EKSEMPLER OG NOTER

1. UNDER HALVDELEN AF ÉN ENKELT DIESELDREVET KANALBÅD
De traditionelle dieseldrevne kanalbåde fra Netto-bådene, som sejler i fast fart i de indre kanaler, udleder partikler. En typisk marinedieselmotor uden partikelfilter udleder ca. 1,0 gram PM pr. kg diesel.

Ved et moderat forbrug på 12 liter i timen og 1.300 årlige driftstimer forbruger en enkelt båd ca. 15.600 liter (13.104 kg) diesel, hvilket resulterer i en årlig lokal udledning på 13,10 kg $PM_{2.5}$.

Vandflyet udleder altså årligt ca. halvdelen af, hvad blot én enkelt diesel-kanalbåd udleder.

Netto-bådenes 13 fartøjer må efter det oplyste fortsætte driften som i dag frem til 2037.

2. SAMME SOM 2 BRÆNDEOVNE
Brændeovne udgør en væsentlig kilde til partikelforurening i Danmark.

Vandflyets samlede forurening over et helt år svarer til det anslåede årlige udslip fra 2 gennemsnitlige brændeovne.
Der var i 2020 3.960 brændeovne i Indre By og på Østerbro. Se kortbilag 1 nedenfor.

En helt moderne brændeovn udleder i gennemsnit 2,9 gram partikelmasse (PM2,5) pr. kilo træ under reelle forhold hos forbrugerne. En ovn fra efter 2008 må udlede op til 10g/kg træ. 2,9 er altså et lavt sat gennemsnit.

1. Hyggefyringen (Let forbrug) Forbrug: Ca. 1–2 rummeter træ om året (svarer til ca. 500–750 kg tørt løvtræ).Årlig partikelmængde: 1,45 til 2,18 kg partikler. Hvem: Den, der kun tænder op i weekenden for hyggens skyld eller i de aller koldeste vintermåneder.

2. Supplerende varme (Moderat forbrug) Forbrug: Ca. 3–4 rummeter træ om året (svarer til ca. 1.100–1.500 kg træ). Årlig partikelmængde: 3,19 til 4,35 kg partikler. Hvem: Den typiske brændeovnsejer, der fyrer 3-5 gange om ugen i fyringssæsonen som supplement til fjernvarme, naturgas eller varmepumpe.

3. Primær varmekilde (Tungt forbrug) Forbrug: Ca. 6–8 rummeter træ om året (svarer til ca. 2.250–3.000 kg træ). Årlig partikelmængde: 6,53 til 8,70 kg partikler.Hvem: Den, der bor i et ældre eller stort hus uden anden væsentlig varme, og hvor ovnen kører i døgndrift hele vinteren.

I 2024 kom der krav om, at ovne fra før 2008 skal skiftes ud. Derudover ingen kendte krav fremadrettet.

3. SAMME SOM ÉN BRÆNDEFYRET SAUNAOVN
Der er brændefyrede saunaovne og varme bade flere steder langs havnen. Én enkelt brændefyret ovn bruger anslået ca 5-6 rummeter brænde ved brug blot 4 gange om ugen i 2 timer. Det er mellem **ca 8 kg PM2,5/år** afhængigt af ovntype.

Én enkelt saunaovn udleder altså som minimum den samme partikelmasse som vandflyet på ét år og forventeligt måske mere end det dobbelte.

I Københavns Havn finder man primært brændefyrede saunaovne koncentreret på og omkring Refshaleøen og Holmen.

Eksempler med brændefyrede saunaer i havnen

CopenHot (Refshaleøen): De har udendørs, brændefyrede vildmarksbade og en stor brændefyret panoramasauna.

Butchers Heat (Margretheholm Havn / Refshaleøen): De driver en stationær sauna i havnen ved Margretheholm, som opvarmes med en klassisk brændeovn. De har desuden en mobil "SaunaTruck" (en ombygget militærvogn med brændeovn), der popper op forskellige steder langs vandet i København.

Hvis der fyres 2 timer ad gangen, 4 gange om ugen, og med 50 ugers brug om året er det alt 400 timers fyring årligt, hvilket kræver et brændeforbrug på cirka 2,8 til 4,2 rummeter (ca. 1.700–2.800 kg træ).

Det er ca. **3,4–16,8 kg PM2,5/år** som et scenarieinterval (ved 2–6 g/kg træ) per ovn, Det er et beregnet og lavt sat estimat, ikke en måling af den faktiske udledning.

Årlig PM2,5-masse

Gammel teknologi / ukorrekt fyring: 25 til 53 kg PM2,5 om året. (Typisk 15–19 gram partikler pr. kg træ).

Moderne ovn (lovkrav): 7 til 11 kg PM2,5 om året. (Maksimalt 4 gram partikler pr. kg træ).

Svanemærket ovn / optimal fyring: 3,4 og 5,6 kg PM2,5 om året. (Maksimalt 2 gram partikler pr. kg træ).

Der er efter det oplyste ingen begrænsninger i forhold til tilladelser fremadrettet.

4. LANDSTRØM OG KRYDSTOGTSTRAFIKKEN

Selvom et krydstogtskib slukker for sine hjælpemotorer og overgår til landstrøm under selve opholdet ved kajen, fjernes partikeludledningen ikke fuldstændigt fra det samlede havnebesøg. Skibet udleder stadig betydelige mængder ultrafine partikler (PM2,5 og mindre) under de faser, hvor det bevæger sig.

Når et skib er koblet til landstrøm, reduceres dets samlede partikeludledning i havnen med ca. 80-85 %. De resterende 15-20 % udledes under anløb, manøvrering og afrejse.

Partikeludledningen fordelt på fase
Når skibet bevæger sig, skal hovedmotorerne levere trækkraft, hvilket landstrømsanlægget ikke kan hjælpe med:

Anløb og indsejling: Når skibet sejler ind gennem Øresund og ind i Københavns Havn, kører hovedmotorerne under lav belastning. Det giver en ufuldstændig forbrænding af brændstoffet (typisk fuelolie eller marin diesel), hvilket skaber en høj koncentration af sodpartikler og ultrafine partikler.

Manøvrering ved kaj: Den mest intensive fase i havnebassinet. Skibet bruger sine massive sidepropeller (thrusters) til at vende og lægge præcist til kaj. Denne fase varer typisk 30–60 minutter. Under de kraftige motorryk sker der en kortvarig, men ekstremt koncentreret spidsbelastning (peak) i partikeludledningen

Ved kajen: Her er udledningen 0 % fra skibets energiforbrug, så længe det er koblet til landstrøm.

Hvor meget udledes der reelt?
Regnestykket siger 2 til 5 kg PM2,5. Det stammer fra en matematisk beregning, der bygger direkte på officielle emissionsfaktorer og datagrundlag fra de store videnskabelige undersøgelser af skibsforurening i Danmark. Konkret baserer regnestykket sig på data og rapporter fra følgende instanser:1. DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi (Aarhus Universitet).
DCE har i flere omfattende rapporter (blandt andet Kortlægning af luftforurening fra krydstogtskibe i København og Aarhus) kortlagt krydstogtskibes præcise brændstofforbrug og udledningsrater.

I DCE's data og opfølgende opgørelser fra Københavns Kommune fremgår det, at et gennemsnitligt krydstogtskib førhen udledte ca. 34,3 kg PM2,5 i alt pr. havnebesøg (inklusive manøvrer og 10-12 timer ved kaj uden landstrøm).

2. Fordelingen mellem "Kaj" og "Manøvre"
For at finde frem til netop udledningen under sejlads og manøvrering, trækker man kaj-forbruget fra det samlede besøg. Rapporter fra Trafikdage / Aalborg Universitet om sparede emissioner ved landstrøm viser, at ca. 85 % af et skibs partikeludledning sker, mens det ligger stille ved kajen og producerer strøm via hjælpemotorerne. De resterende 12–15 % af partiklerne udledes under selve manøvre- og sejladsfasen (hovedmotorerne).

Regnestykket bag de 2 til 5 kg: Hvis man tager udgangspunkt i et gennemsnitligt skib fra DCE's datagrundlag:

Samlet historisk udledning pr. besøg: ~34,3 kg PM2,5. Heraf udledning under manøvre/sejlads (12-15 %): Det giver teoretisk 4,1 til 5,1 kg PM2,5 pr. anløb.

Da turen til Langelinie fra Kronløbet er en af de absolut korteste sejlruter i havnen (hvilket betyder kortere sejlads under lav belastning, men stadig den fulde, intensive manøvre ved selve tilkoblingen til kajen), lander det reelle gennemsnit for denne specifikke manøvre på mellem 3 og 5 kg PM2,5 afhængigt af skibets størrelse, maskinkraft og om det benytter lavsvovls-marinediesel (MGO).

Det vil sige, at 2 krydstogtskibe med ét besøg hver**, selv med landstrøm**, udleder flere partikler på det ene besøg, end vandflyet udleder på et helt år.

Med landstrøm er der ingen begrænsninger fremadrettet.

5. DATAGRUNDLAG FOR SAMMENLIGNING MED DIESELDREVET KANALBÅD (NETTO-BÅDENE):
• Gennemsnitligt brændstofforbrug for en traditionel kanalbåd = 12 liter diesel pr. time. Massefylde for marinediesel = 0,84 kg/liter.
• Brændstofmasse pr. time = 12 L × 0,84 = 10,08 kg diesel/time.
• Driftsmønster i højsæson og weekender anslås til 1.300 timer årligt.
• Samlet årlig dieselmasse = 10,08 kg/t × 1.300 t = 13.104 kg diesel.
• Med en standard emissionsfaktor for ældre marinediesel uden partikelfilter på 1,0 g PM pr. kg brændstof bliver den årlige udledning: 13.104 kg × 1,0 g/kg = 13.104 gram ≈ 13,10 kg $PM_{2.5}$ om året.

6. DATAGRUNDLAG FOR KRYDSTOGTSKIBES $PM_{2.5}$-UDLEDNING:
• Partikelemissionsfaktoren for marine generatorer på heavy fuel oil (HFO) eller marin gasolie (MGO) under havnedrift anslås til 2,0 gram PM pr. kg brændstof.
• Udledning pr. anløb (12.500 kg brændstof): 12.500 kg × 2,0 g/kg = 25.000 gram = 25 kg $PM_{2.5}$ pr. anløb.
• Årlig udledning for flåden (300 anløb): 300 × 25 kg = 7.500 kg $PM_{2.5}$.

Se også gerne følgende:

https://www.ft.dk/samling/20241/almdel/MOF/bilag/135/2942799/index.htm

https://www.dr.dk/nyheder/indland/efterspoergslen-paa-landstroem-i-koebenhavns-havne-er-enorm

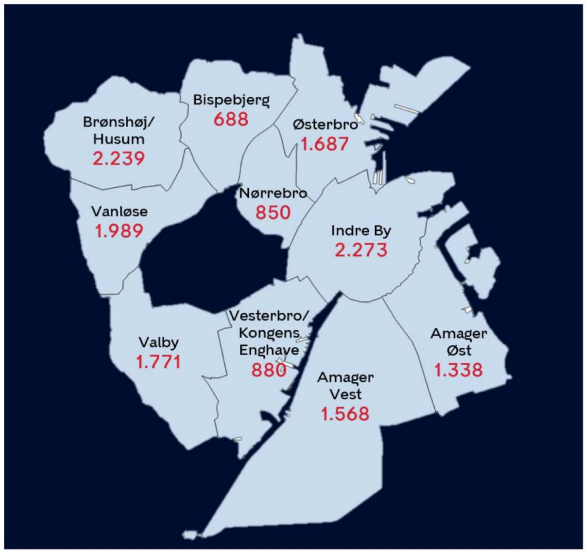
https://tech.au.dk/om-fakultetet/nyheder/vis/artikel/forureningen-fra-krydstogtskibe-i-koebenhavn-er-saa-stor-at-den-overtraeder-reglerne-1

https://www.kk.dk/nyheder/nu-traeder-de-nye-regler-for-braendeovne-i-kraft

Kortbilag 1

Svar
Teknik- og Miljøforvaltningen vurderer på baggrund af ajourførte data fra skorstensfejernes register, at der i 2020 findes ca. 15.300 brændeovne i København Kommune.

Brændeovnene er fordelt på bydelene som vist i nedenstående figur:



Sagsnummer i F2
2021 - 3749

Dokumentnummer i F2
216163

Sagsnummer i eDoc
2021-0250447

Mobilitet, Klimatilpasning og
Byvedligehold
Islands Brygge 37
2300 København S

EAN-nummer
5798009809452

Kommentarer

De fremherskende vinde i Københavns Havn over et helt år kommer typisk fra vest og sydvest. Vinde fra disse retninger udgør omkring 30-40 % af alle vindobservationer årligt, da Danmark ligger i det eurasiske vestenvindsbælte.
Det betyder, at ca. 1/3 af al udledning fra vandflyet (og alle andre kilder i området) blæser ud over Øresund og ikke belaster havneområdet.

Tallene er baseret på de tilgængelige oplysninger med så nye data som muligt. Der er ingen usikkerhed omkring beregningerne.