

Luftforurening med partikler fra krydstogtskibe på Østerbro



Projektleder: Kåre Press-Kristensen, seniorrådgiver, luftkvalitet.
Det Økologiske Råd, Kompagnistræde 22, 1208 København K.

November, 2017

Baggrund

Flere modelberegninger har dokumenteret markant luftforurening fra skibe i Østerbros havneområde, og at luftforureningen kan spredes til tætliggende byområder. Havnen udbygges og krydstogtturismen stiger samtidig med, at havnen fungerer som boligområde, arbejdsplads og rekreativt område. I 2017 havde krydstogtskibe over 300 havneanløb på Østerbro. De fleste skibe lå til kaj en hel dag (Bilag 1). Det nuværende antal af krydstogtpassagerer (600.000 årligt) forventes fordoblet de næste 10 års tid.

Der eksisterer ingen krav til luftrensning på skibe til trods for, at skibene afbrænder bunkerolie, som forurener meget mere end almindelig diesel. Et enkelt krydstogtskib på åbent hav udleder flere partikler om dagen end al biltrafikken i København. Selv når krydstogtskibene ligger til kajs på Østerbro, så anvender de bunkerolie, der kan indeholde 100 gange mere svovl end almindelig diesel. Forureningen er ekstrem, da skibene fungerer som eget kraftværk, som hele tiden leverer varmt vand, elektricitet m.v. til passagererne. Krydstogtskibe er således flydende hoteller i 5-7 etager med eget kraftværk, der bruger forurenende brændstof uden røggasrensning tæt ved vores centrale byområder.

Udstødningspartikler fra krydstogtskibe består primært af ultrafine partikler (PM_{0,1}) med en diameter under 0,1 mikrometer (100 nano-meter). Partiklerne har et højt indhold af sod og tjærestoffer. De er klassificeret som kræftfremkaldende på niveau 1 af Verdenssundhedsorganisationen og øger risikoen for kræft, blodpropper, hjerneblødninger, hjertekarsygdomme, rygerlunger, bronkitis, astma m.v.

Forureningen fra krydstogtskibe ved kaj kan helt elimineres, hvis krydstogtskibene bruger landstrøm. Dette kræver dog både, at havnene investerer i anlæg til landstrøm, og at krydstogtskibene anvender landstrøm, hvilket forudsætter, at skibene er indrettet til landstrøm og der er økonomiske incitamenter eller krav, så skibene anvender landstrøm. Disse forudsætninger er ikke til stede. Det vurderes f.eks., at kun ca. 20 % af krydstogtskibene i dag kan tilsluttes landstrøm. Alternativt kan skibenes forurening reduceres via renseudstyr, hvilket ikke er obligatorisk og derfor kun sker, hvis havnen kræver dette.

Der er endnu ikke udført systematiske målinger af luftforureningen fra krydstogtskibe ved Oceankaj og Langelinie på Østerbro. Derfor har Det Økologiske Råd og Østerbro Lokaludvalg indgået et samarbejde om at få målt luftforureningen. Målingerne finansieres af lokaludvalget og *Climate Works Foundation* i USA, der arbejder for at nedbringe luftforurening fra skibsfart på globalt plan.

Formål

Formålet med projektet er at måle luftforureningen fra krydstogtskibe ved Oceankaj og Langelinie på Østerbro og få fokus på mulige løsninger af miljøproblemet.

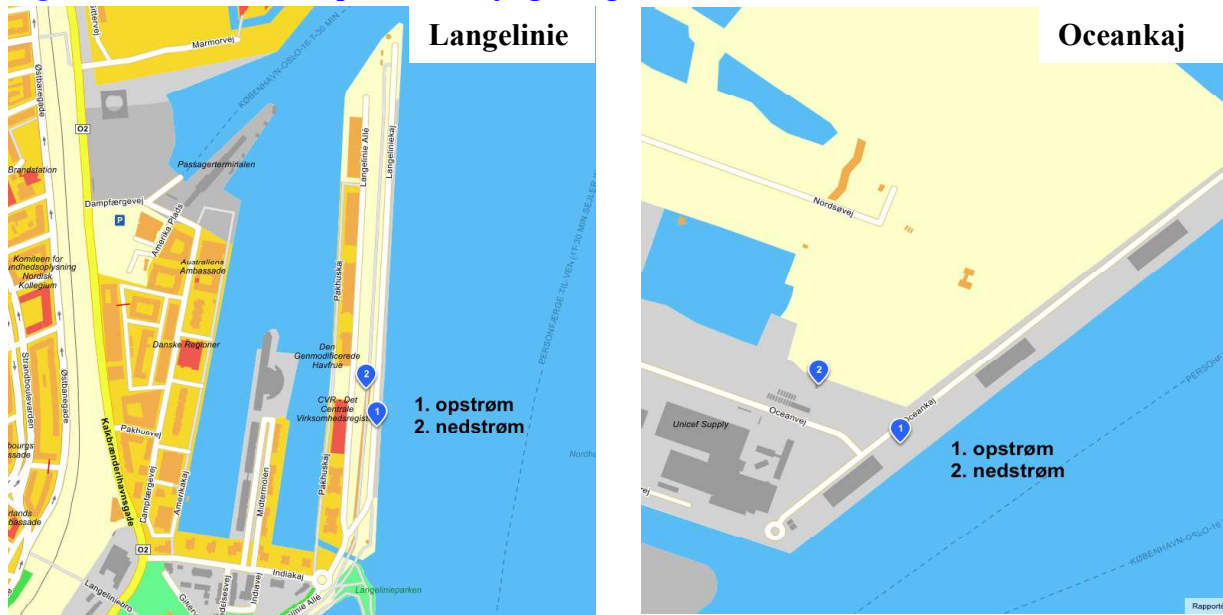
Målinger

Ultrafine udstødningspartikler fra krydstogtskibene blev målt ved Oceankaj og Langelinie i august og september 2017. Samtidig blev målt lokal vindhastighed/retning, temperatur og luftfugtighed.

Ultrafine partikler blev målt med to P-Trak's (Model 8525 Ultrafine Particle Counter) fra TSI, der blev kalibreret og krydskalibreret umiddelbart før målingerne og kontrolkalibreret efter målingerne. Kalibreringerne viste, at måleudstyret fungerede fint i hele måleperioden. Alle resultater er baseret på sekundmålinger. Et minut repræsenterer således 60 målinger og en time 3.600 målinger. Der er dog anvendt gennemsnitsværdier i tabeller ligesom kurver er baseret på minutsnit. Vindhastighed og retning samt luftfugtighed og temperatur blev målt med en WindMate 350.

På Figur 1 ses, hvor målingerne blev foretaget på Langelinie og Oceankaj. Desuden er vist eksempler på, hvor opstrøms og nedstrøms målinger er taget under to måleserier. Opstrøms målinger blev taget tæt ved skibet, mens nedstrøms målinger blev taget 50-100 m (blev gået frem og tilbage i denne afstand for at finde forureningsfanen) nedstrøms (væk fra skibet) i vindretningen. Derved er større sandsynlighed for at finde forureningsfanen (røgen udledes i stor højde). Baggrundsmålinger blev foretaget ved fralandsvind, eller når der ikke lå skibe ved kaj og var skibe i havneområdet.

Figur 1: Målelokalteter på Oceankaj og Langelinie.



Desuden blev beboerne i området kontaktet via opslag i opgange (Bilag 2) for at høre, om beboerne er generet af røg fra krydstogtskibe, og for at undersøge muligheden for at måle luftforureningen på beboernes altaner eller vinduer, der bedre matchede den højde hvori skibenes røg udledes.

Der var en række målemæssige udfordringer. For det første kunne kun måles, når vinden kom fra øst, sydøst eller nordøst samt syd (kun Oceankaj), da forureningen ellers blæste ud over havet. Samtidig viste de lokale vindmålinger (og flag), at vindretningen lokalt i havnen sjældent var den samme som DMI's vindprognoser og de officielle vindretninger på målestationerne. Endelig kunne ikke måles i vindstille perioder, da røgen steg til vejrs, eller i perioder med for kraftig vind eller regn. Bygninger ved Langelinie og et jorddeponi ved Oceankaj (gule område nord for "2" i Figur 1) besværliggjorde desuden målingerne nedstrøms fra skibene. En række af udfordringerne var forudset, hvorfor der var afsat 3 uger til målinger, men alligevel trak målingerne ud over 5 uger og krævede mere arbejde end ventet. Men det lykkedes at få nogle gode målinger, hvoraf de mest illustrative er gengivet nedenfor.

En række beboere henvendte sig og påpegede hyppig lugt af luftforurening fra skibene. Mange ville dog ikke stå officielt frem og var ikke interesseret i at få målt fra deres vinduer, som de alligevel altid holdt lukket, når der lå krydstogtskibe til kajs grundet støjen fra skibene. Det lykkedes dog at aftale målinger fra tagterrassen i Langelinie Alle 7.

Resultater

Luftfugtighed og temperatur lå indenfor måleudstyrets validitetsområde ved alle målinger. Krydskalibreringen mellem målerne viste en acceptabel afvigelse på under 6 procent. Nøgleresultaterne fra de mest succesfulde målinger er sammenfattet i tabel 1.

Tabel 1: Partikelforening målt i antal partikler pr. cm³ luft.

	Dato	Måling / Tidspunkt	Vind (retning: hast.)	Partikelforening	
				Ved skibet	Nedstrøms
Oceankaj	25/8	Baggrundsforurening fra byen: kl. 8.00-9.15	V: 2-2,5 m/s	5.150	4.950
	26/8	Skib: <i>Serenade of the Seas</i> : kl. 15:45-17.15	SØ: 2-2,5 m/s	19.950	29.500
	29/8	Skib: <i>Regal Princess</i> : kl. 16:10-18.15	S: 4-4,5 m/s	50.500	50.450
Langelinie	26/9	Skib: <i>AIDAvita</i> : kl. 17:50-20.00	Ø: 4-5 m/s	53.850	30.200
	26/9	Baggrundsforurening fra hav: kl. 20.00-20.30	Ø: 4-5 m/s	3.700	3.500

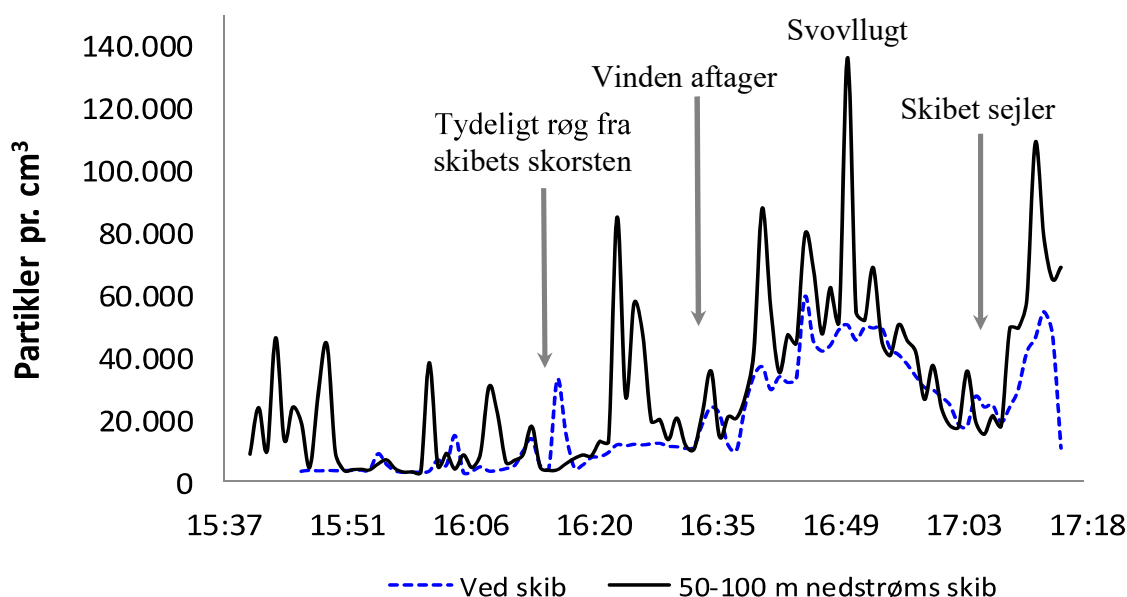
Måling af baggrundsforurening fra byen d. 25/8 kl. 8.00-9.15 ved vestenvind (fra byen mod havnen) viser, hvor meget forurening fra Københavns myldretidstrafik og busserne til krydstogtpassagererne påvirker luftkvaliteten lokalt i havnen. Der ses begrænset påvirkning (ren luft i Danmark indeholder 1.500-4.000 partikler pr. cm³). Baggrundsforurening fra byens trafik og passagerbusserne vurderes derfor ikke at påvirke målingerne af luftforureningen fra krydstogtskibe i havnen signifikant.

Målingerne af krydstogtskibenes luftforurening på Oceankaj og Langelinie viser tydelig forurening af den lokale luftkvalitet. De enkelte målinger er beskrevet nedenfor. Det var dog vanskeligt konstant at måle i forureningsfanen fra skibene, da fanen grundet varierende vind slog ned forskellige steder.

I figur 2-4 ses målinger af luftforurening fra krydstogtskibe på Oceankaj og Langelinie på Østerbro.

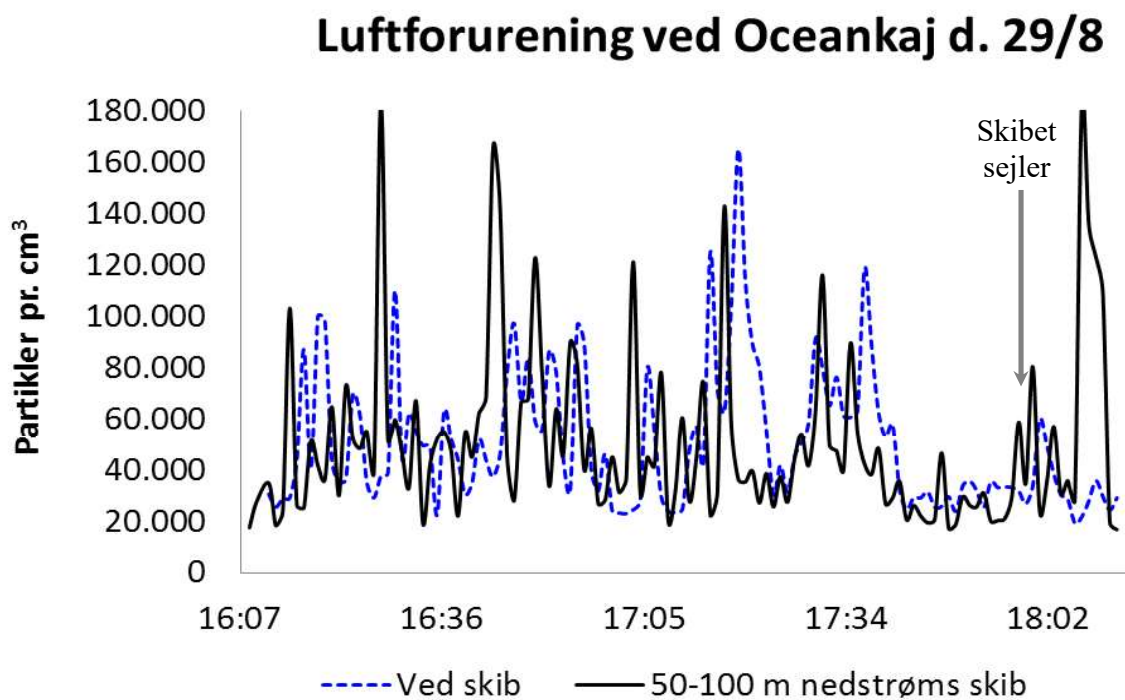
Figur 2: Målinger af luftforurening fra skibet *Serenade of the Seas* på Oceankaj d. 26/8.

Luftforurening ved Oceankaj d. 26/8



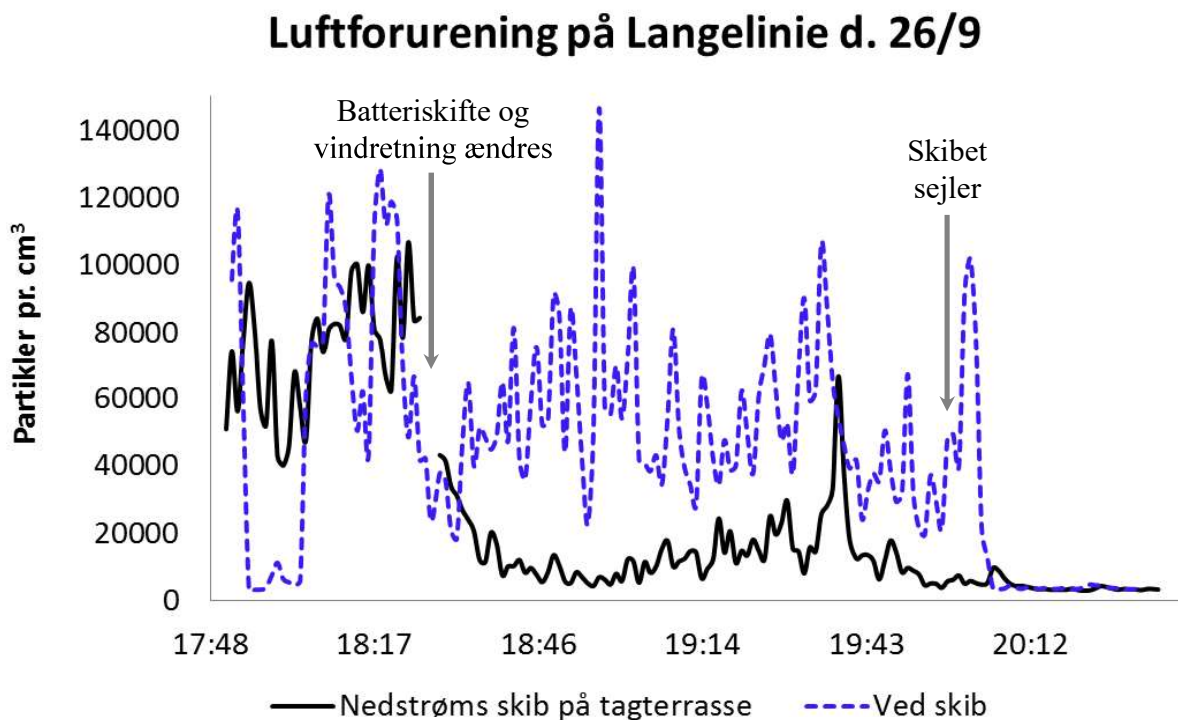
Af figur 2 fremgår, at luftforureningen tydeligt stiger efter 16.35, hvilket sandsynligvis skyldes øget belastning af motorerne forud for passagerernes ankomst og skibets afgang. I dette tidsrum er den gennemsnitlige forurening nedstrøms (50-100 m) fra krydstogskibet ca. 47.600 partikler pr. cm^3 . Det svarer til lidt over luftforureningen på H.C. Andersens Boulevard i myldretiden på en vindstille dag, hvor gennemsnitskoncentrationen tæt ved vejen er ca. 40.000 partikler pr. cm^3 . Det skal dog nævnes, at luftforurening fra H.C. Andersens Boulevard i myldretiden vil være begrænset 50-100 m fra vejen i vindretningen grundet fortynding ved en vindhastighed på 2-2,5 m/s. Når der således alligevel måles luftforurening svarende til noget over H.C. Andersens Boulevard 50-100 m fra skibet i vindretningen, så indikerer det massiv forurening fra skibet. Det var dog svært at måle konstant i forureningsfanen nedstrøms, hvilket indikerer, at målelokationen nok var i periferien (underkanten) af forureningsfanen fra skibets skorsten, hvis udstrækning og retning styres af vind. Forureningsfanens center med højeste koncentrationer lå sandsynligvis noget højere over terræn end målehøjden.

Figur 3: Målinger af luftforurening fra skibet *Regal Princess* på Oceankaj d. 29/8.



Af figur 3 og tabel 1 fremgår, at luftforureningen ved skibet og 50-100 m nedstrøms er samme niveau med et forureningsgennemsnit på godt 50.000 partikler pr. cm^3 svarende til lidt over forureningen tæt på H.C. Andersens Boulevard i myldretiden på en vindstille dag. At der måles samme koncentration tæt på skibet og 50-100 m nedstrøms viser, at den kraftige vind giver en væsentlig bedre opblanding af røgen fra skibets skorsten, men også, at forureningen i centrum af forureningsfanen er så voldsom, at fortyndingen fra den kraftige vind ikke reducerer forureningen nedstrøms. Til sammenligning kan nævnes, at det næppe ville være muligt at måle luftforureningen fra H.C. Andersens Boulevard 50-100 m fra vejen i vindretningen ved en lokal vindhastighed på 4-4,5 m/s grundet fortynding.

Figur 4: Målinger af luftforurening fra skibet *AIDA vita* på Langelinie d. 26/9.



Af figur 4 fremgår, at luftforureningen ved skibet og på tagterrassen 50-100 m nedstrøms skibet til tider ligger på over det dobbelte af H.C. Andersens Boulevard i myldretiden på en vindstille dag (jf. ovenfor) til trods for kraftig vind. Det skal dog igen nævnes, at det næppe ville være muligt at måle luftforurening fra H.C. Andersens Boulevard 50-100 m fra vejen i vindretningen ved vindhastigheder på 4-5 m/s grundet fortynding. Omkring 18.20 ændres vindretningen, så det ikke længere er muligt at måle i selve forureningsfanen på tagterrassen. Efter skibet er sejlet ud af havnen falder forureningen over 90 % og er nede på almindeligt baggrunds niveau for ren luft i Danmark.

Konklusion

Krydstogtskibene på Østerbro bidrager markant til luftforureningen i havneområdet og de tilstødende byområder ved pålandsvind. I højsæsonen for krydstogtskibe (maj til september) er i gennemsnit godt 2 krydstogtskibe pr. dag i havneområdet på Østerbro og pålandsvind (SØ-NØ) i 25-30 % af tiden. Det gør krydstogtskibene til en væsentlig punktkilde til forurening på havnefronten med særlig skadelige ultrafine partikler på den årstid, hvor der er flest folk udendørs i havneområdet og vinduerne står mest åbne i bydelens ejendomme. Hvis der ikke gribes ind vil stigende krydstogtturisme kombineret med forsat udbygning af havnen udsætte stadig flere mennesker for forsat stigende forureningsniveauer.

Anbefaling

Det anbefales, at kommunen og havnen i samarbejde:

- Snarest beslutter at etablere landstrømanlæg ved den mest anvendte del af krydstogtkajen.
- Opkræver højere havneafgift af krydstogtskibe, som ikke er i stand til at modtage landstrøm.
- Gradvis udbygger antallet af landstrømsanlæg og udelukker krydstogtskibe fra havnen 5 år efter etablering af landstrøm ved alle kajpladser, hvis skibene ikke kan modtage landstrøm, sejler på gas eller er forsynet med effektiv luftrensning.
- Koordinerer tilsvarende handlinger med regionens andre krydstogthavne og havnemyndigheder.

Ud over bedre luftkvalitet vil CO₂-udslippet fra krydstogtskibene reduceres markant ved landstrøm helt i overensstemmelse med kommunens klimaplan.

Bilagsfortegnelse

Bilag 1: Oversigt over krydstogtaktivitet.

Bilag 2: Opslag til beboere i opgange.

Bilag 3: Vindroser fra Københavns Lufthavn