

Måling af partikler omkring Københavns Lufthavn i Kastrup – status september 2023

Fagligt notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

Dato: 29. september 2023 | xx



Datablad

Fagligt notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

Kategori: Rådgivningsnotat

Titel: Måling af partikler omkring Københavns Lufthavn i Kastrup – status september 2023

Forfatter: Thomas Ellermann

Institution(er): Institut for Miljøvidenskab

Faglig kommentering: Claus Nordstrøm
Kvalitetssikring, DCE: Vibeke Vestergaard Nielsen
Sproglig kvalitetssikring: Vibeke Vestergaard Nielsen

Ekstern kommentering: Miljøstyrelsen. Kommentarerne findes her:
http://dce2.au.dk/pub/komm/N20xx_x_komm.pdf

Rekvirent: Miljøstyrelsen

Bedes citeret: Thomas Ellermann. 2023. Måling af partikler omkring Københavns Lufthavn i Kastrup – status september 2023. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, xx s. – Fagligt notat nr. 20xx|xx
https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2022/N20xx_xx.pdf

Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse

Foto forside: Thomas Ellermann

Sideantal: 28

Indhold

Sammenfatning og konklusion	4
1 Indledning	8
2 Kort beskrivelse af målinger af partikelforurening omkring lufthavnen i Kastrup	9
3 Foreløbige resultater fra målingerne omkring lufthavn i Kastrup	12
4 Sammenligning med DCE's målinger i det nationale overvågningsprogram for luftkvalitet	20
5 Sammenligning med foreløbige resultater fra målinger ved Københavns Kommunes målestation på Backersvej	22
6 Det videre arbejde i DCE's måleprojekt	26
7 Referencer	28

Sammenfatning og konklusion

Den 22. september 2023 anmodede Miljøministeriet om udarbejdelse af et kort statusnotat med præsentation af fremdrift og resultater fra DCE's projekt om måling af partikler omkring Københavns Lufthavn i Kastrup (herefter lufthavnen). Formålet med projektet er at kortlægge niveauerne af ultrafine partikler i området omkring lufthavnen ved hjælp af DCE's målebil. Baggrunden for kortlægningen er, at lufthavne udleder store mængder ultrafine partikler (Buxbaum et al., 2023), og at toksikologiske undersøgelser har fastlagt at ultrafine partikler er sundhedsskadelige (WHO, 2021).

Projektet var planlagt til at skulle være færdigt ved udgangen af 2023, men grundet tekniske problemer med måleudstyret er aflevering af rapporten fra projektet udskudt til primo 2024. Udskydelsen af projektet er baggrunden for, at nærværende statusnotat er blevet udarbejdet. Notatet præsenterer dels de foreløbige resultater fra DCE's projekt og dels sammenholdes disse med resultater fra målestationerne under den nationale overvågning af luftkvalitet og foreløbige resultater fra Københavns Kommunes målestation på Backersvej (ca. 2,2 km nord for lufthavnen).

Grundet forsinkelsen er der på nuværende tidspunkt kun gennemført omkring halvdelen af målingerne. De præsenterede måledata og konklusionerne fra analyse af data skal derfor tages med forbehold for, at der endnu mangler omkring halvdelen af måledata, og at kvalitetskontrol af data ikke er fuldt gennemført.

Målingerne af ultrafine partikler foretages ved hjælp af DCE's målebil, som blandt andet er bestykket med tidssvarende udstyr af bedste anderkendte kvalitet til måling af antallet af ultrafine partikler. Når projektet er færdigt, er der gennemført 52 kørsler med DCE's målebil i området omkring lufthavnen. Hver kørsel følger den samme rute, som er sammensat af 10 holdepunkter med 15-minutters måling, mens målebilen holder stille. Endvidere er der i ruten indlagt fire transekter, som er en linje langs med hvilken der gennemføres målinger af antallet af ultrafine partikler. Transekterne er fastlagt så målebils faste rute følger en så lige linje, som vejforløbene gør det muligt mellem to af holdepunkterne. To af transekterne ligger vest for lufthavnen, et ligger nord for lufthavnen og et syd for lufthavnen. Transekterne er omkring 3 km lange.

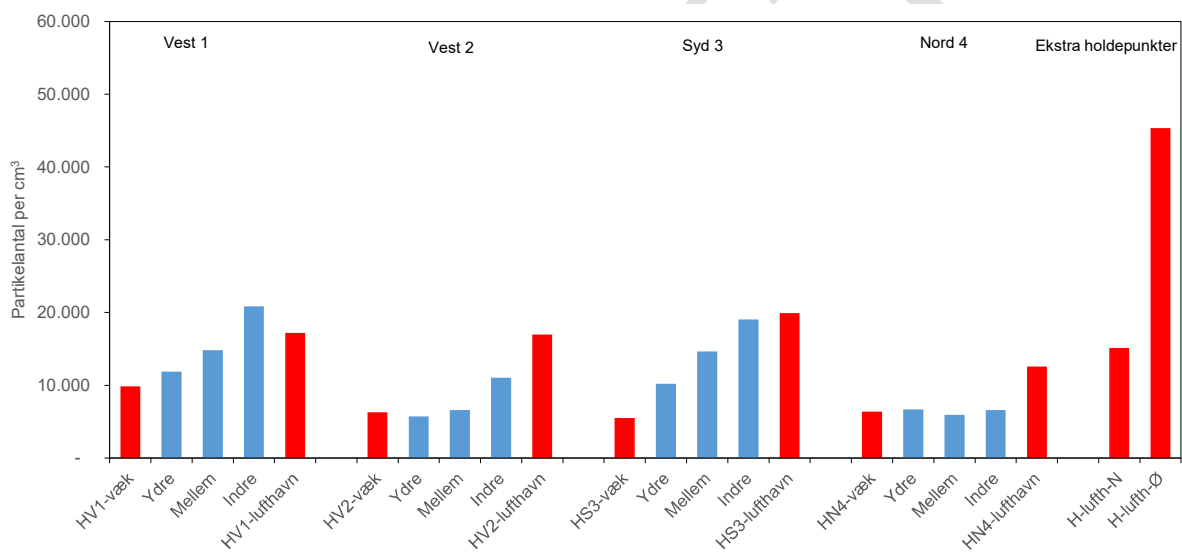
Den overordnede plan med det samlede kørselsmønster er at sikre, at der laves målinger, der repræsenterer beboelsesområderne omkring lufthavnen, og at der laves målinger både tæt på og relativt langt fra lufthavnen. Samtidigt er det prioriteret, at der ved hver kørsel udføres målinger, som vindmæssigt ligger både opstrøms og nedstrøms for lufthavnen. Dette giver mulighed for at bestemme lufthavnens bidrag til luftkoncentrationerne af ultrafine partikler ved at se på forskellen mellem resultaterne fra målingerne foretaget opstrøms og nedstrøms for lufthavnen i forhold til vindretningen.

Foreløbige resultater fra DCE's måleprojekt omkring lufthavnen

Figuren nedenfor viser oversigt over målte gennemsnitsværdier af antal ultrafine partikler ved holdepunkterne (røde søjler) og de fire transekter (blå søjler). Se Figur 2.1 for placering af holdepunkter og transekter, der måles i.

Gennemsnittene er beregnet ud fra de hidtidige kørsler og der ikke foretaget nogen form for vægtning i forhold til vindretning, tid på dagen m.m. Ved den endelige rapportering fra projektet vil dette blive taget i betragtning når der estimeres gennemsnit for holdepunkter og transekter (Se Kapitel 6 for yderligere forklaring).

Sammenlagt er der måledata fra 19 dage á 15 minutter for hvert holdepunkt, mens der kun er måledata fra 17 dage á 1,8 minutter for hver del af transekterne (der mangler databehandling fra transekterne fra to kørsler). Målingerne ved holdepunkterne er derfor mere robuste end målingerne ved de enkelte dele af transekterne. Hertil kommer, at målingerne ved holdepunkterne er foretaget, mens bilen holder parkeret, og målingerne langs transekterne er foretaget under kørsel på vejen og derfor vil være påvirket af de daglige variationer i trafikken.



Gennemsnitlige partikelantal for 19 kørsler i perioden fra 21. juli 2022 til 27. september 2023. Røde søjler viser gennemsnit ved de 15-minutters holdepunkter og blå søjler gennemsnit for ydre, mellem og indre dele af transekterne. For transekterne er der gennemsnit for kun 17 kørsler. Data vises for de fire transekter fra venstre mod højre i følgende rækkefølge: Vest 1, Vest 2, Syd 3 og Nord 4. Yderst til højre vises data for de to ekstra holdepunkter. "Hxx-væk" angiver holdepunkt længst fra lufthavnen og "Hxx-lufthavn" holdepunkt nærmest ved lufthavnen. Tallene bag figuren kan ses i Tabel 3.1.

I gennemsnit for de hidtidige målinger så måles de højeste partikelantal ved holdepunkterne måles tæt ved lufthavnen (HV1 lufthavn, HV2 lufthavn, HS3 lufthavn, HN4 lufthavn, H-lufthavn-N og H-lufthavn-Ø). Partikelantal for disse ligger i intervallet fra 13.000 til 45.000 partikler per cm³ med gennemsnit på 20.000 partikler per cm³. Det højeste antal partikler ses ved holdepunktet øst for lufthavnen (H-lufthavn-Ø), hvilket hænger sammen med, at vest er den mest hyppige vindretning. Og det er også den mest hyppige vindretning ved de hidtidige kørsler.

De laveste partikelantal ved holdepunkterne måles væk fra lufthavnen (HV1-væk, HV2-væk, HS3-væk og HN4-væk), hvor partikelantallet ligger i intervallet fra 6.000 til 10.000 partikler per cm^3 med gennemsnit på 7.000 partikler per cm^3 . Niveauet er nogenlunde ensartet ved de fire holdepunkter væk fra lufthavnen. Ved holdepunkt HV1-væk ses det højeste partikelantal, hvilket hænger sammen med, at dette holdepunkt ligger i et mere trafikeret område og er derfor mere påvirket af den lokale trafik end de tre andre holdepunkter.

Målingerne langs transekterne viser overordnet set, at partikelantallet aftager med afstanden til lufthavnen. Billedet er dog ikke helt entydigt. Til eksempel ses en tydeligt faldende tendens for de to vestlige transekter, mens der ikke ses den store variation langs det nordlige transekt. Det lidt blandede billede formodes at være forårsaget af, at der endnu ikke foreligger tilstrækkeligt med data langs transekterne. Der tages derfor forbehold for, at det endnu ikke har været muligt at vurdere i, hvilket omfang for eksempel vejtrafikken påvirker variationen i partikelantal langs transekterne.

Forskellene i den geografiske fordeling af niveauerne for partikelantallet for østlige og vestlige vindforhold viser tydeligt, at de forhøjede partikelantal i området omkring lufthavnen for størstedelen kan tilskrives udledningerne fra lufthavnsområdet. Da der i forbindelse med kørslerne er målt meget høje partikelantal (omkring 200.000 partikler per cm^3 for 15-minutters middelværdi, Tabel 3.1), så vurderes det mest sandsynligt, at det høje partikelantal hovedsageligt skyldes udledninger fra flymotorer selv om der også kan komme et bidrag fra de mange køretøjer på forpladsen og i forbindelse med trafikken til og fra lufthavnen.

De hidtidige kørsler med målebilen er gennemført på tidspunkter, hvor hovedlandingsbanerne (nordøstlig og sydvestlig retning) blev anvendt til flystart og-landinger. De rapporterede måledata er dermed ikke påvirket af anvendelse af den tværgående landingsbane, som formodes at give anledning til den største påvirkning af områderne omkring lufthavnen med ultrafine partikler.

Der findes ingen grænseværdier, retningslinjer eller lignende målsætninger for antallet af ultrafine partikler i udeluft, men Verdenssundhedsorganisationen WHO kom i 2021 med en række erklæringer betegnet som *Good practice statements*, som indeholder retningslinjer for vurdering af luftkvalitet i relation til antallet af ultrafine partikler (WHO, 2021). Det er endnu for tidligt at lave en egentlig sammenligning mellem niveauerne for ultrafine partikler målt i området omkring lufthavnen og disse good practice statements fra WHO. De foreliggende målinger indikerer dog, at partikelantallet er højt set i sammenligning med WHO's good practice statements (over 20.000 partikler per cm^3 for timemiddelværdier).

Sammenligning med resultater fra det nationale overvågningsprogram for luftkvalitet

Det er hensigten, at resultaterne fra kørslen med DCE's målebil omkring lufthavnen skal benyttes til at estimere en årsmiddelværdi for antallet af ultrafine partikler. Dette estimat vil først blive beregnet når alle måledata foreligger. Dels fordi der kræves et relativt stort antal målinger for at få et rimeligt estimat for årsmiddelværdien og dels fordi det vil være nødvendigt at lave et estimat, hvor resultaterne fra de enkelte kørselsdage vægtes i forhold til vindretningen på det tidspunkt kørslen blev foretaget.

Når der kigges på de hidtidige måleresultater, så er der allerede en håndfuld 15-minutters middelværdier, som ligger på over 60.000 partikler per cm^3 og den højeste værdi er målt til omkring 200.000 partikler per cm^3 . Dette peger på, at niveauet for antallet af ultrafine partikler i området omkring lufthavnen ligger højere end hvad der normalt måles i bybaggrund, forstad og landbaggrund. Antallet forventes snarere at ligge på niveau med gademålestationen og for områderne tæt ved lufthavnen forventes højere niveauer end ved gademålestationen. Dette udsagn skal tages som et forsigtig fingerpeg om, hvor niveauet kommer til at ligge og tages med forbehold for, at alle målingerne og den endelige kvalitetskontrol ikke er gennemført endnu.

Målinger af ultrafine partikler ved Københavns Kommunes målestation på Backersvej

Københavns Kommune har gennem de seneste år gennemført overvågning af luftkvalitet på 5 målestationer i Københavns Kommune, hvor der kontinuerligt måles blandt andet ultrafine partikler. Den ene af disse målestationer er placeret på Backersvej omkring 2,2 km nord for lufthavnen.

Måleresultaterne for timemiddelantallet af ultrafine partikler fra 19. september 2022 til 19. september 2023 viser tydeligt, at timemiddelværdierne er væsentligt højere, når vinden kommer fra lufthavnsområdet sammenlignet med øvrige vindretninger. Det gennemsnitlige partikelantal er omkring 11.000 partikler per cm^3 , når vinden kommer fra lufthavnsområdet og omkring 4.800 partikler per cm^3 , når vinden kommer fra andre vindretninger. Når vinden kommer fra lufthavnsområdet måles relativt høje timemiddelværdier med den højest timemiddelværdi på 92.000 partikler per cm^3 . Lidt over 5% af timemiddelværdierne er over 20.000 partikler per cm^3 , som er grænsen, hvorover WHO anser niveauerne af ultrafine partikler som høje (WHO, 2021).

Målingerne ved Københavns Kommunes målestation på Backersvej viser, at i 2,2 kilometers afstand fra lufthavnsområdet, ses væsentligt forhøjede værdier af antallet af ultrafine partikler, som med stor sandsynlighed kan tilskrives udledningerne fra lufthavnen. Resultaterne fra målestationen på Bachervej er dermed på linje med konklusionen fra de foreløbige målinger med DCE's målebil, som viser, at udledninger af ultrafine partikler i lufthavnen fører til væsentligt forhøjede partikelantal i området omkring lufthavnen.

Konklusionerne om effekten af lufthavnens aktiviteter på luftkvaliteten med ultrafine partikler ved målestationen på Backersvej er baseret på offentligt tilgængelige data fra Københavns Kommune, som ikke er fuldt kvalitetssikrede. Derfor tages der forbehold for, at der vil kunne komme justeringer i måledata i forbindelse med den endelige kvalitetssikring af disse.

Resultaterne fra målestationen på Backersvej er ikke unikke i den forstand, at tilsvarende forhøjede niveauer af ultrafine partikler er blevet målt ved lufthavnen i Wien i Østrig. Siden 2020 er der gennemført overvågning af luftkvalitet på to målestationer henholdsvis 800 m og 2.5 km fra lufthavnen i Wien (Buxbaum et al., 2023). Ved begge målestationer måles meget høje halvtimesmiddelværdier for antallet af ultrafine partikler (op til mere end 100.000 partikler per cm^3), når vinden kommer direkte fra lufthavnen. Årsmiddelværdierne på de to målestationer er også højere end inde i Wien.

1 Indledning

Den 22. september 2023 anmodede Miljøministeriet om udarbejdelse af et kort statusnotat med præsentation af fremdrift og resultater fra DCE's projekt om måling af partikler omkring Københavns Lufthavn Kastrup (herefter lufthavnen). Formålet med projektet er at kortlægge niveauerne af ultrafine partikler i området omkring lufthavnen ved hjælp af DCE's målebil.

Baggrunden for kortlægningen er, at lufthavne udleder store mængder ultrafine partikler (Buxbaum et al., 2023), og at toksikologiske undersøgelser har fastlagt at ultrafine partikler er sundhedsskadelige (WHO, 2021). Det er derfor vigtigt at få kortlagt niveauerne og den geografiske variation af de ultrafine partikler i området omkring lufthavnen.

Projektet var planlagt til at skulle være færdigt ved udgangen af 2023, men grundet tekniske problemer med måleudstyret er aflevering af rapport fra projektet udskudt til primo 2024.

Miljøministeriets har anmodet om, at de foreløbige resultater ville blive sammenholdt med øvrige tilgængelige relevante resultater om forurening med ultrafine partikler i Danmark og navnlig omkring lufthavne. På basis af disse ønsker er statusnotatet opbygget på følgende måde:

Kapitel 2: Kort beskrivelse af målingerne af partikelforurening omkring lufthavnen.

Kapitel 3: Oversigt over de foreløbige resultater.

Kapitel 4: Sammenligning mellem de foreløbige resultater fra måleprojektet omkring lufthavnen og resultaterne fra det nationale overvågningsprogram for luftkvalitet.

Kapitel 5: Sammenligning mellem de foreløbige resultater fra måleprojektet omkring lufthavnen med resultaterne fra København Kommunes målestation på Backersvej.

Kapitel 6: Kort gennemgang af det videre arbejde i DCE's måleprojekt omkring lufthavnen, herunder kort omtale af de dataanalyser, som berammes gennemført.

Det skal understreges, at resultaterne, som præsenteres i dette notat, kun er foreløbige resultater, og at der derfor vil komme justeringer i resultater og konklusioner i forbindelse den endelige afrapportering af måleprojektet.

2 Kort beskrivelse af målinger af partikelforurening omkring lufthavnen i Kastrup

Målingerne af ultrafine partikler foretages ved hjælp af DCE's målebil, som tidligere blev anvendt i forbindelse med kortlægning af luftforureningen i København udført i et samarbejde mellem Utrecht University, Aarhus Universitet, Københavns Kommune og Google (Ellermann et al., 2021). ENVS har efterfølgende overtaget bilen og udstyret og forbedret bilens måleudstyr på en række punkter.

I forbindelse med dette projekt er målebilen bestykket med følgende udstyr:

- **Partikeltæller til måling af ultrafine partikler** måler antallet af partikler per cm^3 og inkluderer partikler med diameter fra 7 nm og oppefter. Ultrafine partikler defineres som antallet af partikler med diameter under 100 nm. Partikeltælleren registrerer derfor ikke partikler inden for intervallet svarende til definitionen på ultrafine partikler, idet den inkluderer partikler, som er større end 100 nm. Typisk vil partikeltælleren dog kun måle et partikelantal, som er lidt større end antallet af ultrafine partikler, idet de ultrafine partikler udgør langt det største antal af partikler. I daglig tale anvendes betegnelsen ultrafine partikler oftest i forbindelse med denne type målinger, så derfor anvendes denne betegnelse også i dette notat.
- **Kvælstofdioxidmonitor** som direkte måler luftkoncentrationen af kvælstofdioxid, NO_2 (men som til gengæld ikke kan måle kvælstofoxider, NO_x). Denne monitor er teknisk bedre egnet til kørsel i målebil end reference NO_x -monitorer, som anvendes på DCE's målestationer.
- **GPS** som giver bilens nøjagtige position, så måleresultaterne kan knyttes til det geografiske punkt, hvor målingen er foretaget.
- **Dataopsamlingsudstyr**

Der skal gennemføres 52 kørsler med DCE's målebil i området omkring lufthavnen. Hver kørsel følger den samme rute, som er sammensat af en række punkter med 15-minutters måling, mens målebilen holder stille. Disse punkter betegnes holdepunkter. Endvidere er der i ruten indlagt fire transekter, som er fastlagt således, at målebilens faste rute følger en så lige linje som vejforløbene gør det muligt mellem to af holdepunkterne. Holdepunkter og transekter er skitseret i Figur 2.1.

Den overordnede plan med det samlede kørselsmønster er at sikre, at der laves målinger, der repræsenterer beboelsesområderne hele vejen omkring lufthavnen, og at der laves målinger både tæt på og relativt langt fra lufthavnen. Samtidigt er det prioriteret, at der ved hver kørsel udføres målinger, som vindmæssigt ligger både opstrøms og nedstrøms for lufthavnen. Dette giver mulighed for at bestemme lufthavnens bidrag til luftkoncentrationerne af ultrafine partikler ved at se på forskellen mellem resultaterne fra målingerne foretaget opstrøms og nedstrøms i forhold til vindretningen ved lufthavnen.



Figur 2.1. Skitse af måleruten, som gennemkøres 52 gange i løbet af måleperioden. De røde punkter angiver de 15-minutters holdepunkter, hvor bilen holder stille. De blå streger angiver transekterne, hvor ændringerne i luftkoncentrationerne af ultrafine partikler måles, mens målebilen kører hen mod eller væk fra selve lufthavnsområdet. Der er holdepunkter for hver ende af de fire transekter og to ekstra holdepunkter. Det ene af disse er placeret mellem lufthavnen og motorvejen i forlængelse af det nordlige transekt (Holdepunkt-lufthavn N). Det andet er placeret øst for lufthavnen (Holdepunkt-lufthavn Ø).

Holdepunkterne med 15-minutters måling på samme sted har for det første den fordel, at der bedre kan tages hensyn til de naturlige variationer i de meteorologiske forhold og dermed kan denne bias minimeres. For det andet undgås det, at målebilen befinder sig midt på vejbanen i den kørende trafik. Målinger foretaget på vejbanen i den kørende trafik vil være meget præget af de direkte udledninger fra køretøjerne foran bilen (for eksempel en gammel lastbil) og de målte koncentrationer vil derfor kunne ligge over den koncentration, som måles for eksempel ved facaden af husene.

Holdepunkterne er placeret ved hver ende af de fire transekter. Yderligere er der placeret to ekstra holdepunkter. Det ene af disse er placeret mellem lufthavnen og motorvejen i forlængelse af det nordlige transekt (Holdepunkt-

lufthavn N). Det andet er placeret øst for lufthavnen (Holdepunkt-lufthavn Ø).

Målet med de fire transekter er at udføre målinger af variationerne i luftkoncentrationerne af ultrafine partikler som funktion af afstanden til lufthavnen. Transekterne har en længde på omkring 3 km, hvor det selvfølgelig har været nødvendigt at tage hensyn til de begrænsninger, som det eksisterende vejnet giver. Transekterne er udvalgt, så det så vidt muligt undgås at køre på stærkt trafikerede veje. Chauffør af målebilen har endvidere fået instruktion om så vidt muligt at undgå kørsel direkte efter andre køretøjer. Det er navnlig væsentligt at holde afstand til for eksempel ældre lastbiler.

I forbindelse med analyse af de mange måledata fra transekterne, så er det foreløbigt valgt at inddele transekterne i tre nogenlunde lige store vejstrækninger. Disse tre dele er omkring 1 km lange og betegnes Indre, Mellem og Ydre, hvor den Indre del ligger tættest ved lufthavnen og den Ydre del ligger længst fra lufthavnen. Formålet med denne inddeling er at kunne beregne gennemsnitlige luftkoncentrationer for hver af de omkring en-kilometer lange vejstrækninger, hvilket vil dæmpe effekten af de daglige variationer i den øvrige trafik på kørselsruten.

Der gennemføres i alt 52 gennemkørsler af ruten svarende til én kørsel ugentligt igennem et helt år. Dette har dog ikke været muligt grundet de tekniske vanskeligheder med måleudstyr, så derfor vil der i den sidste del af måleperiode blive gennemført to ugentlige kørsler. Den lange måleperiode er valgt grundet de almindelige naturlige variationer i de meteorologiske forhold, som kan være betydelige og vil sikre, at måleperioden dækker den årlige sæsonvariation i de meteorologiske forhold. For at sikre det bedst mulige grundlag for at beregne de gennemsnitlige antal af ultrafine partikler udvælges køredagene i de enkelte uger på tilfældig vis ligesom startpunktet på ruten varieres tilfældigt fra gang til gang. Dog har det også vist sig nødvendigt at tage hensyn til døvrige arbejdsopgaver og derfor har det ikke været muligt at gennemføre dette tilfældighedsprincip fuldt ud.

Der er regelmæssigt foretaget målinger, hvor DCE's målebil er placeret tæt ved DCE's målestationer på H.C. Andersens Boulevard eller Risø. Dette har to formål. For det første skal disse parallelmålinger anvendes til sikring af kvaliteten af målingerne. For det andet skal det sikre sammenligneligheden med målingerne foretaget i forbindelse med den nationale overvågning af luftkvalitet.

De præsenterede data er endnu ikke fuldt kvalitetssikrede, og det har ikke været muligt på nuværende tidspunkt at foretage den endelige kalibrering af resultaterne i forhold til målingerne ved DCE's målestationer i det nationale overvågningsprogram for luftkvalitet.

3 Foreløbige resultater fra målingerne omkring lufthavnen i Kastrup

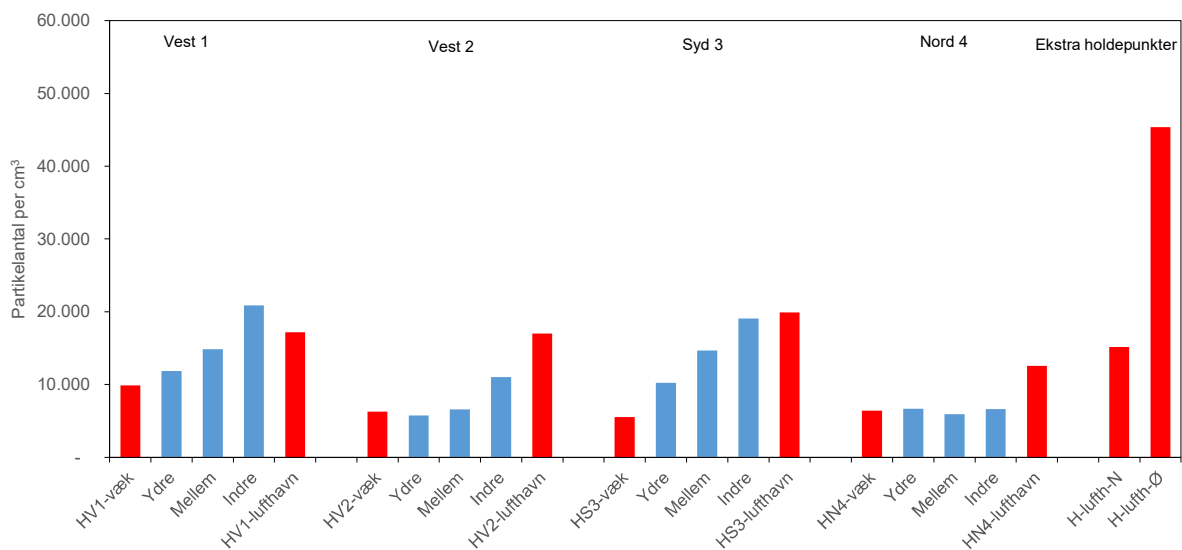
De første kørsler med måling af partikelforurening omkring lufthavnen blev gennemført juli 2022. Efter et par succesfulde kørsler gik måleinstrumentet imidlertid i stykker, hvorefter det først har været muligt at genoptage mere systematiske målinger i begyndelsen af 2023. Det betyder, at det på nuværende tidspunkt har været muligt at gennemføre 26 kørsler, hvoraf der dog kun er brugbare måleresultater fra 19 kørsler. Nedenstående resultater skal derfor vurderes med forbehold for, at der endnu kun er gennemført halvdelen af de planlagte kørsler med målebilen.

Figur 3.1 og Tabel 3.1 viser oversigt over målte gennemsnitlige antal ultrafine partikler ved holdepunkterne (røde søjler) og de fire transekter (blå søjler). Sammenlagt er der målinger fra 19 dage á 15 minutter for hvert holdepunkt, mens der er målinger fra 17 dage á 1,8 minutter for hver del af transekterne (der mangler databehandling fra transekterne fra to kørsler). Målingerne ved holdepunkterne er derfor mere robuste end målingerne ved de enkelte dele af transekter. Hertil kommer, at målingerne ved holdepunkterne er foretaget, mens bilen holder parkeret, og målingerne langs transekterne er foretaget under kørsel på vejen og derfor vil være påvirket af de daglige variationer i trafikken.

I gennemsnit for de hidtidige målinger så måles de højeste partikelantal ved holdepunkterne måles tæt ved lufthavnen (HV1 lufthavn, HV2 lufthavn, HS3 lufthavn, HN4 lufthavn, H-lufthavn-N og H-lufthavn-Ø). Partikelantal ligger i intervallet fra 13.000 til 45.000 partikler per cm^3 med gennemsnit på 20.000 partikler per cm^3 . Det langt højeste antal partikler ses ved holdepunktet øst for lufthavnen (H-lufthavn-Ø), hvilket hænger sammen med, at vest er den mest hyppige vindretning og det er også den hyppigste vindretning i forbindelse med de hidtidige målinger.

De laveste partikelantal ved holdepunkterne måles væk fra lufthavnen (HV1-væk, HV2-væk, HS3-væk og HN4-væk), hvor partikelantallet ligger i intervallet fra 6.000 til 10.000 partikler per cm^3 med gennemsnit på 7.000 partikler per cm^3 . Niveauet er nogenlunde ensartet ved de fire holdepunkter væk fra lufthavnen om end der ved holdepunkt HV1 væk ses det højeste partikelantal, hvilket formentligt hænger sammen med, at dette holdepunkt er mere påvirket af den lokale trafik end de tre andre holdepunkter.

Målingerne langs transekterne viser overordnet set, at partikelantallet aftager med afstanden til lufthavnen. Billedet er dog ikke helt entydigt. Til eksempel ses en tydeligt faldende tendens for de to vestlige og den sydlige transekt, mens der ikke ses den store variation langs den nordlige transekt. Det lidt blandede billede formodes at være forårsaget af, at der endnu ikke foreligger tilstrækkeligt med data langs transekterne. Der tages derfor forbehold for, at det endnu ikke har været muligt at vurdere i, hvilket omfang for eksempel vejtrafikken påvirker variationen i partikelantal langs transekterne.



Figur 3.1. Gennemsnitlige partikelantal for 19 kørsler i perioden fra 21. juli 2022 til 27. september 2023. Røde søjler viser gennemsnit ved de 15.minutters holdepunkter og blå søjler gennemsnit for ydre, mellem og indre dele af transekterne. For transekterne er der gennemsnit for kun 17 kørsler. Data vises for de fire transekter fra venstre mod højre i følgende rækkefølge: Vest 1, Vest 2, Syd 3 og Nord 4. Til højre vises data for de to ekstra holdepunkter. "Hxx-væk" angiver holdepunkt længst fra lufthavnen og "Hxx-lufthavn" holdepunkt nærmest ved lufthavnen, hvor de to x-er angiver transektet. Placering af transekter og holdepunkter kan ses i Figur 2.1.

Tabel 3.1 Gennemsnitlige, højeste og laveste partikelantal for alle kørsler i perioden fra 21. juli 2022 til 27. september 2023. For holdepunkter er der 19 målinger á 15 minutter, mens der for transekter er målinger 17 kørsler á 1,8 minutter.

	Holdepunkt		Transekt		Holdepunkt
	Væk	Ydre	Mellem	Indre	Lufthavn
Vestlig transekt 1					
Gennemsnit	9.900	11.900	14.800	20.900	17.200
Højeste	32.000	58.200	83.400	195.000	137.000
Laveste	2.400	3.400	2.600	2.000	2.600
Vestlig transekt 2					
Gennemsnit	6.300	5.700	6.600	11.000	17.000
Højeste	15.300	13.400	24.700	77.700	82.800
Laveste	1.700	1.500	1.600	2.600	2.400
Sydlig transekt 3					
Gennemsnit	5.500	9.600	14.700	19.100	19.900
Højeste	13.400	30.100	49.200	76.900	67.500
Laveste	1.200	1.700	1.200	1.900	
Nordlig transekt 4					
Gennemsnit	6.400	6.700	5.900	6.600	12.600
Højeste	14.700	14.900	14.600	23.600	63.300
Laveste	1.600	1.200	1.100	1.300	1.400
Ekstra holdepunkter		Lufthavn nord		Lufthavn øst	
Gennemsnit		15.100		45.300	
Højeste		49.800		206.100	
Laveste		3.300		3.500	

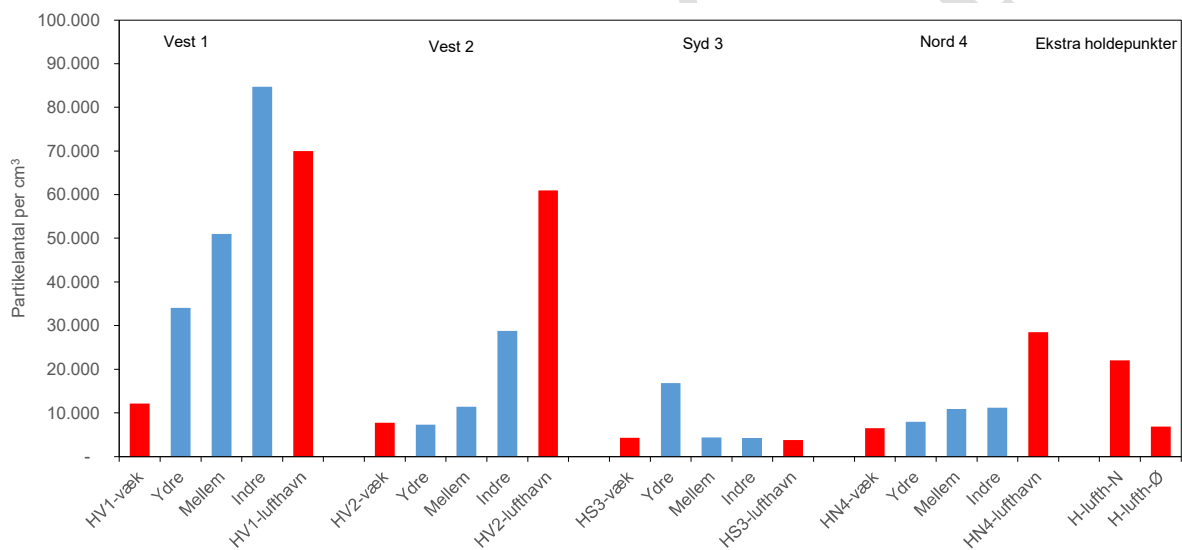
Figur 3.2 og Tabel 3.2 viser gennemsnitlige partikelantal fra de tre kørsler, som er gennemført under østlige vindforhold, hvor vinden blæser luften fra Øresund ind til lufthavnen, passerer gennem lufthavnsområder og til området vest for lufthavnen. Her ses et helt andet billede end for gennemsnit af alle kørsler (Figur 3.1). Ved holdepunkt øst for lufthavnen (H-lufth-Ø) måles partikelantallet i den luft, der med vinden kommer fra Øresund ind til lufthavnen og her måles i gennemsnit omkring 7.000 partikler per cm^3 . Ved den sydlige transekt måles også relativt lave partikelantal, hvilket formentligt skal tilskrives, at luften kommer fra Øresund og føres over til det sydlige transekt inden den har passeret lufthavnsområdet.

Ved de to holdepunkter umiddelbart vest for lufthavnen måles partikelantallet efter, at luften har passeret gennem lufthavnen og her måles partikelantal på omkring 60.000 og 70.000 partikler per cm^3 for henholdsvis HV1 lufthavn og HV2 lufthavn. Herefter falder partikelantallet gradvist og omkring 3 km fra lufthavnen er partikelantallet faldet til omkring 10.000 partikler per cm^3 , hvilket er lidt højere end partikelantallet i den luft, der oprindeligt kommer fra Øresund ind til lufthavnsområdet. Faldet i partikelantal vest for lufthavnen skyldes fortynding af udledningerne fra lufthavnsområdet med den øvrige luft og de kemiske og fysiske processer i luften, som blandt andet fører til, at de små ultrafine partikler klumper sammen til større partikler og herved mindskes i antal.

Det højeste partikelantal måles ved den inderste del af transekt Vest 1 (Figur 3.2). Når der her måles højere partikelantal end ved holdepunktet HV1-lufthavn, så kan det være fordi kørslen på den indre del af transekt Vest 1 foregår på relativt tæt trafikerede

veje (Amager Landevej og Løjtegårdsvej), og at vejtrafikken dermed giver et ekstra bidrag til partikelantallet. Der er imidlertid kun gennemført tre kørsler under østlige vindforhold, så derfor er datamaterialet ikke særligt robust, og der er derfor betydelig usikkerhed på måling af partikelantallet. Det er derfor ikke på nuværende tidspunkt muligt at vurdere i hvilket omfang vejtrafikken bidrager til det relativt høje partikelantal på den inderste del af transekt Vest 1.

På den nordlige transekt måles også forhøjede partikelantal for den del, der ligger tættest ved lufthavnen. Dette kan hænge sammen med, at der også har været kortere perioder med vind fra nordøst i løbet af måleperioderne. Dette vil blive undersøgt yderligere, når alle målingerne er gennemført, og der foreligger et mere robust og gennemarbejdet datamateriale. Det høje partikel antal for den Ydre del det sydlige transekt skal også undersøges nærmere.



Figur 3.2. Gennemsnitlige partikelantal for alle kørsler i perioden fra 21. juli 2022 til 27. september 2023, hvor vinden kommer fra østlig retning (3 stk.). Røde søjler viser gennemsnit ved de 15-minutters holddepunkter og blå søjler gennemsnit for Ydre, Mellem og Indre dele af transekterne. Data vises for de fire transekter fra venstre mod højre i følgende rækkefølge: Vest 1, Vest 2, Syd 3 og Nord 4. Til højre vises data for de to ekstra holddepunkter. "Hxx-væk" angiver holddepunkt længst fra lufthavnen og "Hxx-lufthavn" holddepunkt nærmest ved lufthavnen, hvor de to x'er angiver transektet. Placering af transekter og holddepunkter kan ses i Figur 2.1.

Tabel 3.2 Gennemsnitlige, højeste og laveste partikelantal for alle kørsler i perioden fra 21. juli 2022 til 27. september 2023, hvor vinden kom fra østlig retning (3 stk.).

	Holdepunkt		Transekt		Holdepunkt
	Væk	Ydre	Mellem	Indre	Lufthavn
Vestlig transekt 1					
Gennemsnit	12.100	34.100	51.000	84.700	70.000
Højeste	18.900	58.200	83.400	195.000	137.000
Laveste	4.500	20.100	8.200	18.700	7.500
Vestlig transekt 2					
Gennemsnit	7.700	7.300	11.400	28.800	60.900
Højeste	13.600	11.700	24.700	77.700	82.800
Laveste	4.300	4.700	3.600	3.800	35.400
Sydlig transekt 3					
Gennemsnit	4.300	16.900	4.400	4.300	-
Højeste	5.200	30.100	5.000	5.500	-
Laveste	3.200	3.700	3.700	3.600	
Nordlig transekt					
Gennemsnit 4	6.500	8.000	10.900	11.200	28.500
Højeste	13.500	14.900	14.600	23.600	63.300
Laveste	2.600	2.200	7.300	3.500	9.300
Ekstra holdepunkter		Lufthavn nord		Lufthavn øst	
Gennemsnit		22.000		6.900	
Højeste		34.800		9.000	
Laveste		11.100		3.500	

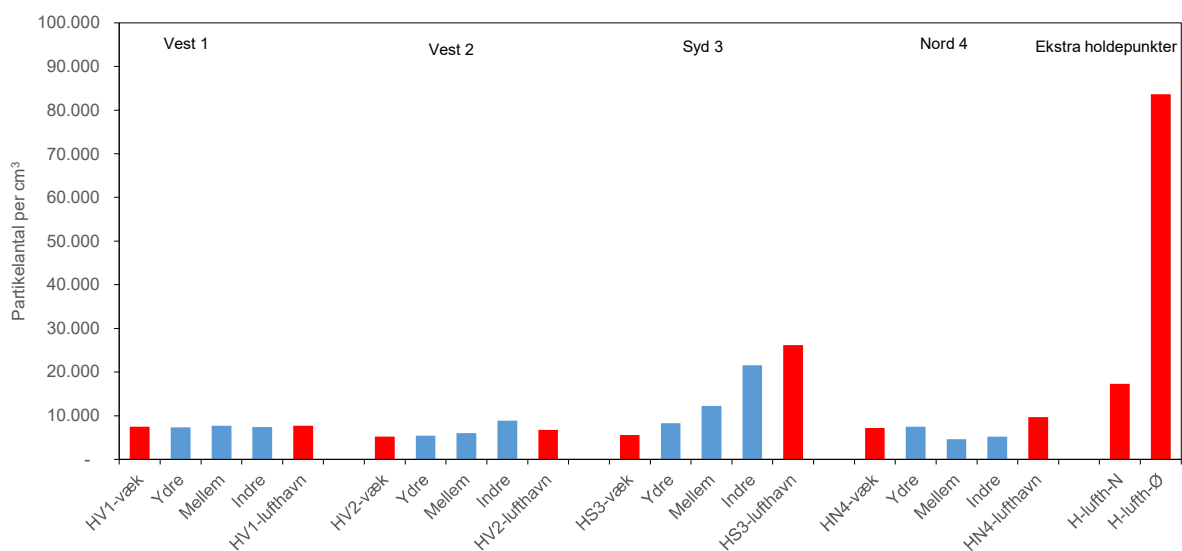
Figur 3.3 og Tabel 3.3 viser gennemsnitlige partikelantal fra de seks kørsler, som er gennemført under vestlige vindforhold, hvor vinden blæser luften fra den vestlige del af Amager ind til lufthavnen, passerer gennem lufthavnsområder og til området øst for lufthavnen ud mod Øresund. Her ses igen et helt andet billede end for gennemsnit af alle kørsler og navnlig et helt andet billede end under østlige vindforhold (Figur 3.2).

Ved de to vestlige og den nordlige transekt måles relativt lave partikelantal og med relativt ens niveau for alle målesteder. Partikelantallet varierer her mellem 5.000 og 10.000 partikler per cm^3 med gennemsnit på 7.000 partikler per cm^3 .

Ved holdepunktet øst for lufthavnen måles det højeste partikelantal på omkring 80.000 partikler per cm^3 , hvilket hænger sammen med, at luften har passeret den centrale del af lufthavnsområdet.

Ved den sydlige transekt måles også forhøjede partikelantal, hvilket formentligt skyldes udledningerne fra den sydlige del af lufthavnsområdet, hvor fly typisk passerer forbi i forbindelse med start og landinger under vestlige vindforhold. Endeligt er der også forhøjede partikelantal ved holdepunktet lige

nord for lufthavnens forplads og lige syd for motorvejen. Her kan det forhøjede partikelantal skyldes udledninger fra både lufthavnsområdet og motorvejen, men det er for tidligt at vurdere i hvilket omfang de to kilder bidrager.



Figur 3.3. Gennemsnitlige partikelantal for alle kørsler i perioden fra 21. juli 2022 til 27. september 2023, hvor vinden kom fra vestlig retning (6 stk.). Røde søjler viser gennemsnit ved de 15.minutters holdepunkter og blå søjler gennemsnit for ydre, mellem og indre dele af transektterne. Data vises for de fire transekter fra venstre mod højre i følgende rækkefølge: Vest 1, Vest 2, Syd 3 og Nord 4. Til højre vises data for de to ekstra holdepunkter. "Hxx-væk" angiver holdepunkt længst fra lufthavnen og "Hxx-lufthavn" holdepunkt nærmest ved lufthavnen, hvor de to x-er angiver transektet. Placering af transekter og holdepunkter kan ses i Figur 2.1.

Tabel 3.3 Gennemsnitlige, højeste og laveste partikelantal for alle kørsler i perioden fra 21. juli 2022 til 27. september 2023, hvor vinden kom fra vestlig retning (6 stk.).

	Holdepunkt		Transekt		Holdepunkt
	Væk	Ydre	Mellem	Indre	Lufthavn
Vestlig transekt 1					
Gennemsnit	7.500	7.400	7.700	7.400	7.700
Højeste	16.700	11.500	12.500	12.800	13.500
Laveste	2.400	3.400	2.600	3.300	4.200
Vestlig transekt 2					
Gennemsnit	5.200	5.400	6.000	8.900	6.700
Højeste	10.300	13.400	13.100	24.300	11.200
Laveste	1.700	1.500	1.600	3.000	2.400
Sydlig transekt 3					
Gennemsnit	5.600	8.200	12.200	21.600	26.200
Højeste	9.000	25.100	32.700	67.700	67.500
Laveste	1.200	1.700	1.600	1.900	
Nordlig transekt 4					
Gennemsnit	7.200	7.500	4.600	5.200	9.600
Højeste	14.700	14.500	7.900	12.200	19.700
Laveste	1.800	1.400	1.700	1.500	3.300
Ekstra holdepunkter		Lufthavn nord		Lufthavn øst	
Gennemsnit		17.300		83.600	
Højeste		49.800		206.100	
Laveste		3.300		41.800	

De hidtidige kørsler med målebilen er gennemført på tidspunkter, hvor hovedlandingsbanerne (nordøstlig og sydvestlig retning) blev anvendt til flystart og-landinger. De rapporterede måledata er dermed ikke påvirket af anvendelse af den tværgående landingsbane, som formodes at give anledning til den største påvirkning af områderne omkring lufthavnen med ultrafine partikler.

Forskellene i den geografiske fordeling af niveauerne for partikelantallet for østlige og vestlige vindforhold viser tydeligt, at de forhøjede partikelantal i området omkring lufthavnen for størstedelen kan tilskrives udledningerne fra lufthavnsområdet. Da der i forbindelse med kørslerne er målt meget høje partikelantal (omkring 200.000 partikler per cm^3 for 15-minutters middelværdi, Tabel 3.1), så vurderes det mest sandsynligt, at det høje partikelantal hovedsageligt skyldes udledninger fra flymotorer, selv om der også kan komme et bidrag fra de mange køretøjer på forpladsen og i forbindelse med trafikken til og fra lufthavnen.

Der findes ingen grænseværdier eller lignende målsætninger for antallet af ultrafine partikler i udeluft, men Verdenssundhedsorganisationen WHO kom i 2021 med en række erklæringer betegnet som *Good practice statements*, som indeholder retningslinjer for vurdering af luftkvalitet i relation til antallet af ultrafine partikler (WHO, 2021), der angiver følgende:

- Mindre end 1.000 partikler per cm^3 kan betragtes som lave niveauer for ultrafine partikler.
- Døgnmiddel-partikelantal højere end 10.000 partikler per cm^3 kan betragtes som høje niveauer.

- Timemiddel-partikelantal højere end 20.000 partikler per cm^3 kan betragtes som høje niveauer.

Det er endnu for tidligt at lave en egentlig sammenligning mellem niveauerne for ultrafine partikler målt i området omkring lufthavnen og disse good practice statements fra WHO. De foreliggende målinger indikerer dog, at partikelantallet er højt set i sammenligning med WHO's good practice statements.

UDKAST

4 Sammenligning med DCE's målinger i det nationale overvågningsprogram for luftkvalitet

En af opgaverne i projektet er at sammenligne niveauer for de ultrafine partikler i området omkring lufthavnen med niveauerne målt i forbindelse med det nationale overvågningsprogram for luftkvalitet (Ellermann et al., 2023), hvor der måles ultrafine partikler på fire forskellige typer af lokaliteter i Københavnsområdet:

- Gademålestation på H.C. Andersens Boulevard, som er en af de mest trafikerede gader i København, og som repræsenterer den højeste trafikrelaterede forurening med ultrafine partikler i byer i Danmark.
- Bybaggrundmålestation på H.C. Ørsted Institut, som angiver det mere gennemsnitlige niveau af ultrafine partikler i byområder væk fra de mest trafikerede gader.
- Forstadsmålestation i Hvidovre, som repræsenterer niveauet af ultrafine partikler i et parcelhusområde med en vis anvendelse af boligopvarmning med brænde.
- Landbaggrundmålestation ved Risø, som repræsenterer niveauet af ultrafine partikler uden for byerne.

Der er på nuværende tidspunkt, hvor der kun er gennemført omkring halvdelen af de planlagte målinger omkring lufthavnen, ikke lavet en sammenligning med resultaterne fra overvågningsprogrammet. Derfor præsenteres i dette kapitel alene en række nøgletal for de ultrafine partikler målt ved de fire målestationer i Københavnsområdet og en meget foreløbig vurdering af, hvor vi forventer niveauet af de ultrafine partikler i området omkring lufthavnen vil komme til at ligge set i sammenligning med de fire målestationer.

Table 4.1 viser nøgletal for niveauerne af de ultrafine partikler på de fire målestationer for 2022 (Ellermann et al., 2023). Tabellen viser årsmiddel, den højeste timemiddelværdi og antallet af timer over 20.000 partikler per cm^3 , som angiver, hvor mange timer om året timemiddelværdierne ligger over den grænse som WHO har fastlagt for høje niveauer af ultrafine partikler.

Tabel 4.1 Nøgletal for luftkvalitet for ultrafine partikler i 2022 ved de fire målestationer under det nationale overvågningsprogram, hvor der måles antal af ultrafine partikler (Ellermann et al., 2023). Tabellen viser årsmiddel, den højeste timemiddelværdi og antallet af timer over 20.000 partikler per cm^3 , som angiver, hvor mange timer om året timemiddelværdierne ligger over den grænse, som WHO har fastlagt for høje niveauer af ultrafine partikler.

	Gademålestation H.C. Andersens Boulevard	Bybaggrundmålestation H.C. Ørsted Institut	Forstadsmålestation Hvidovre	Landbaggrundmålestation Risø
Årsmiddel, partikler per cm^3	9100	3600	4700	2800
Maksimal timemiddelværdi, partikler per cm^3	85000	24000	35000	28000
Antal timer over 20.000 partikler per cm^3 , timer	404	4	26	1

Det er hensigten, at resultaterne fra kørslen med DCE's målebil omkring lufthavnen skal benyttes til at estimere årsmiddelværdier for antallet af ultrafine

partikler. Disse estimater vil først blive beregnet, når alle måledata foreligger. Dels fordi der kræves et relativt stort antal målinger for at få et rimeligt estimat for årsmiddelværdien og dels fordi det vil være nødvendigt at lave et estimat, hvor resultaterne fra de enkelte kørselsdage vægtes i forhold til vindretningen det tidspunkt kørslen blev foretaget.

Når der kigges på de hidtidige måleresultater, så observeres en håndfuld 15-minutters middelværdier, som ligger på over 60.000 partikler per cm^3 og den højeste værdi er målt til omkring 200.000 partikler per cm^3 . Dette peger på, at niveauet for antallet af ultrafine partikler i området omkring lufthavnen ligger højere end hvad der normalt måles i bybaggrund, forstad og landbaggrund. Antallet af ultrafine partikler forventes snarere at ligge på niveau med gademålestationen, og for områderne tæt ved lufthavnen forventes højere niveauer end ved gademålestationen. Dette udsagn skal tages som et forsigtig fingerpeg om antallet af ultrafine partikler i området omkring lufthavnen og med forbehold for at alle målingerne og den endelige kvalitetskontrol ikke er gennemført endnu.

UDKAST

5 Sammenligning med foreløbige resultater fra målinger ved Københavns Kommunes målestation på Backersvej

Københavns Kommune har siden 2020 gennemført overvågning af luftkvaliteten på 5 målestationer i Københavns Kommune, hvor der kontinuerligt er målt ultrafine partikler, kvælstofdioxid og black carbon (mål for uforbrændt kulstof fra forbrændingsprocesser). Den ene af disse målestationer er placeret på Backersvej. Målestationen er placeret på en mindre vej omkring 2,2 km nord for lufthavnsområdet, så resultaterne fra denne målestation er relevante i forhold til vurdering af niveauerne af ultrafine partikler omkring lufthavnen. Den årlige daglige trafikmængde (ÅDT) ligger på omkring 7.000 køretøjer per dag (Jensen et al., 2021). Til sammenligning er den årlige daglige trafikmængde på H.C. Andersens Boulevard over 50.000 køretøjer dagligt.

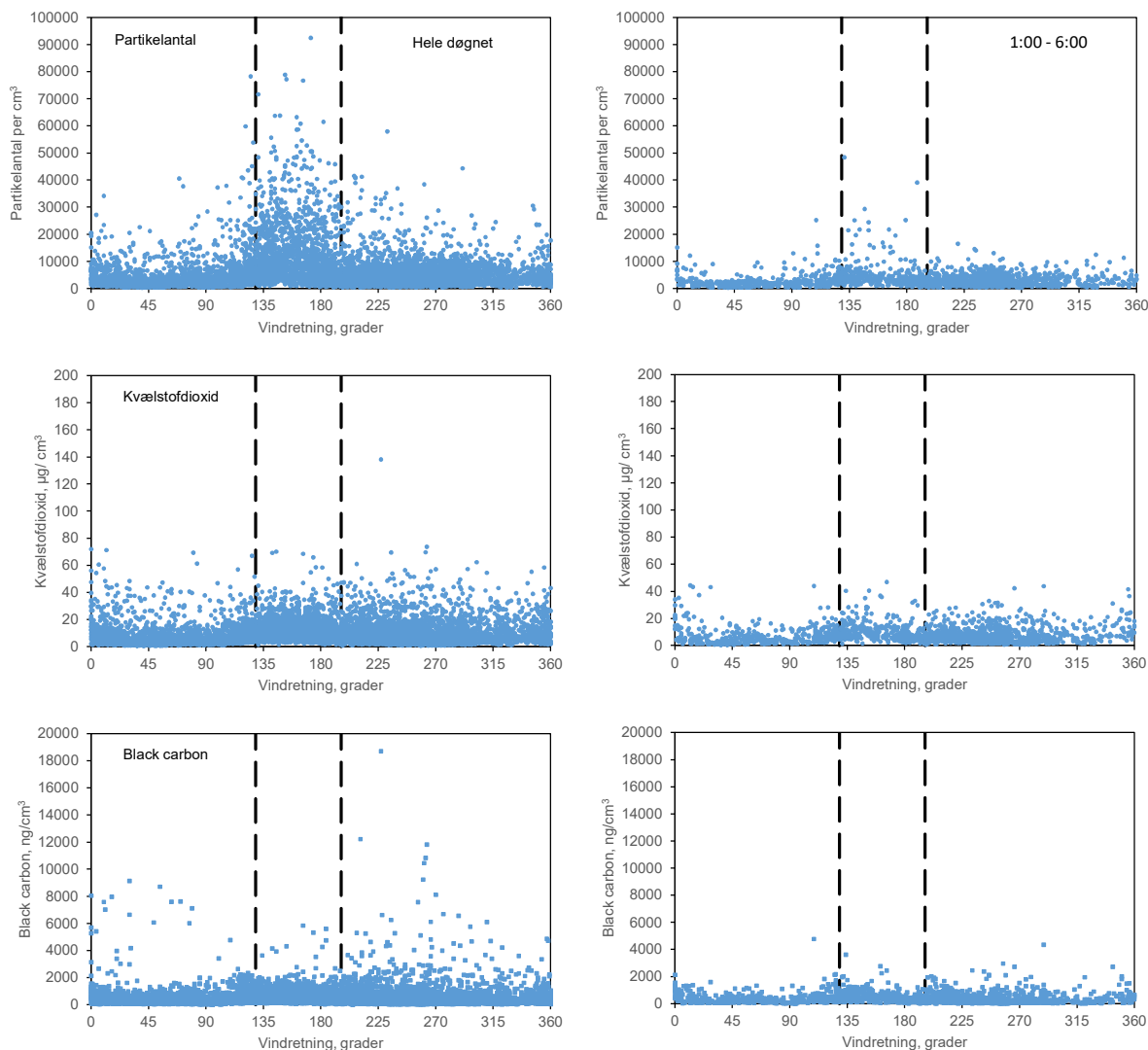
Via Københavns Kommunes hjemmeside er det muligt at downloade de ikke færdigt kontrollerede data fra målestationen (Københavns Kommune, 2023; data tilgængeligt den 19. september). Figur 5.1 viser timemiddelværdier fra målestationen fra Backersvej for det seneste år, hvilket vil sige fra den 19. september 2022 til den 19. september 2023. Timemiddelværdierne er afbildet som funktion af den gennemsnitlige vindretning ved lufthavnen for den time, hvor målingerne er foretaget. Figurerne til venstre viser samtlige timemiddelværdier, mens figurerne til højre kun viser timerne fra kl. 1:00 til 6:00 for at illustrere forskellen mellem timemiddelværdier for hele døgnet og timemiddelværdier for den periode om natten, hvor der er meget få flystart og -landinger. Figurerne viser to sorte stiplede linjer ved 129 og 196 grader. Vindretninger mellem de to sorte stiplede linjer er de vindretninger, hvor luften har passeret lufthavnsområdet inden luften ankommer til målestationen på Backersvej (Figur 5.2).

Den øverste venstre graf viser timemiddelværdierne for partikelantal. Det ses tydeligt, at timemiddelværdierne er væsentligt højere, når vinden kommer fra lufthavnsområdet sammenlignet med øvrige vindretninger. Det gennemsnitlige partikelantal er omkring 11.000 partikler per cm^3 , når vinden kommer fra lufthavnsområdet og omkring 4.800 partikler per cm^3 , når vinden kommer fra andre vindretninger. Når vinden kommer fra lufthavnsområdet måles relativt høje timemiddelværdier med den højeste timemiddelværdi på 92.000 partikler per cm^3 . Lidt over 5% af timemiddelværdierne ligger over 20.000 partikler per cm^3 , som er grænsen, hvorover WHO anser niveauerne af ultrafine partikler som høje (WHO, 2021).

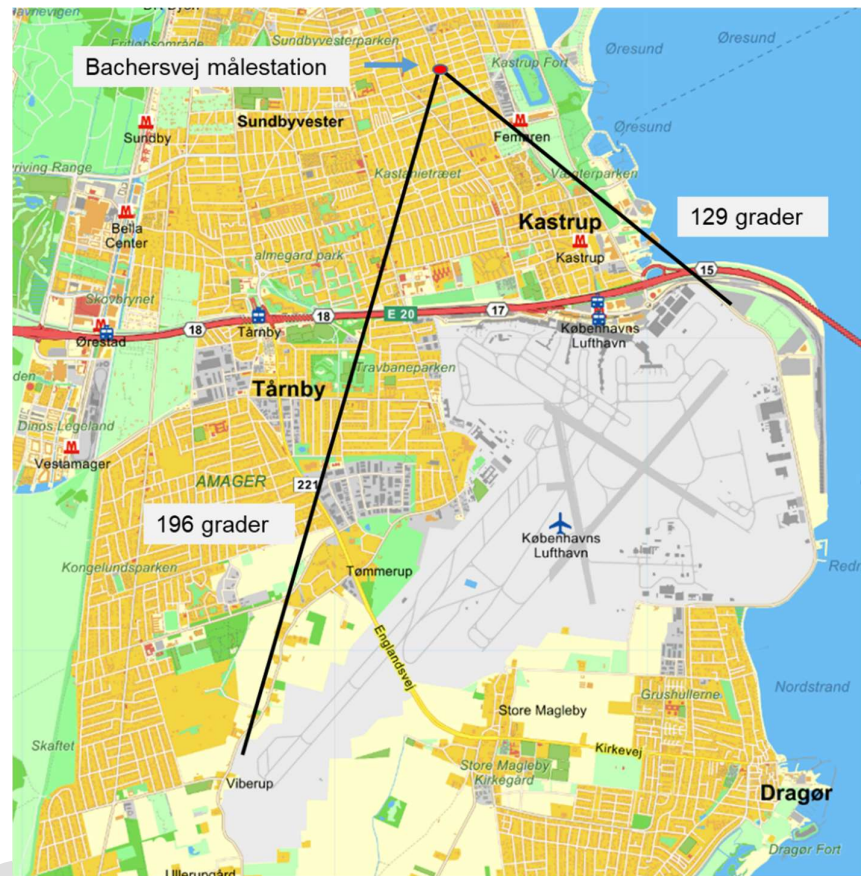
Figur 5.1 viser tilsvarende grafer for de målte timemiddelværdier af kvælstofdioxid og black carbon ved målestationen på Backersvej (miderste og nederste venstre grafer). Begge luftforureningskomponenter udledes i forbindelse med forbrændingsprocesser. Hovedparten af kvælstofdioxid stammer i byerne fra vejtrafik og hovedparten af black carbon stammer fra vejtrafik og brændefyring. For begge luftforureningskomponenter ses et mere ensartet niveau for timemiddelværdierne ved de forskellige vindretninger, og der ses ingen forhøjede niveauer af timemiddelværdierne, når vindretningerne kommer fra lufthavnsområdet. Forskellene mellem resultaterne for ultrafine partikler, kvælstofdioxid og black carbon underbygger, at de høje niveauer af ultrafine partikler, som måles, når vinden

kommer fra lufthavnsområdet, stammer fra udledningerne i lufthavnen og ikke kommer fra nærliggende brændeovne eller vejtrafik.

De tre højre grafer i Figur 5.1 viser timemiddelværdier for ultrafine partikler, kvælstofdioxid og black carbon målt om natten mellem kl 1:00 og 6:00. For dette tidspunkt af døgnet måles der væsentligt lavere partikelantal, og der ses ikke væsentligt forhøjede niveauer i forbindelse med vindretninger fra lufthavnen, dog med en svag tendens til at de højeste værdier i tidsrummet 1:00 - 6:00 ligger i vindretningssektoren fra lufthavnen. Denne observation er i overensstemmelse med, at antallet af flystart og -landinger er meget lavt på dette tidspunkt af natten.



Figur 5.1. Timemiddelværdier for partikelantal (partikler per cm^3) og luftkoncentrationer af kvælstofdioxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) og black carbon (ng/m^3) målt ved målestationen på Backersvej i perioden fra 19. september 2022 til 19. september 2023 (Københavns Kommune, 2023). Timemiddelværdierne er vist som funktion af timemiddelværdien for vindretning målt ved lufthavnen af DMI. De tre grafer til venstre viser timemiddelværdier for hele døgnet, mens de tre højre grafer viser timemiddelværdier mellem kl. 1:00 og 6:00, hvor der er meget lidt flytrafik. Graferne viser to sorte stiplede linjer ved 129 og 196 grader. Vindretninger mellem de to sorte stiplede linjer er de vindretninger, hvor luften passerer lufthavnsområdet inden luften ankommer til målestationen på Backersvej. De målte værdier er ikke fuldt kvalitetssikrede.



Figur 5.2. Kort med angivelse af placeringen af Københavns Kommunes målestation på Backersvej samt angivelse af de vindretninger, hvor luften blæser fra lufthavnsområdet op til målestationen.

Målingerne ved Københavns Kommunes målestation på Backersvej viser, at i 2,2 km afstand fra lufthavnsområdet ses væsentligt forhøjede værdier af antallet af ultrafine partikler, som med stor sandsynlighed kan tilskrives udledningerne fra lufthavnen. Resultaterne fra målestationen på Bachervej er dermed på linje med konklusionen fra de foreløbige målinger med DCE's målebil, som viser, at udledninger af ultrafine partikler i lufthavnen fører til væsentligt forhøjede partikelantal i området omkring lufthavnen.

Konklusionerne om effekten af lufthavnens aktiviteter på luftkvaliteten for ultrafine partikler ved målestationen på Backersvej er baseret på offentligt tilgængelige data fra Københavns Kommune, som ikke er fuldt kvalitetssikrede. Derfor tages der forbehold for, at der vil kunne komme justeringer i måledata i forbindelse med den endelige kvalitetssikring.

Resultaterne fra målestationen på Backersvej er ikke unikke i den forstand, da tilsvarende forhøjede niveauer af ultrafine partikler er blevet målt ved lufthavnen i Wien i Østrig. Siden 2020 er der gennemført overvågning af luftkvalitet på to målestationer henholdsvis 800 m og 2.5 km fra lufthavnen i Wien (Buxbaum et al., 2023). Ved begge

målestationer måles meget høje halvtimesmiddelværdier for antallet af ultrafine partikler (op til mere end 100.000 partikler per cm^3), når vinden kommer direkte fra lufthavnen. Årsmiddelværdierne på de to målestationer ligger også højere end inde i Wien, hvilket navnlig er tydeligt ved målestationen, som ligger 800 m fra lufthavnen i et landligt område. Her blev den årlige middelværdi målt på 15.000 partikler per cm^3 . Antallet af ultrafine partikler korrelerer med antallet af flystart og -landinger. Endvidere observerer Buxbaum et al., (2023) ikke en god korrelation til koncentrationerne af kvælstofoxider, hvilket viser, at de væsentligste kilder til ultrafine partikler og kvælstofoxider er forskellige. Målingerne ved lufthavnen i Wien giver dermed samme billede, som observeres ved lufthavnen i København.

UDKAST

6 Det videre arbejde i DCE's måleprojekt

Dette notat giver en status over resultaterne fra DCE's måleprojekt omkring lufthavnen på et tidspunkt, hvor omkring halvdelen af kørslerne med DCE's målebil er gennemført. I det videre arbejde vil der være fokus på følgende punkter:

- På nuværende tidspunkt er omkring halvdelen af de planlagte kørsler gennemført. At der ikke er gennemført flere kørsler skyldes et omfattende nedbrud af måleudstyr. For at nå op på et tilstrækkeligt antal kørsler vil der i resten af måleperioden så vidt muligt blive gennemført to ugentlige kørsler.
- De i notatet præsenterede dataanalyser vil blive opdateret med anvendelse af alle de gennemførte og kvalitetssikrede måleresultater.
- Ud fra de mange målinger beregnes et estimat for det årlige gennemsnitlige antal ultrafine partikler i området omkring lufthavnen. Da lufthavnen er placeret ud mod kysten på den østlige del af Amager, vil lufthavnens påvirkning af lokalområdet omkring lufthavnen være meget afhængig af de meteorologiske forhold. Til eksempel vil udledninger fra selve lufthavnen ikke give nævneværdig påvirkning af lokalområdet, når vinden kommer fra vest, mens der vil være stor påvirkning når vinden kommer fra øst. Derfor vil måleresultaterne fra den enkelte måledag blive vægtet, så de meteorologiske forhold på kørselstidspunktet tages med i betragtning, og der tages hensyn til de årlige gennemsnitlige meteorologiske forhold.
- Det vil blive undersøgt, om måledata kan anvendes til at vurdere, om anvendelsen af tværbanen giver anledning til særligt stor belastning med ultrafine partikler.
- Der vil blive udarbejdet et kort, som kan give et estimat af den geografiske fordeling af ultrafine partikler i området omkring lufthavnen.
- Målingerne med målebilen vil blive sammenholdt med målinger af ultrafine partikler ved Københavns Kommunes målestation på Backersvej.
- På selve lufthavnsområdet har Københavns Lufthavn gennem en længere årrække målt antallet af ultrafine partikler på to faste målestationer, hvoraf den ene er placeret i den vestlige udkant af forpladsen. Disse måleserier er relevante i forbindelse med sammenligning mellem niveauerne for ultrafine partikler omkring lufthavnen og niveauerne målt i det nationale overvågningsprogram. Det har ikke været muligt at inddrage resultaterne fra disse to målestationer i forbindelse med udarbejdelse af statusnotatet, men resultaterne vil blive inddraget i forbindelse med udarbejdelse af den endelige rapport fra måleprojektet.

- Resultater og konklusioner fra DCE's måleprojekt vil blive suppleret med resultater fra internationale studier af spredning af ultrafine partikler fra lufthavne.

UDKAST

7 Referencer

Buxbaum, I., Nagl, C. & Spangl, W. 2023: UFP-messungen Flughafen Wien, Messergebnisse 2022, Umweltbundesamt, Wien, Österreich, Report Rep-0870.

Ellermann, T., Khan, J., Ketzel, M., Jensen, S.S. & Hertel, O. 2021. Air View Data on the spatial distribution of air pollution in Copenhagen. Aarhus University, DCE - Danish Centre for Environment and Energy, 27s. – Scientific note no. 2021 | 40 https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2021/N2021_40.pdf

Ellermann, T., Nordstrøm, C., Massling, A. & Sørensen, M. B. 2023: Status for måling af luftkvalitet i 2022. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 26 s. - Teknisk rapport nr. 279.

Jensen, S.S., Ketzel, M., Khan, J., Valencia, V.H., Brandt, J., Christensen, J.H., Frohn, L.M., Nielsen, O.-K. Plejdrup, M.S., Ellermann, T. (2021): Luften på din vej 2.0. DCE-Nationalt Center for Miljø og Energi, 62 s. - Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 445, <http://dce2.au.dk/pub/SR445.pdf>

Københavns Kommune 2023: [Backersvej/Formosavej målestation | Er luften sund i Københavns Kommune? \(kk.dk\)](#)

WHO, 2021: WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva: World Health Organization; 2021. Licence: [CC BY-NC-SA 3.0 IGO](#). <https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228>