

JUNI 2024
MILJØMINISTERIET

KORTLÆGNING AF MULIGHEDER FOR INDFØRELSE AF MARITIME MILJØZONER

JUNI 2024
MILJØMINISTERIET

KORTLÆGNING AF MULIGHEDER FOR INDFØRELSE AF MARITIME MILJØZONER

PROJEKTNR.

A282778

DOKUMENTNR.

VERSION

1.0

UDGIVELSESDATO

27.06.2024

BESKRIVELSE

Rapport

UDARBEJDET

MIFN, EWHA,
CALP

KONTROLLERET

POS

GODKENDT

POS

INDHOLD

1	Sammenfatning	7
2	Teknologisk udvikling	10
3	Kortlægning af nuværende regulering	12
3.1	International regulering	12
3.2	Nuværende regulering i København	14
3.3	Eksempler på maritime miljøzoner ved havne	15
4	Kortlægning af maritime aktiviteter	19
4.1	Maritime aktiviteter i de største havne	19
4.2	Overblik over aktiviteter og emissioner i Københavns havn	21
5	Afdækning af handlemuligheder	32
5.1	Store skibe med størst udledning	32
5.2	Mindre aktiviteter i indre havn	33
5.3	Tomgang og hastighed	34
6	Referencer	35

1 Sammenfatning

Miljøministeriet har bedt COWI om at lave en indledende kortlægning af muligheder og konsekvenser ved indførelse af maritime miljøzoner i danske havne. Kortlægningen har fokus på København.

En maritim miljøzone forstås i denne undersøgelse som et geografisk område, hvor særlige forhold er gældende med hensyn til at reducere emissioner af luftforurening fra maritime aktiviteter. Miljøzoner findes allerede for vejtransport i de fem største byer i Danmark, motiveret af sundhedsgevinsterne som kan opnås i tæt befolkede områder ved at reducere luftforureningen.

Globalt findes maritime miljøzoner for svovl og NO_x, som er implementeret under IMO-regi (International Maritime Organisation) og hele Danmarks farvand er omfattet af disse. Havne er underlagt IMO's internationale standarder og kan ikke afvise skibe, der overholder de internationale standarder, hvorfor det er svært at stille yderligere miljøzonekrav lokalt.

I denne analyse har COWI kortlagt aktiviteter og emissionskilder i Københavns havn og hentet inspiration fra andre havne om, hvordan emissionerne kunne reduceres. Den teknologiske omstilling til lavere emissioner i skibsfarten, som er i gang, er dog betydeligt langsommere og vanskeligere end for vejtransport, hvorfor reduktionstiltag vil medføre gevinster mange år fremover.

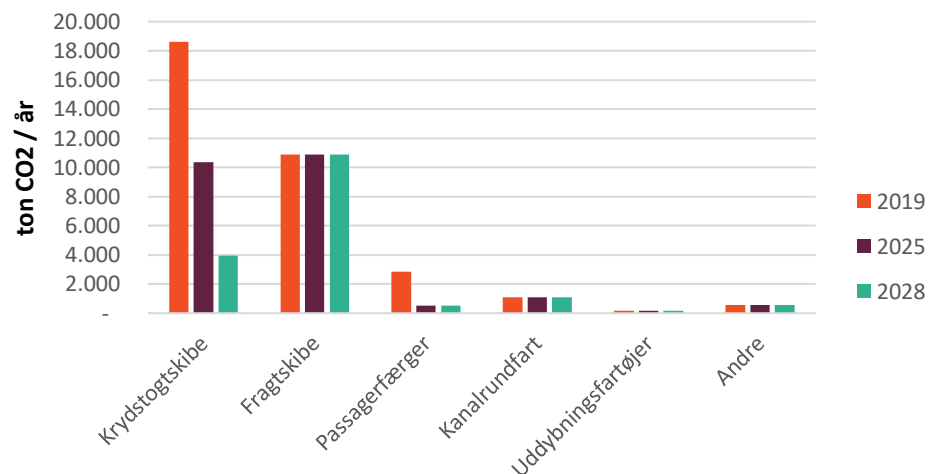
Der findes ikke opdaterede data på emissioner fra maritime aktiviteter i Københavns havn, hvorfor omfanget af de nuværende emissioner og udviklingen i fremtiden er meget usikre. Der kan både ske ændringer i maritime aktiviteter (f.eks. antal anløb) og omstilling til andre drivmidler eller motorteknologier. Ud fra de seneste data fra 2019, illustrer Figur 1-1 størrelsesordenen af CO₂-emissionerne, som kan ses som proxy for luftforurening. COWI har hertil kombineret de seneste datakilder [1] og [2], samt lavet et skøn på ændringer, ud fra beslutninger om etablering af landstrøm.

Den største emissionskilde blandt de maritime aktiviteter i København er krydstogsturismen, dels på grund af det høje energibehov – op til 6–10 MW effekt pr. skib – og dels på grund af den relativt lange tid ved kaj, hvor motorerne

genererer energiforsyning for skibet. Selv om der p.t. bliver etableret landstrømsanlæg, vil der stadig være betydelige emissioner fremover.

Fragtskibene, som dækker over containerskibe, tankskibe, bulkskibe og slæbebåde, er næststørste emissionskilde. For passagerfærgeren til Oslo er der sket en betydelig reduktion, siden landstrømsanlægget blev etableret i 2021.

Til sidst er der mindre emissioner fra fritidsaktiviteter, primært i indre del af Københavns havn, så som havnerundfart, bådudlejning og fritidsbåde.



Figur 1-1: Illustration af CO2-emissioner fra maritime aktiviteter i Københavns havn baseret på 2019-data fra [1] og [2], COWI-skøn for 2025 og 2028. "Andre" omfatter bl.a. bådudlejning og forskningsskibe. Der er ikke taget højde for aktivitetsændringer over tid.

Kortlægningen kommer frem til følgende handlingsmuligheder, som kan undersøges nærmere:

- > Aktiviteter i den indre del af havnen har en mindre andel af de maritime emissioner. Til gengæld foregår de i midten af det lokale bymiljø og påvirker mange mennesker tæt på, både beboere, fritidsaktiviteter og turister. Eldrift er en oplagt omstillingsmulighed for de mindre fartøjer: en mindre andel af kanalrundfartsbådene og bådudlejningen foregår allerede på el, ligesom den offentlige transport i havnebussen. Adgangen til ladeinfrastruktur og overvågning om overholdelse er udfordringer, hvorfor krav om eldrift er vanskelig at implementere. Til gengæld kan det undersøges nærmere, hvordan en udbygning af maritim landeinfrastruktur kan understøtte omstillingen til eldrift.
- > En elektrificering af kanal- og havnerundfarten har størst potentiale i den indre del af havnen, hvor disse skibe udgør den største emissionskilde blandt maritime aktiviteter. Det bør undersøges nærmere, hvilke juridiske muligheder der findes for at stille krav til denne type aktiviteter, eller

hvordan det kan sikres, at By og Havn kan stille krav til de operatører, som driver erhvervsaktiviteten i havnen.

- > De store skibe står for den største andel af luftforureningen. Tilslutning til landstrøm er et effektivt greb til at reducere emissionerne markant, som allerede er sket for passagerfærgen og bliver implementeret for krydstogtskibe. Etablering af landstrøm til fragtskibe er dermed det næste skridt med højt reduktionspotentiale og implementeringen af landstrøm til fragtskibe i Aarhus havn kan følges tæt som inspiration. Ifølge EU's AFIR-direktiv, skal større havne tilbyde landstrøm senest i 2030 til større fragt- og passagerskibe, hvorfor omstillingen allerede er på vej globalt. Lokale incitament til brugen af landstrøm kan være krav om tilslutning til et landstrømsanlæg med visse undtagelsesmuligheder, aftaler med rederier og/eller differentierede havneafgifter efter skibets miljøpåvirkning. Desuden spiller elprisen (som alternativ til olie) en rolle. Det kan undersøges nærmere, hvorvidt national lovgivning kan støtte implementeringen, som ligger ved aktørerne som CMP (Copenhagen Malmö Port).
- > Endelig kan der overvejes at stramme og udvide gældende hastighedsbegrænsninger i Københavns havn eller undersøge mulighederne for at begrænse skibenes tomgang. Reduceret hastighed eller færre driftstimer (f.eks. ved at slukke motorerne ved pauser) kan betyde færre emissioner, også med eksisterende teknologi. Effekten vurderes dog at være lille.

2 Teknologisk udvikling

Nye drivmidler og motorteknologier begynder at blive mere udbredt på det maritime område og har potentialer til at reducere emissioner. I høj grad drives omstillingen af klimaregulering såsom inklusionen af maritime drivhusgasemissioner under EU's CO₂-kvote handelssystemet (ETS), FuelEU maritime som stiller krav til drivhusgasintensiteten i skibsfarten (gram CO₂-ækvivalenter per MJ), krav til brug af vedvarende drivmidler under EU's vedvarende energi direktiv (RED II), samt IMO's drivhusgas strategi [3]. Klimareguleringen giver incitamenter til en teknologisk omstilling, som også kan reducere emissioner af luftforurenende stoffer. For visse luftforurenende stoffer kan dog også ses en merudledning ved nogle af de nye teknologier.

Nedenstående beskrivelse af alternative teknologier og drivmidler tager i stort omfang udgangspunkt i Energistyrelsens teknologikatalog for søfart [4]. Ikke alle drivmidler eller motorteknologier er relevante for alle fartøjstyper. Eksempelvis er energitætheden i batterier ikke stor nok til at levere tilstrækkelig energi til store fartøjer, der sejler over store distancer. Der sker dog en stor udvikling på området, hvorfor der er usikkerhed om hvorvidt og hvordan disse teknologier vil blive brugt og kan bruges i fremtiden.

Tabel 2-1: Oversigt over alternative teknologier og drivmidler, som kan reducere emissioner [4].

Teknologi	Fartøjstyper	Emissioner af luftforurenende stoffer*
Elmotor med batteri	Mindre skibe, større færger på sigt.	Ingen.
Elmotor med brændselsceller (brint)	Mindre skibe. Tidligt udviklingsstadiet.	Ingen.
Forbrændingsmotor med metanol	Under udvikling, især for større skibe som ikke kan elektrificeres.	<ul style="list-style-type: none"> > Lavere end for dieselolie. > Der vil dog være udledninger fra dieselolie, som bruges som pilotolie (ca. 5 % af energiforbruget).
Forbrændingsmotor med ammoniak	Under udvikling, især for større skibe som ikke kan elektrificeres.	<ul style="list-style-type: none"> > Udledninger fra dieselolie, som bruges som pilotolie (ca. 5 % af energiforbruget). > Ammoniak kan lede til højere NO_x-emissioner afhængigt af teknologi. P.t. usikkert, skal dog kunne overholde Tier III regulering (se afsnit 3.1)
Forbrændingsmotor med gas (LNG)	Udbredt blandt forskellige skibstyper [5].	<ul style="list-style-type: none"> > ~80% reduktion i NO_x > ~99% reduktion i SO₂ og partikler > Merudledning af HC og CO [6] > Der vil være udledninger fra pilotolien.

(*) hermed menes end-of-pipe emissioner, dvs. ikke emissioner ved fremstilling af drivmiddel. Fokus er på CO₂, NO_x, SO_x og partikler.

Som Tabel 2-1 viser, vil kun batteri-elektriske skibsmotorer eller brændselsceller med brint muliggøre en drift uden udledninger af luftforurenende stoffer. Der findes allerede flere eksempler på mindre fartøjer, f.eks. passagerfærger, som sejler med batterielektrisk drift og antallet forventes at stige i fremtiden. Brint-teknologien er mindre afprøvet, dog findes de første mindre passagerfærger som sejler på brint. På grund af den lave energitæthed af batterier og brint forventes disse teknologier ikke at være relevante for større skibe, som sejler over lange distancer, som f.eks. større containerskibe. Der findes plug-in hybride skibe, primært passagerfærger, med både forbrændingsmotor og batteri, som for dele af deres sejlads kan slå over til el drift.

Der findes dog flere alternative omstillingsmuligheder: LNG, som er en afprøvet teknologi allerede, metanol, som er afprøvet i et mindre antal skibe, samt ammoniak, som er under udvikling. LNG, ammoniak og metanol bruges i så kaldte dual-fuel motorer, da der er brug for pilotolie til antænding. Pilotolien underligger krav til lavt svovlindhold, dog vil der stadig være emissioner herfra, hvilket gør emissions-reduktionspotentialiet af de tre drivmidler lavere.

Til sidst nævnes tilslutning til landstrøm som en mulighed for større skibe, som har deres motorer tændt, når de ligger ved kaj, ofte i flere timer. Ifølge interesseorganisationen CLIA er 52% af krydstogtsskibene globalt bygget eller retrofitted for at kunne modtage landstrøm. I 2028 forventes andelen at være 70% [7].

3 Kortlægning af nuværende regulering

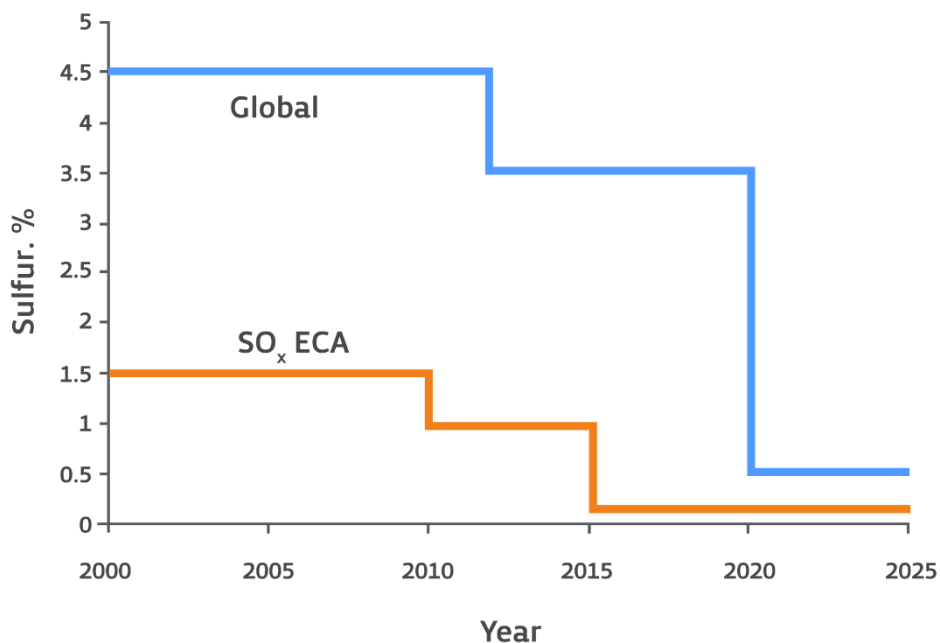
I dette afsnit undersøges nuværende regulering, som er relevant for emissioner af luftforurening i bred forstand. Ud fra eksempler defineres konceptet af en maritim miljøzone som et geografisk område, hvor særlige forhold er gældende, som har hensyn at reducere emissioner af luftforurening.

3.1 International regulering

Grænseværdier for emissioner

Emissioner fra skibsfarten er reguleret via FN's internationale søfartsorganisation (IMO). I 2008 vedtog IMO MARPOL-konventionens Annex VI, som regulerer svovlindholdet i skibenes brændstof, dengang sat til 3,5%. Siden 2020 gælder en ny grænse på 0,5%. En lavere grænse på 0,1% er indført i ECA'er (Emission Control Areas), som udgøres af områder langs de nordamerikanske kyster, dele af Det Caribiske Hav, Nordsøen og Østersøen, hvilket svarer til det hele danske farvand [8].

I 2025 bliver der i Middelhavet ligeså indført et Emission Control Area, som stiller samme krav til svovludledningen som de eksisterende ECA'er (0,1%). Herudover er der i flere lande opstillet regional lovgivning for skibe, som sejler i specifikke zoner, heriblandt Sydkorea, omkring Sydney og Kina [9].

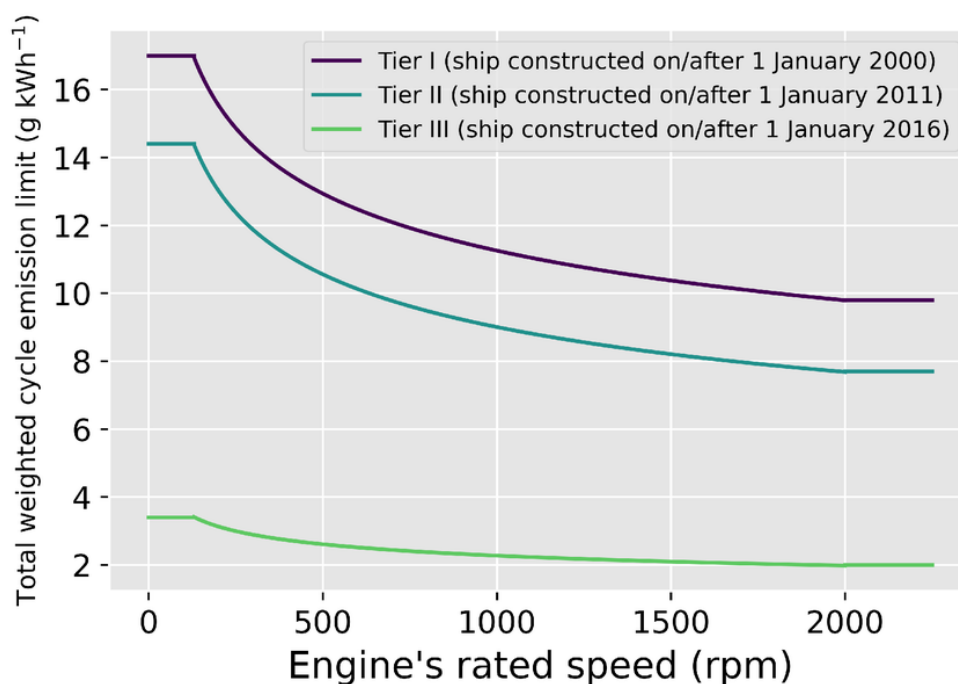


Figur 3-1: Maksimalt svovlindhold ift. IMO-lovgivning, MARPOL Annex IV [10]

EU's svovldirektiv læner sig direkte op ad IMO's retningslinjer, hvilket betyder at skibe som opererer i EU-havne og -farvande, følger de samme svovlgrænser. Selve overholdelsen af EU's regler overvåges af medlemsstaterne [11], som i

Danmark varetages af Miljøstyrelsen bistøttet af Søfartsstyrelsen. Tilsynet består af olieprøver af skibe som anløber danske havne og analyserne fra 2022 viser at 99% af skibene overholder grænseværdierne. Ifølge DCE er svovlindholdet i luften over Danmark mere end halveret, siden ECA trådte i kraft [12].

For skibe med dieselmotorer på over 130 kW er NO_x-emissionerne reguleret igennem IMO. Grænseværdierne er målt i gram NO_x per kWh afhænger af motorhastigheden (rounds per minute, se Figur 3-2) og gælder kun for nye skibe som blev bygget efter en skæringsdato. Den strammeste grænseværdi (Tier III) gælder i ECA i Nordsøen og Østersøen siden 2021 [11] [13].



Figur 3-2: Maksimale NO_x-emissioner ift. IMO-lovgivning, MARPOL Annex IV [14]

For at kunne overholde grænseværdierne for emissionerne er det nødvendigt at anvende brændstof med et lavt svovlindhold, alternative brændstoftyper som LNG, metanol eller ammoniak, eller overgå til emissionsfri drift (f.eks. batteri eller brint) (se afsnit 2).

Et alternativ er scrubber-teknologien, som kan bruges sammen med HFO (heavy fuel oil) til at rense røggassen i ECA-områder. Scrubbere har potentialet til at reducere både SO_x (99%), NO_x og PM-partikler, dog kan anvendelsen med HFO give betydeligt højere udledning af partikelemissioner end ved brug af olie med lavt svovlindhold [15].

En scrubber er heller ikke et særligt effektivt redskab til at reducere NO_x, hvor man i stedet skal kigge efter en anden teknologi som Selective Catalytic Reduction (SCR). Denne teknologi bruges i bredt omfang på mange af de skibe, som skal efterleve kravene til IMO's Tier III NO_x-standard [16].

Krav til motorer

Luftforurening og støj fra fritidsbåde er reguleret på EU-niveau, hvor motorene skal opfylde bestemte krav for at kunne markedsføres i EU. Kravene er på niveau med de krav, som blev stillet til personbiler i 1990'erne og er implementeret i dansk ret gennem bekendtgørelse nr. 1596 fra 2021 [12].

Krav til havneinfrastruktur

Under EU-lovgivningen 'Alternative Fuels Infrastructure Regulation (AFIR)' er der fra 2030 afsat krav om, at maritime havne, som imødekommer et minimum antal større passager- eller fragtskibe, skal kunne tilbyde landstrøm til de pågældende fartøjer. Reglerne træder i kraft ved et årligt anløb af 100 containerskibe, 40 passagerskibe eller 25 krydstogtskibe. Indtil da er der ingen formelle krav [17].

Ret til anløb

Havnefaciliteter er underlagt IMO's internationale standarder. Ifølge disse reguleringer kan havne ikke afvise skibe i international fart, der overholder de internationale standarder for f.eks. krav til lavt svovlindhold, rensning af røg samt regler for NO_x-emissioner. IMO har dog endnu ikke fastlagt specifikke regler for landstrøm, og skibe er derfor ikke forpligtet til at anvende landstrøm i havnene. Der ser derfor ud til at være en begrænsning for, hvilke lokale krav der kan stilles til skibe, som anløber en havn. Grænsen er dog ikke helt tydelig, se eksempel fra Californien (afsnit 3.3).

Frivillige initiativer

Selvom IMO ikke har pålagt regler for f.eks. landstrøm, har nogle havne og regioner implementeret deres egne regler og incitamenter for at opfordre til brugen af landstrøm eller miljøvenligere brændstof. Environmental Ship Index bruges til at give incitament at reducere NO_x, SO_x, partikler og CO₂-emissioner fra skibsfarten hos rederier og havne. En række havne bruger indekset til at differentiere deres gebyrer, hvor skibe, som forurener mindre, betaler en lavere afgift. I Danmark bruger havnene i Kolding og Aarhus indekset og det er udbredt i andre havne, som ligger bl.a. i Norge, Tyskland, Nederlandene, Japan og Frankrig.

Desuden er der en større international sammenslutning under The International Association of Ports and Harbors, som har nedsat en specifik undergruppe, On-shore Power Supply (OPS). Gruppen arbejder med at indføre en fælles metode for implementering af landstrøm globalt, forskellige lande arbejder med forskellige elektriske frekvenser, hvilket besværliggør arbejdet med at indføre et fælles system [18].

3.2 Nuværende regulering i København

For at regulere luftforureningen i danske havne, heriblandt i Københavns Havn, forholder Danmark sig til IMO's krav og til EU-svovldirektivet. Miljøstyrelsen og Søfartsstyrelsen er med til at kontrollere, om reglerne bliver overholdt, men herudover er der ikke særskilte regler for luftforurening i havnene. For

fritidsfartøjer blev der i 2003 og igen i 2021 implementeret nye EU-regler, som skærper kravene til luft- og støjforurening [12].

I forbindelse med aktiviteter i den indre del af Københavns Havn er Movias havnebusser et eksempel på skibe, som sejler emissionsfrit. Det var et krav i Movias udbudsmateriale, ved udbud af sejladsen i 2018. Da havnebussen er en del af den kollektive trafik, er der tale om en anden type lovgivning, hvor disse krav er mulige.

Adgang

Sejlads i erhvervshavnen er forbeholdt erhvervstrafikken. Sejlads med vand-scootere, jetski og lignende er ikke tilladt, hvorfor der ikke vil være emissioner fra disse kilder. Mellem Nordre Toldbod og Sjællandsbroen er det ikke tilladt at sejle med sejl og sejlbåde skal bruge en motor.

En måde at reducere den helt lokale luftforurening er at flytte aktiviteter væk fra tæt beboelse. Kajpladserne for krydstogtskibene er med tiden delvist flyttet til Nordhavn og dermed længere væk fra bymidten. Der er dog stadig anløbspladser til krydstogtskibe ved Langelinie og Nordre Toldbod. Containerhavnen er planlagt at blive flyttet fra Levantkaj til spidsen af Ydre Nordhavn i løbet af 2024. Men alt efter hvor meget den fremtidige byudvikling lægger boliger ud på Nordhavn, vil de lokale beboere stadig være påvirket af luftforurening og støj.

Hastighedsbegrænsning

I Københavns Havn er der opsat hastighedsbegrænsninger for hhv. fritidsfartøjer og erhvervsfartøjer under 50 meter. Hastighedsbegrænsningen varierer, afhængigt af specifikke zoner, men er mellem 4-6 knob for fritidsfartøjer og 4-8 knob for erhvervsfartøjer. Indførelse af hastighedsbegrænsninger skyldes i høj grad sikkerhed og der er nævnt noget om ønsker til reduktion i luftforurening. Det er dog en indirekte effekt, at færre partikler udledes grundet denne regulering [19].

3.3 Eksempler på maritime miljøzoner ved havne

Som beskrevet ovenfor er begrebet af en maritim miljøzone et geografisk område, hvor særlige forhold er gældende, som har til formål at reducere emissioner af luftforurening. Eksemplerne nedenfor viser, hvordan havne har implementeret regler, som går ud over det globale IMO-regelsæt.

Californien

Siden 2007 gælder lovgivningen "Airborne Toxic Control Measure for Auxiliary Diesel Engines Operated on Ocean-Going Vessels At-Berth in a California Port". Reglen giver skibsflådeoperatører to muligheder for at reducere emissioner fra hjælpegeneratorer ved kaj: 1) slukke hjælpegeneratorer og tilslutte skibet til en anden strømkilde, typisk landstrøm; eller 2) bruge alternative drivmidler eller filterteknologi, der opnår tilsvarende emissionsreduktioner.

Lovgivningen fra 2007 dækkede over krydstogtskibe og container/nedkølede fragtskibe og krævede at en procentdel af en skibsflåde overgik til landstrøm ved besøg. Aftalen er revideret for løbende at omfatte flere skibstyper, f.eks. Roll-on Roll-off færger og tankskibe, hvilket betyder, at reglerne på længere sigt gælder for alle skibe, som besøger havnene i Californien. Såfremt skibsoperatørerne ikke overholder reglerne, står de over for økonomiske sanktioner, som er specificeret i California Health and Safety Code Section 42400.

For at være i overensstemmelse med IMO-reglerne om ret til adgang, er der fastlagt undtagelser fra kravene, hvis noget af følgende forekommer: Skibssikkerhed og nødsituationer; Bulk- og generelle fragtskibe; Forskningsskibe, der deltager i test af alternativ teknologi. Yderligere undtagelser gælder for: Kontinuerlig og hurtig navigation; Regeringsskibe i ikke-kommerciel tjeneste; Dampskibe; Skibe drevet af flydende eller komprimeret naturgas; Container- eller køleskibe, der besøger Californiske havne færre end 25 gange om året; Passagerskibe, der besøger Californiske havne færre end 5 gange om året.

Et yderligere initiativ for at reducere luftforurening er regler om fartbegrænsninger, som gælder for alle skibe, som anløber og afgår tæt på havnenes matrikel [20] [21].

Seattle

For havnen i Seattle i staten Washington er der blevet inkorporeret nogle regulativer for at reducere udledningerne fra de mange krydstogtskibe, som anløber havnen. Seattle er beskrevet som en turnaround-havn, også kendt som en hjemhavn, hvor krydstogtskibene får nye passagerer ombord. Der er flere store krydstogtrederier i Seattle, og Seattles Havns hovedfokus har derfor været at finde en fælles løsning på at blive en grønnere havn sammen med krydstogtrederierne. Rederierne har derfor stået for finansieringen af landstrømmen i havnen i Seattle og skal bruge landstrøm, hvis skibene kan modtage landstrøm og et udtag er ledigt. Seattle har en målsætning om, at alle skibe med Seattle som hjemmehavn er forpligtede til at bruge landstrøm for hvert anløb inden 2030 [22].

Oslo

Oslo Havn har allerede etableret landstrøm for udlandsfærgerne, eksempelvis DFDS' passagerfærge i 2019. Herudover skal infrastrukturen også kunne understøtte krydstogtskibe, hvilket kan reducere udledningen med 3.700 ton CO₂, 52 ton NO_x, og 2 ton SO_x [23]. Dette sker ved, at Oslo Havn opkræver et beløb per skib baseret på størrelse, som fremover går til at finansiere nul-emissions løsninger. Herudover belønner de krydstogtskibe, der vælger de mest miljøvenlige løsninger, når de ligger i havn. Dette gøres gennem Environmental Port Index (EPI) med udgangspunkt i Environmental Ship Index, som giver et økonomisk incitament for at bruge den mest miljøvenlige teknologi. På denne måde betaler de største skibe mest, og de mest miljøvenlige skibe mindst [24].

Der er ikke anden direkte regulering i Oslo Havn, udover hastighedsgrænser, men havnen har ytret ønske om også at elektrificere deres godstransport hurtigst muligt, da det er beregnet til at kunne nedsætte udledningen med 18.000

ton CO₂ og dermed formentlig også NO_x og SO_x i et vist omfang. Denne del af planen er på nuværende tidspunkt ikke fuldendt, men projektet for nul-emissionshavnen har betydelige omkostninger. Bare i godshavnen i Sydhavnen vil der i de næste årtier blive investeret over 200 millioner norske kroner i den nødvendige infrastruktur. Derudover skal rederierne ombygge skibene, og havneaktørerne skal investere i nyt udstyr og maskiner. Generelt bliver der investeret fra Oslo Havn, men de søger økonomisk hjælp fra lokale, virksomheder, kommunen og lign [23].

Hamborg

Hamborg Havnemyndighed (HPA) installerede Europas første landstrømsanlæg for krydstogtskibe i Altona i 2016, som har været i fuld drift siden 2018. Anlægget anvendes primært af rederiet AIDA og har reduceret CO₂-udledningerne betydeligt. Hamborg er i færd med at udvide landstrømsfaciliteterne ved Steinwerder- og Hafencity's krydstogsterninaler samt installere syv tilslutningspunkter til containerskibe, som er klar i 2024. Hamborg vil dermed blive den første europæiske havn, der tilbyder landstrøm til både krydstogtskibe og store containerskibe [25].

Denne udvidelse indebærer en investering på omkring 95 millioner euro i landstrøm infrastruktur og forventer en ekstrem nedgang i CO₂ emissioner men formentlig som en sidegevinst også NO_x, partikler og SO_x. Målet for Hamborg Havnemyndighed er at udstyre alle væsentlige kajpladser med landstrøm inden 2030 og opnå CO₂-neutralitet så hurtigt som muligt. HPA noterer selv, at integrationen og overgangen til landstrøm bliver svær og kompleks, så for at opnå den maksimale miljømæssige effekt er det nødvendigt med tæt samarbejde mellem skibsindustrien, havneforvaltninger og politiske aktører på området. HPA samarbejder selv tæt med andre europæiske havne og rederier for at standardisere og fremme brugen af landstrøm, heriblandt Port of Rotterdam og Antwerp-Zeebrugge. De tre havne har indgået samarbejde om at få landstrøm hurtigere på banen [25].

Aarhus Havn

Aarhus har i 2020 etableret et landstrømsanlæg for Molslinjens hurtigfærger. I 2023 har Aarhus havn etableret landstrøm til krydstogtskibe i et samarbejde mellem Aarhus Havn, Aarhus Kommune og EU, som har investeret 45 millioner kroner. Anlægget er opført med det danske firma PowerCon som leverandør og netselskabet Konstant har sørget for tilslutning til elnettet efter international standard. Kapaciteten er aktuelt på 10 MW, men det kan øges til 16 MW [26]. Aarhus Havn forventer, at 75% af krydstogtskibene, der anløber havnen, kobler sig til landstrømsanlægget.

For at give incitament til at bruge landstrømsanlægget er Aarhus Havn en del af Environmental Ship Index og har implementeret en ny afgiftsmodel fra 1. januar 2024, der gør det dyrere for krydstogtskibe, der ikke kobler sig på landstrømsanlægget, at anløbe Aarhus [27]. Afgiften er på 75 øre per bruttoton og betyder en ekstra afgift på mellem 50.000 – 75.000 kr. pr. krydstogtskib [28].

Til trods for den nye afgift, forventer Aarhus Havn op til 200.000 besøgende fra krydstogtskibe i 2024, en stigning på over 40% fra sidste år [29], hvilket øger udfordringen med lokal luftforurening.

Aarhus Havn er Danmarks største containerhavn. Havnen har netop søgt om 37 mio. kr. ved EU's infrastrukturfond Connecting Europe Facility (CEF) i samarbejde med Bremerhaven, Göteborg, Stockholm, Hamborg og Oslo. Hvis projektet gennemføres, vil containerskibe kunne slutte sig til landstrøm i slutningen af 2026 [30]. Containerskibe kan typisk nøjes med anlæg i størrelsen 3 MW [28], hvilket er betydeligt mindre end krydstogtskibe.

4 Kortlægning af maritime aktiviteter

I dette afsnit undersøges omfanget af maritime aktiviteter i danske trafikhavne. Herefter undersøges aktiviteterne i Københavns Havn nærmere i forhold til anløb og emissioner. Aktører og interessenter bag aktiviteterne oplistes i Bilag C.

4.1 Maritime aktiviteter i de største havne

Ifølge Danmarks statistik er der 139 trafikhavne i Danmark. I 2023 var der mere end 0,5 mio. skibsanløb i de danske trafikhavne. De havne med flest skibsanløb er havne, der huser enten indenrigs eller udenrigs færgetransport som Branden-Fur ruten, Hals-Egense, Mors-Thy, Helsingør-Helsingborg og Esbjerg-Fanø [31]. 33 af de danske trafikhavne kan klassificeres som større havne med anløb fra fragtskibe og krydstogtskibe og en omsætning herigennem på ca. 1. mio. ton eller mere. De 10 havne med flest anløb fra fragtskibe og krydstogtskibe i 2023 er listet i Tabel 4-1. Tabellen er suppleret med skibsanløb fra andre skibstyper, som indenrigs- og udenrigsfærger. Københavns havn er den havn med flest anløb fra krydstogtskibe, mens Esbjerg havn modtager flest fragtskibe og flest skibsanløb fra andre skibstyper. Fragtskibskategorien dækker over container-skibe, bulk-carriers, køleskibe, tankskibe, specialskibe, øvrige stykgodsskibe, samt pramme mv. til tørlast.

Tabel 4-1: De 10 større danske havne med flest anløb fra fragt og krydstogtskibe i 2023, suppleret med data på indenrigs- og udenrigsfærganløb

	Krydstogtskibe	Fragtskibe	Anløb fra andre skibstyper	Alle skibsanløb
Københavns Havn	284	1.565	355	2.204
Esbjerg Havn	22	1.790	17.006	18.818
Aarhus Havn	66	1.696	4.952	6.714
Fredericia Havn	10	976	0	986
Odense Havn	0	946	0	946
Køge Havn	0	884	363	1.247
Aalborg Havn	14	636	0	650
Rønne Havn	44	598	2.372	3.014
Vordingborg Havn	0	618	0	618
Thyborøn Havn	0	612	4.453	5.065
Andre havne	4	4.374	464.512	468.890
Alle havne	444	14.695	494.013*	509.152

Kilde: [31] COWI behandling af data fra SKIB23 og SKIB101

Den samlede opgørelse over emissioner fra maritime aktiviteter i Annual Danish Informative Inventory Report [32] tager ikke stilling til, hvor emissionerne finder sted. I 2021 udgav Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE) en kortlægning af emissioner fra 5 store danske havne (København, Aarhus, Aalborg, Skagen og Rønne) [1]. Kortlægningen viser, at de 5 havne samlet stod for ca. 1.200 ton NO_x og ca. 26,5 ton PM_{2.5}. Kategorien "Andre skibe" står for 56% af NO_x bidraget, mens krydstogtskibe bidrager med 53% af PM_{2.5}-emissionerne. Forskellen mellem hovedbidragsyderne skal findes i de forskellige skibes motortype, størrelse brændstof, energibehov og adfærdsmønstre i anløb og ved kajen.

Tabel 4-2: Emissioner fra skibe i de 5 havne i 2019 (kg) [1]

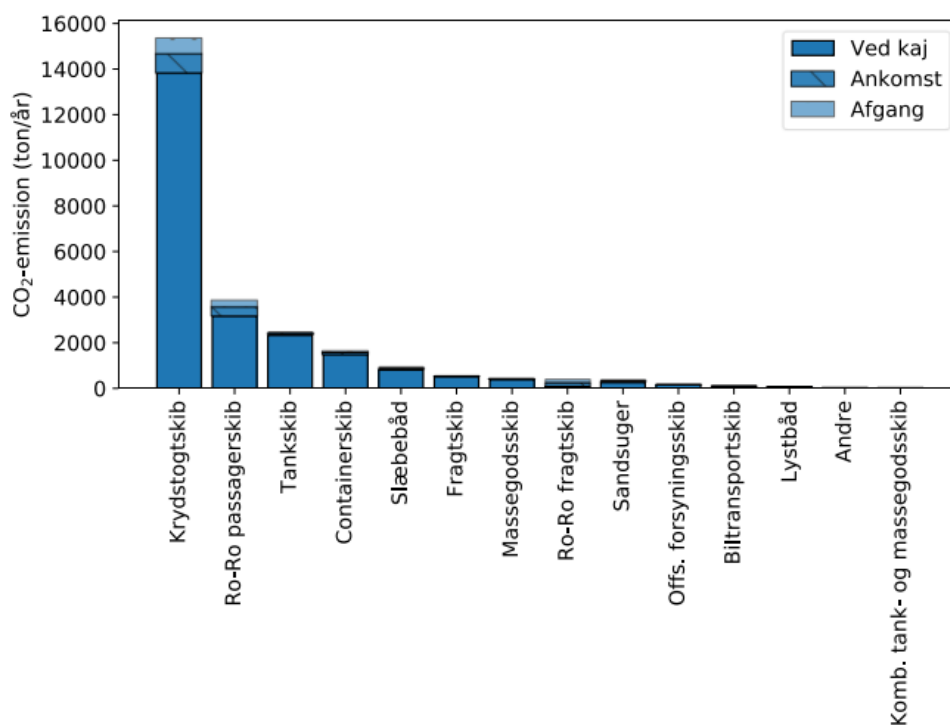
	Krydstogtskibe	Andre skibe	Tankskibe pumpning	På tværs af skibstyper
NO_x				
Københavns havn	316.822	206.278	111.545	634.645
Aarhus havn	23.666	490.802	51.941	566.408
Aalborg havn	9.940	0	0	9.940
Skagen havn	23.799	0	0	23.799
Rønne havn	8.466	0	0	8.466
Alle 5 havne	382.692	697.080	163.486	1.243.258
PM_{2.5}				
Københavns havn	11.934	3.604	1.395	16.934
Aarhus havn	709	6.791	721	8.220
Aalborg havn	396	0	0	396
Skagen havn	729	0	0	729
Rønne havn	213	0	0	213
Alle 5 havne	13.982	10.395	2.117	26.493

Selvom kortlægningen ikke dækker alle store havne i Danmark, giver den en indikator på hvilke emissionsniveauer, der kan forventes ved erhvervs mæssige maritime aktiviteter samt, hvordan de forskellige skibstyper påvirker luftkvaliteten.

4.2 Overblik over aktiviteter og emissioner i Københavns havn

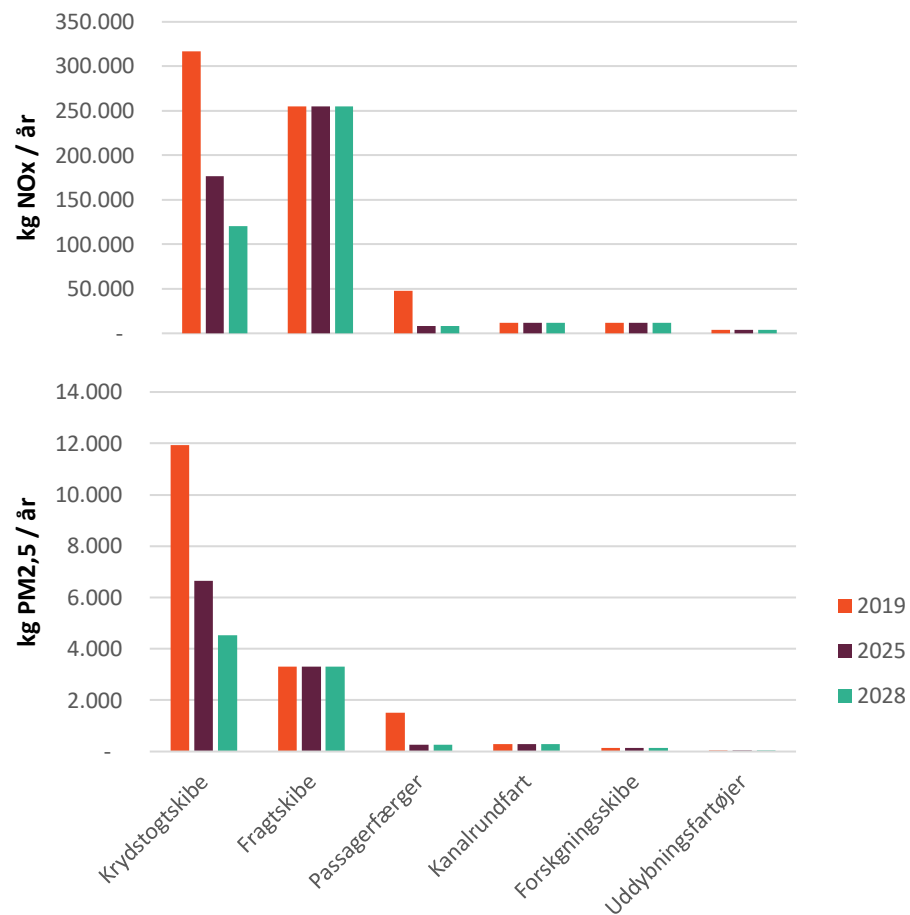
Københavns Havn er en af de travleste trafikhavne i Danmark. København er den havn, der modtager flest krydstogtskibe og også fragtskibe har ofte anløb i havnen (Tabel 4-1). *Figur 4-1* illustrerer størrelsesordenen af emissioner fra forskellige maritime aktiviteter i København. Den seneste publikation er fra 2019 og ændringer er sket siden da, hvilket beskrives i afsnittene nedenfor. En samlet oversigt findes kun for CO₂, som dog kan ses som proxy for størrelsesordenen af emissioner af luftforurening.

Selvom der i havnen er langt flest anløb fra fragtskibe og andre skibstyper, er det krydstogtskibene, der udleder flest CO₂-emissioner. Dette skyldes skibenes store energibehov, som genereres af motorerne, når skibene ligger ved kaj i flere timer. Tiden ved kaj er også den periode, hvor fragtskibe udleder mest, herunder tankskibe, containerskibe, massegodsskibe og m.fl.



Figur 4-1: CO₂-emissionen for 2019 fordelt på skibstype [2]

Siden publikationen i 2019 er der etableret et landstrømsanlæg til passagerfærger til Oslo (se "Ro-Ro passagerskib" i *Figur 4-1*). Herudover bliver der etableret landstrøm til krydstogtskibe, som forventes at være i drift i 2025 med to udtag og med fem udtag i 2028. På denne baggrund har COWI fremskrevet emissionerne af NO_x og partikler fra 2019 frem, hvor der tages højde for reduktioner for krydstogtskibe og passagerfærger. Tallene skal tages med store forbehold og tager ikke højde for ændringer i aktivitetsniveau eller for teknologiudvikling (se f.eks. beskrivelse i afsnit 4.2.1 og NO_x-regulering i afsnit 3.1). Grundlag for beregningen fremgår i de detaljerede afsnit nedenfor.



Figur 4-2: Årlige emissioner af NO_x (1) og partikler (2) ud fra 2019-data fra [1]. COWI skøn for 2025 og 2028. Mindre aktiviteter i indre havn som bådudlejning og fritidsbåde ikke inkluderet. Fragtskibe omfatter containerskibe, slæbebåde, bulk og tankskibe.

Som Figur 4-2 illustrerer, kan etableringen af landstrøm betydeligt reducere emissionerne. Krydstogtskibene, som er den største emissionskilde i dag, kan potentielt reducere NO_x til et niveau under fragtskibene, men ligger stadig højest ift. partikler. Passagerfærgernes kobling til landstrøm reducerer emissionerne betydeligt, nok under et niveau af kanal- og havnerundfartsbådene.

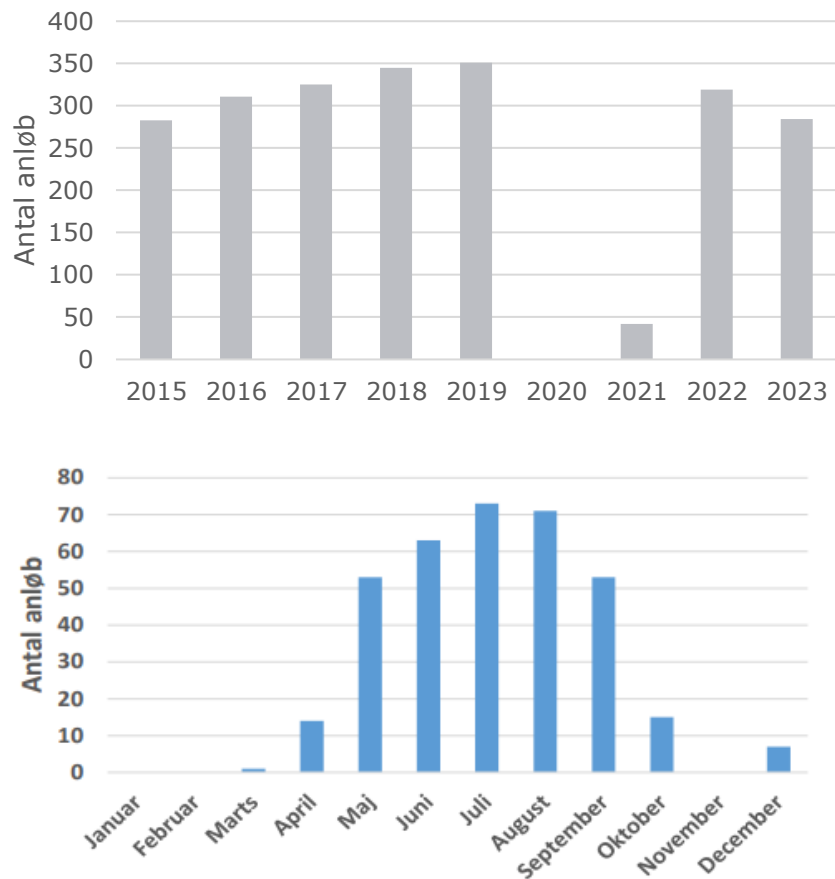
Ud fra kortlægningen af de største maritime aktiviteter og emissionskilder ovenfor, ser de følgende afsnit nærmere på aktiviteter forbundet med krydstogtskibe, fragtskibe, færgefart og maritime turist- og fritidsaktiviteter samt uddybningsfartøjer og konstruktionsskibe. Afsnittet fokuserer på aktiviteter i Københavns Havns søområde, se Figur 4-3 nedenfor.



Figur 4-3: Københavns Havn sømråde med placering af kajpladser for krydstogtskibe, containerskibe, DFDS-færgen samt tur- og udlejningsbåde. Bemærk, at containerterminalen vil flytte fra Levantkaj til den nordlige del af Nordhavn. Se også [33].

4.2.1 Krydstogtskibe

I Københavns havn anløber krydstogtskibe primært ved Nordre Toldbod, Lange-liniekajen, Oceankaj. I gennemsnit var der 282 skibsanløb om året fra krydstogtskibe, med undtagelse af 2020-21 (COVID-19) se Figur 4-4 (1) nedenfor. Krydstogtskibe lægger primært til i sommerhalvåret, hvorfor luftforurening fra krydstogtskibe er størst der, jf. Figur 4-4 (2). Antallet af anløb var frem til 2019 på ca. 350 anløb på årsbasis, men sanktioner mod Rusland har de sidste par år betydet færre anløb, da St. Petersborg har været en vigtig destination for skibe, som også anløber København.



Figur 4-4: 1: Årlige skibsanløb fra krydstogtskibe (2015-2023) kilde: [31] SKIB23, 2: Månedlige anløb fra krydstogtskibe (2019) kilde: [1]

Krydstogtskibe bidrager til luftforureningen i København, særligt med hensyn til NO_x og partikler fra skibenes motorer. Krydstogtskibe har en særlig lokal påvirkning i dele af København, især fordi et stort antal skibe benytter kajen ved Langelinie, hvor der er boliger tæt på.

Af en undersøgelse for Københavns kommune fremgår det, at krydstogtskibe udleder mest CO₂ indenfor Københavns Havns søområde, mens skibene ligger til kaj frem for ved ankomst og afrejse, se Figur 4-1, svarende til 15.500 ton CO₂ i 2019. Det samme antages at være gældende for andre luftemissioner. Dette skyldes, at skibene fortsat bruger motor til at producere strøm til skibet, mens det ligger i havn.

I Tabel 4-4 nedenfor er emissionerne fra Tabel 4-2 udspecificeret for krydstogtskibe. Emissionerne kan forventes at blive mindre efter 2025, hvor By & Havn forventer at 2 ud af 5 tilslutningspunkter til landstrøm ved Océankaj og Langelinie er klar til brug. I 2028 forventes de resterende 3 at være etablerede [34]. By & Havn forventer, at godt 50% af krydstogtskibene, der vil anløbe København i 2025, kan tage imod landstrøm (især lidt ældre skibe kan ofte ikke kobles på landstrøm, men skal gennemgå en mindre ombygning først). Andelen vil være højere i fremtiden, hvorfor emissionerne i fremtiden kan forventes at være betydeligt lavere end i Tabel 4-3, alt efter hvor meget antallet af anløb stiger i fremtiden og om der er nok ledige kajpladser med landstrøm i højsæsonen. Selv

med dette tiltag vil emissionerne fra krydstogtskibene stadig være højere end for de fleste andre skibstyper.

Der bemærkes, at NO_x-emissionerne kan forventes at falde i fremtiden, da nye skibe, der sejler i ECA området, skal opfylde strengere krav til NO_x-emissioner [35].

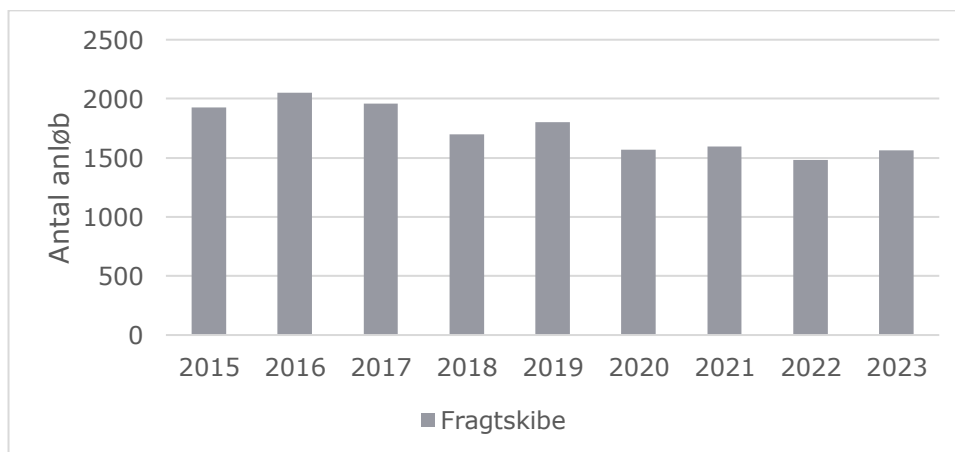
Tabel 4-3: Emissioner for krydstogtskibe (2015-2019) [1]

	2015	2016	2017	2018	2019
Anløb	282	311	327	345	350
NO _x (kg)	250,454	267,814	304,702	291,606	316,822
PM2.5 (kg)	7,353	7,941	10,167	10,159	11,934

Ud fra en tidligere analyse skønnes, at krydstogtskibene i gennemsnit ligger ved kaj i 11 timer, hvoraf 75 min går til fra-og tilkobling til anlægget. Dermed kan der være en emissionsreduktion på 89% for et skib koblet til landstrøm, når det ligger ved kaj.

4.2.2 Fragtskibe

I perioden 2015-2023 havde Københavns Havn gennemsnitligt anløb fra 1.740 fragtskibe om året. Fragtskibenes anløb fordeler sig mere jævnt over året end krydstogtskibe, da fragten er mindre påvirket af turistsæsonen.



Figur 4-5: Årlige skibsanløb fra fragtskibe (2015-2023). Kilde: [31] SKIB23

I Figur 4-1 findes en oversigt over CO₂ emissioner fra 2019. Her er fragtskibe delt op på flere kategorier: tankskib, containerskib (normalt mindre container feeder skibe), fragtskib, massegodsskib, ro-ro fragtskib (DFDS cargo Ro-Ro færge), biltransportskib og kombineret tank- og massegodsskib. Samlet set udleder fragtskibene ca. 5.500 ton CO₂ i år 2019. Inden for København Havns søområde udleder fragtskibe ligesom krydstogtskibe også mest, mens de ligger ved kaj. Dog udleder fragtskibene betydeligt færre CO₂-emissioner end krydstogtskibe.

I Tabel 4-4 nedenfor er emissionerne fra Tabel 4-2 summeret for fragtskibe. I kategorien fragtskibe indgår bulkskibe, containerskibe, general cargo, offshore fartøjer, cargo færger, slæbebåde og tankskibe. Direktøren for det danske slæbebådsrederi Svitzer har udtalt sig om, at batterislæbebåde er på vej, hvilket vil reducere udledningerne fra denne aktivitet betydeligt.

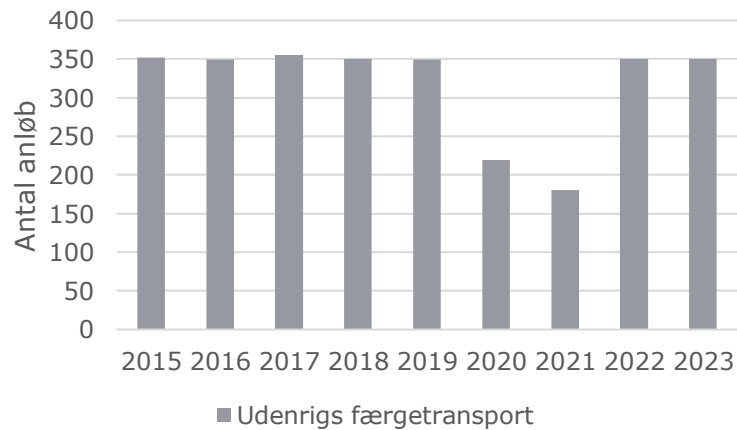
Tabel 4-4: Emissioner for fragtskibe (2015-2019) [1]

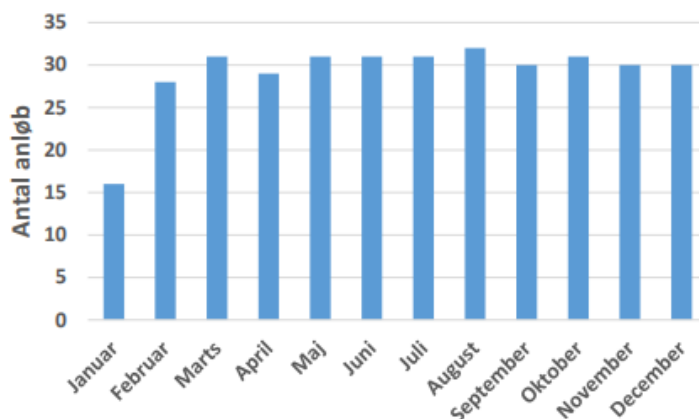
	2015	2016	2017	2018	2019
Anløb	2,018	2,090	2,037	1,814	2,050
NO _x (kg)	266,972	289,382	232,692	216,158	254,700
PM _{2.5} (kg)	3,556	3,818	3,077	2,862	3,301

Note: et detaljeret overblik over emissioner fordelt på fragtskibstype findes i Bilag B.

4.2.3 Færgefart

DFDS opererer i dag to passagerskibe fra Københavns Havn af typen roll-on-roll-off færger. Disse ca. 30 år gamle skibe fragter passagerer og lastbiler mellem København og Oslo. Mellem 2015-2023 var der i gennemsnit 350 skibsanløb fra udenrigsfærger i Københavns Havn alle fra ruten København-Oslo (Oslobåden) undtagen år 2020-2021 under Covid-19, se Figur 4-6. Færger, der tidligere sejlede fra København-Bornholm og København-Polen, sejler nu fra hhv. Køge og Ystad.





Figur 4-6: Årlige skibsanløb fra udenrigs færgetransport (2015-2023) kilde: [31] SKIB32, 2: Månedlige anløb fra passagerskibe (2019) kilde: [1]

DFDS’ passagerfærger benytter forskellige brændstoftyper og rensningsteknologier, med forskellige udledninger. Det ene skib, *Pearl Seaways*, bruger brændstof med lavt svovlindhold til hovedmotorerne og gasolie til at drive hjælpemotorer, som leverer strøm, mens skibet ligger ved kaj. Det andet skib, *Crown Seaways* bruger heavy fuel oil til at drive hovedmotorer og scrubber til rensning af røgen, mens der i havnen benyttes gasolie til hjælpemotorerne og strømproduktion i havn.

Siden efteråret 2021 bruger DFDS-færgerne landstrøm i Københavns havn ved deres færgeterminal. Aktuelle analyser af reduktionen af emissioner findes ikke, men i en tidligere analyse inden etableringen blev det skønnet, at færgerne ligger i havnen 7 timer, hvoraf 75 min skal bruges til fra-og tilkobling [35]. Det betyder, at emissionerne ved kaj kan reduceres med 82%, tilføjet i Tabel 4-5 nedenfor, hvor emissionerne fra Tabel 4-2 for passagerskibe er udspecificerede.

Tabel 4-5: Emissioner for passagerskibe (2015-2019) [1] og COWI skøn for efter 2021

	2015	2016	2017	2018	2019	Efter 2021
Anløb	369	353	363	348	350	350
NO _x (kg)	66,194	52,375	49,157	47,716	47,480	8,521
PM2.5 (kg)	1,771	1,705	1,542	1,463	1,510	261

4.2.4 Kanal- og havnerundfart

I Københavns Havn er der flere turistrelaterede maritime aktiviteter. Tabel 4-6 nedenfor giver et overblik over emissioner, der udledes i forbindelse med aktiviteter som kanalrundfart, bådudlejning, lodsbåde og en vandflyver. Særligt for flere af disse kilder er, at de opererer i de mindre kanaler af Københavns Havn,

hvor større skibe ikke kan komme ind. Samtidig har deres emissioner og støjpåvirkning større betydning, da de foregår i det inderste bymiljø.

Tabel 4-6: Erhvervsmæssige kilder til emissioner i Københavns Havn. Kilde: [2] suppleret med COWI beregninger for kanalrundfart [35]

Kilde	CO ₂ (ton/år)	NO _x (kg/år)	PM _{2.5} (kg/år)
Hey Captain	26	-	-
Dan Pilot	17	-	-
Kanalrundfart	1,100	12,000	300
Spar shipping	16	-	-
JS Boat Charter	34	-	-
Andre turbåde	8	-	-
Nordic Seaplane	26	-	-

Blandt de erhvervsmæssige kilder til emissioner i Københavns Havn er de store kanal- og havnerundfarter den mest forurenende kilde. Kanal- og havnerundfarten sejler flere gange dagligt med større både end de andre kilder listet i Tabel 4-6.

COWI har tidligere estimeret, at hver kanal- og havnerundfart samlet set sejler 10.000 ture i havnen på et år. Jf. havnerundfartens sejlplan opererer bådene flest timer om dagen i juli-august og færrest november-marts [36]. Der er 2 selskaber (rederierne *Stromma* og *Nettobådene*), som opererer de store klassiske rundfarter med guide. De benytter primært dieseldrevne både med motorer, der størrelsesmæssigt er på niveau med lastbiler.¹ Motorerne benytter almindelig svovlfri diesel, men udleder fortsat NO_x. Det er usikkert, om disse motorer er udstyret med partikelfiltre, som vil kunne reducere emissioner, hvilket kunne være et potentiale at undersøge.

Ud over rapporten til Københavns kommune [2], er der begrænsede data på de andre kilders emissioner. I Københavns Havn er der en række bådudlejningsvirksomheder hvoraf nogle er listet i Tabel 4-6, men der er siden kommet flere til. GoBoat og tilsvarende virksomheder tilbyder kun batterielektriske både. Blandt udlejningsselskaberne i tabellen udleder bådudledning samlet set 84 ton CO₂ pr. år, mens vandflyveren udleder 26 ton CO₂ per år, og lodsbådsservices 17 ton CO₂ pr. år.

Lodsbådene leverer en nødvendig service for skibsfarten, men der er tiltag, som kan hjælpe med at reducere CO₂-udledningen og forventeligt også andre

¹ Nettobådene har 12 både, som er dieseldrevne og har ikke planer om at ændre dette i fremtiden. Stromma oplyser, at de benytter 2 eldrevne både ud af i alt 17 almindelige havnerundfartsbåde.

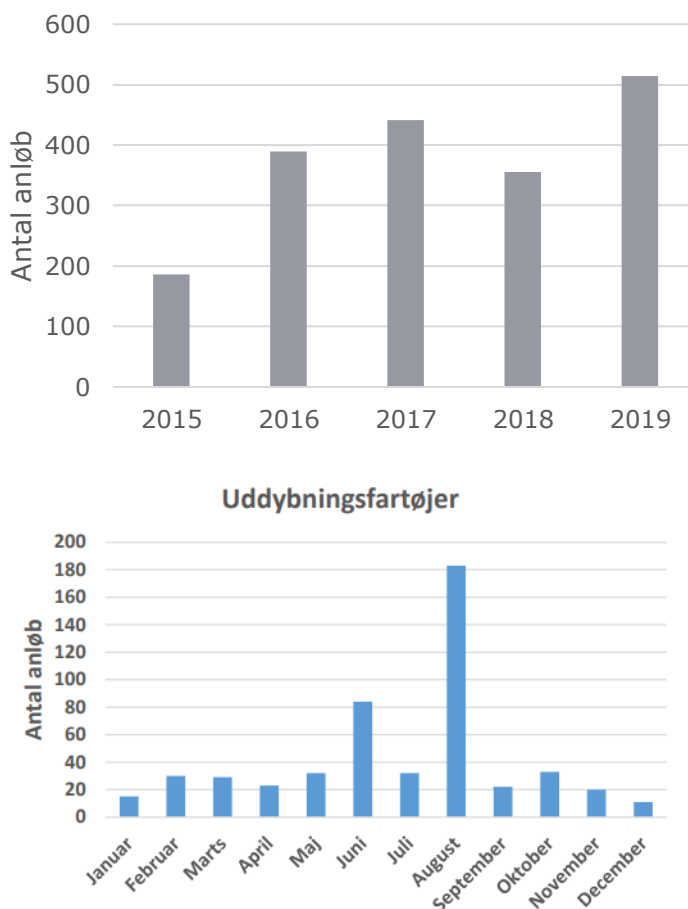
luftemissioner. Ifølge DanPilots CSR rapport, kan nye skiber med mere effektive motorer og lavere hastighed have stor betydning for udledningen [37].

Kanal- og havnerundfartsbåde samt andre erhvervsrelaterede aktiviteter som bådudlejning sejler efter besejlingsaftaler, som indgås mellem By & Havn og de pågældende selskaber. Besejlingsaftalerne og den tilknyttede betaling vedrører udover retten til erhvervsmæssigt at besejle havnen også benyttelsen af anløbsbroer og andre anlæg i havnen. Besejlingsaftalerne fastsætter desuden krav om, at selskaberne skal følge alle offentlige forskrifter, herunder også ændrede/nye krav fra offentlige myndigheder, f.eks. gennem miljøkrav og skærpet miljølovgivning. Der er - udover almindelige bestemmelser om ikke at genere omgivelserne med støj, røg, støv, ilde lugt etc. - ikke særlige miljøkrav.

I et interview oplyser By og Havn, at der er brug for miljølovgivning, for at give dem hjemmel til at stille miljøkrav i deres nuværende aftaler. Besejlingsaftalerne specifikt for kanal- og havnerundfartsbådene er indgået således, at de udløber fra 1. juli 2037.

4.2.5 Uddybningsfartøjer, konstruktionsskibe og forskningsfartøjer

I følger rapporten fra DCE [1] var der i 2019 514 anløb fra uddybningsfartøjer i Københavns Havn. Dette er en stigning fra 2015, hvor der var 186 anløb, og det forventes, at der med nye konstruktionsprojekter i havneområdet vil være yderligere behov for uddybningsfartøjer. Uddybningsfartøjernes aktivitet ser ud til at svinge over tid.



Figur 4-7: 1: Årlige skibsankøb fra uddybningsfartøjer (2015-2019) og 2: Månedlige anløb fra uddybningsfartøjer (2019) kilde: [1]

I Tabel 4-7 nedenfor er emissionerne fra Tabel 4-2 for uddybningsfartøjer ud-specificeret. Generelt er der en blanding mellem mindre pramme, som bruges til uddybning og i højere grad kunne omstilles til eldrift og større fartøjer, som er registrerede i udlandet og anløber København efter behov.

Tabel 4-7: Emissioner for uddybningsfartøjer (2015-2019) [1]

	2015	2016	2017	2018	2019
Anløb	186	390	441	356	514
NO _x (kg)	12,314	2,983	3,773	2,767	3,579
PM2.5 (kg)	162	42	55	40	44

Københavns Havn har årligt mellem 29-45 anløb fra forskningskibe fra både danske og internationale forskningsinstitutioner. Sammenlignet med uddybningsfartøjer er der betydeligt færre anløb om året, men NO_x- og PM2,5-emissionerne er større for forskningskibene. Forskningstyperne varierer i type

og alder, men det må forventes, at særligt de meget gamle forskningsskibe bidrager meget til de høje emissioner.

Tabel 4-8: Emissioner for forskningsskibe (2015-2019) [1]

	2015	2016	2017	2018	2019
Anløb	37	31	38	29	45
NO _x (kg)	9,501	6,345	9,602	7,657	11,878
PM2.5 (kg)	106	75	110	88	141

4.2.6 Fritidsbåde og husbåde

Der findes ikke en opgørelse af antal anløb af fritidsbåde til en af havnene omkring København. Data fra Danmarks Statistik, LYST13, [31] viser, at der er 4.612 faste bådepladser i København. En tidligere undersøgelse fra Danboat viser, at fritidsbåde i gennemsnit kan fordeles på 57% sejlbåde og 43% motorbåde [38]. Da sejlbåde skal sejle med motor i havnekanalen, vil emissionerne herfra være på lige fod med motorbåde.

Der findes ikke en opgørelse af antal husbåde i Københavns havn. I et svar fra Teknik- og Miljøforvaltningen nævnes, at der er lidt over 100 bekræftede husbåde på By og Havns vandarealer, som anvendes til bolig og erhverv [39].

Anløb af fritidsbåde er ikke opgjort, da det ikke er nødvendigt at anmelde anløb. Der er heller ikke specifikke emissionsopgørelser for fritidsbåde, som sejler i Københavns havn. Fritidsbåde antages ikke at have et brændstofforbrug, når de ligger ved kaj.

I Figur 4-1 fremgår, at CO₂-emissionerne fra fritidsbåde ("lystbåde") er betydeligt mindre end for andre skibstyper. Derfor vurderes en miljøzone for fritidsbådene at have en marginal effekt på luftkvaliteten i København, men ville skulle undersøges nærmere for at få et retvisende billede.

For fritidsbåde findes allerede et udvalg af elmotorer, som kan være et alternativ ved etablering af en maritim nulemissionszone. En elmotor kan være dyrere end en konventionel motor, men med lavere omkostninger til el sammenlignet med brændstof og lavere vedligeholdelsesomkostninger vil der over bådens levetid ikke nødvendigvis være meromkostninger [40].

5 Afdækning af handlemuligheder

På baggrund af kortlægningerne af nuværende regulering, eksempler og aktiviteter med deres emissioner i Københavns havn, beskrives i dette afsnit forslag til muligheder for at reducere luftemissioner fra maritime aktiviteter.

Der vil være en række begrænsninger i, hvad en miljøzone kunne omfatte:

- > Havne er underlagt IMO's internationale standarder og kan ikke afvise skibe i international fart, der overholder de internationale standarder. Dvs. det er begrænsninger for, hvorvidt der i praksis kan stilles yderligere krav til motorteknologi, drivmiddel eller brug af landstrøm.
- > Anløb af mindre fritidsfartøjer registreres ikke og gør overvågning og håndhævelse svær. I modsætning til f.eks. personbiler, har sejl- og motorbåde ikke en nummerplade eller andre lettilgængelige registreringsoplysninger om motorteknologi, emissioner, mv.
- > Krav til alternative drivmidler og teknologier på kort sigt kan være vanskelig at implementere. Den teknologiske omstilling i skibsfarten til mindre emissioner er i gang, særligt med nye PtX teknologier, men har en længere tidshorisont end f.eks. vejtransport. Skibsfartens emissioner har generelt haft mindre bevågenhed end landtransporten, både fordi emissionerne oftere finder sted på afstand af tæt befolkede områder og fordi skibsfarten reguleres globalt.
- > Endelig er manglende infrastruktur en udfordring. For eksempelvis batterielektriske skibe gælder det manglende ladeinfrastruktur, som skal være på plads, inden krav kan stilles.
- > Byudviklingen i København ændrer på den geografiske placering af maritime aktiviteter og befolkningsmængden, som bliver berørt af støj- og luftforurening. Containerterminalen flyttes i løbet af kort tid til ydre Nordhavn, og i Nordhavn vil der på den nuværende containerhavn med tiden blive etableret boliger. Også etableringen af Lynetteholmen vil betyde at etablering af mange nye boliger og arbejdspladser. Der er altså også tendens til, at byudviklingen flytter tættere på de maritime aktiviteter.

5.1 Store skibe med størst udledning

De største kilder til luftforurening er krydstogtskibene og fragtskibene i erhvervshavnen. Den største del af forureningen opstår ved, at skibene ligger ved kaj med tændt motor i flere timer for at forsyne skibet med energi. Det handler om en bred vifte af forskellige rederier og skibe, som anløber havnen (se Bilag C).

Ifølge IMO-regulering bliver det svært at stille specifikke krav om emissionsreducerende tiltag, som ligger ud over IMO-reglerne. Teknologiske omstillingsmuligheder som alternative drivmidler eller motorteknologier med lave emissioner

ligger længere ude i fremtiden for større skibe, hvorfor krav hertil vil være vanskelige at efterleve.

Der ligger et væsentligt reduktionspotentiale i at koble de store skibe på landstrøm. Oslofærgen har siden 2021 benyttet landstrøm i Københavns Havn og et anlæg til krydstogtskibene i havnen er på vej. Aarhus havn har deres første landstrømsanlæg for krydstogtskibe i drift og der findes flere eksempler på landstrømanlæg fra andre danske havne, dog mest til mindre skibe.

Der ligger et stort potentiale i at udvide landstrømsinfrastrukturen til fragtskibe, som sejler til containerterminalen eller Prøvestenen. En udbygning af infrastrukturen er en forudsætning og vil medføre store omkostninger. Samtidig er landstrøm til fragtskibe omfattet af flere praktiske problemer, bl.a. fordi skibene ofte skal ombygges/tilpasses landstrøm og har forskellig fysisk indretning (placering af ladestik mv.). Omstillingen er dog allerede i gang globalt, især i EU, hvor AFIR-direktivet stiller krav om udbygning af ladeinfrastruktur i større havne.

Da det i praksis er vanskeligt at stille egentlige krav om benyttelse af landstrømanlæg, kan inspiration hentes fra andre havne, hvor der stilles krav med undtagelsesmuligheder og/eller gives økonomiske incitamenter.

- > Indfasning af krav til brug af landstrøm for forskellige skibstyper, med krydstogtskibe som første og efterfølgende container og tankskibe. Undtagelsesmuligheder som f.eks. i Californien. Da lignende foregår i flere større havne, vil der på sigt være en netværks-effekt.
- > Frivillige aftaler med rederier, som har mange anløb.
- > Tilslutning til Environmental Ship Index og differentiere havneafgiften efter skibets miljøpåvirkning som i Aarhus og Kolding.

5.2 Mindre aktiviteter i indre havn

Aktiviteterne i den indre del af Københavns Havn udgør en mindre andel af de maritime emissioner. Til gengæld foregår de i midten af det lokale bymiljø og påvirker mange mennesker tæt på, både beboere, fritidsaktiviteter og turister. Derfor burde mulighederne for at begrænse luftforurening her undersøges nærmere.

Aktiviteterne i indre havn dækker bl.a. havne- og kanalrundfarter, mindre turbåde, bådudlejning og fritidsbåde. Eldrift er en oplagt omstillingsmulighed og en andel af kanalrundfartsbådene og bådudlejningen foregår allerede på el, ligesom den offentlige transport i havnebussen.

En elektrificering af kanal- og havnerundfarten har størst potentiale, da aktiviteten udgør den største emissionskilde i indre havn. Det bør undersøges nærmere, hvilke juridiske muligheder findes, eller hvad der skal til, for at By og Havn kan stille krav til operatørerne, som driver erhvervsaktiviteten i havnen.

Et krav om eldrift i havnen eller krav til brugere med fast plads i en af Københavns mindre havne til fritidsbåde kan være svært at implementere, idet overvågning og håndhævelse er vanskelig. Herudover vil der være udenlandske fritidsbåde, som anløber havnen som gæster og som i praksis ikke kan pålægges denne type restriktioner. Endelig kan ladeinfrastrukturen til opladning af batterielektriske både være en udfordring.

5.3 Tomgang og hastighed

Der findes allerede hastighedsbegrænsninger i Københavns indre havn og kanaler. Det kan undersøges nærmere, om yderligere begrænsninger kan indføres, f.eks. i et større område, og hvordan det ville påvirke emissionerne og hvilke ulemper der eventuelt er forbundet med disse begrænsninger.

Mulighederne for at begrænse tomgang hos mindre fartøjer kunne også undersøges nærmere. Da motorer er optimerede efter brændstofforbrug ved sejlads, kan emissionerne ved tomgang være højere end på farten. Potentialet for at reducere emissioner herved vurderes dog at være begrænset og det kan undersøges, hvorvidt tomgang er et problem.

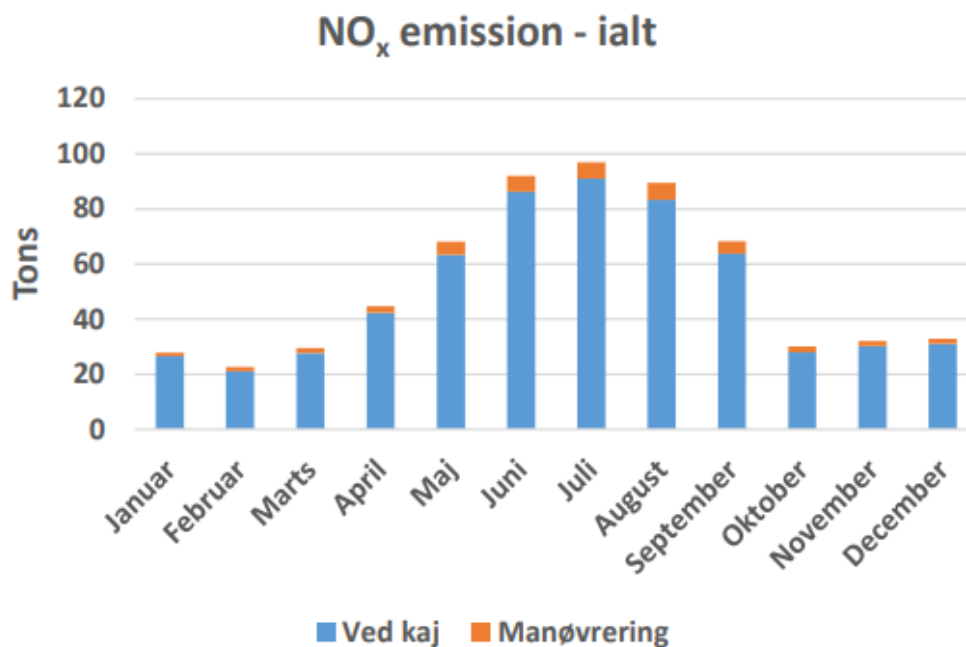
6 Referencer

- [1] S. S. Jensen, M. Winther, P. Løfstrøm, M. Ketzell og L. M. Frohn, »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, 2021.
- [2] Rambøll, »CO₂-emissioner fra skibe i Københavns Havn i 2018 og 2019,« Altinget, København, 2020.
- [3] European Commission, »Reducing emissions from the shipping sector,« 2024. [Online]. Available: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport/reducing-emissions-shipping-sector_en.
- [4] Energistyrelsen, »Technology data - Commercial maritime freight- and passenger transport,« 2024.
- [5] European Commission, »European Alternative Fuels Observatory,« 2024. [Online]. Available: <https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/transport-mode/maritime-sea/vessels>.
- [6] S. Livaniou, G. Chatzistelios, D. Lyridis og E. Bellos, »LNG vs. MDO in Marine Fuel Emissions Tracking,« *Sustainability*, årg. 14, nr. 3860, 2022.
- [7] CLIA, »We Are #SailingSustainably,« 2024. [Online]. Available: <https://cruising.org/en-gb/environmental-sustainability>.
- [8] Søfartsstyrelsen, »Svovl (SO_x),« 2023. [Online]. Available: <https://www.sofartsstyrelsen.dk/miljoe-and-klima/svovl-sox>.
- [9] UK P&I CLUB, »New sulphur requirements applicable from 1 Jan 2022 in Chinese and South Korean waters,« 2022. [Online]. Available: <https://www.ukpandi.com/news-and-resources/articles/2022/new-sulphur-requirements-applicable-from-1-jan-2022-in-chinese-and-south-korean-waters/>.
- [10] TECHNOVERITAS, »Fuel Desulphurisation,« 2018. [Online]. Available: <https://www.tecnoveritas.net/media/newsletters/marine-industry/fuel-desulphurisation/>.
- [11] IMO, »Nitrogen Oxides (NO_x) – Regulation 13,« 2023. [Online]. Available: [https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Nitrogen-oxides-\(NOx\)-%E2%80%93-Regulation-13.aspx](https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Nitrogen-oxides-(NOx)-%E2%80%93-Regulation-13.aspx).
- [12] Miljøstyrelsen, »Luftforurening fra Skibe,« 2024. [Online]. Available: <https://mst.dk/erhverv/rent-miljoe-og-sikker-forsyning/luft/luftforurening-fra-skibe>.
- [13] DMA, »Nitrogen Oxide (NO_x),« 2023. [Online]. Available: <https://www.dma.dk/environment-and-climate/nitrogen-oxide-nox#:~:text=The%20purpose%20of%20NOx%20regulations,Tier%20II%20and%20Tier%20III..>
- [14] J, Kim. M, Emmerich. R, Voors. B, Ording. J, Lee, »A Systematic Approach to Identify Shipping Emissions Using Spatio-Temporally Resolved TROPOMI Data,« *Remote Sensing*, 2023.
- [15] ICCT, »AIR EMISSIONS AND WATER POLLUTION DISCHARGES FROM SHIPS WITH SCRUBBERS,« 2020. [Online]. Available: <https://theicct.org/publication/air-emissions-and-water-pollution->

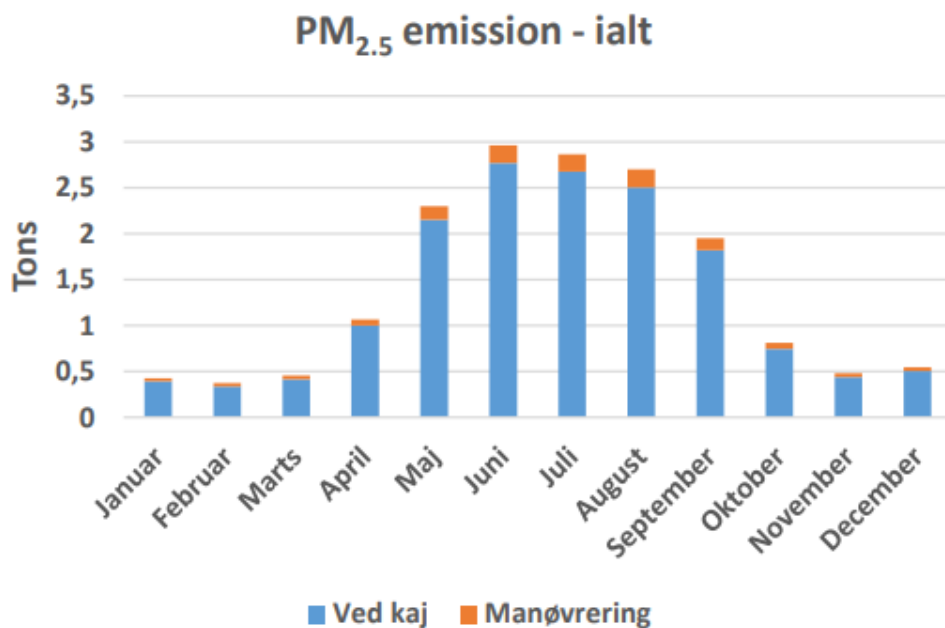
- discharges-from-ships-with-scrubbers/#:~:text=SO2%20emissions%20from%20ships,a%20scrubber%20compared%20with%20MGO..
- [16] Transport & Environment, »Air Pollution,« 2024. [Online]. Available: <https://www.transportenvironment.org/topics/ships/air-pollution>.
 - [17] ESPO, »AFIR AND FUELEU MARITIME: ESPO CALLS FOR COOPERATION AND FLEXIBILITY IN THE ROLL-OUT OF ONSHORE POWER SUPPLY TO ENSURE SMOOTH IMPLEMENTATION OF THE LEGISLATION,« 2023. [Online]. Available: <https://www.espo.be/news/afir-and-fueleu-maritime-espo-calls-for-cooperatio>.
 - [18] World Ports Sustainability Program, »Onshore Power Supply FAQ,« 2024. [Online]. Available: <https://sustainableworldports.org/ops/faq/>.
 - [19] By & Havn, »Havnereglement for Københavns Havn,« 2021. [Online]. Available: https://byoghavn.dk/havnen/wp-content/uploads/sites/5/2019/04/Havnereglement-for-Koebenhavns-Havn-gaeldende-fra-24.-marts-2021-_low-1.pdf.
 - [20] CARB, »At Berth Frequently Asked Questions,« 2023. [Online]. Available: <https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/2023-04/At%20Berth%20FAQ.pdf>.
 - [21] CARB, »Ocean-Going Vessels At Berth Regulation,« 2024. [Online]. Available: <https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/ocean-going-vessels-berth-regulation>.
 - [22] Port of Seattle, »Towards the Greenest Cruise Port in North America,« [Online]. Available: <https://www.portseattle.org/page/cruise-ship-shore-power-facts>. [Senest hentet eller vist den 06 06 2024].
 - [23] Oslo Havn, »Sydhavna som Nullutslipshavn,« 2020. [Online]. Available: <https://www.oslohavn.no/globalassets/oslo-havn/dokumenter/oslo-havn-publikasjoner-2021/20210224-brosjyre-sydhavna-som-nullutslippshavn-web.pdf>.
 - [24] Oslo Havn, »Oslo som nullutslipshavn,« 2021. [Online]. Available: <https://www.oslohavn.no/no/meny/klima-og-miljo-i-oslo-by-og-havn/nullutslippshavn/>.
 - [25] Port of Hamburg, »Plugging in to eliminate emissions,« 2022. [Online]. Available: <https://www.hafen-hamburg.de/en/port-of-hamburg-magazine/hafen-und-klima/stecker-rein-emissionen-aus/>.
 - [26] Green Power Denmark, »Krydstogtskibe i Aarhus tanker landstrøm fra elnettet,« 2023. [Online]. Available: <https://greenpowerdenmark.dk/nyheder/krydstogtskibe-aarhus-tanker-landstroem-fra-elnettet>.
 - [27] Aarhus Havn, »Aarhus Havn gør det dyrere for krydstogtskibe at fravælge landstrøm,« 2023. [Online]. Available: <https://via.ritzau.dk/pressemeddelelse/13740432/aarhus-havn-gor-det-dyrere-for-krydstogtskibe-at-fravaelge-landstrom?publisherId=13560410&lang=da>.
 - [28] Aarhus Havn, »Landstrøm på vej til containerskibene i Aarhus,« 2024. [Online]. Available: <https://www.portofaarhus.dk/nyheder/landstrom-pa-vej-til-containerskibene-i-aarhus>.

- [29] Aarhus Havn, »Flere krydstogtskibe er klar til landstrøm i 2024,« 2024. [Online]. Available: <https://www.portofaarhus.dk/nyheder/flere-krydstogtskibe>.
- [30] Dagens Byggeri, »Aarhus Havn vil tilbyde landstrøm til containerskibe,« 2024. [Online]. Available: <https://dagensbyggeri.dk/byggeri-og-anlaeg/aarhus-havn-vil-tilbyde-landstrom-til-containerskibe/>.
- [31] Danmarks statistik, »Statistikbanken,« 2023. [Online]. Available: <https://www.statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=1920>. [Senest hentet eller vist den 16 Maj 2024].
- [32] Aarhus University, »ANNUAL DANISH INFORMATIVE,« DCE, 2022.
- [33] By & Havn, »Basisanalyse for zoneplan for Københavns Havn,« By & Havn, København, 2024.
- [34] By & Havn, »Københavns næste landstrømsanlæg står klar til krydstogtsæsonen 2025,« 2023. [Online]. Available: <https://byoghavn.dk/koebenhavns-naeste-landstroemsanlaeg-staar-klar-til-krydstogtsaesonen-2025/>.
- [35] COWI for Københavns Kommune, »Analyse af alternative energikilder til krydstogtskibe,« 2019.
- [36] Havnerundfart, »Planlagte afgang - alle ture er guidede,« Netto-bådene, [Online]. Available: <https://www.havnerundfart.dk/index.php?page=sejlplaner.php>. [Senest hentet eller vist den 22 Maj 2024].
- [37] DanPilot, »DSR-rapport,« DanPilot, 2022.
- [38] Min Baad, »57.000 lystbåde i havnene - pladser savnes,« 2010. [Online]. Available: <https://minbaad.dk/nyhed/archive/2010/05/march/article/57000-lystbaade-i-havnene-pladser-savnes/>.
- [39] Københavns Kommune, »Spørgsmål til Økonomiforvaltningen: Landstrøm til krydstogtskibe,« 2018.
- [40] C, Hemez. J, Chiu. E, Ryan. J, Sun. R, Dubrow. M, Pascucilla., »Environmental and health impacts of electric service vessels in the recreational boating industry,« Water Practice & Technology, 2020.
- [41] CMP, »Ships in port,« Copenhagen Malmö Port, 2023-2024. [Online]. Available: <https://www.cmport.com/terminals/ships-in-port/>. [Senest hentet eller vist den 21 Maj 2024].

Bilag A Emissioner fra skibe i Københavns Havn i 2019, fordelt pr. måned



Figur 6-1: NO_x-emissioner i Københavns Havn i 2019 fordelt pr. måned [1]



Figur 6-2: PM_{2.5}-emissioner i Københavns Havn i 2019 fordelt pr. måned [1]

Bilag B Emissioner for fragtskibe fordelt på skibstype

Tabel 6-1: Emissioner fra containerskibe fordelt på skibstype (2015-2019) [1]

		2015	2016	2017	2018	2019
Bulkskibe	Anløb	18	26	14	14	27
	NO _x	1,720	5,858	3,386	5,166	7,445
	PM _{2.5}	24	69	41	59	91
Container-skibe	Anløb	370	339	271	288	280
	NO _x	38,470	38,606	36,461	41,261	40,895
	PM _{2.5}	530	508	473	513	516
General cargo	Anløb	382	342	452	408	384
	NO _x	22,705	19,165	22,753	22,729	28,636
	PM _{2.5}	333	285	329	327	421
Offshore-fartøjer	Anløb	26	8	14	42	13
	NO _x	3,598	586	2,660	3,572	2,767
	PM _{2.5}	55	9	36	54	32
Ro-ro cargo	Anløb	199	229	196	206	203
	NO _x	11,056	8,797	5,034	5,488	4,368
	PM _{2.5}	166	110	73	107	65
Slæbebåde	Anløb	191	246	209	165	231
	NO _x	7,288	9,768	9,811	7,775	8,974
	PM _{2.5}	110	148	149	118	135
Tankskibe	Anløb	575	601	590	418	597
	NO _x	51,330	60,172	46,694	39,860	50,068
	PM _{2.5}	670	803	621	525	646
Tankskibe pumpning	Anløb	257	299	291	273	315
	NO _x	130,804	146,430	105,892	90,306	111,545
	PM _{2.5}	1,667	1,887	1,356	1,160	1,395

Bilag C Kortlægning af interessenter og aktører

Ved indførelse af krav som begrænser luftemissioner af maritime aktiviteter, vil følgende aktører blive påvirket:

- > Copenhagen Malmø Port: ansvarlig for erhvervshavnen
- > By og Havn: ansvarlige for kontrakter med erhvervsdrivende aktiviteter
- > Københavns Kommune: indførelse af regulering lokalt
- > Store rederier og deres brancheorganisationer: containerskibe, Oslofærgen, krydstogtskibe
- > Fritidsbådejere: muligvis skifte teknologi eller finde en ny havn udenfor miljøzonen
- > Erhverv: kanal- og havnerundfart, bådudlejning, flyveren til Aarhus mv. ville skulle skifte teknologi, flytte deres aktivitet eller ophøre deres aktivitet
- > Borgere: mindre gener ved fritidsaktiviteter ved havnen (f.eks. sejle kajak, svømning mv), mindre gener for beboere tæt på havnen (mindre belastning fra luftforurening og støj og dermed sundhedsgevinster)

Nedenfor oplistes virksomhederne med flest anløb og aktiviteter i Københavns havn, som kan forventes at blive berørt af miljøzonekrav.

Virksomheder ansvarlige for **krydstogtskibe** der har haft anløb i Københavns Havn det seneste år [41]:

- > Blue Water Shipping A/S
- > European Cruise Service
- > GAC Denmarkc A/S
- > SDK Cruise A/S
- > TR Shipping Denmark ApS

Virksomheder ansvarlige for **fragtskibe** der har haft anløb i Københavns Havn det seneste år [41]:

- > Baltic Shipping Company A/S
- > GAC Denmarkc A/S
- > H. J. Hansen Genvindingsindust
- > Holship Danmark A/S
- > MSC Mediterranean Shipping Com
- > NCC Denmark A/S
- > NCC Industry A/S
- > Per Aarsleff A/S
- > Schultz Shipping A/S

- > SDK Shipping A/S
- > Stema Shipping A/S
- > Unifeeder A/S
- > Aalborg Portland A/S
- > Slæbebåd: Danpilot - Lodseriet Danmark

Virksomheder ansvarlige for **færger** der har haft anløb i Københavns Havn det seneste år [41]:

- > DFDS A/S

Virksomheder ansvarlige for **Kanal- og havnerundfart** samt andre turistrelaterede aktiviteter der har haft anløb i Københavns Havn det seneste år:

- > Stromma Denmark A/S
- > Netto-bådene A/S
- > Havnens Skibsreparationer A/S
- > Trafikselskabet Movia
- > GoBoat ApS
- > FriendShips ApS
- > Rederiet Diana af 23. marts 2012 ApS
- > Boatie ApS
- > Spar Shipping Aps
- > JS Bådservice v/Jes L Schmidt
- > Nordic Seaplanes A/S

Virksomheder ansvarlige for **uddybnings og konstruktionsskibe** der har haft anløb i Københavns Havn det seneste år [41]:

- > Baltic Shipping Company A/S
- > NCC Industry A/S
- > NCC Denmark A/S
- > SP/F Nolsö Shipping c/o Fureta
- > Sekstant Sp/f
- > Sibelco Nordic A/S
- > Rohde Nielsen A/S
- > JD Contractor ApS
- > Blue Water Shipping A/S