L., Raucci, C., Traut, M., Ettinger, S., Nelissen, D., Lee, D.S., Ng, S., Agrawal, A., Winebrake, J.J., Hoen, M., Chesworth, S. & Pandey, A., 2015: International Maritime Organization, (IMO) London, UK, April 2015. Available at: <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Documents/ThirdGreenhouseGasStudy/GHG3ExecutiveSummaryandReport.pdf>.

IMO (2018): Air pollution and Energy Efficiency – Sulphur monitoring for 2018, IMO Marine Environment Protection Committee.

Jensen, S.S., Winther, M., Løfstrøm, P., Frohn, L.M., 2019. Kortlægning af luftforurening fra krydstogtskibe. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 78 s. - Videnskabelig rapport nr. 316. <http://dce2.au.dk/pub/SR316.pdf>

Jensen, S.S., Winther, M., Løfstrøm, P., Ketzler, M., Frohn, L.M. 2021. Kortlægning af udviklingen i luftforurening fra krydstogtskibe og andre skibe i fem danske havne. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 129 s. – Videnskabelig rapport nr. 413. <https://dce2.au.dk/pub/SR413.pdf>.

Kruse, C. 2015: Data leveret af Samsø Rederi, Carsten Kruse.

MAN Energy Solutions, 2012: Data tilsendt af Michael Finch Petersen, Low Speed Marine R&D, (tidligere MAN Diesel & Turbo), København.

MAN Energy Solutions, 2024: Data tilsendt af Isa Alkan, ELIM – Marine Project Engineering, København.

Myhre, G., D. Shindell, F.-M. Bréon, W. Collins, J. Fuglestad, J. Huang, D. Koch, J.-F. Lamarque, D. Lee, B. Mendoza, T. Nakajima, A. Robock, G. Stephens, T. Takemura and H. Zhang, 2013: Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Nielsen, 2022: Data leveret af Molslinjen, Dan Nielsen.

Nørgaard, 2024a: Anløbsdata for krydstogtskibe i 2023 Københavns Havn, Aarhus Havn, Stockholm Havn og Helsinki Havn, leveret af Copenhagen Malmö Port, Gert Nørgaard.

Nørgaard, 2024b: Ladedata for færger i Aarhus Havn, leveret af Copenhagen Malmö Port, Gert Nørgaard.

Transportministeriet, 2015: TEMA2015 - et værktøj til at beregne transporters energiforbrug og emissioner i Danmark. Teknisk rapport, 126 pp.

Winther, M. 2024: Danish emission inventories for road transport and other mobile sources. Inventories until 2022. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 150 pp. Scientific Report No. 624. Available at: https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Videnskabelige_rapporter_600-699/SR624.pdf.

Forslag til emneplacering

Trafikkens energi-, klima- og miljøforhold.

Artikel

Artiklen vil være på dansk.