



Copenhagen Malmö Port AB, Langelinie Måling af luftkvalitet Udendørs luft

**Akkrediteret rapport nr. 118-27013.02 A
Målinger udført i maj til september 2018
Projektleder: Arne Oxbøl**

Underskriftsberettiget

Prøvningsrapporten er kun gyldig med signatur fra FORCE Technology. Rapporten forefindes som original i FORCE Technologys database og sendes som elektronisk duplikat til kunden. Den hos FORCE Technology lagrede original har forrang som dokumentation for rapportens indhold og gyldighed. Prøvningsrapporten må kun gengives i uddrag med tilladelse fra FORCE Technology.

GTS

ADVANCED
TECHNOLOGY GROUP

Kontakt:
Clean Air Technologies
Projektleder Arne Oxbøl
Direkte tlf. 43 25 01 30
Mobil: 22 69 71 30
E-mail: aox@force.dk

FORCE Technology
Park Allé 345
2605 Brøndby, Danmark
+45 43 25 00 00
+45 43 25 00 10
info@forcetechnology.dk
www.forcetechnology.com



Resumé

FORCE Technology har i perioden 31. maj til 19. september 2018 udført målinger af ultrafine partikler og kvælstofilter (NO og NO₂) på Langelinie Allé 7 for at dokumentere koncentrationer af de nævnte parametre i de nære omgivelser ved Krydstogtskibenes anløbspladser i København.

Tabel 1 viser en oversigt over måleresultaterne på Langelinie Allé. Det fremgår, at NO₂-koncentrationerne klart overholder grænseværdierne, og de er tydeligt lavere end på H. C. Andersens Boulevard. 99,8 percentilen viser, at selv om middelværdien er klart lavere end på de øvrige positioner i indre København, er de højeste koncentrationer højere end på de øvrige positioner (undtagen H. C. Andersens Boulevard). Det tilskrives, at krydstogtskibene kan give anledning til kortvarige, høje koncentrationer – som dog stadig er under grænseværdien.

Tabel 1. Resultater af målinger på Langelinie Allé i perioden 31. maj – 19. september 2018.

	Enhed	Langelinie Alle	Grænseværdi
Antal måletimer for NO₂	N	2.630	
NO₂ middelværdi	µg/m ³	12	40
NO₂ – 99,8 percentil	µg/m ³	96	200
Antal måletimer for ultrafine partikler	N	1.909	-
Ultrafine partikler (> 3nm)	Antal/cm ³	11.200	-

Der findes p.t. ikke grænseværdier for partikelantallet i luft. For at vurdere de målte koncentrationer af ultrafine partikler, er resultaterne fra Langelinie i Tabel 1 sammenlignet med andre målinger af ultrafine partikler i Københavnsområdet i Tabel 2. Tabel 2 indeholder også en sammenligning af NO₂ og NO_x resultater fra øvrige målestationer i København.

Relevante resultater i forhold til grænseværdier og særlig interesse i offentligheden er Tabel 2. Tabellen viser også tilsvarende målinger på andre positioner i Københavnsområdet. De målte partikelkoncentrationer kan ikke sammenlignes direkte med resultaterne i Københavns forstad og på H. C. Andersens Boulevard (i tabel 1 betegnet HCAB), idet der på disse steder er anvendt metoder, der måler partikelantallet i et andet størrelsesinterval (jf. note 5 og 6 til tabel 1). Antallet af partikler på HCAB ville have været højere, hvis der var målt partikler med en mindre størrelse, sådan som det er gjort i denne undersøgelse. Ved de viste målinger på Vesterbro i 2014 og 2015 blev der anvendt samme partikelstørrelsesinterval, og tallene er derfor direkte sammenlignelige. Koncentrationen på Langelinie Allé er på niveau med niveauet på den ensrettede gade med reduceret trafikintensitet på Vesterbro. Når der tages højde for de forskellige detektionsgrænser, må niveauet vurderes at være væsentligt lavere end på H. C. Andersens Boulevard, men højere end i Københavns forstad.

Tabel 2 Sammenligning af måleresultater ved Langelinie med lignende målinger i København.

	Enhed	2014 ¹	2015 ¹	2018 ²	2016 ³	2016 ³	Sept-Okt 2018 ⁴	Grænseværdi
		Før ensretning	Efter ensretning	Langelinie Allé	Forstad i København	HCAB	HCAB	
Måletimer for NO ₂	Antal	2.362	2.667	2.630	8.248	7.720	729	-
NO ₂ middelværdi	µg/m ³	29	23	12	13	47	34	40
NO ₂ – 99,8 percentil	µg/m ³	80	76	96	65	129	110	200
NO _x middelværdi	µg/m ³ NO ₂	45	33	18	18	116	70	-
NO _x – 99,8 percentil	µg/m ³ NO ₂	213	231	381	281	556	389	-
Måletimer for ultrafine partikler	antal	2.362	1.797	1.909	7.200	3.777	-	-
Ultrafine partikler middelværdi (>3 nm)	antal/cm ³	13.200	11.100	11.200	-	-	-	-
Ultrafine partikler middelværdi	antal/cm ³	-	-	-	3.700 ⁵	13.000 ⁶	-	-

- 1 Rapport for Københavns Kommune, FORCE Technology, sag 114-22813
- 2 Måling juni-september 2018, FORCE Technology, sag 118-27013
- 3 Det Landsdækkende Måleprogram, Rapport 2016, Aarhus Universitet
- 4 Link til aktuelle måledata: <http://envs2.au.dk/Luftdata/Presentation/table/Copenhagen/HCAB>
- 5 Målt i intervallet 11-478 nm
- 6 Målt i intervallet 6-700 nm

I dagtimerne forekommer langt de fleste ankomster, ophold og afgang af krydstogtskibe. En sammenligning af målte koncentrationer i dagtimerne – jf. rapportens Tabel 4 og Tabel 6 - indikerer, at tilstedeværelsen af mindst ét skib ved én af kajerne i havnen giver anledning til højere koncentrationer af både partikler og NO₂ ved samme vindretning. Der er imidlertid meget få dagtimer uden skibe i havn ved de enkelte vindretninger, og dette svækker den statistiske sikkerhed i sammenligningen. Vi har i disse sammenligninger udeladt aften- og nattetimer, fordi der i disse timer foruden tomme kajer også er meget mindre trafik og andre aktiviteter i byen.

Indholdsfortegnelse

Resumé	2
1 Indledning	5
1.1 Baggrund og formål.....	5
2 Måleposition.....	5
3 Resultater	9
3.1 Resultatoversigt	9
3.2 Partikler.....	9
3.3 NO ₂	12
3.4 Kommentarer til resultaterne i forhold til grænseværdier	14
4 Målingernes udførelse.....	15
4.1 Målemetoder.....	15
4.2 Måleprogram.....	15

1 Indledning

FORCE Technology har i september 2018 udført måling af luftkvalitet ved Langelinie.

Rekvirent: Copenhagen Malmö Port AB ved Gert Nørgaard

Målingerne er udført af: Ismo K. Koponen

Rapporten er udarbejdet af: Ismo K. Koponen og Arne Oxbøl

Kvalitetssikring: Karsten Fuglsang

Måleparametre og målingernes varighed fremgår af resultatoversigten i kapitel 3.1.

Prøveudtagning og analyse er gennemført i overensstemmelse med FORCE Technologys akkreditering nr. 51 fra DANAK.

Følgende er ikke omfattet af akkrediteringen:

- Meteorologiske data
- Måling af ultrafine partikler

Resultatet af målingerne gælder kun for de beskrevne forhold i omgivelserne.

1.1 Baggrund og formål

Formålet med målingerne var at dokumentere, om tilstedeværelsen af krydstogtskibe i Københavns Havn (ved Langelinie, Oceankaj og Nordre Toldbod), har indflydelse på luftkvaliteten ved nærliggende boliger, eksemplificeret ved Langelinie Allé 7. Efter undersøgelser udført af Det Økologisk Råd i 2017 er der særlig fokus på forekomsten af ultrafine partikler. Resultater fra Det Økologisk Råd's målinger indikerede, at krydstogtskibe kan have en stor betydning for luftkvaliteten på Langelinie. Disse målinger er imidlertid lavet over ganske få dage og kun under vindretning fra skibene, og det er derfor svært at drage éntydige konklusioner f.eks. i forhold til grænseværdier.

På foranledning af Copenhagen Malmö Port, og baseret på kendskabet til Det Økologisk Råd's rapport, planlagde FORCE Technology at måle aerosol/partikler antal (PN) over længere tid i krydstogtsæsonen for at få flere data til vurderingen af luftkvaliteten. Måling af PN suppleredes med måling af kvælstofilter, fordi koncentrationen heraf er en god indikator for påvirkning fra motorer i transportmidler, herunder krydstogtskibe. Koncentrationer af NO₂ kan desuden sammenlignes med gældende europæiske grænseværdier for luftkvalitet.

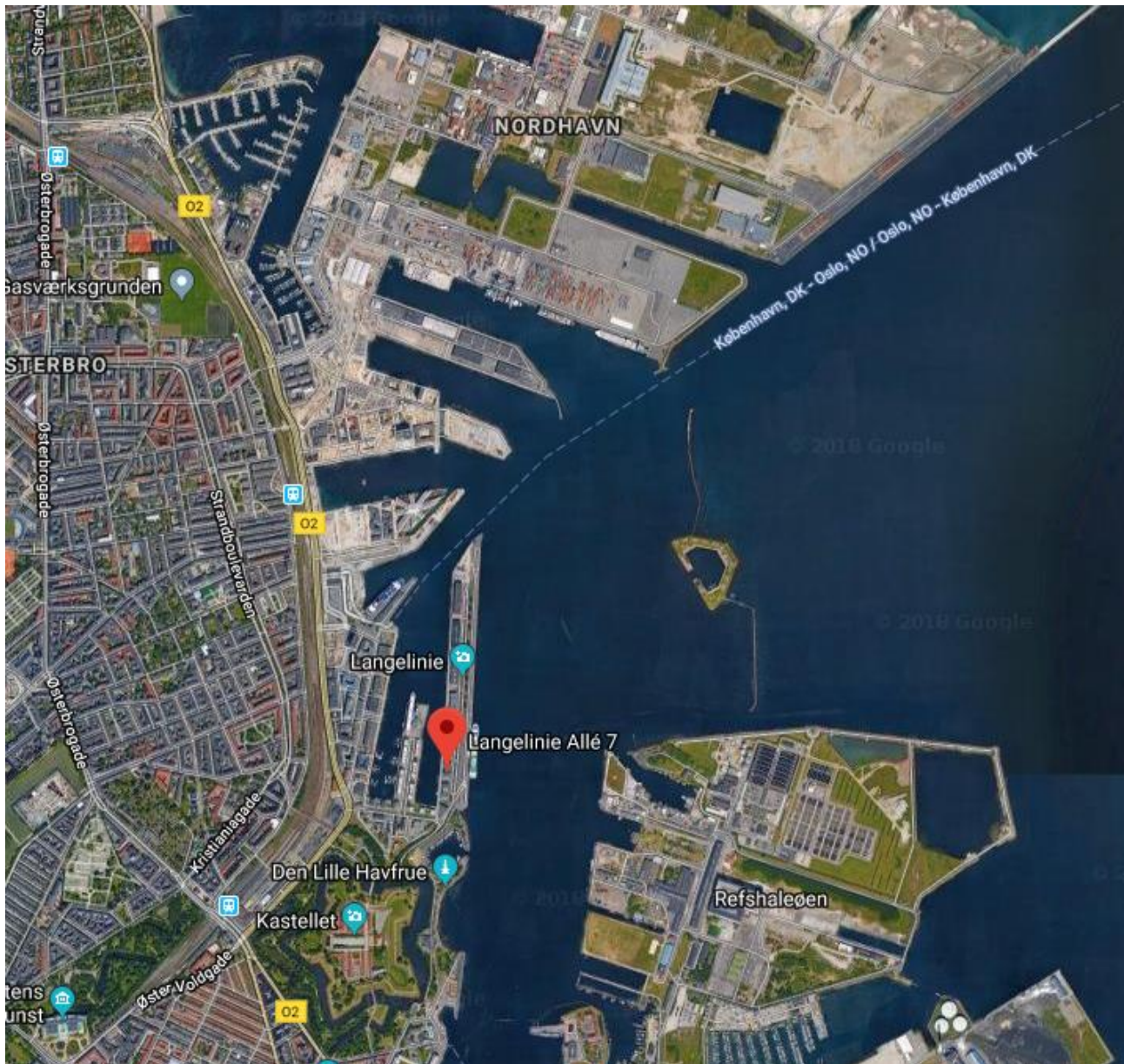
2 Måleposition

Målestedet på Langelinie Allé 7 er vist på Figur 1. Der er ca. 95 meter fra målepositionen på Langelinie Allé 7 til bagenden af skibet på illustrationen. Til forenden af skibet er der ca. 180 meter.

Til spidsen af Langeliniekajen er der ca. 800 meter. Til den nærmeste ende af Oceankaj er der ca. 2.090 meter. Til den fjerneste ende af Oceankaj er der ca. 3.130 meter.

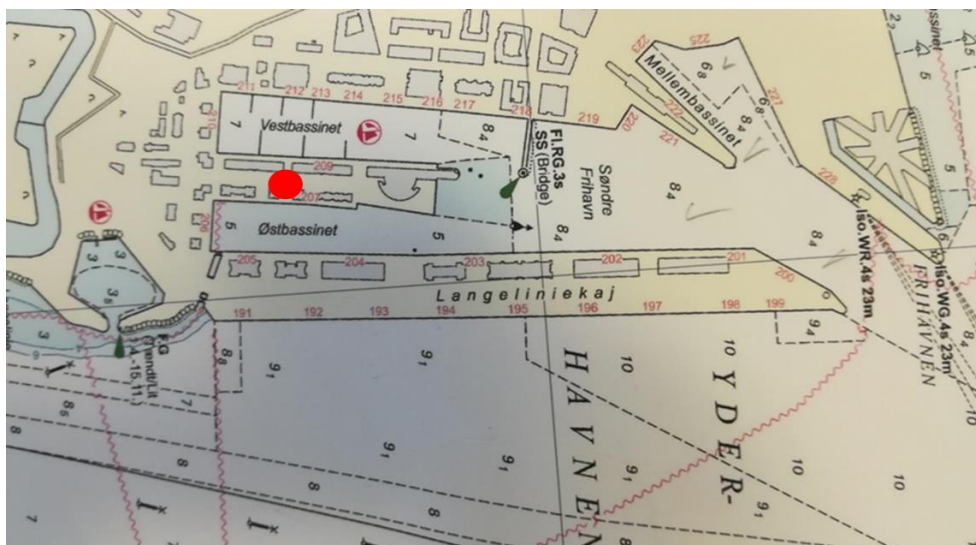
Til Nordre Toldbod er der ca. 1.000 meter.

Der kan ligge skibe ved kajnumrene 192 og 193 i sydenden af Langeliniekaj, ved kajnumrene 194-199 i nordenden af Langeliniekaj, ved Oceankaj og ved Nordre Toldbod. Sidstnævnte er ikke meget benyttet.



Figur 1 Målestedet markeret med rødt

Når der ligger skib ved kajnumrene 192-193, se Figur 2, er det realistisk at regne med ca. 150 meter fra skibets skorsten til målepositionen.



Figur 2 Kajnumre på Langeliniekaj

Målestedet var beliggende på en tagterrasse i en højde på ca. 26 meter over vandet. Copenhagen-Malmø Port har oplyst om skorstenshøjder for krydstogtskibe. Man har kendskab til skorstenshøjderne på 30 af 74 skibe, som har anløbet havnen. Den laveste skorsten er 30 meter over vandlinjen, og den højeste er ca. 60 meter over vandlinjen.

Instrumenterne blev anbragt i ventilations- og servicerrummet, som er placeret på midten af tagterrassen. Prøveudtagningssonden (se Figur 3) blev fastgjort på muren på servicerrummet, og den var omkring 1 m over tag på servicerrummet. Prøve for NO_x-målinger blev ført til instrumentet gennem 6 mm Teflon-slange og indløb blev anbragt under en hætte til beskyttelse mod regn. PN-prøveudtagningsslinjen var lavet af 8 mm rustfrit stålrør fra udvendigt til indvendigt væg i servicerrummet, hvor det blev forbundet til måleren med ca. 1 meter tygon-rør. Data blev automatisk sendt til FORCE Technology's server, og NO_x-monitor blev kalibreret automatisk hver onsdag.

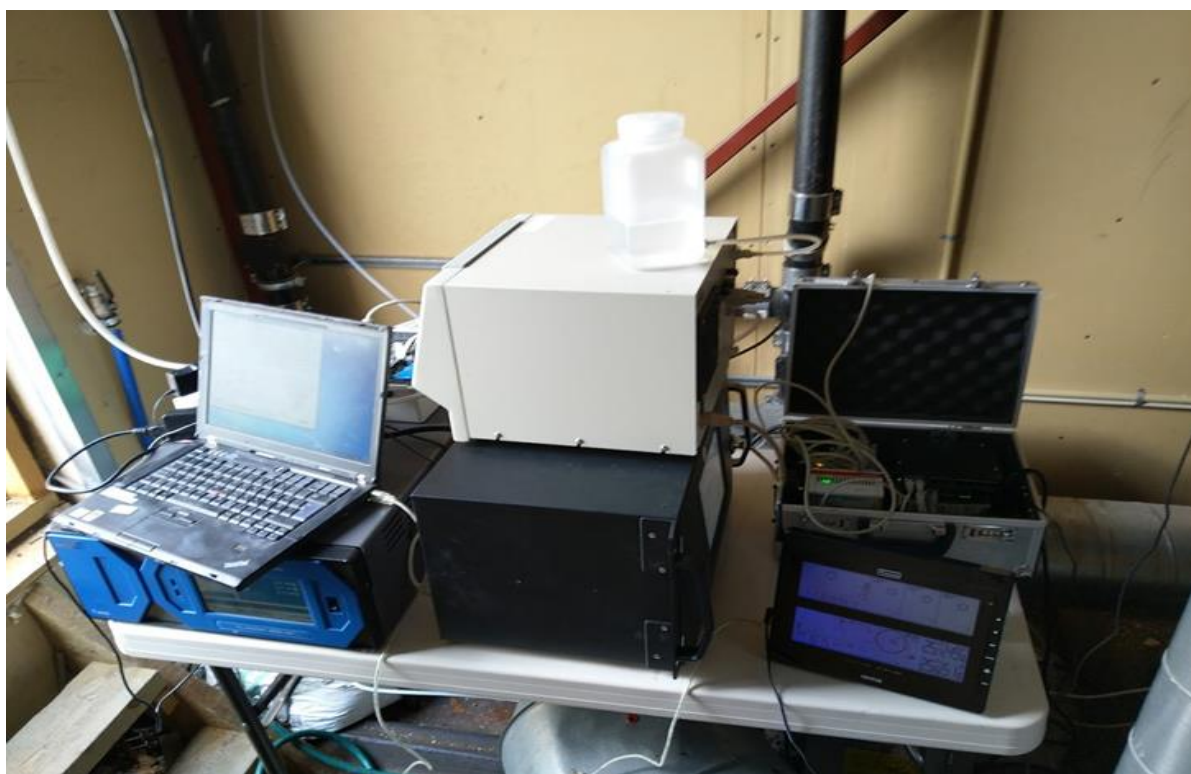
a)



b)



c)



Figur 3 Målestedet: a) viser den lokale vindmåler, b) prøveudtagningssonde og c) instrumenter.

3 Resultater

3.1 Resultatoversigt

Tabel 3 viser middelværdier beregnet ud fra koncentrationsdata målt ved Langelinie mellem 31. maj og 19. september 2018. Senere i denne rapport præsenteres information om indflydelsen af vindretningen og tilstedeværelse af krydstogtskibe ved kaj. Vindretning og vindhastighed er vigtige faktorer, fordi der er andre store forureningskilder omkring Langelinie, f.eks. trafikemissioner fra Københavns by fra syd- og vestlige retninger. Desuden ligger Oslobåden til kaj nordvest for Langelinie.

Der var nogle tekniske problemer med måleudstyret for ultrafine partikler, og derfor er der en kortere pauser i målingerne i juli og august. For Tabel 3 har vi indsamlet data fra andre, lignende luftkvalitetsmålinger foretaget i København i de sidste par år.

De i tabel 3 refererede PN-målinger fra en københavnsk forstad og fra HCAB er udført af Aarhus Universitet med forskellige instrumenter, der måler partikelantallet i størrelsesområder, der er forskellige fra det måleområde, der er anvendt af FORCE Technology ved Vesterbro målingerne og ved Langelinie. Dette vanskeliggør sammenligningen af måleresultaterne fra de forskellige positioner, men det er dog muligt at lave en indikativ sammenligning af koncentrationen på Langelinie med de øvrige positioner. Et vigtigt supplement til denne sammenligning er de målte NO₂-koncentrationerne, fordi disse resultater kan sammenlignes direkte og – endnu vigtigere - med den fastsatte grænseværdi for gennemsnits- og 99,8 percentil koncentrationer fra EU-direktivet¹.

Tabel 3 Sammenligning af måleresultater ved Langelinie med lignende målinger i København.

	Enhed	2014 ¹	2015 ¹	2018 ²	2016 ³	2016 ³	Sept-Okt 2018 ⁴	Grænseværdi
		Før ensretning	Efter ensretning	Langelinie Allé	Forstad i København	HCAB	HCAB	
Måletimer for NO ₂	Antal	2.362	2.667	2.630	8.248	7.720	729	-
NO ₂ middelværdi	µg/m ³	29	23	12	13	47	34	40
NO ₂ – 99,8 percentil	µg/m ³	80	76	96	65	129	110	200
NO _x middelværdi	µg/m ³ NO ₂	45	33	18	18	116	70	-
NO _x – 99,8 percentil	µg/m ³ NO ₂	213	231	381	281	556	389	-
Måletimer for ultrafine partikler	antal	2.362	1.797	1.909	7.200	3.777	-	-
Ultrafine partikler middelværdi (>3 nm)	antal/cm ³	13.200	11.100	11.200	-	-	-	-
Ultrafine partikler middelværdi	antal/cm ³	-	-	-	3.700 ⁵	13.000 ⁶	-	-

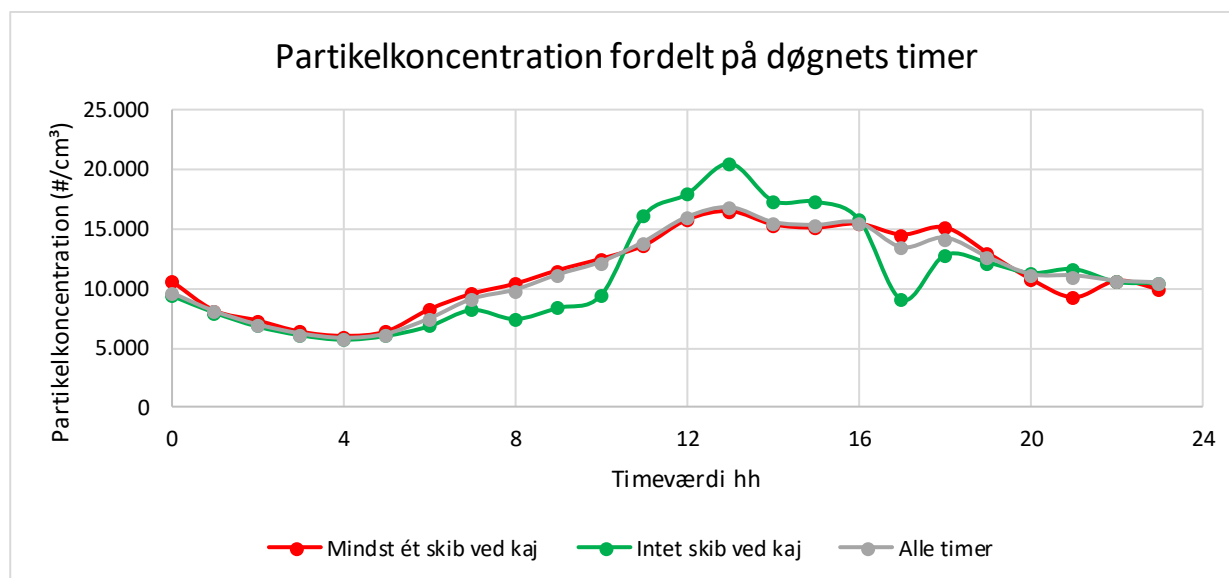
- 1 Rapport for Københavns Kommune, FORCE Technology, sag 114-22813
- 2 Måling juni-september 2018, FORCE Technology, sag 118-27013
- 3 Det Landsdækkende Måleprogram, Rapport 2016, Aarhus Universitet
- 4 Link til aktuelle måledata: <http://envs2.au.dk/Luftdata/Presentation/table/Copenhagen/HCAB>
- 5 Målt i intervallet 11-478 nm
- 6 Målt i intervallet 6-700 nm

3.2 Partikler

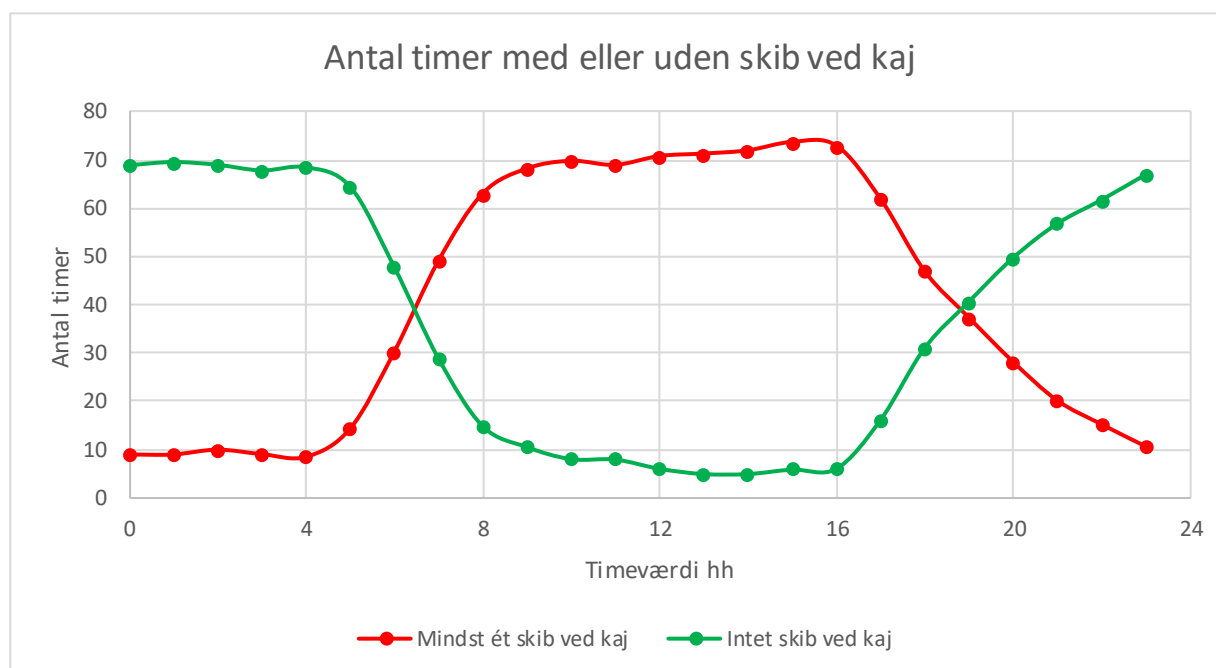
Målinger blev udført i løbet af ca. tre og en halv måned for at få data under forskellige forhold hvad angår vejret og krydstogtstrafikken i havnen. I Figur 4 har vi vist partikelkoncentrationsgennemsnit på hver time hhv. uden skib ved kaj, med skib ved kaj og enten/eller. Figur 5 viser tilsvarende antal måletimer hhv. uden

¹ Europa-parlamentets og Rådets direktiv 2008/50/EF af 21. maj 2008 om luftkvaliteten og renere luft i Europa

skib ved kaj, med skib ved kaj og enten/eller. Timer, hvor partikelmåleren var til service, indgår ikke i beregningen.



Figur 4 Koncentrationer af partikler for hver time hhv. uden skib ved kaj, med skib ved kaj og enten/eller. Enheden på x-aksen er timeværdien hh.



Figur 5 Antal timer hhv. uden skib ved kaj, med skib ved kaj og enten/eller. Antallet af x-aksen er timeværdien hh.

Tabel 4 viser PN-koncentrationsgennemsnit beregnet under tre forskellige vindsektorer i dagtimerne kl. 7-19. Tabel 4 viser for hver vindsektor gennemsnittet for timer, hvor der var mindst ét skib ved kaj, og timer, hvor der ikke var nogen skib ved kaj. For kategorien "Mindst et skib ved kaj" kan der således ligge skib ved mere

end én kaj. Perioden 7-19 er valgt, fordi hovedparten af ankomster, ophold og afgang finder sted i denne periode. Hvis vi havde valgt hele døgnet som periode, ville koncentrationerne for timer uden skib ved kaj blive påvirket af, at kajerne primært er tomme om natten, hvor der samtidig ikke er nævneværdig trafik eller andre forurenende aktiviteter i byen. Sammenligningsgrundlaget ville derfor blive skævt (biased).

Første sektor hedder "fra vandet (0-190)", som beskriver bedst, hvor meget skibe bidrager til forureningen. Anden sektor hedder "fra byen (190-330)" som beskriver bedst vores baggrundskoncentration. Den tredje sektor hedder "fra Oslobåden (330-360)" ved Dampfærgevej.

Det er ikke denne rapports formål at dokumentere, om Oslobåden giver anledning til forhøjede koncentrationer, men vi vurderer, at vind fra denne sektor ikke bidrager retvisende til baggrundskoncentrationen fra en by. Oslobåde ankommer hver dag kl. ca. 9 og sejler igen kl. ca. 17, dvs. i periode med flest krydstogtskibes ankomst, ophold og afsejling.

Tablet 4 Partikelkoncentrationer ved forskellige vindretninger med hhv. uden skib ved kaj. Der er her kun medtaget målinger udført i dagtimerne kl. 7-19

Vindretning ° fra nord	Partikelkoncentrationer i perioden kl. 7 til 19		Øget partikel- koncentration ved skib ved kaj %	Antal timer	
	Middel #/cm ³			Mindst ét skib ved kaj	Intet skib ved kaj
	Mindst ét skib ved kaj	Intet skib ved kaj			
Fra vandet (0-190)	16.458	10.407	58	372	25
Fra byen (190-330)	11.357	12.071	-6	400	76
Fra Oslobåden (330-360)	13.644		-	55	

Med forbehold for, at der ved vind fra vandet kun var 25 timer med tomme kajer og dermed et statistisk svagt sammenligningsgrundlag, er der en indikation af, at mindst ét skib ved kaj giver en forøget påvirkning med partikler. Med samme forbehold indikerer resultaterne, at der ikke er signifikant forskel, når vinden kommer fra byen. Det var heller ikke forventet. Baggrundsniveauet fra byen er således ca. 12.000 partikler/cm³ i dagtimerne. Baggrundsniveauet fra den del af byen, hvor også Oslo-båden lægger til er ca. 13.600 partikler/cm³. Det er er næppe med statistisk sikkerhed en højere værdi end fra den resterende del af byen.

Der er hhv. 372 og 400 timer med vind fra vandet hhv. fra byen og samtidig mindst ét skib ved kaj. Der er således et tilfredsstillende grundlag for at vurdere, at tilstedeværelsen af mindst ét skib giver anledning til højere partikelkoncentrationer.

Tablet 5 viser koncentrationer for to scenarier:

- Der ligger ét eller flere skibe ved Oceankaj og nordenden af Langelinie, men ikke ved andre positioner og vinden kommer fra Oceankaj (0-45° fra nord).
- Der ligger ét eller flere skibe ved sydenden af Langeliniekaj (kajnumrene 192 og 193 stik øst for Langelinie Allé 7), men ikke ved andre positioner og vinden kommer fra øst (45-135° fra nord).

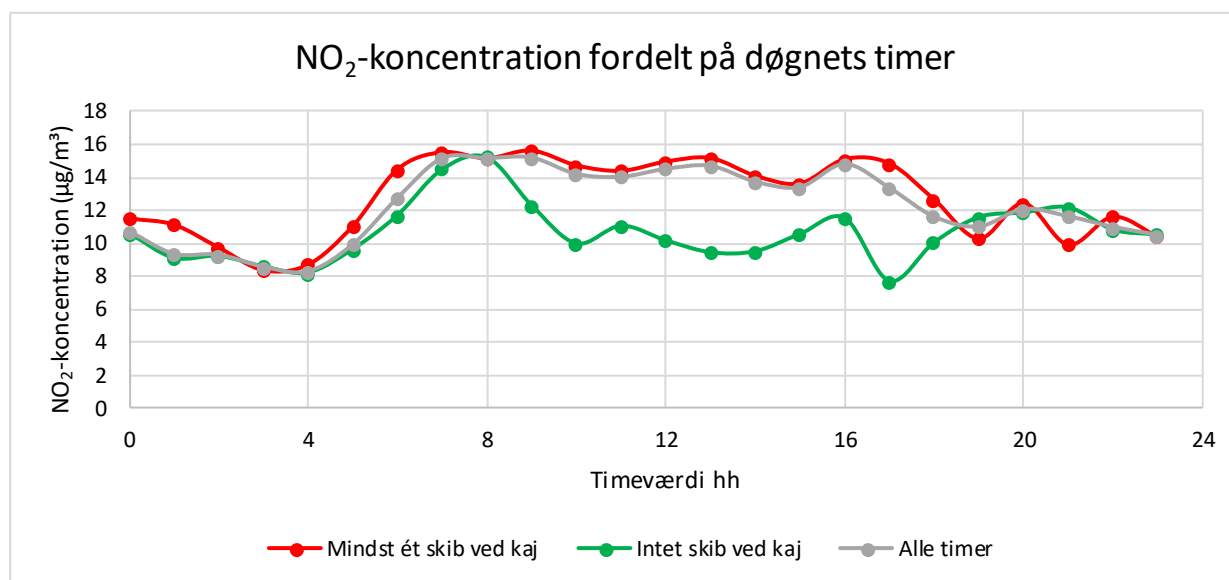
Tabel 5 Partikelkoncentrationer ved to forskellige vindretninger og skibe ved Ocean- og Langelinie kaj

Vindretning ° fra nord	Partikelkoncentrationer i perioden kl. 7 til 19		Øget partikel- koncentration ved skib ved kaj %	Antal timer	
	Middel #/cm ³			Skib ved hhv. Ocean- og Langelinie kaj	Intet skib ved kaj
	Skib ved hhv. Ocean- og Langelinie kaj	Intet skib ved kaj			
Fra Oceankaj (0-45)	11.464	8.965	28	53	9
Fra Langelinie kaj (45-135)	10.824	12.196	-11	25	12

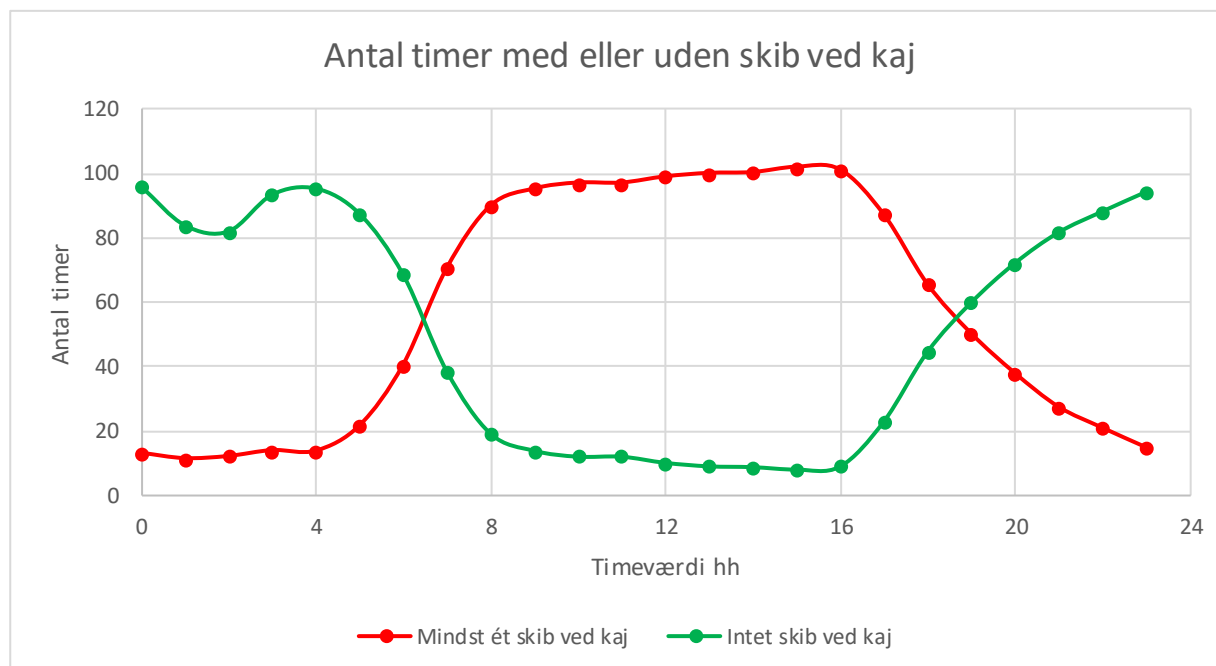
Tabel 5 viser, at der ikke er en markant effekt af, at der ligger et skib stik øst for Langelinie Allé 7 i vindretninger fra øst. Forklaringen formodes at være, at skibene ved kajnumrene 192 og 193 ligger tæt på målestedet og har skorstenshøjder væsentligt højere end målestedet. Derfor vil røgfanen fra skibet ikke nå at slå ned på målestedet.

3.3 NO₂

I Figur 6 har vi vist partikelkoncentrationsgennemsnit på hver time hhv. uden skib ved kaj, med skib ved kaj og enten/eller. Figur 7 viser tilsvarende antal måletimer hhv. uden skib ved kaj, med skib ved kaj og enten/eller. Timer, hvor NO₂-måleren blev kalibreret (hver onsdag nat omkring kl. 01), indgår ikke i beregningen.



Figur 6 Koncentrationer af NO₂ for hver time hhv. uden skib ved kaj, med skib ved kaj og enten/eller. Enheden på x-aksen er timeværdien hh.



Figur 7 Antal timer hhv. uden skib ved kaj, med skib ved kaj og enten/eller. Antallet af x-aksen er timeværdien hh.

Table 6 NO₂-koncentrationer ved forskellige vindretninger med hhv. uden skib ved kaj

Vindretning ° fra nord	NO ₂ -koncentrationer i perioden kl. 7 til 19		Øget NO ₂ - koncentration ved skib ved kaj %	Antal timer	
	Middel µg/m ³			Mindst ét skib ved kaj	Intet skib ved kaj
	Mindst ét skib ved kaj	Intet skib ved kaj			
Fra vandet (0-190)	19	10	97	513	48
Fra byen (190-330)	10	11	-1	555	100
Fra Oslobåden (330-360)	16		-	90	

Med forbehold for, at der ved vind fra vandet kun er 48 timer med tomme kajer, er der en klar indikation af, at mindst ét skib ved kaj giver en forøget påvirkning med NO₂. Resultaterne indikerer med noget større statistisk sikkerhed, at der ikke er forskel, når vinden kommer fra byen, hvilket heller ikke var forventet. Baggrunds niveauet fra byen er således ca. 10 µg/m³ i dagtimerne. Med nogenlunde samme statistiske sikkerhed indikerer resultaterne, at baggrunds niveauet fra den del af byen, hvor også Oslo-båden lægger til, er ca. 16 µg/m³. Dermed er NO₂ koncentrationen højere, når vinden blæser fra krydstogskibene, end fra den resterende del af byen.

Der er hhv. 513 og 555 timer med vind fra vandet hhv. fra byen og samtidig mindst ét skib ved kaj. Der er således et tilfredsstillende grundlag for at vurdere, at tilstedeværelsen af mindst ét skib giver anledning til højere NO₂-koncentrationer.

Tabel 7 viser koncentrationer for to scenarier:

- Der ligger ét eller flere skibe ved Oceankaj og nordenden af Langelinie, men ikke ved andre positioner og vinden kommer fra Oceankaj (0-45° fra nord).
- Der ligger ét eller flere skibe ved sydenden af Langelinie (kajnumrene 192 og 193 stik øst for Langelinie Allé 7), men ikke ved andre positioner og vinden kommer fra øst (45-135° fra nord).

Tabel 7 NO₂-koncentrationer ved to forskellige vindretninger og skibe ved Ocean- og Langelinie

Vindretning ° fra nord	Middel		Øget NO ₂ - koncentration ved skib ved kaj %	Antal timer	
	μg/m ³			Skib ved hhv. Ocean- og Langelinie	Intet skib ved kaj
	Skib ved hhv. Ocean- og Langelinie	Intet skib ved kaj			
Fra Oceankaj (0-45)	22	9	140	64	17
Fra Langelinie (45-135)	18	9	105	31	16

Disse resultater viser – med forbehold for de relativt få timer i hvert scenario – at tilstedeværelsen af et skib ved Oceankaj og samtidig vind fra denne retning giver højere koncentrationer af NO₂, end når der ikke er skibe i havnen. Samme forhold kan ses, når der ligger et skib stik øst for Langelinie Allé 7, og vinden samtidig blæser fra denne retning.

3.4 Kommentarer til resultaterne i forhold til grænseværdier

Der er ingen grænseværdier for ultrafine partikler, men resultaterne kan med forbehold sammenlignes med resultaterne i en københavnsk forstad og på H. C. Andersens Boulevard. Der er dog på disse steder er anvendt metoder, der måler partikelantallet i et andet størrelsesinterval. Antallet af partikler ville have været højere, hvis partikelantallet på HCAB var målte i størrelsesintervallet fra 3 nm – 1000 nm, sådan som det er gjort i denne undersøgelse. Ved de viste målinger på Vesterbro i 2014 og 2015 blev der anvendt samme partikelstørrelsesinterval, og tallene er derfor direkte sammenlignelige. Koncentrationen på Langelinie Allé er på niveau med niveauet på den ensrettede gade med reduceret trafikintensitet på Vesterbro. Når der tages højde for de forskellige detektionsgrænser, må niveauet vurderes at være væsentligt lavere end på H. C. Andersens Boulevard, men højere end i den københavnske forstad.

NO₂-koncentrationerne overholder klart grænseværdierne, og de er tydeligt lavere end på H. C. Andersens Boulevard. 99,8 percentilen viser, at selv om middelværdien er klart lavere end på de øvrige positioner i indre København, er de højeste koncentrationer højere end på de øvrige positioner (undtagen H. C. Andersens Boulevard). Det tilskrives, at krydstogtskibene kan give anledning til kortvarige, høje koncentrationer – men dog stadig under grænseværdien.

4 Målingernes udførelse

4.1 Målemetoder

De anvendte målemetoder og deres tilhørende usikkerhed er beskrevet i Tabel 8.

4.2 Måleprogram

Måleprogrammet er vist i tabel 1. Måling af NO₂ i udeluft udføres akkrediteret i henhold til FORCE Technology's akkreditering DANAK 51.

Tabel 8. Måleprogram: Parametre og målemetoder.

Parameter	Midlingstid	Målemetode	Bemærkning
NO ₂	1 time (baseret på 5 min. middelværdier)	Kemiluminescens	Måling iht. EN 14211 (EU's referencemetode for måling af NO ₂ i udeluft). Der opnås ved måling med kemiluminescens princippet samtidigt resultater for NO og NO _x .
Ultrafine partikler (PN) ²	1 time (baseret på 5 min. middelværdier)	CPC (Condensation Particle Counter)	Der findes p.t. ingen referencemetode for måling af ultrafine partikler i udeluft. Der henvises til igangværende standardisering for måling af partikelantallet i udeluft ³ , hvor CPC metoden er udpeget som referencemetode til måling af det totale partikelantal (PN, Particle Number) i udeluft.
Meteorologiske data	1 time	Leveret af Danmarks Meteorologisk Institut (data fra Kastrup Lufthavn)	Vinddata blev målt lokalt, men det blev pga. mikrometeorologiske forhold omkring bygningen på Langelinie foretrukket at bruge data fra DMI for Kastrup.

Copenhagen-Malmø Port har leveret data for ankomster og afgang for alle krydstogtskibe i perioden med angivelse af, hvilken kaj det enkelte skib lå ved.

Målingerne er udført fra 31. maj til 19. september 2018.

Afvielser fra akkrediterede metode (NO₂):

Ingen.

² Ultrafine partikler måles typisk i form af det samlede partikelantal. Det foreslås, at ultrafine partikler her måles som "total particle number", også betegnet PN.

³ Udkast til Technical Specification udarbejdet under CEN TC264/WG32: prCEN/TS XXXXX:2013.11 "Ambient air — Determination of the particle number concentration of atmospheric aerosol"