



## Notat

### Sundhed og Luftforurening 2023 - Årsrapport, årlig udtalelse fra ekspertgruppe 2023 samt årlig afrapportering af data for indsatsen "Øget viden om de sundhedsskadelige virkninger af luftforurening i København"

#### Resumé

Som led i indsatsen *Øget viden om sundhedsskadelige virkninger af luftforurening i København* forelægges Sundheds- og Omsorgsudvalget samt Teknik- og Miljøudvalget årligt en årsrapport om luftforurening ledsaget af en ekspertgruppes årlige udtalelse. Forelæggelsen omhandler også afrapportering af data fra de kommunale luftmålestationer. Årsrapport 2023 er den sidste i rækken af fem rapporter, da indsatsen er afsluttet ved udgangen af 2023.

#### Sagsfremstilling

Med Budget 2019 (BR 4. oktober 2018) (A, B, C F, I, O og V) blev der afsat 14,3 mio. kr. i 2019-2022 til indsatsen *Øget viden om sundhedsskadelige virkninger af luftforurening i København*. Indsatsen er forankret i Sundheds- og Omsorgsforvaltningen og løses med inddragelse af og bidrag fra Teknik- og Miljøforvaltningen. Med Budget 2021 (BR 1. oktober 2020) (A, B, C, F, O, V og Fremad) blev der desuden afsat 1,4 mio. kr. til videreførelse af indsatsen til og med 2023.

Indsatsen har haft til formål at skabe mere viden om de sundhedsskadelige effekter af luftforurening i København. Som led i indsatsen har Sundheds- og Omsorgsforvaltningen årligt udarbejdet en rapport om sundhed og luftforurening i København. Årsrapporten for sundhed og luftforurening 2023 er den sidste i rækken af fem årsrapporter. Der har samtidig parallelt hermed været nedsat en ekspertgruppe med viden inden for sundhed og luftforurening. Ekspertgruppen ophørte med udgangen af 2023, og den årlige udtalelse i 2023 er derfor den sidste.

Som led i indsatsen blev der opsat fem målestationer af FORCE Technology efter opdrag fra Teknik- og Miljøforvaltningen, som måler PM<sub>2,5</sub> (fine partikler), PM<sub>10</sub> (grove partikler), NO<sub>2</sub>, Black Carbon (BC) og ultrafine partikler. FORCE Technology har årligt udarbejdet en afrapportering på baggrund af data fra de fem kommunale målestationer. Med Budget 2024 (BR 5. oktober 2023) (A, C, F, B, V, I og O) blev der afsat 4,3 mio. kr. til videreførelse af tre af de kommunale målestationer på Backersvej, Folehaven og Hillerødgade fra 2024-2027.

Teknik- og Miljøudvalget orienteres nedenfor om:

30-04-2024

Sagsnummer i F2  
2024 - 5092

Dokumentnummer i F2  
129338

Sagsnummer i eDoc  
2024-0085471

Mobilitet, Klimatilpasning og Byvedligehold

Islands Brygge 37  
2300 København S

EAN-nummer  
5798009809452

- Årsrapport 2023 - Sundhed og luftforurening i København, jf. bilag 1
- Ekspertgruppens årlige udtalelse 2023, jf. bilag 2
- Overvågning af luftkvalitet i Københavns Kommune - årlig af-rapportering for 2023 udarbejdet af FORCE Technology, jf. bi-lag 3.

### *Årsrapport 2023*

Årsrapporten 2023 er udarbejdet af Sundheds- og Omsorgsforvaltningen.

Årsrapporten 2023 opsummerer de analyser og den viden, der er blevet genereret siden indsatsens begyndelse i 2019.

Dette omfatter bl.a. en analyse om sammenhængen mellem luftforurening og COVID-19. Konklusionen var, at langtidseksponering for luftforurening var forbundet med en øget risiko for at få COVID-19, og at der især hos ældre var en risiko for et alvorligere sygdomsforløb med hospitalsindlæggelser og dødsfald.

Analyser har vist, at lokale kilder udgør 10 pct. af de for tidlige dødsfald i København som følge af luftforurening, mens kilder i udlandet og omkringliggende kommuner udgør omkring 90 pct. af disse dødsfald. Luftforureningen i København vurderes i 2019 at være årsag til 440 for tidlige dødsfald, svarende til 12 % af alle dødsfald i København. I samme periode var der over 400.000 sygedage blandt københavnere og omtrent 400 hospitalsindlæggelser på grund af åndedrætsbesvær forårsaget af luftforurening.

Der kan også nævnes to analyser om konsekvenser af korttidseksponering for luftforurening. Den ene viste, at denne eksponering kan have sundhedskonsekvenser såsom akutte gener i luftvejene, især hos borgere med kronisk lungesygdom som astma eller KOL. Den anden analyse fandt, at bilister er særligt udsatte for høje niveauer af luftforurening i modsætning til fodgængere, der generelt oplever lavere eksponering.

Derudover er der udarbejdet en analyse om københavnernes boligmiljø og indendørs luftforurening. Rapporten viser, at københavnere er blevet dårligere til at bruge de udluftningsmuligheder, der er i hjemmet, og at de generes af temperaturer, støj fra trafikken mv. Disse udfordringer kan have konsekvenser for københavnernes sundhed i form af bl.a. hovedpine, søvnbesvær og koncentrationsbesvær.

I årsrapporten beskrives det derudover, at WHO i deres rapport fra 2021 kategoriserer luftforurening som den største miljømæssige risikofaktor for menneskers sundhed, og luftforurening er skyld i omkring 300.000 for tidlige dødsfald i EU om året.

### *Ekspertgruppens årlige udtalelse 2023*

Ekspertgruppen gør i udtalelsen opmærksom på, at alle borgere i Københavns Kommune dagligt påvirkes af luftforurening, om end der er tidspunkter i menneskers liv, man er mere sårbar end andre. Ekspertgruppen understreger, at fysisk aktivitet generelt opvejer negative effekter ved eksponering for sundhedsskadelig luftforurening.

Ekspertgruppen betoner, at de primære lokale kilder til udendørs luftforurening i Københavns kommune stadig er udledning fra vejtrafik og brændeovne, hvilket det også var, da indsatsen begyndte i 2019.

Derudover fremhæver ekspertgruppen, hvordan klimaforandringer, luftforurening og sundhed hænger sammen. Her nævnes det bl.a., at der vil være mindre luftforurening i byen, når brugen af fossile brændsler mindskes.

Ekspertgruppen understreger i slutningen af deres udtalelse, at Københavns Kommune ikke alene kan nedbringe luftforurening i byen ved lokale tiltag. Derfor anbefaler ekspertgruppen, at Københavns Kommune indgår dialog og virke med andre kommuner i københavnsområdet.

Ekspertgruppen takker Københavns Kommune for gennem fem år at have prioriteret en af de største risikofaktorer for danskernes sundhed. Arbejdet i gruppen har ført til øget dialog og flere faglige drøftelser af aktuelle emner på området så som betydningen af partikelforurening fra brændefyring i private hjem, indendørs luftforurening og konsekvenser af mulig luftforurening fra Københavns Lufthavn. Samtidig har samarbejdet været med til at styrke forskningen på området ved udarbejdelse af flere eksterne rapporter og muligheden for at anvende data fra de kommunalt etablerede luftmålestationer.

#### *Årlig afrapportering af data for 2023*

Københavns Kommune har i Kommuneplan 2019 besluttet, at luftkvaliteten i København skal leve op til WHO's retningslinjer for god luftkvalitet. Derudover skal luftkvaliteten i Danmark overholde EU's grænseværdier fastsat i luftkvalitetsdirektivet. Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE) ved Aarhus Universitet overvåger luftkvaliteten i henhold til EU's luftkvalitetsdirektiv på vegne af Miljøstyrelsen.

Den årlige afrapportering af data fra de kommunale luftmålestationer viser, at luftkvaliteten i København ikke lever op til WHO's retningslinjer for  $PM_{2,5}$  og  $NO_2$  som årsmiddelværdier med undtagelse af målestationen på Backersvej fsva.  $NO_2$ . Luftkvaliteten lever heller ikke op til WHO's retningslinjer for god luftkvalitet for  $PM_{2,5}$  eller  $NO_2$  som døgnmiddelværdier. EU's grænseværdier for  $PM_{2,5}$  og  $NO_2$  som både årsmiddelværdier og døgnmiddelværdier er overholdt på alle fem målestationer.

De kommunale luftmålestationer måler også  $PM_{10}$ . Disse målinger er ikke inkluderet i den årlige afrapportering, da nogle begrænsninger for målingerne af  $PM_{10}$  blev identificeret i 2023. Disse begrænsninger er udbedret, men der kræves yderligere analyse i 2024 for at validere målingerne. I den årlige afrapportering af data for 2024 vil validerede målinger af  $PM_{10}$  for 2024 samt efterkorrigerede målinger for den foregående måleperiode (2020-2023) indgå.

I perioden 2020-2023 ses overordnede faldende niveauer af luftforureningen fra  $PM_{2,5}$ ,  $NO_2$  og Black Carbon på alle fem målestationer. Dette kan skyldes kommunale initiativer, men også nationale initiativer og potentielt en lavere udledning af  $PM_{2,5}$  fra udlandet. I Københavns Kommune har der været en ændring i bl.a. udledningen fra vejtransport som følge af skærpede miljøzonekrav samt øget elektrificering af trafikken. Der er generelt sket en forbedring af køretøjerne, hvilket indbefatter flere eldrevne køretøjer på vejene, men ligeledes har flere køretøjer fået partikelfiltre. Derudover har der været en generel forbedring af

forbrænding i forbindelse med opvarmning af boliger. Niveauerne for ultrafine partikler er faldet på nogle målestationer og steget på andre.

### **Politisk handlerum**

Der er ikke noget politisk handlerum, da indsatsen *Øget viden om sundhedsskadelige virkninger af luftforurening i København* er afsluttet med udgangen af 2023. Det skal i forlængelse bemærkes, at der med vedtagelsen af Budget 2024 er bevilliget midler til nye indsatser mod luftforurening i byen i perioden 2024 til 2027, jf. videre proces.

### **Videre proces**

Når Teknik- og Miljøudvalget er orienteret, er indsatsen *Øget viden om de sundhedsskadelige virkninger af luftforurening i København* afsluttet. Der er fra 2024 bevilliget midler til indsatser mod luftforurening i byen 2024-2027, hvor Teknik- og Miljøforvaltningen og Sundheds- og Omsorgsforvaltningen bl.a. skal udvikle et prognosesystem for luftforurening samt system til varsling af særligt sårbare borgere. Derudover videreføres tre af de kommunale målestationer Backersvej, Folehaven og Hillerødgade fra 2024-2027. Der er derudover bevilget 2,1 mio. kr. til Sundheds- og Omsorgsforvaltningen i perioden 2024-2027 til analyser om sundhed og luftforurening. I 2024 forventes midlerne bl.a. anvendt til opdatering af et litteraturstudie og studie, der fokuserer på sundhedskonsekvenserne af luftforurening på gadeniveau for cyklister og fodgængere.

En lignende sag forelægges Sundheds- og Omsorgsudvalget den 2. maj 2024.

Peter Højer  
Vicedirektør





# Ekspertgruppens årlige udtalelse

2023



*Ekspertgruppens årlige udtalelse 2023 er sammenfattet af formand for ekspertgruppen, professor og direktør Morten Grønbæk på baggrund af drøftelser i ekspertgruppen.*

### **Introduktion**

Københavns Kommunes ekspertgruppe for sundhed og luftforurening mødtes første gang i juni 2019. Ekspertgruppen samlede de største kapaciteter på området for luftforurening og sundhed i Danmark, og har over årene bidraget med adskillige anbefalinger til Københavns Kommune. Anbefalingerne findes på <https://erluftensund.kk.dk/>. Ekspertgruppen blev løbende udvidet, hvilket understreger det faglige engagement i en vigtig dagsorden, der kæder miljø og sundhed sammen.

Ekspertgruppen for sundhed og luftforurening ophørte ved udgangen af 2023. Denne årlige udtalelse er dermed et tilbageblik over de emner og temaer, som gruppen har arbejdet med og drøftet siden gruppens begyndelse i 2019.

***“Air pollution is one of the biggest environmental threats to human health, alongside climate change.”***

WHO, 2021

## **Om ekspertgruppen**

Ekspertgruppen blev nedsat af Københavns Kommune i 2019 for at bidrage med øget viden om de sundhedsmæssige konsekvenser af luftforurening i København.

### **Ekspertgruppens medlemmer**

- Professor og direktør Morten Grønbæk (forperson), Center for Sundt Liv og Trivsel, direktør Syddansk Universitet, fhv. direktør for Statens Institut for Folkesundhed
- Professor Annette Kjær Ersbøll, Syddansk Universitet, Statens Institut for Folkesundhed
- Seniorforsker Thomas Ellermann, Aarhus Universitet, Institut for Miljøvidenskab – Atmosfærisk Modelling
- Professor Torben Sigsgaard, Aarhus Universitet, Institut for Folkesundhed – Miljø, Arbejde og Sundhed
- Seniorforsker Steen Solvang Jensen, Aarhus Universitet, Institut for Miljøvidenskab – Atmosfærisk Modelling
- Professor Ole Hertel, Aarhus Universitet, Institut for Miljøvidenskab – Atmosfærisk Modelling
- Professor Ole Raaschou-Nielsen, Kræftens Bekæmpelse, Center for Kræftforskning
- Professor Ulla Vogel, Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø
- Professor Zorana Jovanovic Andersen, Københavns Universitet, Institut for Folkesundhedsvidenskab
- Lektor Marie Pedersen, Københavns Universitet, Institut for Folkesundhedsvidenskab
- Professor Steffen Loft, Københavns Universitet, Institut for Folkesundhedsvidenskab
- Lektor Teis Nørgaard Mikkelsen, Danmarks Tekniske Universitet, Institut for Miljø- og Ressourceteknologi
- Professor Geo Clausen, Danmarks Tekniske Universitet, Institut for Miljø- og Ressourceteknologi
- Sekretariatsleder Kåre Press-Kristensen, Rådet for Godt Indeklima







### **Alle påvirkes af luftforurening**

Borgernes sundhed har haft ekspertgruppens bevågenhed gennem de seneste fem års samarbejde med Københavns Kommune. Det gælder især borgere, der på forskellig vis er særligt sårbare overfor luftforurening.

### **“Ingen personer i Danmark lever uden luftforurening.”**

Sundhedsstyrelsen, 2023

Alle borgere vil i løbet af deres liv være sårbare overfor luftforurening. Der er perioder i livet, hvor sundhedskonsekvenser af luftforurening kan have en større skadelig betydning for den enkelte. Det gælder bl.a. for børn, gravide (og fostre) samt ældre og borgere med kronisk sygdom. Særligt i disse tidsvinduer bør der være opmærksomhed på luftforurening ude såvel som inde.

### **Nye tiltag har givet nye muligheder for kommuner**

Da arbejdet i ekspertgruppen begyndte, vidste vi, at de primære lokale kilder til udendørs luftforurening i Københavns Kommune var udledning fra vejtrafik og brændeovne. Dette gør sig stadig gældende her fem år senere, til trods for flere statslige- og kommunale tiltag bl.a. i form af Miljøzonen i København og en lovændring, der har gjort det muligt for kommuner at udfase ældre brændeovne i områder med kollektiv varmforsyning. Et lovforslag, der vil gøre det muligt for kommuner at indføre nulemissionszoner og dermed mindske forureningen fra fossil vejtrafik, forventes vedtaget i efteråret 2024.

### **Luftforurening med ultrafine partikler**

Et emne, som ekspertgruppen har drøftet ad flere omgange, er luftforurening med ultrafine partikler og sundhedskonsekvenser heraf. På nuværende tidspunkt er der ikke tilstrækkelig viden om sundhedskonsekvenser af ultrafine partikler til, at Verdenssundhedsorganisationen (WHO) har fastsat specifikke retningslinjer herfor.

Dog er der mere viden om sundhedskonsekvenser af ultrafine partikler på vej, og studier peger på, at ultrafine partikler kan forårsage en række sygdomme og lidelser. Det er derfor et af de områder, som følges tæt af forskningsmiljøer rundt omkring i Danmark og internationalt.

Forskning i luftforurening med ultrafine partikler er også et område, hvor de danske universitetsmiljøer er stærke internationalt. Københavns Kommune har bidraget til området bl.a. ved at måle og offentliggøre niveauer af ultrafine partikler i udendørs luft målt på kommunale luftmålestationer.

### **Sundhedsskadelige sodpartikler (Black Carbon)**

I 2020 estimerede DCE ved Aarhus Universitet med en følsomhedsberegning, at sodpartikler (Black Carbon) potentielt kan være en særlig sundhedsskadelig komponent af fine partikler ( $PM_{2,5}$ ). Lokale kilder som vejtrafik og brændefyring bidrager til højere niveauer af sodpartikler (Black Carbon) i København end i de generelle niveauer af fine partikler ( $PM_{2,5}$ ) i Danmark. Ekspertgruppen foreslår derfor, at der fremadrettet er fokus på yderligere lokale tiltag med henblik på at reducere udledningen af sodpartikler (Black Carbon).

### **Luftforurening fra Københavns Lufthavn**

I 2023 har der været øget fokus på sundhedsskadelig luftforurening fra Københavns Lufthavn bl.a. fra borgere bosat i umiddelbar nærhed af lufthavnen, som har oplevet stærke lugtgener fra flybrændstof. Derudover har Københavns Kommunes luftmålestation på Backersvej (ca. to kilometer fra lufthavnen) over en periode vist forhøjede niveauer af partikelforurening, ligesom DCE ved Aarhus Universitet også peger på forhøjede niveauer af ultrafine partikler ved og omkring Københavns Lufthavn. Der er dog endnu ikke foretaget undersøgelser af, hvor sundhedsskadeligt det er at bo tæt på en lufthavn sammenlignet med andre lokationer.

I forlængelse heraf er det vigtigt at bemærke, at positive helbredseffekter ved fysisk aktivitet generelt opvejer negative effekter ved eksponering for sundhedsskadelig luftforurening. Ekspertgruppen ønsker bl.a. at opfordre til, at der kommer mere data om luftforureningen i Danmark, øget videndeling mellem kommuner samt yderligere forskning i de sundhedsskadelige effekter af luftforurening, herunder forskning i de sundhedsskadelige effekter af at bo tæt på Københavns Lufthavn.

### Indendørs luftforurening

Ud over udendørs luftforurening har ekspertgruppen over de seneste fem år været optaget af indendørs luftforurening og indeklima. Det har dels været for at gøre opmærksom på, at der bør skabes mere viden om emnet, men også for, at borgere selv kan gøre en aktiv indsats for at forbedre indeklimaet i de københavnske boliger, fx ved at mindske brug af stearinlys og huske udsugning i køkken og på badeværelse. Det har bl.a. medført, at Statens Institut for Folkesundhed ved Syddansk Universitet, har udarbejdet en rapport om boligmiljø og miljøfaktorer i København, som bl.a. omhandler en beskrivelse af oplevede gener fra vejtrafik og naborøg.

### Nye europæiske grænseværdier og styrket samarbejde

Endnu et tema, som blev drøftet, og har skabt engagement i ekspertgruppen, var de nye retningslinjer for luftforurening fastsat af WHO i efteråret 2021. En arbejdsgruppe under ekspertgruppen har således haft ekstra fokus på denne udgivelse – og bakkede op, da der blev inviteret til konference herom hos Ingeniørforeningen, IDA afholdt af IDA Grøn Teknologi, Københavns Universitet og Challenge-programmet Dataforgood.science, Rådet for Grøn Omstilling i tæt samarbejde med IDA Miljø.

*“Major health benefits are expected to be achieved when ambient air pollution levels are reduced widely, following implementation of the guidelines at a global scale.”*

WHO, 2021

Ekspertgruppen taler for, at EU's grænseværdier bør være på niveau med WHO's retningslinjer. Til trods for at sundhedsmæssige konsekvenser af fx ultrafine partikler og Black Carbon endnu ikke er fuldt kortlagt, mener ekspertgruppen, at der kan fastsættes europæiske grænseværdier herfor. Der kan alternativt, som et minimum, udarbejdes grænseværdier ud fra et forsigtighedsprincip om at beskytte borgere mest muligt, idet al udendørs luftforurening som bekendt er sundhedsskadeligt og påvirker alle uanset alder.

I København er det ikke muligt at få nedbragt luftforurening alene ved lokale tiltag, da størstedelen af den sundhedsskadelige luftforurening kommer fra omkringliggende lande. Hvis luftforurening skal nedbringes i København, kræver det et styrket samarbejde på tværs af lande omkring Øresund og Østersøen samt det øvrige Europa. De europæiske grænseværdier skal sænkes, således at alle lande udleder færre luftforurenende stoffer og dermed mindsker luftforureningen. Danmarks nabolande bidrager til luftforurening i københavnsområdet – ligesom at Danmark bidrager til luftforurening i fx Malmø og det sydlige Sverige. Det er derfor en fælles, mellemstatslig opgave at nedbringe sundhedsskadelig luftforurening.

### Klimaforandringer, luftforurening og sundhed hænger sammen

Et sidste emne, som ekspertgruppen gennem årene har berørt på forskellig vis, er sammenhænge mellem klimaområdet og området for luftforurening. FN peger bl.a. på den såkaldte tredobbelte planetære krise, der består af klodens klimaforandringer, tab af natur og biodiversitet verden over og en tiltagende forurening, herunder luftforurening, der kan tilskrives tusindvis af dødsfald over hele verden<sup>1</sup>.

Klimaforandringer, luftforurening og sundhed hænger således uløseligt sammen på flere forskellige måder – både når det kommer til sammenvævede problemer og sammenfaldende løsninger. Fx er der mindre luftforurening, når brugen af fossile brændsler mindskes. Ligesom sundhedskonsekvenser, der kobles til temperaturstigninger verden over, forværes af sundhedsskadelig luftforurening. Tilsvarende er flere træer og øget naturforekomst i tætbefolkede byområder med til at mindske varmeeffekten samt eksponeringen for sundhedsskadelig luftforurening. Overordnet set er der et uudnyttet potentiale for at samtænke hensyn til klima, natur og folkesundhed – både globalt og lokalt. Denne mulighed kan udnyttes af en metropol som København.

---

<sup>1</sup> UNFCCC (2022), What is the Triple Planetary Crisis?  
<https://unfccc.int/news/what-is-the-triple-planetary-crisis>

### **Der er stadig arbejde, der skal gøres**

Ekspertgruppen har udover at bidrage med konkrete anbefalinger til initiativer og indsatser med en positiv betydning for københavnernes sundhed, også bidraget med at skabe ny viden og et stærkt fagligt netværk. Ekspertgruppens samarbejde med Københavns Kommune har haft stor betydning og bidraget til, at sundhedsmæssige konsekvenser af luftforurening er blevet endnu mere tydelig på den nationale dagsorden, hvilket er et vigtigt skridt i den rigtige retning.

Ekspertgruppen er *“ærgelige over, at det fælles arbejde i ekspertgruppen ikke kan fortsætte”*. Det skyldes dels, at arbejdet har givet mulighed for drøftelser og diskussioner af forskellige fagområder imellem, men også at der stadig er meget arbejde, der skal gøres for at mindske den sundhedsskadelige luftforurening i Københavns Kommune. Ekspertgruppen vil derfor anbefale Københavns Kommune at fortsætte det gode arbejde med spændende projekter og samarbejder.

### **Tak for samarbejdet**

Ekspertgruppen takker Københavns Kommune for gennem fem år at have prioriteret en af de største risikofaktorer for danskernes sundhed. Samarbejdet med Københavns Kommune har givet mulighed for øget dialog og flere faglige drøftelser af aktuelle emner på området for sundhed og luftforurening, fx betydning af partikelforurening fra brændefyring i private hjem, indendørs luftforurening og konsekvenser af mulig luftforurening fra Københavns Lufthavn. Samtidig har samarbejdet været med til at styrke forskningen på området ved udarbejdelse af flere eksterne rapporter og muligheden for at anvende data fra de kommunalt etablerede luftmålestationer.







**FORCE Technology**

9. april 2024

# Overvågning af luftkvalitet i Københavns Kommune

## Årlig afrapportering for 2023





[tom side]

Indholdsfortegnelse:

Resumé.....	4
Summary in English.....	6
1 Indledning .....	8
2 Forkortelser .....	9
3 Måleprogram og metoder.....	9
3.1 Datapræsentation på hjemmeside .....	9
3.2 Beskrivelse af målestationer.....	9
3.3 Forureningsparametre .....	11
3.4 Grænseværdier .....	12
3.5 Målemetoder.....	13
4 Måleresultater .....	14
4.1 NO <sub>2</sub> .....	14
4.2 Partikulær masse, PM <sub>2,5</sub> .....	18
4.3 Partikelantal, PN.....	21
4.4 Black Carbon, BC.....	23
5 Variationer i luftkvalitet.....	26
5.1 Luftkvaliteten på hverdage.....	26
5.2 Sammenstilling af døgnvariationer .....	28
5.3 Episoder med forhøjede niveauer af PN .....	30
Bilag A Målemetoder.....	32
NO <sub>x</sub> (NO og NO <sub>2</sub> ) .....	32
Partikulær masse (svævestøv), PM <sub>2,5</sub> og PM <sub>10</sub> .....	32
Partikelantal, PN .....	33
Black Carbon, BC .....	33
Bilag B Datakvalitet og datafangst .....	34
Bilag C Timemiddelværdier for NO <sub>2</sub> , PM <sub>2,5</sub> , PN og BC .....	35
Bilag D Kontaktinformation .....	39
Om FORCE Technology .....	39
Medarbejdere .....	39

## Resumé

Denne rapport præsenterer luftkvalitetsmålinger udført i 2023 på fem målestationer i Københavns Kommune. Teknik- og Miljøforvaltningen og Sundheds- og Omsorgsforvaltningen i Københavns Kommune ønsker med luftkvalitetsmålingerne at indhente ny viden med henblik på at vurdere de sundhedsskadelige virkninger af luftforureningen i kommunen.

Målestationerne blev installeret i august/september 2020 på Krügersgade, Sørtorvet, Folehaven, Hillerødgade og Backersvej. Placeringen af målestationerne er valgt med henblik på at opnå mest mulig viden om

- luftforurening fra vejtrafik.
- luftforurening fra brændeovne.
- luftforurening, hvor flest færdes i København, og hvor det må formodes, at man bliver udsat for luftforurening.
- luftforurening, hvor der er tæt beboelse og flere institutioner.

Målinger af NO<sub>2</sub>, partikulær masse (PM<sub>2,5</sub>) og partikelantalskoncentrationer (PN) blev udført på alle fem målestationer, mens målinger af Black Carbon (BC) blev udført på Folehaven og Backersvej. Målingerne af PM<sub>10</sub> undergår i 2024 nogle undersøgelser, og derfor er måleresultater for PM<sub>10</sub> ikke omfattet i denne årsrapport. Måleresultater for PM<sub>10</sub> vil for hele perioden fra målingernes start i 2020 blive inkluderet i afrapporteringen for 2024.

I Danmark er grænseværdier for luftkvaliteten i udeluft bestemt ved EU's luftkvalitetsdirektiver. Københavns Kommune har desuden fastlagt en ambition om i 2030 at overholde WHO's retningslinjer for PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub> og NO<sub>2</sub>, hvilke er markant strammere end EU's nuværende grænseværdier. Grænseværdier og retningslinjer kan enten have til formål at regulere årsmiddelmiddelmålinger eller regulere omfanget af perioder med stærkt forhøjede koncentrationer. Hverken EU eller WHO har fastsat grænseværdier eller retningslinjer for PN og BC.

Alle EU's grænseværdier for NO<sub>2</sub> og PM<sub>2,5</sub> var i 2023 overholdt på alle fem målestationer. WHO's retningslinjer for årsmiddelmålinger af NO<sub>2</sub> og PM<sub>2,5</sub> blev overskredet på alle fem målestationer, med undtagelse af årsmiddelmåling af NO<sub>2</sub> på Backersvej. WHO's retningslinjer for omfanget af forhøjede døgnmiddelmålinger af NO<sub>2</sub> og PM<sub>2,5</sub> blev overskredet på alle målestationerne. Resultaterne er opsummeret som oversigt i Tabel 1.

For måleperioden 2021-2023, hvor data fra hele kalenderår er tilgængelige, blev der gennemgående observeret betydelige reduktioner i årsmiddelmålinger af NO<sub>2</sub> samt antallet af døgn med forhøjede niveauer af NO<sub>2</sub> for de 4 målestationer, der er udsat for relativt høj trafikintensitet. For Backersvej har niveauerne for NO<sub>2</sub> ligget lavere og nær WHO's retningslinjer gennem alle tre kalenderår, og uden en helt så tydelig trend over tid. For måleperioden 2021 til 2023 blev der observeret markante reduktioner i årsmiddelmålinger af PM<sub>2,5</sub> samt antal døgn med forhøjede niveauer af PM<sub>2,5</sub> på alle fem målestationer.

Antalskoncentrationerne af partikler (PN) kan betragtes som et mål for ultrafine partikler (UFP). De højeste årsmiddelmålinger for PN blev observeret på Folehaven efterfulgt af Hillerødgade og Backersvej. Det er højst sandsynligt emissioner fra lokal vejgående trafik, der medfører de relativt højere niveauer af PN på Folehaven og Hillerødgade. På Backersvej er mønsteret anderledes, med en stærk kobling mellem forhøjede niveauer af PN og sydlige-sydøstlige vindretninger, hvilket højst sandsynligt til en vis grad kan tilskrives emissioner fra Københavns Lufthavn. For Krügersgade, Folehaven og Backersvej observeres for perioden 2021 til 2023 ikke nogen entydig overordnet trend i udviklingen for årsmiddelmålinger af PN. For Sørtorvet og Hillerødgade kan observeres en tendens mod lavere niveau af PN i størrelsesordenen 5-10% for perioden 2021-2023.

Årsgennemsnittet af Black Carbon (BC) var på Folehaven i 2023 højere end på Backersvej, hvilket til dels kan tilskrives den langt større trafikintensitet på Folehaven ift. Backersvej. For perioden 2021 til 2023 observeredes en betydelig reduktion i BC på Folehaven og en relativt mindre reduktion i BC på Backersvej. Dette indikerer, at der på gadeniveau fra 2021 til 2023 er sket målelige reduktioner i koncentrationerne af sodpartikler fra den lokale trafik.

Variationer i forureningsparametrene fordelt på ugedage understøtter, at niveauerne af NO<sub>2</sub>, PN og BC og i mindre grad PM<sub>2,5</sub> kan være koblet til den lokale trafikintensitet. Det er velkendt, at niveauet af PM<sub>2,5</sub> er stærkt koblet til langtransport. Dette understøttes af en markant korrelation mellem PM<sub>2,5</sub> målt på de forskellige målestationer.

Det kan opsummeres, at for luftkvalitetsparametrene NO<sub>2</sub>, PM<sub>2,5</sub> og BC observeredes betydelige reduktioner i perioden 2021-2023, særligt for lokationer eksponeret for høj lokal trafikintensitet. Dette skyldtes formentlig mindskede udledninger fra vejgående trafik i København. Det kan sandsynligvis også til dels tilskrives et lavere niveau af langtransporteret luftforurening til København, da mindskningerne i PM<sub>2,5</sub> indikerer mindre langtransport - i det mindste for den parameter. Det må forventes at luftkvaliteten i København forbedres yderligere i trafikerede områder i takt med at antallet af ældre og forurenende køretøjer mindskes.

Tabel 1. Oversigt over hvilke grænseværdier (EU) og retningslinjer (WHO) der blev hhv. overholdt (markeret med grønt) og ikke overholdt (markeret med rødt) for de fem målestationer i 2023. Kriterierne for grænseværdier og retningslinjer er beskrevet nærmere i afsnit 3.4.

	Parameter	Krügersgade	Søtorvet	Hillerødgade	Folehaven	Backersvej
EU	NO <sub>2</sub> (Timemiddelværdi)					
	NO <sub>2</sub> (Årsmiddelværdi)					
	PM <sub>2,5</sub> (Årsmiddelværdi)					
WHO	NO <sub>2</sub> (Døgnmiddelværdi)					
	NO <sub>2</sub> (Årsmiddelværdi)					
	PM <sub>2,5</sub> (Døgnmiddelværdi)					
	PM <sub>2,5</sub> (Årsmiddelværdi)					

## Summary in English

This report presents the results of air quality measurements performed in 2023 at five monitoring stations in Copenhagen. With the monitoring stations, the Copenhagen Municipality wishes to gain additional knowledge about the ambient air quality and potential health effects from air pollution in Copenhagen.

The monitoring stations are located at: Krügersgade, Sørtorvet, Folehaven, Hillerødgade and Backersvej. The monitoring stations have been placed with the objective to focus on the assessment of:

- Air pollution from road traffic.
- Air pollution from wood stoves.
- Air pollution in public areas where air pollution is expected to be elevated.
- Air pollution in areas with high-density housing.

Measurements of nitrogendioxide (NO<sub>2</sub>), particulate matter (PM<sub>2,5</sub>) and aerosol particle number concentration (PN) were carried out at all five monitoring stations, while Black Carbon (BC) was measured at Folehaven and Backersvej. Measurements of PM<sub>10</sub> is during 2024 undergoing some additional investigations before results from 2023 can be reported and therefore, the results of the PM<sub>10</sub> measurements are not included in this version of the 2023 annual report.

In Denmark, the limit values regarding ambient air quality are given by the European Union (EU) legislation. The World Health Organization (WHO) has introduced some lower guideline values regarding PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub> and NO<sub>2</sub>, and the Municipality of Copenhagen aims to meet those limit values in 2030. Limit values are either aimed towards regulation of annual averages, or alternatively aimed towards regulation of periods with elevated pollution levels. Neither EU nor WHO have introduced limit values for PN and BC.

The EU limit values were not exceeded for NO<sub>2</sub> and PM<sub>2,5</sub> during 2023. WHO's guidelines for the annual average concentrations of NO<sub>2</sub> and PM<sub>2,5</sub> were exceeded at all monitoring stations, with the exception of NO<sub>2</sub> at Backersvej. WHO's guidelines for the number of days with elevated pollution levels of NO<sub>2</sub> and PM<sub>2,5</sub> were exceeded at all monitoring stations. An overview of the results' compliance with EU's limit values and WHO's guidelines is presented in Tabel 1 in the Danish Summary above (Resumé).

For the measurement period 2021-2023 data from entire years are available. During that period, significant reductions in annual averages of NO<sub>2</sub> as well as the number of days with elevated levels of NO<sub>2</sub> have been observed for the four measurement stations exposed to relatively high local street traffic intensity. Backersvej is located in a residential area, and the levels of NO<sub>2</sub> have not changed significantly there, but the levels have been close to the WHO guidelines for the whole period. Significant reductions in annually averaged PM<sub>2,5</sub> as well as the number of days with elevated levels of PM<sub>2,5</sub> have been observed over the period 2021-2023 at all five measurement stations.

The particle number concentration (PN) can be considered a measure of the concentration of ultrafine particles (UFP). The highest annual averages of PN were measured at Folehaven followed by Hillerødgade and Backersvej. The relatively high PN levels at Folehaven and Hillerødgade are most likely linked to the relatively high traffic intensity close to those measurement stations. There is a different picture at Backersvej, where elevated levels of PN are strongly coupled to southerly and southeasterly wind directions. The Copenhagen Airport is located not too far from Backersvej in that wind sector, so it is likely that the elevated levels of PN occasionally observed at Backersvej at least in part can be attributed to emissions from the airport. At Krügersgade, Folehaven and Backersvej there is no clear trend in the PN levels over the period 2021-2023. At Sørtorvet and Hillerødgade a decreasing trend in PN at the order of 5-10% can be observed for the period 2021-2023.

The annual average of Black Carbon (BC) was in 2023 higher at Folehaven relative to Backersvej, which most likely was due to the significantly higher traffic intensity at Folehaven. For the period 2021-2023, a significant reduction in BC has been observed for Folehaven, while a more modest reduction was observed at Backersvej. Those observations indicate that emissions of soot particles from local traffic have decreased significantly.

Variations in the concentrations of the measured air quality parameters on weekdays support that the levels of NO<sub>2</sub>, PN and BC and to a lesser extent PM<sub>2,5</sub> can be coupled to the local traffic intensity. It is well-known that PM<sub>2,5</sub> in Copenhagen is strongly linked to long-range transport, which is supported by the pronounced correlation between PM<sub>2,5</sub> measured at the different stations.

It can be summarised, that for the air quality parameters NO<sub>2</sub>, PM<sub>2,5</sub> and BC significant reductions were observed over the period 2021-2023, which was particularly pronounced for the measurement stations exposed to relatively high local traffic intensity. The improvements in air quality were most likely due to reduced emissions from street-level traffic in Copenhagen. However, it could potentially in part be ascribed to less long-range transport of air pollution as indicated by the reductions in PM<sub>2,5</sub>. It is expected that the air quality in Copenhagen will improve further in areas with high traffic density as older and polluting vehicles are phased out.

## 1 Indledning

Denne rapport præsenterer luftkvalitetsmålinger udført af FORCE Technology for Københavns Kommune på fem målestationer i København. Teknik- og Miljøforvaltningen og Sundheds- og Omsorgsforvaltningen i Københavns Kommune ønsker med luftkvalitetsmålingerne at opnå øget viden om luftforurening og de deraf følgende sundhedsskadelige effekter.

Længerevarende såvel som kortvarig eksponering for forringet luftkvalitet kan medføre helbredseffekter. Derfor findes der to typer af grænseværdier for luftforureningsparametre, grænseværdier for langtidseksponering og grænseværdier for korttidseksponering. Grænseværdier relateret til luftkvalitet har derfor enten til formål at regulere årsmiddelværdier, eller til formål at regulere omfanget af timer eller døgn med markante forringelser i luftkvalitet<sup>1</sup>.

I tillæg til helbredseffekter, så kan visse typer af luftforurening påvirke miljø og klima negativt. Emissioner af fx NO<sub>x</sub> (NO + NO<sub>2</sub>) kan føre til forsurening af miljøet. Emissioner af fx Black Carbon (BC) partikler har en opvarmende effekt på klimaet. Så der er flere gode grunde til at reducere niveauet af luftforurening.

På alle fem målestationer i Københavns Kommune måles på nitrogendioxid (NO<sub>2</sub>), partikelmasse (PM<sub>2,5</sub>) og partikelantal (PN) mens Black Carbon også måles på Folehaven og Backersvej. Placeringen af målestationerne er valgt med henblik på mest mulig viden om:

- luftforurening fra vejtrafik.
- luftforurening fra brændeovne.
- luftforurening, hvor flest mennesker færdes i København, og hvor det må formodes, at man bliver udsat for luftforurening.
- luftforurening, hvor der er tæt beboelse og flere institutioner.

EU og WHO har henholdsvis grænseværdier og retningslinjer for NO<sub>2</sub> og PM<sub>2,5</sub>, mens der for nuværende ikke opereres med grænseværdier for PN og BC. Generelt kommer luftforureningen i København dels fra lokale kilder, og dels i form af langtransporterede gasser og partikler. Lokalt er vejtrafikken typisk en betydelig kilde til NO<sub>x</sub> (NO + NO<sub>2</sub>), partikelantal og Black Carbon, mens det lokale bidrag til partikler bestemt som PM<sub>2,5</sub> på årsbasis er mere beskedent i forhold til bidraget fra langtransport<sup>2</sup>.

Denne afrapportering omfatter kalenderåret 2023 med sammenligninger til målinger foretaget i de sidste måneder af 2020 samt kalenderårene 2021 og 2022. I dele af måleperioden fra 2020 til 2022 har samfundet i varierende omfang været påvirket af COVID-19 pandemien, hvilket kan have medført ændret adfærd og trafikmønstre med konsekvens for luftkvaliteten i København.

I afrapporteringen for 2020 og 2021 er både målinger af PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub> inkluderet. Nogle begrænsninger for målingerne af PM<sub>10</sub> er blevet identificeret og udbedret i løbet af 2023. Målingerne af PM<sub>10</sub> vil i 2024 blive underkastet udvidede analyser med henblik på validering. PM<sub>10</sub> resultater for hele måleperioden vil blive inkluderet i afrapporteringen for 2024.

Følgende er ikke omfattet af FORCE Technologys akkreditering<sup>3</sup>:

- Måleresultater for parametre uden for akkreditering 51: PN, BC, temperatur og øvrige meteorologiske data.
- Vurderinger, tolkninger og diskussioner af måleresultater.

<sup>1</sup> WHO: WHO global air quality guidelines, 2021.

<sup>2</sup> DCE: Luftkvalitet 2019, Status for den nationale luftkvalitetsovervågning i Danmark, 2021.

<sup>3</sup> Fremadrettet angives det ikke i alle sammenhænge eksplicit om der er tale om akkrediterede målinger.

## 2 Forkortelser

- BC Black Carbon
- BC<sub>WB</sub> Black Carbon Wood Burning
- BC<sub>FF</sub> Black Carbon Fossil Fuel
- NO Nitrogenoxid
- NO<sub>2</sub> Nitrogenoxid
- NO<sub>x</sub> NO + NO<sub>2</sub>
- PM<sub>2,5</sub> Masse af partikler med en diameter <2,5 µm.
- PM<sub>10</sub> Masse af partikler med en diameter <10 µm.
- PN Partikelantalskoncentration.

For en nærmere beskrivelse af de enkelte måleparametre henvises til afsnit 3.3.

## 3 Måleprogram og metoder

### 3.1 Datapræsentation på hjemmeside

Foruden indhentning af ny viden ønsker Københavns Kommune at kunne anvende de målte data til løbende at vurdere de mulige sundhedsskadelige effekter af luftforureningen. Data præsenteres via en hjemmeside for borgerne i København samt andre interesserede. Data er tilgængelige på websiden [Monitorering af luftkvaliteten | Københavns Kommunes hjemmeside \(kk.dk\)](#). Data har tidligere været præsenteret på den selvstændige webside [erluftensund.kk.dk](#). Denne side vil blive lukket og vil i en periode efter lukning fungere som henvisning til den nye side på kk.dk

### 3.2 Beskrivelse af målestationer

Der har frem til udgangen af 2023 været opstillet fem målestationer til kontinuert monitoring af luftkvaliteten i Københavns Kommune. Målestationerne har været placeret på de følgende lokationer:

1. Krügersgade 5, Nørrebro
2. Søtorvet 5, Indre By
3. Folehaven 72, Valby
4. Hillerødgade 79, Bispebjerg
5. Trafiklegepladsen ved Backersvej/Formosavej, Amager Øst

Figur 1 viser et oversigtskort over Københavns Kommune med placeringerne af målestationerne indtegnet. Placeringen af målestationer er valgt under hensyntagen til retningslinjerne i EU-direktiv 2008/50/EF samt seneste ændringer i EU-direktiv 2015/1480/EF.

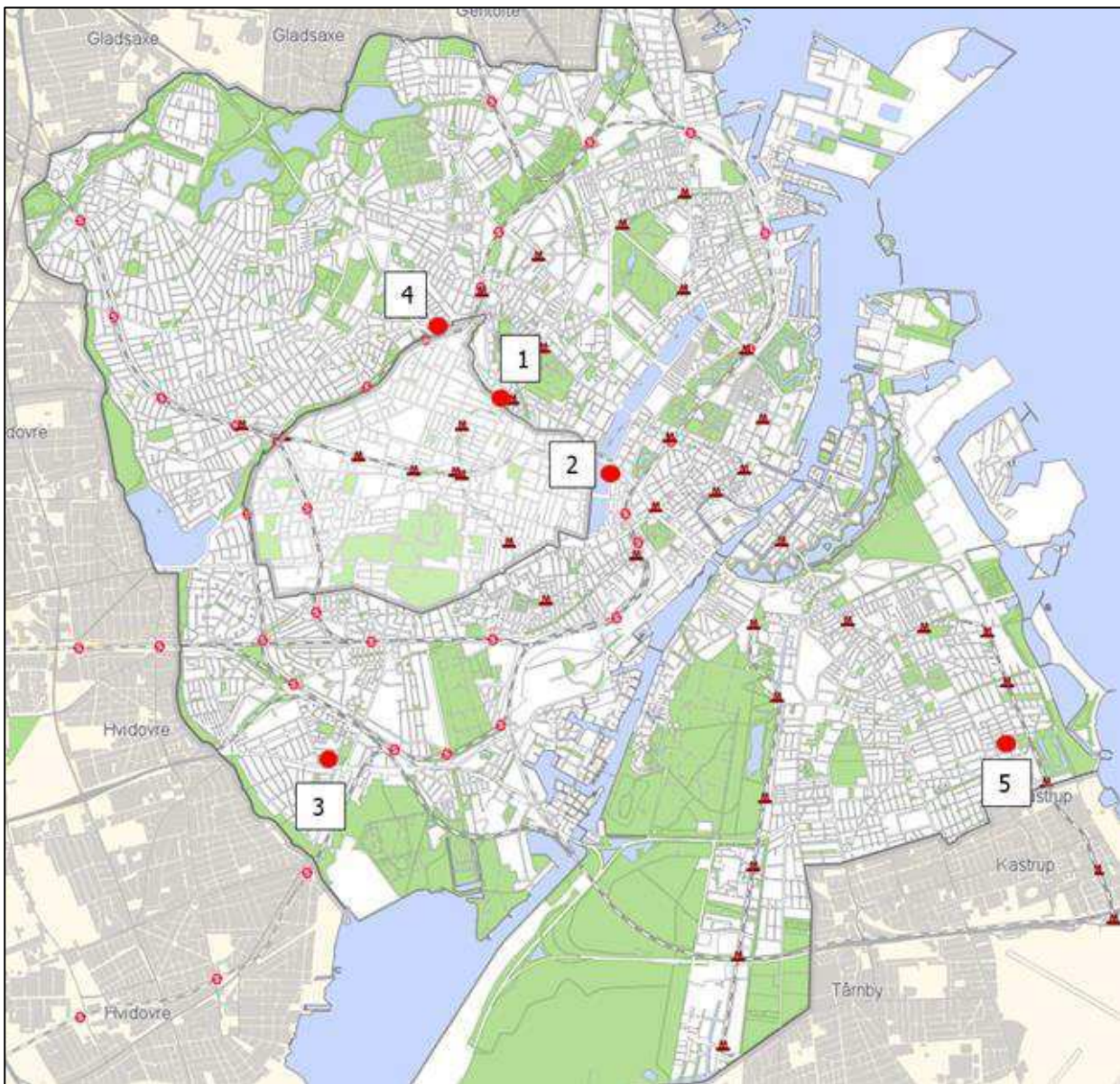
Tabel 2 angiver hvilke luftforureningsparametre, der blev målt på de enkelte målestationer. En beskrivelse af de enkelte parametre fremgår af afsnit 3.3. Foruden de i Tabel 2 listede parametre bestemmes udetemperatur og den relative luftfugtighed ved hver målestation. Der udføres målinger af BC på henholdsvis Folehaven og Backersvej. Dette gøres med henblik på at kunne vurdere effekten af emissioner fra brændeovne og vejgående trafik.

Målestationerne er idriftsat i august/september 2020 og første del af måleprogrammet strakte sig frem til udgangen af 2023. Datafangst fremgår af Bilag B. Fra 2024-2027 videreføres målestationerne på Backersvej, Hillerødgade og Folehaven. Målestationerne på Krügersgade og Søtorvet er taget ned efter udgangen af 2023, og der måles altså ikke her fremadrettet.



Tabel 2. Målte luftkvalitetsparametre på de enkelte målestationer. En beskrivelse af måleparametrene præsenteres i afsnit 3.3. Fra 2024 er målestationerne på Krügersgade og Søtorvet blevet nedlagt.

Måleparametre	Krügersgade	Søtorvet	Folehaven	Hillerødgade	Backersvej
Stationsnr.	1	2	3	4	5
PM <sub>2,5</sub>	x	x	x	x	x
PN	x	x	x	x	x
BC, BC <sub>WB</sub> , BC <sub>FF</sub>			x		x
NO, NO <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub>	x	x	x	x	x



Figur 1. Oversigtskort for placeringer af målestationer.

### 3.3 Forureningsparametre

#### 3.3.1 NO, NO<sub>2</sub> og NO<sub>x</sub>

NO og NO<sub>2</sub> er gasser, der dannes når luft opnår høje temperaturer, hvilket fx kan forekomme i forbrændingsmotorer. Disse gasser betegnes også kvælstofoxider, og de udledes fra forbrændingsmotorer primært som NO (kvælstofmonoxid) og i mindre omfang som NO<sub>2</sub> (kvælstofdioxid). Den udledte NO oxideres til NO<sub>2</sub> i atmosfæren over sekunder til timer afhængig af tilstedeværelsen af ozon. NO<sub>x</sub> udgør summen af NO + NO<sub>2</sub>.

NO<sub>2</sub> er i modsætning til NO en sundhedsskadelig gas. Der er ikke fastsat grænseværdier for NO i udeluft, og reguleringen af kvælstofoxider i byområder sker iht. EU's grænseværdier for NO<sub>2</sub>. EU har gennem de seneste årtier introduceret skærpede krav til minimering af NO<sub>x</sub> emissioner fra køretøjer. Det er derfor særligt ældre køretøjer med dieselmotorer, der udleder NO<sub>x</sub>, eller alternativt dieseldrevne køretøjer med defekt katalysator. I takt med at antallet af ældre dieseldrevne køretøjer mindskes, så forventes koncentrationen af NO<sub>x</sub> målt på gadeplan i København også at mindskes.

#### 3.3.2 Partikelmasse, PM

PM er en forkortelse for det engelske "Particulate Matter". PM<sub>2,5</sub> bruges som en betegnelse for den del af partikelmassen, der udgøres af partikler med en aerodynamisk diameter mindre end 2,5 µm. Der er iværksat en nærmere undersøgelse af PM<sub>10</sub>-målingerne, så i nærværende rapport fokuseres alene på PM<sub>2,5</sub>.

Det er velkendt, at eksponering for PM<sub>2,5</sub> har negative helbredseffekter for mennesker. PM<sub>2,5</sub> betegnes som respirable partikler – dvs. de kan passere de øvre luftveje og nå helt ud i alveolerne i lungerne, hvilket kan indebære en relativt større sundhedsrisiko end for større partikler, der deponeres i de øvre luftveje.

Sammensætningen af PM<sub>2,5</sub> kan variere meget markant hvad angår partikelstørrelser og kemisk sammensætning, hvilket er koblet til kilderne. I København er forhøjede niveauer af PM<sub>2,5</sub> ofte et resultat af langtransport fra det europæiske kontinent. De højeste niveauer ses oftest i vinterhalvåret og i brændeovnsæsonen. Gennemgående vil helbredseffekterne af PM<sub>2,5</sub> afhænge af partikelstørrelser og kemisk sammensætning. Derfor er det meget nyttigt at opnå mere detaljeret viden om de fysiske-kemiske egenskaber af PM<sub>2,5</sub>.

#### 3.3.3 Partikelantal, PN

Der har de seneste par årtier været øget fokus på helbredseffekter af ultrafine partikler (UFP), som sædvanligvis er defineret som partikler med en diameter mindre end 0,1 µm. En fraktion af de ultrafine partikler kan trænge langt ned i luftvejene og transporteres videre i kroppen fx ind i blodbanen. Ultrafine partikler udgør i princippet en delmængde af PM<sub>2,5</sub>, men da massen af ultrafine partikler er ekstremt lille (i forhold til større partikler) kan koncentrationen af ultrafine partikler sagtens være ekstremt lav eller ekstremt høj, uden at det afspejles i målingen af PM<sub>2,5</sub>. Både WHO og EU anbefaler, at den totale partikelantalskoncentration (PN) måles som en indikator for koncentrationen af ultrafine partikler. De ultrafine partikler udgør en delmængde af PN, men meget ofte rapporteres PN som UFP. I nærværende rapport fastholdes terminologien med partikelantal eller PN, for at tydeliggøre hvilken målemetode, der er blevet anvendt.

Ultrafine partikler kan dannes direkte ved en lang række forbrændingsprocesser, og de kan fx detekteres i udstødning fra bilmotorer eller emissioner fra brændeovne. Alternativt kan ultrafine partikler dannes ved at forskellige gasser reagerer sammen, hvorved små ultrafine partikler skabes. Naturlige emissioner fra planter, træer, biosfæren, vulkaner mm. kan udgøre kilder til sådanne gasser, der kan bidrage til dannelse af ultrafine partikler. De fleste forbrændingsprocesser medfører også emissioner af gasser, der efterfølgende kan

bidrage til dannelse af ultrafine partikler. Altså kan forhøjede koncentrationer af PN og UFP skyldes mange forskellige faktorer. Hverken PN eller UFP er i øjeblikket reguleret i luftkvalitetsdirektivet.

### 3.3.4 Black Carbon, BC

Sodpartikler dannes ved ufuldstændig forbrænding af kulstofholdige brændsler såsom fx benzin, diesel, olie, biomasse, træ og kul. Sodpartikler udgør en delmængde af  $PM_{2,5}$ , der anses for at være særligt bekymrende i forhold til helbred samt den globale opvarmning. Sodpartikler udgøres typisk af nogle kulstofdominerede forbindelser, der optisk er sorte. Koncentrationen af sodpartikler bestemmes i nærværende rapport som 'Black Carbon' (BC). Black Carbon vil typisk bestå af en partikel med en kerne af Elemental Carbon (dvs. kulstof i grundstofftilstanden), med en ydre "belægning" af kondenserede, uforbrændte organiske stoffer (fx tjærestoffer). Elemental Carbon forkortes EC og bestemmes typisk via en laboratorie-analyse med afbrænding af opsamlet partikelmateriale. I Danmark og EU er der indført grænseværdier for EC i arbejdsmiljø med henblik på regulering af eksponeringen for dieselpartikler. EC og BC udledt fra fx dieselmotorer udviser ved måling meget stor korrelation, og derfor vil måling af BC kunne anvendes som en effektiv metode til at estimere/bestemme koncentrationen af EC. Hverken EC eller BC er i øjeblikket reguleret i luftkvalitetsdirektivet.

Det må forventes, at hovedkilderne til BC i København typisk er (i) vejgående trafik eller (ii) brændeovne og alternativt (iii) andre forbrændingsprocesser. Det må forventes, at lokale emissioner såvel som langtransport kan have betydning for niveauet af BC i København. EU-regulering har medført at nyere køretøjer udleder minimale niveauer af BC. Trafikemissioner af BC på gadeplan i København skyldtes i 2023 derfor formentlig hovedsageligt ældre dieselskøretøjer uden partikelfilter monteret – eller dieselskøretøjer med defekt partikelfilter. Der blev i efteråret 2023 indført udvidede miljøzoner i København og på Frederiksberg, hvilket forventeligt bør medføre mindskede emissioner af BC fra vejgående trafik. Ydermere, vil den naturlige fornyelse af køretøjer i Danmark og Europa forventeligt over tid mindske udledninger af BC fra vejgående trafik.

BC udledt fra afbrænding af fossile brændsler fx i forbrændingsmotorer forekommer optisk sorte, mens BC fra brændeovne forekommer relativt mere brunligt. Baseret på de optiske forskelle og empirisk bestemte støtteparametre fra litteraturen<sup>4</sup> kan man estimere, hvor stor en andel af BC, der kan tilskrives hhv. afbrænding af fossile brændsler ( $BC_{FF}$ ) og afbrænding af træ/biomasse ( $BC_{WB}$ ).

## 3.4 Grænseværdier

Grænseværdier for luftkvalitet fastsætter hvor meget, der må være af forskellige stoffer i luften. I Danmark er grænseværdier for gasser og partikler i udeluften bestemt ved EU's luftkvalitetsdirektiver. EU's luftkvalitetskrav er i Danmark indført ved lov via Bekendtgørelse nr. 1472<sup>5</sup>. WHO har fastsat retningslinjer for god luftkvalitet på baggrund af den viden, der er om de sundhedsmæssige konsekvenser af luftforurening. Københavns Kommune har optaget WHO's retningslinjer som målsætning for luftkvaliteten i København i 2030. Derfor er det, ud over EU's grænseværdier, relevant at sammenligne resultater af luftkvalitetsmålinger med WHO's retningslinjer for luftkvalitet.

WHO angiver med deres retningslinjer, anbefalinger vedrørende niveauet af forurening mht. komponenter såsom  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  og  $NO_2$  ud fra en sundhedsmæssig vurdering<sup>6</sup>. Tabel 3 viser de gældende EU grænseværdier for de stoffer, der er omfattet af måleprogrammet og beskrevet i denne rapport. Percentil-

<sup>4</sup> Helin et al. Atmospheric Environment 190 (2018) 87–98.

<sup>5</sup> BEK nr. 1472 af 12/12/2017. Bekendtgørelse om vurdering og styring af luftkvaliteten.

<sup>6</sup> WHO's vejledende grænseværdier er typisk baseret på NOAEL (No Observed Adverse Effect Level).

grænseværdier<sup>7</sup> anvendes til at sætte et loft for hvor mange timer eller døgn særligt forhøjede niveauer tillades. Midlingstiden i Tabel 3 og Tabel 4 viser hvilken type grænseværdi, der er tale om.

Tabel 3. EU's grænseværdier for luftkvalitet i udeluft, implementeret i Danmark ved BEK nr. 1472 af 12/12/2017.

Parameter	Grænseværdi (koncentration)	Midlingstid <sup>8</sup>	Højest antal tilladelige overskridelser pr. år
PM <sub>2,5</sub>	25 µg/m <sup>3</sup>	1 år	-
Nitrogendioxid (NO <sub>2</sub> )	200 µg/m <sup>3</sup>	1 time	18 <sup>(9)</sup>
	40 µg/m <sup>3</sup>	1 år	-

Tabel 4 viser WHO's reviderede og vejledende grænseværdier for de stoffer, der er omfattet af måleprogrammet og beskrevet i denne rapport.

Tabel 4. WHO's retningslinjer (2021) for luftkvalitet i udeluft.

Parameter	Grænseværdi (koncentration)	Midlingstid	Højest antal tilladelige overskridelser pr. år
PM <sub>2,5</sub>	15 µg/m <sup>3</sup>	24 timer	3-4 <sup>(10)</sup>
	5 µg/m <sup>3</sup>	1 år	
Nitrogendioxid (NO <sub>2</sub> )	25 µg/m <sup>3</sup>	24 timer	3-4 <sup>(10)</sup>
	10 µg/m <sup>3</sup>	1 år	

Der er endnu ikke fastsat grænseværdier eller retningslinjer for ultrafine partikler (målt som partikelantal, PN) og for Black Carbon, hverken i EU eller af WHO.

### 3.5 Målemetoder

En oversigt over de anvendte måleprincipper er vist i Tabel 5. Målingerne af PM<sub>2,5</sub> samt NO/NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> er omfattet af FORCE Technology's akkreditering nr. 51 fra DANAK. Målingerne af PN og BC er ikke omfattet af akkreditering. En mere detaljeret beskrivelse af målemetoderne findes i Bilag A.

Tabel 5. Oversigt over anvendte målemetoder.

Parameter	Målemetode	Under akkreditering
PM <sub>2,5</sub>	Optisk måling/lysspredning	Ja
NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub>	Kemiluminescens	Ja
Partikelantalskoncentration (PN)	CPC (Condensation Particle Counter)	Nej
Black Carbon (BC)	Aethalometer (Optisk måling/lysdæmpning)	Nej

<sup>7</sup> Ofte rapporteres information fra større datasæt ved anvendelse af percentiler, hvilket giver indblik i hvordan data er fordelt. En måde at anskueliggøre percentilen på kan være at rangordne målte data fra højest til lavest. Den 90. percentil udgør en værdi som 90% af målepunkterne ligger under, mens 10% af målepunkterne har højere værdier.

<sup>8</sup> Midlingstiden er varigheden af den måleperiode, som et gennemsnit beregnes over. En midlingstid på en time for fx NO<sub>2</sub> betyder derfor, at NO<sub>2</sub> rapporteres som et gennemsnit for hver time i døgnet.

<sup>9</sup> Den højest tilladelige 99,8-percentil for NO<sub>2</sub> er 200 µg/m<sup>3</sup> iht. EU. Den tillades overskredet 18 timer per kalenderår.

<sup>10</sup> De højest ønskelige 99-percentiler er for døgnmidler af PM<sub>2,5</sub> og NO<sub>2</sub> hhv. 15 og 25 µg/m<sup>3</sup> iht. WHO's retningslinjer. Hvis de respektive grænser overskrides 0 til 3 gange på et år er grænsen overholdt. Ved 4 overskridelser kan grænsen være overholdt eller overskredet, hvilket afhænger af niveauet for hhv. 4. og 5. højeste døgnmiddelværdier. Ved 5 eller flere overskridelser er grænsen ikke overholdt.



## 4 Måleresultater

### 4.1 NO<sub>2</sub>

De målte årsmiddelmålinger af NO<sub>2</sub> på de fem målestationer er præsenteret i Tabel 6. Der observeres forskellige niveauer af NO<sub>2</sub> mellem Backersvej (10 µg/m<sup>3</sup>), Krügersgade (12 µg/m<sup>3</sup>), Søtorvet (14 µg/m<sup>3</sup>) og Folehaven (16 µg/m<sup>3</sup>) samt Hillerødgade (16 µg/m<sup>3</sup>), hvilket til en vis grad afspejler forskellene i lokal trafikintensitet. Backersvej er den målestation, der eksponeres for den mindste trafikintensitet, mens der både på Hillerødgade og Folehaven er en relativt høj trafikintensitet. Der var også en forholdsvis høj trafikintensitet nær målestationen ved Søtorvet, men den var placeret i et åbent miljø mellem Nørre Søgade og Peblinge Sø, så der har forventeligt været en mere effektiv udskiftning af luftmasser relativt til Hillerødgade og Folehaven, der er placeret nærmere bygninger. Særligt ved sydvestlige over vestlige til nordlige vindretninger har de lokale trafikemissioner sandsynligvis i mindre grad påvirket de målte niveauer af NO<sub>2</sub> på Søtorvets målestation. De målte årsmiddelværdier af NO<sub>2</sub> afspejler således en kombination af de lokale trafikale emissioner samt de lokale omgivelser i kombination med de meteorologiske forhold.

EU's grænseværdi for årsmiddel NO<sub>2</sub> er på 40 µg/m<sup>3</sup>, og der målttes i 2023 markant lavere niveauer (<17 µg/m<sup>3</sup>) på samtlige målestationer. WHO's retningslinje for årsmiddel NO<sub>2</sub> er på 10 µg/m<sup>3</sup>, hvilket netop blev overholdt ved målestationen på Backersvej i 2023 med en værdi på 9,9 µg/m<sup>3</sup>, mens retningslinjen blev overskredet på de fire andre målestationer.

I Tabel 6 præsenteres også 99,8 percentilen for timemiddelværdier af NO<sub>2</sub> i 2023. Der er tale om værdier, som kun overskrides 18 timer årligt, som er det højeste antal tilladelige overskridelser pr. år ifølge EU's grænseværdier. De koncentrationer repræsenterer altså sjældent forekommende og stærkt forhøjede niveauer af NO<sub>2</sub>. Niveauerne for 99,8 percentilen for timemiddelværdier af NO<sub>2</sub> spænder fra 59 µg/m<sup>3</sup> på Krügersgade over 62 µg/m<sup>3</sup> på Søtorvet/Backersvej til 73 µg/m<sup>3</sup> på Hillerødgade/Folehaven. Dermed afspejler forskellene i niveauet for stærkt forhøjede timemiddelværdier af NO<sub>2</sub> til en vis grad niveauet af den lokale trafikintensitet.

Tabel 6. Beregnede middelværdier og percentiler for NO<sub>2</sub> i 2023 på målestationerne i henhold til EU's grænseværdier samt WHO's retningslinjer.

Parameter	Grænseværdi			Målte middelværdier og percentiler 2023				
	Grænseværdi fra	µg/m <sup>3</sup>	Grænseværdi baseret på	Krügersgade	Søtorvet	Hillerødgade	Folehaven	Backersvej
				µg/m <sup>3</sup>				
NO <sub>2</sub>	EU	40	Årsmiddelværdi	12	14	16	16	10
NO <sub>2</sub>	WHO (vejledende)	10	Årsmiddelværdi	12	14	16	16	10
NO <sub>2</sub>	EU	200	99,8-percentil af timemiddelværdier over året <sup>11</sup>	59	62	73	73	62
NO <sub>2</sub>	WHO (vejledende)	25	99-percentil af døgnmiddelværdier over året <sup>12</sup>	31	32	39	40	28

<sup>11</sup> 99,8-percentilen defineret iht. EU's grænseværdi for timemiddelværdier for NO<sub>2</sub>. Den tillades overskredet for 18 timer på et år.

<sup>12</sup> 99-percentilen for døgnmiddel NO<sub>2</sub> ligger mellem den 5. og den 4. højeste døgnmiddelværdi for 2023.

I Tabel 6 præsenteres slutteligt 99-percentilen for døgnmiddel NO<sub>2</sub>. Her repræsenterer 99-percentilen niveauer, der kun blev overskredet for 4 døgn i løbet af 2023 på hver af målestationerne. Rangeringen fra de mindste værdier observeret på Backersvej (28 µg/m<sup>3</sup>) og Krügersgade (31 µg/m<sup>3</sup>) samt Søtorvet (32 µg/m<sup>3</sup>) til de højeste niveauer på Hillerødgade (39 µg/m<sup>3</sup>) og Folehaven (40 µg/m<sup>3</sup>) viser igen at den lokale trafikintensitet har stor betydning. WHO anbefaler at 99-percentilen for døgnmiddel NO<sub>2</sub> ikke overstiger 25 µg/m<sup>3</sup>. Den anbefaling blev ikke overholdt på nogen af målestationerne i 2023, men niveauet på Backersvej var ikke langt fra at overholde anbefalingen.

Årsmiddelværdierne for NO<sub>2</sub> målt fra 2020-2023 på de fem målestationer er præsenteret i Tabel 7. Det skal bemærkes, at der i 2020 kun blev målt i de sidste 3-4 måneder af året, så målingerne fra 2020 er ikke direkte sammenlignelige med de efterfølgende årsmiddelværdier. Det er muligt, at nedlukninger og øget hjemmearbejde under corona-epidemien kan have mindsket omfanget af den vejgående trafik nær målestationerne for dele af måleperioden 2020-2022, mens der i 2023 ikke har været tilsvarende nedlukninger. Ikke desto mindre observeres der fra 2021 til 2023 en mindskning i årsmiddelværdi af NO<sub>2</sub> på alle fem målestationer på ca. 10% til ca. 40%. De største reduktioner er blevet observeret for målestationerne omgivet af stor lokal trafikintensitet. Det er dermed meget sandsynligt, at en del af mindskningen i årsmiddel af NO<sub>2</sub> frem til 2023 skyldtes en reduktion i NO<sub>x</sub>-emissioner og sandsynligvis færre stærkt NO<sub>x</sub>-emitterende køretøjer på de Københavnske gader. Det kan forventes, at koncentrationen af NO<sub>2</sub> i trafikerede områder over de kommende år fortsat vil mindskes i København i takt med at udledninger fra den vejgående trafik mindskes.

Tabel 7. Årsgennemsnit for NO<sub>2</sub> fra 2020 til 2023 målt på de fem målestationer. Bemærk, at måleperioden i 2020 kun dækker de sidste 3 - 4 måneder, hvilket gør en direkte sammenligning med 2020 vanskelig.

NO <sub>2</sub>	Krügersgade	Søtorvet	Hillerødgade	Folehaven	Backersvej
	µg/m <sup>3</sup>				
2020	15	21	20	23	10
2021	17	18	22	27	11
2022	15	14	19	19	9
2023	12	14	16	16	10

Hvis WHO's retningslinje for årsmiddel NO<sub>2</sub> skal overholdes på alle målestationerne, vil en yderligere mindskning i koncentrationen være nødvendig på 4 af målestationerne. I Tabel 8 er de nødvendige procentuelle reduktioner præsenteret. På Krügersgade og Søtorvet er en reduktion på hhv. ca. 17% og 29% nødvendig, mens en reduktion på 38% var nødvendig på Hillerødgade og Folehaven, hvis WHO's retningslinje skal være overholdt.

Tabel 8. Påkrævet, procentuel reduktion af NO<sub>2</sub> i forhold til de målte 2023-koncentrationer, såfremt årsmiddelværdierne på de enkelte stationer skal leve op til WHO's retningslinje.

Parameter	Grænseværdi baseret på	Krügersgade	Søtorvet	Hillerødgade	Folehaven	Backersvej
		%				
NO <sub>2</sub>	Årsmiddelværdi	17%	29%	38%	38%	0%

Tidsserierne for døgnmiddel NO<sub>2</sub> er afbildet i Figur 2 for de fem målestationer. WHO's 99-percentil retningslinje på 25 µg/m<sup>3</sup> for døgnmiddel NO<sub>2</sub> er også inkluderet i Figur 2, og ifølge anbefalingen bør den højst overskrides 3-4 gange i løbet af et kalenderår. I Tabel 9 præsenteres antallet af overskridelser af retningslinjen på 25 µg/m<sup>3</sup> for de forskellige målestationer. I Figur 2,a+b kan det ses at døgnmiddel NO<sub>2</sub> på Krügersgade og Søtorvet sjældent markant oversteg 25 µg/m<sup>3</sup>, men særligt på Søtorvet forekom der en række døgnmiddelværdier meget nær 25 µg/m<sup>3</sup>. Totalt var der hhv. 12 og 20 døgn med døgnmiddel NO<sub>2</sub> overstigende 25 µg/m<sup>3</sup> for Krügersgade og Søtorvet (Tabel 9). Antallet af de døgn kan dog forventes at mindskes betydeligt ved en beskeden reduktion i NO<sub>2</sub>, da flere døgnmiddelværdier kun ligger en smule over 25 µg/m<sup>3</sup>.

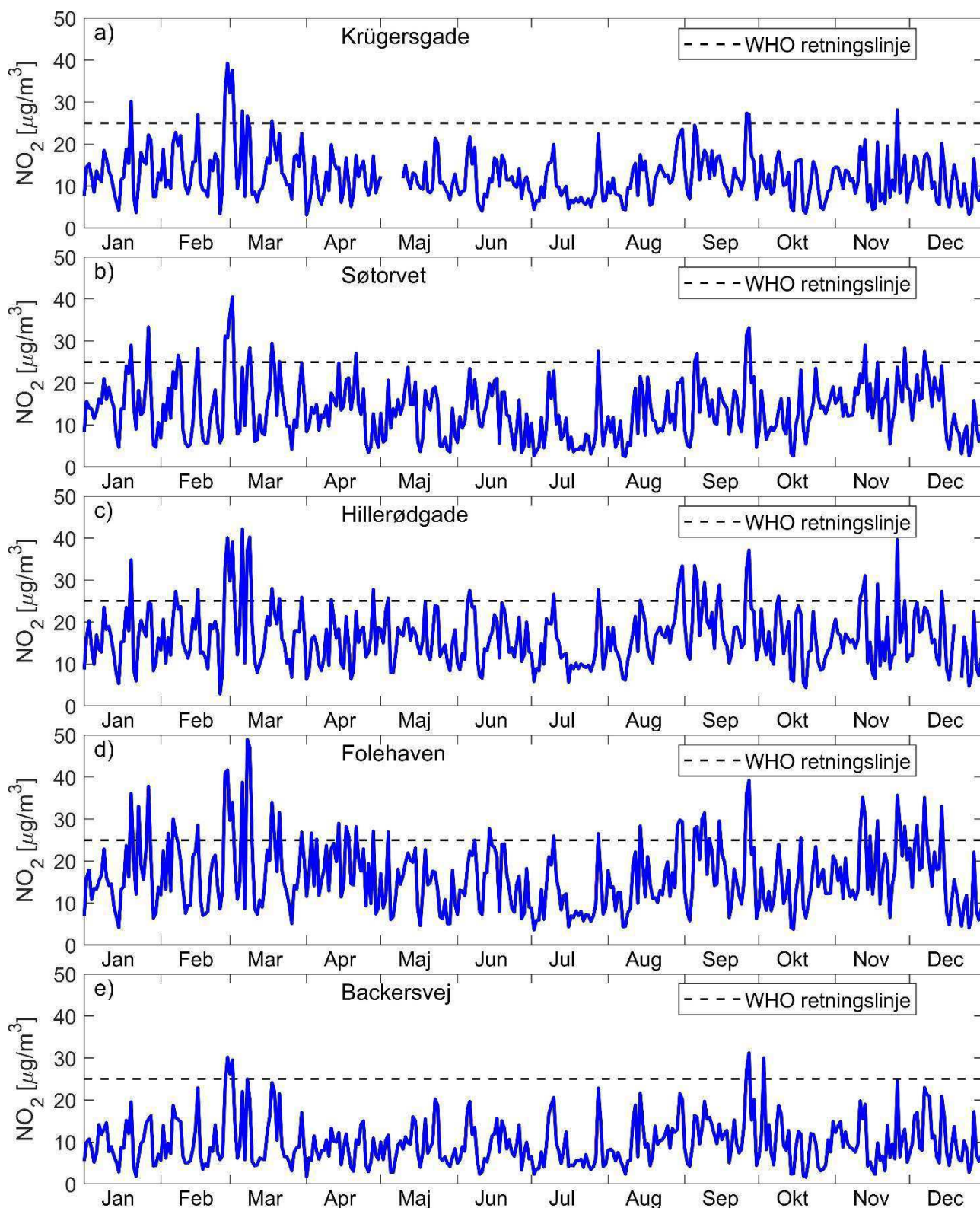
I Figur 2,c+d kan et noget anderledes billede for Hillerødgade og Folehaven observeres. Der var døgnmiddelværdier for NO<sub>2</sub> nær 25 µg/m<sup>3</sup> almindeligt forekommende med adskillige døgnmiddelværdier markant overstigende 25 µg/m<sup>3</sup>. Det kan også ses af Tabel 9, at antallet af døgn med middelværdier overstigende 25 µg/m<sup>3</sup> er 37 og 53 for hhv. Hillerødgade og Folehaven. Altså kræves der nær de to målestationer mere udtalte reduktioner i NO<sub>2</sub> før end WHO's retningslinje for døgnmiddel NO<sub>2</sub> overholdes.

Tidsserien for døgnmiddel NO<sub>2</sub> på Backersvej er afbildet i Figur 2,e. Det kan ses, at værdierne oftest er væsentligt under 25 µg/m<sup>3</sup>, men at den grænse overskrides for 6 døgn i 2023 (Tabel 9). Overskridelserne forekommer omkring 1. marts og 1. oktober, hvor NO<sub>2</sub> koncentrationen samtidigt er forhøjet på samtlige målestationer. Så det er formentlig meteorologiske forhold fx indbefattende langtransport, der har forårsaget de få døgnmiddelværdier på over 25 µg/m<sup>3</sup> på Backersvej.

Tidsserierne for timemiddel NO<sub>2</sub> er vist i Figur 10 i Bilag C. EU har en percentil-grænseværdi for timemiddel NO<sub>2</sub> på 200 µg/m<sup>3</sup>, der højst bør overskrides 18 gange på et kalenderår. Den højeste timemiddelværdi var nær 161 µg/m<sup>3</sup>, og blev observeret på Folehaven i april. EU's grænseværdi for timemiddel NO<sub>2</sub> blev dermed ikke overskredet på nogen af målestationerne i 2023, hvilket også er tydeliggjort i Tabel 9.

Tabel 9. NO<sub>2</sub>: Antal tilladte samt overskredne døgnmiddelværdier på de enkelte målestationer i 2023. EU's grænseværdi for timemiddel blev ikke overskredet på nogen af målestationerne. WHO's retningslinje blev overskredet på samtlige målestationer. Overskridelserne udgjorde 1% – 14% af årets dage udover de maksimalt anbefalede 3-4 døgn på et år.

NO <sub>2</sub>		EU's grænseværdi (200 µg/m <sup>3</sup> , timemiddel)	WHO's vejledende grænseværdi (25 µg/m <sup>3</sup> , døgnmiddel)	Andel af døgn med overskridelser af WHO's vejledende grænseværdi
Antal tilladte værdier over grænseværdi		18	3-4	
Antal overskredne værdier	Krügersgade	0	12	2%
	Søtorvet	0	20	5%
	Hillerødgade	0	37	9%
	Folehaven	0	53	14%
	Backersvej	0	6	1%



Figur 2. Grafisk afbildning af døgnmiddelværdier for  $\text{NO}_2$  i 2023. Den vandrette stiplede linje indikerer WHO's retningslinje for  $\text{NO}_2$  døgnmiddel, hvilken anbefales overskredet højst 3-4 gange årligt. I Tabel 9 præsenteres antallene af overskridelser af retningslinjen. Gab i tidsserierne skyldes kalibrering, vedligeholdelse eller reparation af måleinstrumenter.



## 4.2 Partikulær masse, PM<sub>2,5</sub>

Målinger af PM<sub>2,5</sub> er blevet foretaget med en optisk metode, som også omfatter måling af PM<sub>10</sub>. I årsrapporterne for 2020 og 2021 er både PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub> blevet afrapporteret. Nogle begrænsninger for målingerne af PM<sub>10</sub> er blevet identificeret og udbedret i løbet af 2023. Målingerne af PM<sub>10</sub> vil i 2024 undergå udvidede analyser med henblik på validering. PM<sub>10</sub> resultater for hele måleperioden forventes inkluderet med afrapporteringen for 2024. Målemetoden og sammenligninger med referencemetoden er beskrevet nærmere i Bilag A.

De målte årsmiddelkoncentrationer af PM<sub>2,5</sub> på de fem målestationer er præsenteret i Tabel 10. Et niveau på 6-8 µg/m<sup>3</sup> for årsmiddel PM<sub>2,5</sub> blev observeret på alle fem målestationer. De ensartede niveauer på målestationerne eksponeret for meget forskellig trafikintensitet afspejler at lokal trafik på årsbasis udgør en beskedne kilde til PM<sub>2,5</sub> i store dele af København. Det fremgår af Tabel 10 at EU's grænseværdi for årsmiddel PM<sub>2,5</sub> på 25 µg/m<sup>3</sup> er overholdt på samtlige målestationer. Omvendt er WHO's retningslinje på 5 µg/m<sup>3</sup> ikke overholdt på nogen af målestationerne.

Tabel 10. Årsmiddel samt 99. percentilen for døgnmiddelværdier for PM<sub>2,5</sub> i 2023.

Parameter	Grænseværdi			Målte middelværdier og percentiler 2023				
	Grænseværdi fra	µg/m <sup>3</sup>	Grænseværdi baseret på	Krügersgade	Søtorvet	Hillerødgade	Folehaven	Backersvej
PM <sub>2,5</sub>	EU	25	Årsmiddelværdi	7	7	8	7	6
PM <sub>2,5</sub>	WHO (vejl.)	5	Årsmiddelværdi	7	7	8	7	6
PM <sub>2,5</sub>	WHO (vejl.)	15	Højest vejledende døgnmiddel (99-percentil af døgnmiddelværdier over året) <sup>13</sup>	25	26	27	25	21

I Tabel 11 præsenteres årsmiddel PM<sub>2,5</sub> for årene 2020-2023, hvor det skal bemærkes, at tallene for 2020 alene repræsenterer omtrent det sidste kvartal af året. Fra 2021 til 2023 observeres gennemgående en fallende tendens i årsmiddel PM<sub>2,5</sub> på alle 5 målestationer. Det fremgår af Tabel 12, at årsmiddel PM<sub>2,5</sub> for 2023 bør reduceres med mellem 21% og 37%, for at WHO's retningslinje er overholdt.

Tabel 11. Årsgennemsnit for PM<sub>2,5</sub> målt på de fem målestationer for 2020 til 2023. Bemærk, at måleperioden i 2020 kun dækker årets fjerde kvartal.

PM <sub>2,5</sub>	Krügersgade	Søtorvet	Hillerødgade	Folehaven	Backersvej
	µg/m <sup>3</sup>				
2020	13	13	13	13	11
2021	9	10	10	10	9
2022	9	8	9	9	8
2023	7	7	8	7	6

<sup>13</sup> 99-percentil for PM<sub>2,5</sub> repræsenterer et niveau mellem den 5. og 4. højeste døgnmiddelværdi for 2023.

Tabel 12. Påkrævet, procentuel reduktion af luftens koncentrationer af PM<sub>2,5</sub> i forhold til de målte 2023-koncentrationer, såfremt årsmiddelværdierne på de enkelte stationer skal leve op til WHO's retningslinje.

Parameter	Retningslinje baseret på	Krügersgade	Søtorvet	Hillerødgade	Folehaven	Backersvej
		%				
PM <sub>2,5</sub>	Årsmiddelværdi	26%	32%	37%	33%	21%

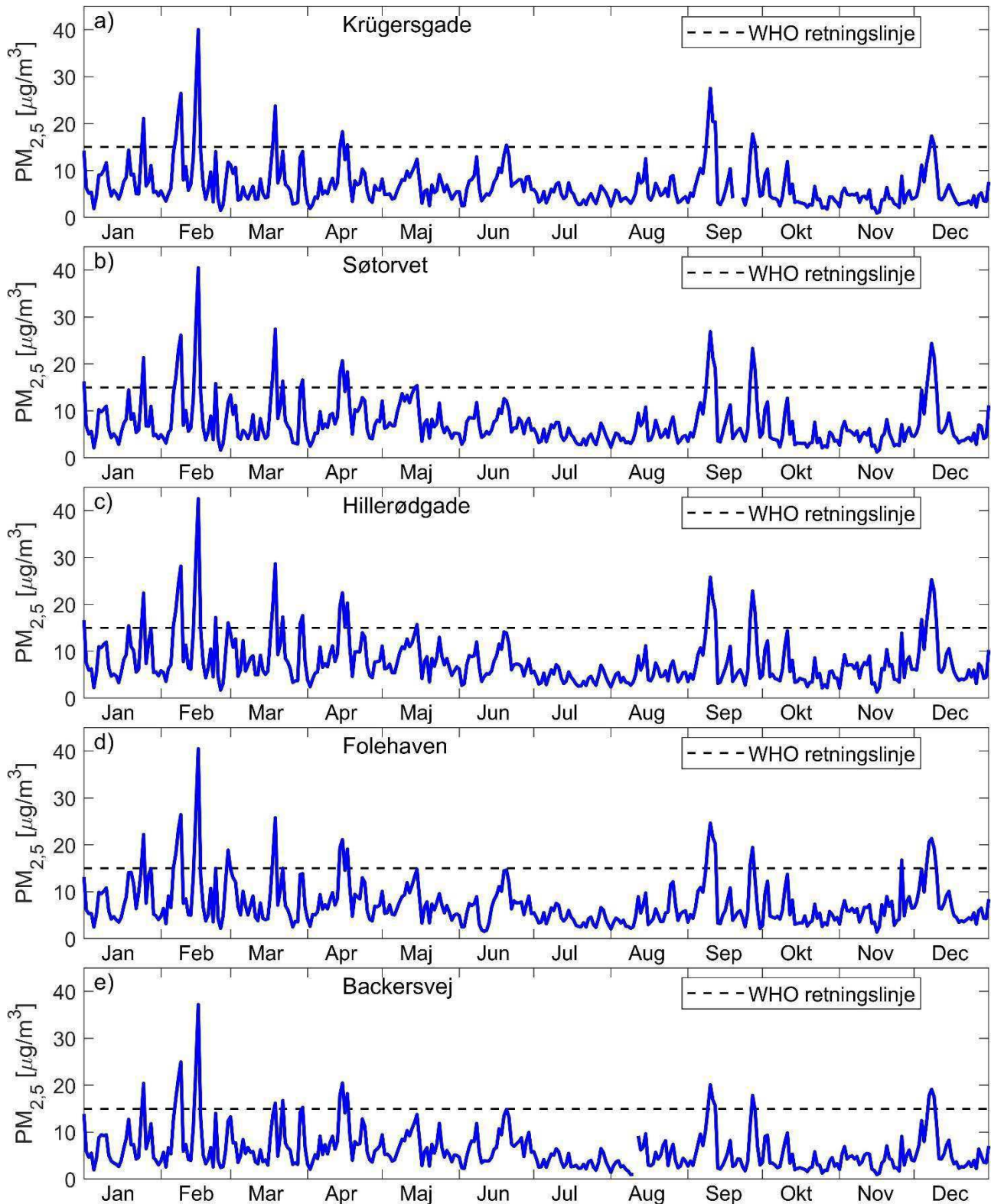
I Figur 3 præsenteres tidsserierne for døgnmiddel PM<sub>2,5</sub> i 2023. Der kan observeres en høj korrelation mellem de 5 tidsserier, hvilket afspejler at langtransport af PM<sub>2,5</sub> ofte er dominerende i forhold til lokale kilder. I Figur 3 er WHO's retningslinje for døgnmiddel PM<sub>2,5</sub> på 15 µg/m<sup>3</sup> inkluderet til sammenligning. Det niveau anbefales højst overskredet 3-4 gange årligt. Det kan ses af Figur 3, at niveauet på 15 µg/m<sup>3</sup> blev overskredet et betydeligt antal gange på alle målestationer i 2023. Overskridelserne forekom hyppigst og med de højeste værdier i vinterhalvåret og i brændeovnsæsonen.

WHO's retningslinje for døgnmiddel PM<sub>2,5</sub> på 15 µg/m<sup>3</sup> er en 99-percentil. Det niveau anbefales dermed højst overskredet 3-4 gange per år. De faktisk udregnede 99-percentiler for døgnmiddel PM<sub>2,5</sub> er præsenteret i den nederste del af Tabel 10. Værdierne for 99-percentilen varierer fra 21 til 27 µg/m<sup>3</sup>, hvilket er noget over WHO's anbefaling. Det kan af Tabel 13 ses, at døgnmiddel for PM<sub>2,5</sub> overskred niveauet på 15 µg/m<sup>3</sup> 19 til 34 gange på de forskellige målestationer i løbet af 2023.

Det kan opsummeres, at EU's grænseværdi for årsmiddel PM<sub>2,5</sub> blev overholdt i 2023. Hvad angår WHO's retningslinjer, så er det både nødvendigt at reducere årsmiddel PM<sub>2,5</sub> samt omfanget af døgn, hvor forhøjede niveauer af PM<sub>2,5</sub> forekommer (større end 15 µg/m<sup>3</sup>). Der kan dog siden 2021 konstateres en nedadgående trend for såvel årsmiddel PM<sub>2,5</sub> som omfanget af perioder med stærkt forhøjede niveauer af PM<sub>2,5</sub> på alle fem målelokationer.

Tabel 13. PM<sub>2,5</sub>: Antal tilladte samt overskredne døgnmiddel percentilværdier på de enkelte målestationer i 2023. WHO's retningslinje for den 99. percentil på højst 15 µg/m<sup>3</sup> overskrides 4 – 9% af årets døgn udover de maksimalt anbefalede 3-4 døgn på et år. EU har ikke en grænseværdi relateret til døgnmiddel PM<sub>2,5</sub>.

PM <sub>2,5</sub>		EU's grænseværdi	WHO's vejledende grænseværdi (15 µg/m <sup>3</sup> , døgnmiddel)	Andel af døgn med overskridelser af WHO's vejledende grænseværdi
Antal tilladte værdier over grænseværdi		Ikke fastsat	3-4	
Antal overskredne værdier	Krügersgade	-	20	5%
	Søtorvet	-	27	7%
	Hillerødgade	-	34	9%
	Folehaven	-	25	6%
	Backersvej	-	19	4%



Figur 3. Døgnmiddelværdier for  $PM_{2,5}$ . Den vandrette stiplede linje indikerer WHO's retningslinje for  $PM_{2,5}$  døgnmiddel, hvilken anbefales overskredet højst 3-4 døgn årligt. I Tabel 13 præsenteres antallene af overskridelser af retningslinjen. Gab i tidsserierne skyldes kalibrering, vedligeholdelse eller reparation af måleinstrumenter.

### 4.3 Partikelantal, PN<sup>14</sup>

Årsmiddel af partikelantalskoncentrationer er præsenteret i Tabel 14 for årene 2020 til 2023. Igen skal det pointeres at en direkte sammenligning mellem 2020 og andre år ikke er mulig, da målingerne kun dækker de sidste 3-4 måneder af 2020. For middelværdier af PN fra 2020, 2021 og 2023 observeredes de højeste koncentrationer på Folehaven efterfulgt af Hillerødgade, hvilket indikerer at emissioner fra lokal trafik har spillet en rolle i den sammenhæng. Billedet for 2022 forekom anderledes ved sammenligning mellem målestationerne, og det er ikke klart hvad årsagen dertil har været. Hvad angår værdierne fra 2023, så er det bemærkelsesværdigt at årsmiddelværdien for PN på Backersvej (6200 #/cm<sup>3</sup>) ligger højere end på Krügersgade (5600 #/cm<sup>3</sup>) og Søtorvet (5900 #/cm<sup>3</sup>). En mere dybdegående analyse af episoder med forhøjede niveauer af PN præsenteres i afsnit 5.3 nedenfor.

Tidsserierne for døgnmiddel partikelantalskoncentrationer kan ses i Figur 4. Der forekommer en betydelig korrelation mellem tidsserierne, hvor tidsserien for Backersvej er den som afviger mest fra de andre. En nærmere analyse af perioder med forhøjede niveauer af PN præsenteres i afsnit 5.3.

Tabel 14. Årsgennemsnit for PN for 2020 til 2023. Måleperioden i 2020 dækker kun det sidste kvartal. Det målte partikelantal gælder for partikler i størrelsesområdet 7-1000 nm.

PN	Krügersgade	Søtorvet	Hillerød-gade	Folehaven	Backersvej
	antal/cm <sup>3</sup>				
2020	5400	5600	6300	7400	5300
2021	6200	6400	7000	7600	5600
2022	7100	6300	6800	6000	7000
2023	5600	5900	6300	7100	6200

Der findes ikke grænseværdier eller klare retningslinjer for acceptable niveauer af PN. WHO beskriver dog, at døgnmiddelværdier overstigende 10.000 cm<sup>-3</sup> og timemiddelværdier overstigende 20.000 cm<sup>-3</sup> kan betragtes som høje<sup>15</sup>. I Tabel 15 er antallet af døgnmiddelværdier overstigende 10.000 cm<sup>-3</sup> opgjort til at være fra 22 til 63 i løbet af 2023. Det højeste antal af forhøjede døgnmiddelværdier af PN blev i 2023 fundet på Folehaven (63), mens næstflest blev observeret på Backersvej (53). På Krügersgade (22), Søtorvet (30) og Hillerødgade (28) observeredes et mere moderat antal døgn med forhøjede PN-niveauer. En nærmere analyse af episoder med forhøjede PN præsenteres i afsnit 5.3 nedenfor.

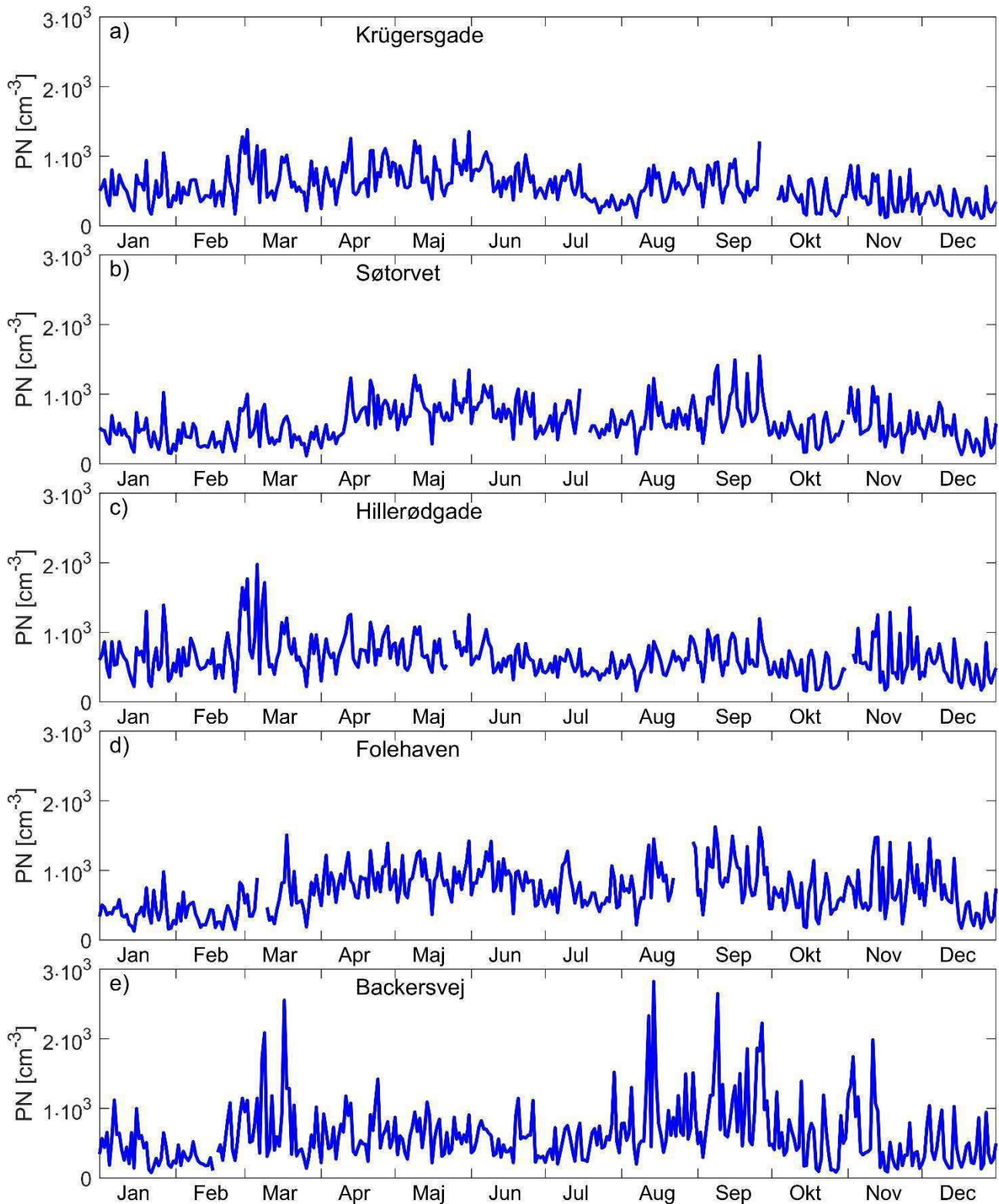
Tabel 15. Døgn med forhøjede middelværdier af partikelantalskoncentration (PN) for 2023.

Parameter	Parameter	Krügersgade	Søtorvet	Hillerødgade	Folehaven	Backersvej
PN	Antal døgnmiddelværdier overstigende 10000 cm <sup>-3</sup>	22	30	28	63	53
PN	Måledøgn	359	361	361	355	364
Andel	Døgn m. forhøjet PN	6%	8%	8%	18%	15%

<sup>14</sup> Ikke omfattet af akkreditering 51.

<sup>15</sup> WHO: WHO global air quality guidelines, 2021.





Figur 4. Døgnmiddelværdier for partikelantalskoncentrationer (PN). PN kan betragtes som indikator for koncentrationen af ultrafine partikler (UFP). Gab i tidsserierne skyldes kalibrering, vedligeholdelse eller reparation af måleinstrumenter.

#### 4.4 Black Carbon, BC<sup>16</sup>

Koncentrationen af Black Carbon kan betragtes som et mål for sodpartikler. Black Carbon måles på Folehaven og Backersvej, men ikke på de resterende 3 målestationer. Den andel af Black Carbon, som kan tilskrives emissioner fra forbrænding af fossile brændsler (herunder fra trafikken), benævnes BC<sub>FF</sub>. Den andel af Black Carbon, der kan tilskrives afbrænding af biomasse benævnes BC<sub>WB</sub>. I Tabel 16 præsenteres årsmiddelværdier for BC, BC<sub>FF</sub> og BC<sub>WB</sub>. Årsmiddel for BC er større på Folehaven (0,67 µg/m<sup>3</sup>) end på Backersvej (0,44 µg/m<sup>3</sup>). Denne forskel kan hovedsageligt tilskrives forskellige niveauer af BC fra trafik, da årsmiddel for BC<sub>FF</sub> antog værdien 0,43 µg/m<sup>3</sup> på Folehaven og 0,27 µg/m<sup>3</sup> på Backersvej. Niveaulet for årsmiddel BC<sub>WB</sub> var mere sammenlignelige mellem Folehaven (0,24 µg/m<sup>3</sup>) og Backersvej (0,17 µg/m<sup>3</sup>). Det forekommer altså sandsynligt, at forskellen i BC mellem de to målestationer i høj grad kan tilskrives forskelle i lokale BC-emissioner fra vejgående trafik, der forventeligt spiller en relativt større rolle på Folehaven.

Tabel 16. Årsmiddelværdier i 2023 for BC samt BC der estimeres relateret til afbrænding af hhv. biomasse (BC<sub>WB</sub>) og fossile brændsler (BC<sub>FF</sub>). BC måles på Folehaven og Backersvej men ikke på de resterende tre målestationer.

Parameter	Periode	Folehaven	Backersvej
		µg/m <sup>3</sup>	
BC	Målt årsmiddelværdi	0,67	0,44
BC <sub>WB</sub>	Målt årsmiddelværdi	0,24	0,17
BC <sub>FF</sub>	Målt årsmiddelværdi	0,43	0,27

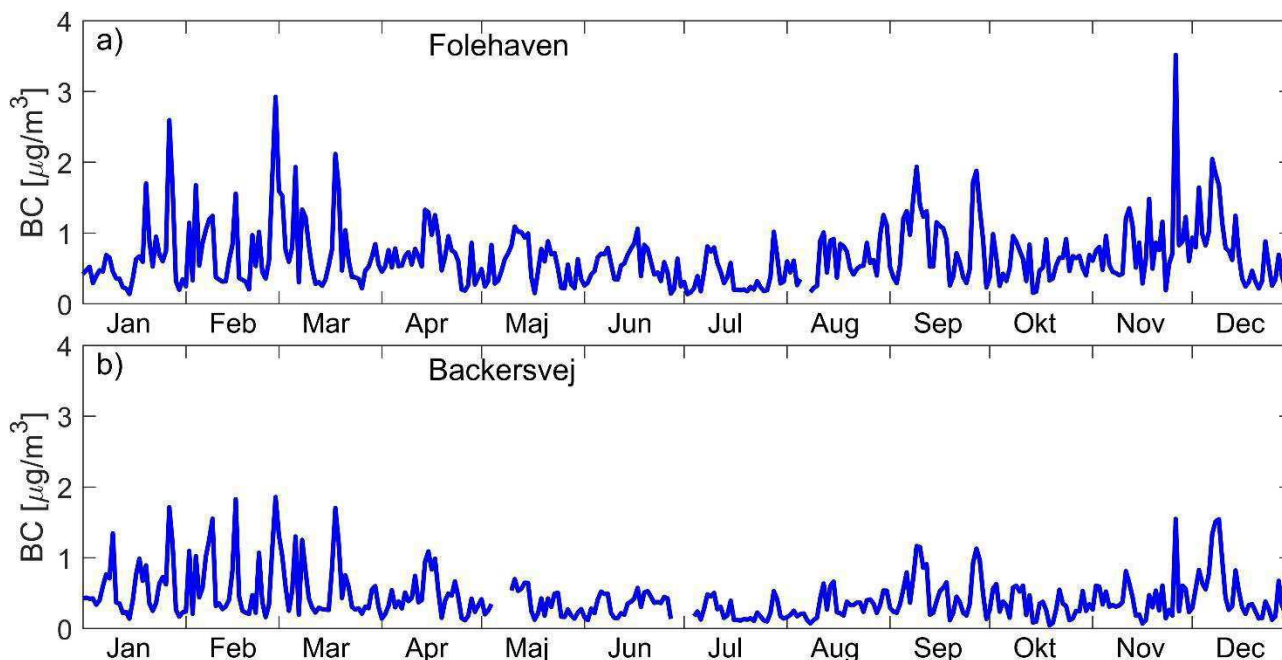
I Tabel 17 præsenteres årsmiddel for BC for perioden 2020 til 2023, hvor tallene for 2020 dog kun repræsenterer årets sidste 3-4 måneder. Dermed kan tallene fra 2020 ikke sammenlignes direkte med årsmiddel for andre år. Der forekommer fra 2021 til 2023 en reduktion i årsmiddel BC både på Folehaven og på Backersvej. Reduktionen er mest udtalt på Folehaven og det forekommer sandsynligt at lokale emissioner af BC fra vejgående trafik mindskedes betydeligt i perioden – til dels via gradvis fornyelse af bilparken og til dels via indførslen af udvidede miljøzoner i København, på Frederiksberg samt i flere andre danske byer i efteråret 2023.

Tabel 17. Årsgennemsnit for BC målt på Folehaven og Backersvej fra 2020 til 2023. Bemærk, at måleperioden i 2020 kun dækker de sidste 3 - 4 måneder, hvilket gør en direkte sammenligning vanskelig. Årsgennemsnittet for Folehaven i 2022 er baseret på modelresultater for 4. kvartal og målinger resten af 2022.

BC	Krügersgade	Søtorvet	Hillerødgade	Folehaven	Backersvej
µg/m <sup>3</sup>					
2020	-	-	-	1,4	0,7
2021	-	-	-	1,1	0,5
2022	-	-	-	0,9	0,5
2023	-	-	-	0,7	0,4

<sup>16</sup> Ikke omfattet af akkreditering 51.

I Figur 5 præsenteres tidsserierne for døgnmiddel BC mens kvartalsmiddel for BC, BC<sub>FF</sub> og BC<sub>WB</sub> præsenteres i Tabel 18. Det kan af Figur 5 ses, at der er en betydelig korrelation mellem BC målt på Folehaven og Backersvej. Det er der formentlig flere årsager til. Når langtransport af BC til København er markant, så vil BC samtidig være forhøjet på begge målestationer. Ydermere må de lokale/regionale emissioner fra brændeovne forventes at være højest i kolde perioder, hvilket bør påvirke niveauet af BC på begge målestationer. Det kan også ses af Figur 5, at de forhøjede døgnmiddelværdier for BC forekommer i vinterhalvåret og brændeovnsæsonen på begge målestationer.

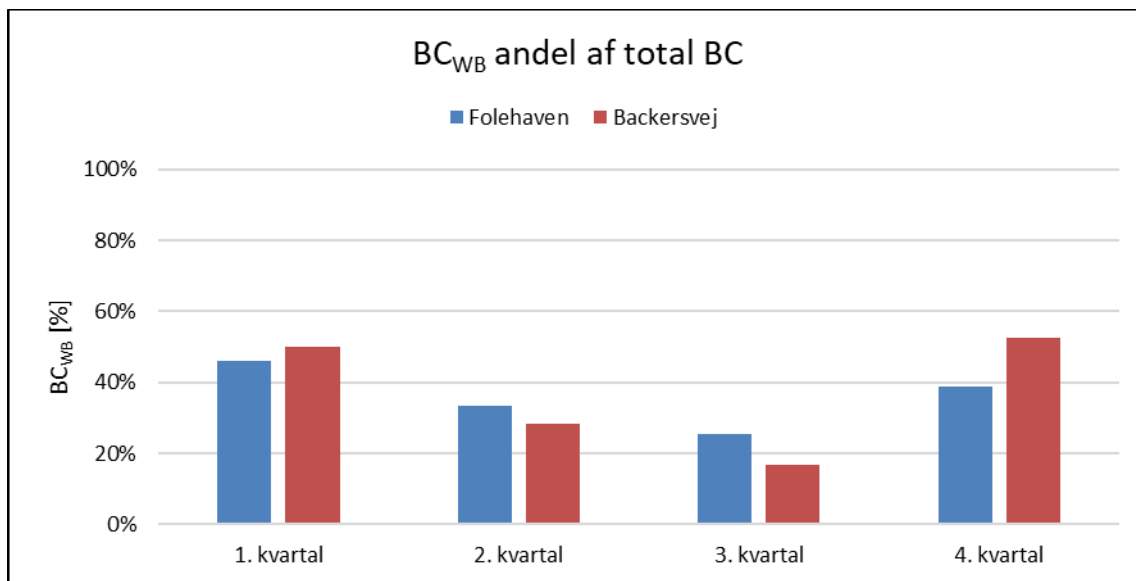


Figur 5. Døgnmiddelværdier for Black Carbon (BC) på Folehaven og Backersvej i 2023. Gab i tidsserierne skyldes kalibrering, vedligeholdelse eller reparation af måleinstrumenter.

BC fra brændeovne bør bidrage til BC<sub>WB</sub>, og det må forventes at de lokale emissioner typisk vil være højest når temperaturerne er lave i løbet af vinterhalvåret. Det understøttes af kvartalsgennemsnittene i Tabel 18. Der er en markant årstidsvariation i BC<sub>WB</sub> med de højeste koncentrationer i vinterhalvåret på begge målestationer. Årstidsvariationen for BC<sub>WB</sub> ses også tydeligt i den kvartalsvise andel af BC<sub>WB</sub> i forhold til BC, hvilken er præsenteret i Figur 6. På Backersvej udgør BC<sub>WB</sub> i fyringssæsonen i 1. og 4. kvartal omkring 50% af BC, mens betydeligt lavere forhold mellem BC<sub>WB</sub> og BC blev observeret i sommerhalvåret.

Tabel 18. Gennemsnitlige koncentrationer af BC, BC<sub>WB</sub> og BC<sub>FF</sub> for kvartaler fra henholdsvis Folehaven og Backersvej i 2023.

	Folehaven			Backersvej		
	µg/m <sup>3</sup>			µg/m <sup>3</sup>		
2023	BC	BC <sub>WB</sub>	BC <sub>FF</sub>	BC	BC <sub>WB</sub>	BC <sub>FF</sub>
1. kvartal	0,74	0,34	0,39	0,60	0,30	0,30
2. kvartal	0,60	0,20	0,40	0,39	0,11	0,28
3. kvartal	0,63	0,16	0,47	0,36	0,06	0,30
4. kvartal	0,72	0,28	0,44	0,42	0,22	0,20



Figur 6. Kvartalsvis fordeling af forholdet mellem Black Carbon forbundet med afbrænding af biomasse (BC<sub>WB</sub>) og total Black Carbon (BC), målt på Folehaven og Backersvej i 2023.



## 5 Variationer i luftkvalitet<sup>17</sup>

### 5.1 Luftkvaliteten på hverdage

I Figur 7 præsenteres timemiddelværdier for NO<sub>2</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PN og BC som gennemsnit for ugedagene mandag til og med fredag. Trafikintensiteten nær målestationerne forventes at være højest i morgenmyldretiden omkring kl. 7-9 og igen i eftermiddagsmyldretiden omkring kl. 15-18 på hverdage. Der kan observeres et maksimum i koncentrationen for NO<sub>2</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PN og BC på samtlige målestationer omkring kl. 7 om morgenen på hverdage, hvilket indikerer at morgentrafikken påvirker alle fire luftkvalitetsparametre. For NO<sub>2</sub> ses de højeste morgenkoncentrationer på Folehaven og Hillerødgade, der forventes at blive eksponeret for relativt højere trafikintensitet. De laveste morgenkoncentrationer af NO<sub>2</sub> observeres på Backersvej.

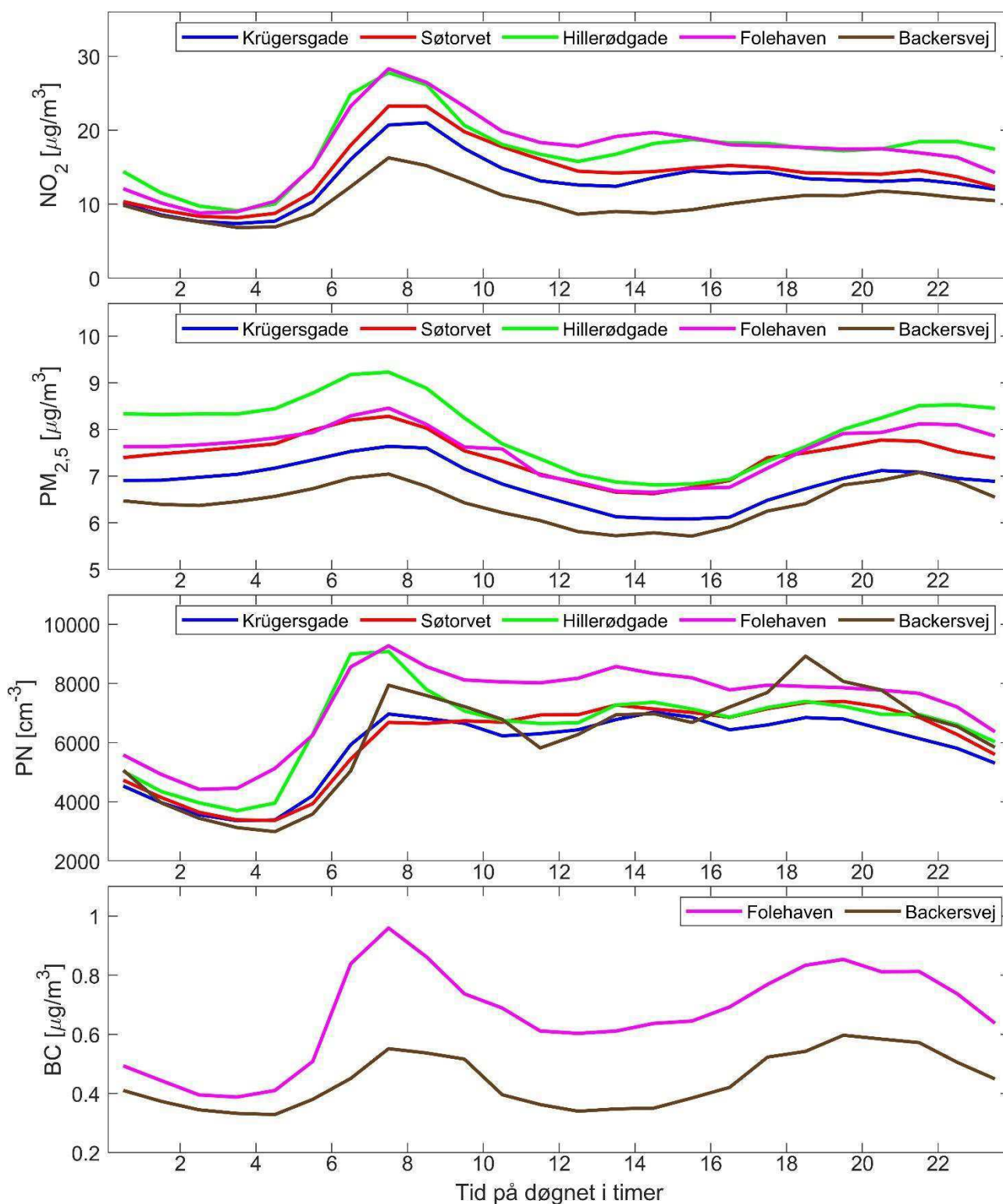
Forskellene i PM<sub>2,5</sub> koncentrationerne på hverdagsmorgener er relativt mindre mellem målestationerne, end hvad der observeres for NO<sub>2</sub>. Der ses dog de højeste PM<sub>2,5</sub> koncentrationer på Hillerødgade efterfulgt af Folehaven med den laveste gennemsnitskoncentration på Backersvej. Hvis forskellene kan tilskrives forskelle i den lokale trafikintensitet, så medfører det forskelle i koncentrationen af PM<sub>2,5</sub> i omegnen af 1-2 µg/m<sup>3</sup> på hverdagsmorgener mellem mindre trafikerede og mere trafikerede områder. Der skal dog tages forbehold for at de lokale forhold ved målestationerne ikke er identiske hvad angår afstand til kørebanen eller de lokale omgivelser og deres betydning for luftudskiftning.

Partikelantalskoncentrationen udviser også forhøjede værdier på hverdagsmorgener, hvor de højeste værdier observeredes på Hillerødgade og Folehaven, hvilket indikerer at lokal vejgående trafik kan udgøre en betydelig kilde til PN. Det er bemærkelsesværdigt, at de højeste gennemsnitsværdier i tidsrummet kl. 18-20 blev observeret på Backersvej. En nærmere analyse af episoder med forhøjede niveauer af PN præsenteres i afsnit 5.3. Der observeres forhøjede BC-koncentrationer på hverdagsmorgener både på Folehaven og Backersvej med markant højere koncentrationer på Folehaven. Dette indikerer, at den lokale vejgående trafik signifikant kan øge koncentrationen af BC.

Der kan overordnet observeres markante koblinger til den lokale trafikintensitet for NO<sub>2</sub>, PN og BC, og mere beskedne koblinger til den lokale trafikintensitet for PM<sub>2,5</sub> for hverdagsmorgener. Der fremstår ikke på samme måde veldefinerede maksima i koncentrationerne omkring den forventede eftermiddagsmyldretid. Rangordningen i koncentrationerne mellem målestationerne afspejler dog at den lokale trafikintensitet har betydning for koncentrationerne af NO<sub>2</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PN og BC på hverdageeftermiddage. Udeblivelsen af en tydelig korrelation med eftermiddagsmyldretrafikken kan formentlig tilskrives to faktorer: (i) at eftermiddagsmyldretidstrafikken ofte er fordelt over et længere tidsrum end morgenmyldretidstrafikken, og (ii) dynamik omkring det atmosfæriske grænselag. Det atmosfæriske grænselag udgør typisk de nederste 50 til 3000 meter af atmosfæren. Grænselaget er karakteriseret ved turbulens og mixning af luftmasserne – og intensiteten af turbulensen og højden af grænselaget øges med øget vindhastighed og typisk også med øget solindstråling. Derfor er grænselaget typisk højere om dagen i forhold til om natten, ligesom grænselaget typisk er højere om sommeren i forhold til om vinteren. Når det atmosfæriske grænselag er højt, så vil luftforurening udsendt nær jordoverfladen effektivt blive transporteret opad i grænselaget. Omvendt kan et lavt atmosfærisk grænselag medføre at luftforurening udsendt nær jordoverfladen forbliver og opkoncentreres nær jordoverfladen. Med andre ord kan det forventes, at relativt højere koncentrationer af luftforurening i gennemsnit observeres om morgenen, når det atmosfæriske grænselag er relativt lavt. Omvendt bør et relativt højere grænselag midt på dagen og om eftermiddagen medføre relativt lavere luftforureningskoncentrationer, hvis det antages at emissionerne er sammenlignelige for morgener og eftermiddage. Koncentrationerne

<sup>17</sup> Målinger af PN og BC samt vurderinger i dette afsnit er ikke omfattet af akkreditering 51.

præsenteret i Figur 7 illustrerer dermed bl.a. de kombinerede effekter af (i) omfanget af lokale emissioner, og (ii) meteorologi og grænselagsdynamik/højden af det atmosfæriske grænselag.



Figur 7. Gennemsnitlige timemiddelværdier for hhv. NO<sub>2</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PN og BC på dagene mandag til og med fredag i 2023.

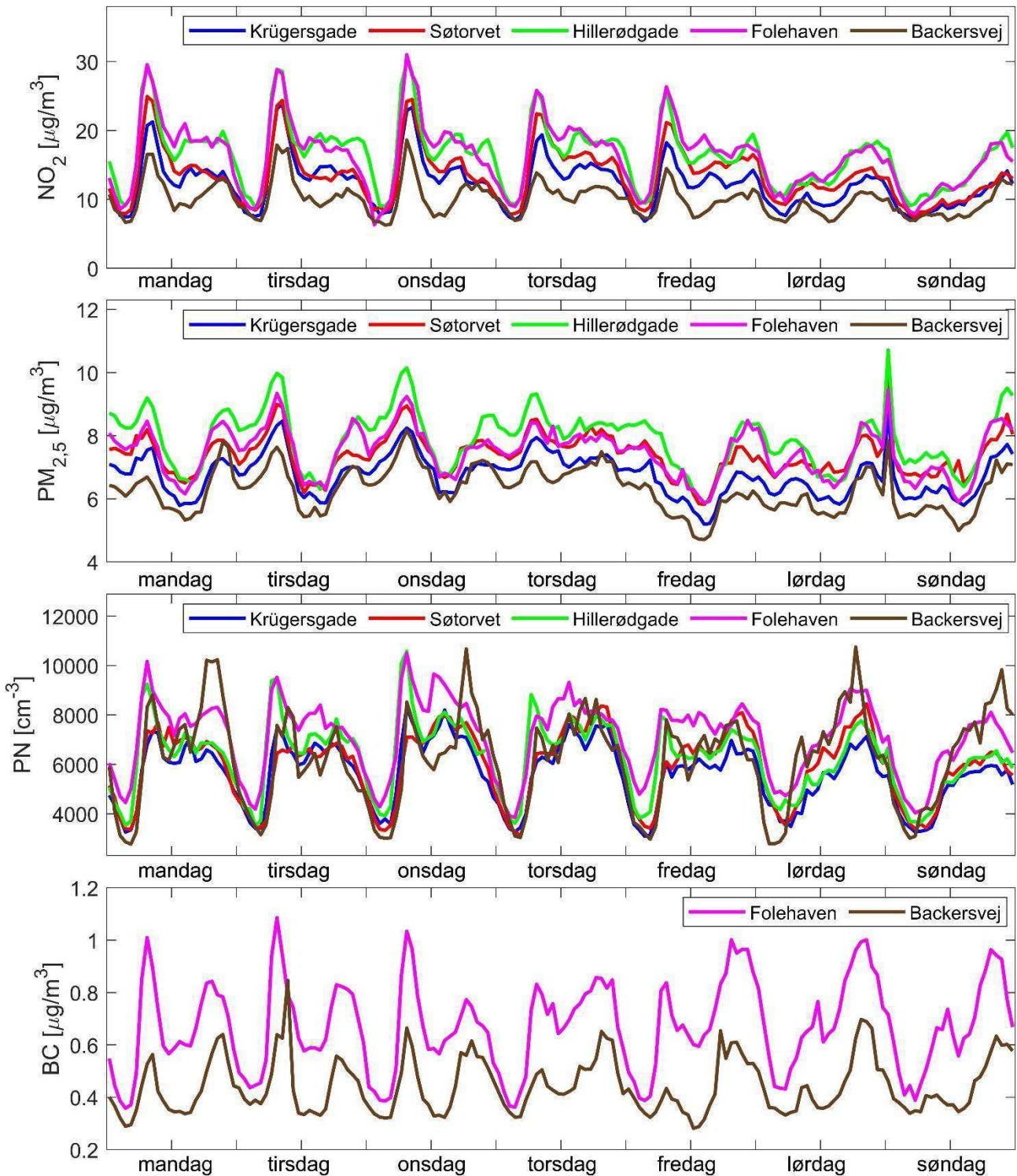
## 5.2 Sammenstilling af døgnvariationer

I Figur 8 præsenteres gennemsnitskoncentrationer for hver af døgnets timer for NO<sub>2</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PN og BC fordelt på ugedage i 2023. For NO<sub>2</sub> ses en markant forskel mellem hverdage og weekend, hvilket er mest udtalt omkring kl. 6-9 om morgenen. De største forskelle mellem hverdag og weekend ses for Folehaven og Hille-rødgade, hvor myldretidstrafikken forventes at have den relativt største intensitet på hverdage. På Backersvej er forskellen mellem hverdag og weekend mere beskeden. Generelt er forskellene mellem hverdag og weekend mindre udtalt på eftermiddage, hvilket kan skyldes, (i) at forskellene i trafikintensitet ikke er så udtalt for den del af dagen, og/eller (ii) at relativt højere grænselag på eftermiddage medfører relativt større 'fortynding' af de lokale emissioner. Billedet for NO<sub>2</sub> er altså konsistent i forhold til en stærk kobling til den lokale trafikintensitet.

For PM<sub>2,5</sub> ses i Figur 8 betydelig mindre variabilitet både mellem ugedage for en given lokation, og mellem målestationer i forhold til fx NO<sub>2</sub>. Denne observation er et resultat af, at den lokale trafikintensitet i mindre grad end for NO<sub>2</sub> bidrager til PM<sub>2,5</sub>. Langtransport er mere styrende for niveauet af PM<sub>2,5</sub> i København. De markante spidser, der for alle målestationer kan observeres omkring midnat mellem lørdag og søndag skyldes nytårsaften. Affyringen af nytårskrudt ved årsskiftet medfører typisk årets højeste niveauer af PM<sub>2,5</sub>, hvilket tydeligt kan ses for timemiddelværdierne præsenteret i Figur 11 (se forhøjede niveauer for PM<sub>2,5</sub> de første timer af d. 1. jan. nær Y-aksen).

For partikelantalskoncentrationen, PN, kan observeres markante forskelle mellem hverdage og weekend i Figur 8. Det gælder særligt de markante spidser på hverdage omkring kl. 6-9, der ikke optræder i weekenden. De forhøjede niveauer af PN på hverdagsmorgener er sandsynligvis stærkt koblet til trafikintensitet. Det er bemærkelsesværdigt, at de højeste niveauer af PN i gennemsnit blev observeret på Backersvej på eftermiddage/aftener såvel på nogle hverdage som i weekenden. En nærmere analyse af episoder med forhøjede niveauer af PN præsenteres nedenfor i afsnit 5.3.

For Black Carbon ses i Figur 8 også om morgenen markante forskelle mellem hverdag og weekend – hvilket er betydeligt mere udtalt på Folehaven i forhold til Backersvej. Denne observation understøtter at den lokale trafikintensitet kan have stor betydning for niveauet af Black Carbon.



Figur 8. Gennemsnitlige timemiddelværdier for hhv. NO<sub>2</sub>, partikulær masse for partikler med diammetre mindre end 2,5  $\mu\text{m}$  (PM<sub>2,5</sub>), partikelantalskoncentration (PN) og Black Carbon (BC) fordelt på ugedage.



### 5.3 Episoder med forhøjede niveauer af PN

Det er beskrevet ovenfor, at der forekommer at være klare sammenhænge mellem niveauer af PN og trafikintensitet hvad angår målestationer som Folehaven, Hillerødgade og Søtorvet. Det er ikke på samme måde klart, hvorfor relativt høje niveauer af PN med mellemrum blev målt på Backersvej. Det kan af Figur 4 tydeligt ses, at mange af de højeste døgnmiddelværdier for PN i 2023 blandt alle fem målestationer blev observeret på Backersvej. Der er som nævnt ovenfor ingen grænseværdier eller retningslinjer for koncentrationen af PN, men WHO har foreslået at timemiddelværdier overstigende 20.000 partikler/cm<sup>3</sup> vil kunne betragtes som et højt niveau<sup>18</sup>. I Tabel 19 vises antallet af timer med PN-middelværdier overstigende 20.000 partikler/cm<sup>3</sup>. Det fremgår, at der på Backersvej blev observeret forhøjede niveauer af PN i 438 timer, mens det næsthøjeste antal blev observeret på Folehaven med 194 timer. I Figur 12 i Bilag C nedenfor præsenteres timemiddelværdier for PN, hvor det tydeligt kan ses, at der forekom et betydeligt antal timer med PN middelværdier overstigende 50.000 partikler/cm<sup>3</sup> på Backersvej, mens sådanne niveauer var sjældne eller fraværende ved de andre fire målestationer i 2023. I denne sammenhæng omtales PN time-middelværdier overstigende 50.000 partikler/cm<sup>3</sup> derfor som værende *stærkt forhøjede*.

Tabel 19. Antal timer med PN-middelværdier overstigende 20.000 partikler/cm<sup>3</sup> på de fem målestationer i 2023. Antallet af måletimer for PN og andel af timer med høje PN niveauer vises også.

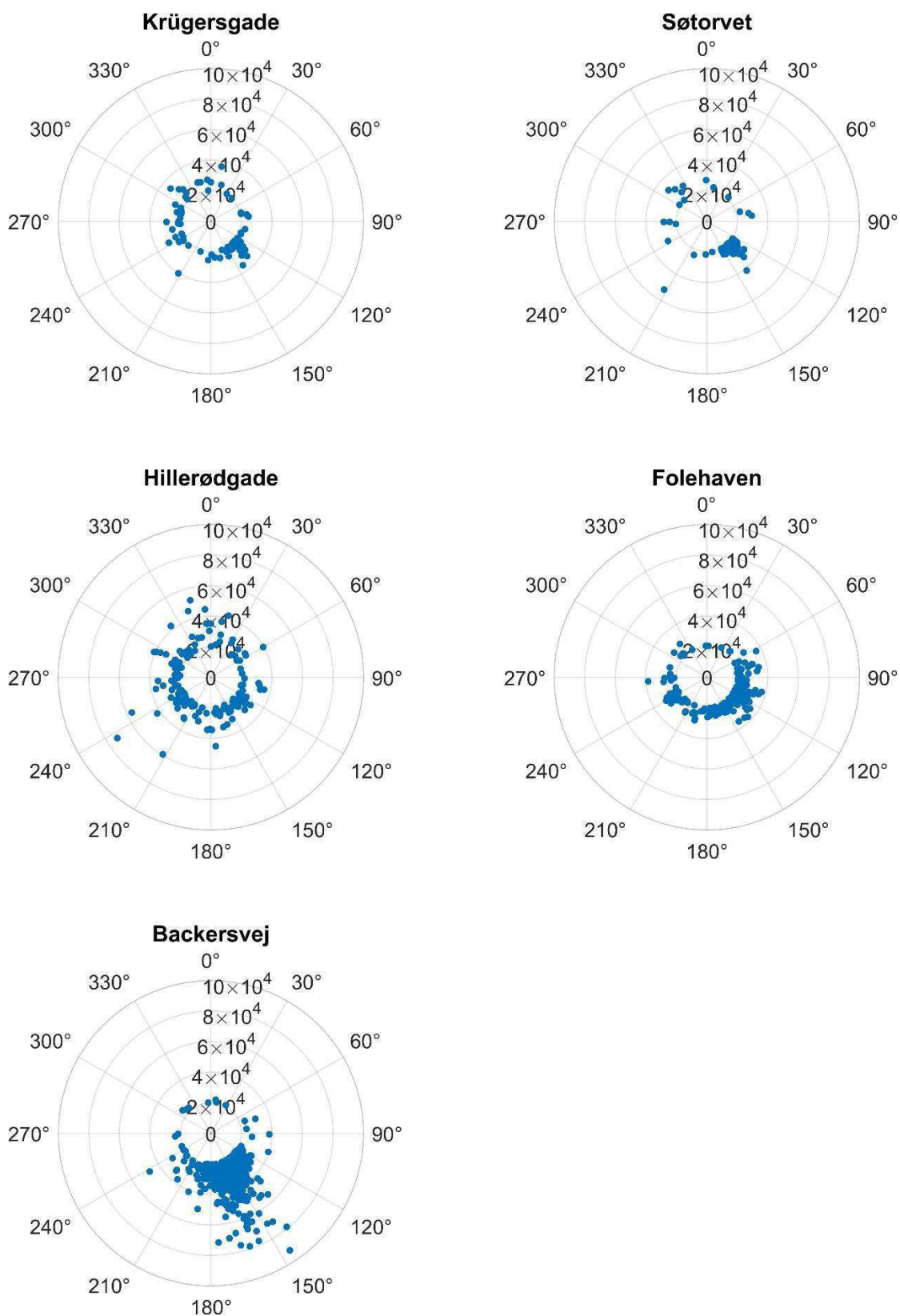
Parameter	Parameter	Krügersgade	Søtorvet	Hillerødgade	Folehaven	Backersvej
PN	Antal timemiddelværdier overstigende 20000 cm <sup>-3</sup>	77	93	154	194	438
PN	Måletimer	8633	8681	8704	8557	8737
Andel	Timer m. forhøjet PN	1%	1%	2%	2%	5%

I Figur 9 præsenteres punkter for alle PN-timemiddelværdier overstigende 20.000 partikler/cm<sup>3</sup> som funktion af den lokale vindretning i København. Timemiddelværdier for vindretning er baseret på data fra DMI. Af Figur 9 fremgår det, at der særligt for Backersvej er en meget tydelig sammenhæng mellem vindretning og forhøjede niveauer af PN. På Backersvej er samtlige timer med stærkt forhøjede niveauer af PN (>50.000 partikler/cm<sup>3</sup>) koblet til vindretninger fra syd-sydøst. Det er ikke muligt at se hvert individuelt målepunkt i Figur 9, men i Tabel 19 vises antallet af inkluderede punkter for hver målestation. For Backersvej var 395 af 438 timer med forhøjede niveauer af PN forbundet med vindretninger mellem 120° og 195°, altså sydøstlige og sydlige vindretninger. Københavns Lufthavn er lokaliseret i netop den vindsektor i forhold til målestationen på Backersvej. Derfor forekommer det meget sandsynligt, at emissioner fra Lufthavnen kan medvirke til forhøjede niveauer af PN på Backersvej.

Det er velkendt, at flymotorer kan være meget betydelige kilder til små, ultrafine partikler<sup>19</sup>. Den viden - samt de præsenterede måleresultater for timemiddel-PN - understøtter, at Lufthavnen højst sandsynligt bidrog i væsentligt omfang til de forhøjede niveauer af ultrafine partikler, der med mellemrum blev observeret på Backersvej i 2023. Det kan dog på baggrund af nærværende analyse ikke udelukkes, at andre kilder eller kildeområder fx i samme vindsektor nær målestationen også kan have været medvirkende faktorer. En kvantificering af PN bidraget fra Lufthavnen vil fx kunne udføres via samtidige målinger udført på flere lokationer i nærområdet i den relevante vindsektor i forhold til Backersvej. Sådanne studier er så vidt vides blevet udført af DCE i løbet af 2023, men resultaterne er pt. ikke gjort offentligt tilgængelige.

<sup>18</sup> WHO: WHO global air quality guidelines, 2021.

<sup>19</sup> Se fx Ungeheuer et al., Communications Earth and Environment 3(1), 319, 2022.



Figur 9. PN timemiddelværdier overstigende 20.000 partikler/cm<sup>3</sup> plottet som funktion af vindretning. Punkter nær linjen for 90° eller 180° indikerer at vinden kom fra hhv. øst eller syd. Punkter nær randen af figurerne repræsenterer en timemiddelsoncentration nær 100.000 partikler/cm<sup>3</sup>. Antallet af inkluderede timemiddelværdier for hver målestation kan ses i Tabel 19.



## Bilag A Målemetoder

### NO<sub>x</sub> (NO og NO<sub>2</sub>)

NO<sub>2</sub>-koncentrationen bestemmes med en kemiluminiscens monitor (CLD) med indbygget konverter (NO<sub>2</sub> til NO). Måleværdien for NO<sub>2</sub> er differencen mellem de målte værdier for NO<sub>x</sub> og NO. Denne målemetode er referencemetoden til luftkvalitetsmålinger af NO<sub>x</sub> og NO, der anvendes til bestemmelse af NO<sub>2</sub>.

Målområde: 0 – 1000 ppb (parts per billion) .

Reference: EN 14211

### Partikulær masse (svævestøv), PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub>

PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub> angiver massen af partikler, der har en aerodynamisk diameter, som er mindre end henholdsvis 2,5 µm og 10 µm. I dette måleprogram anvendes en optisk målemetode, hvor partikler eksponeres for laserlys i instrumentets målekammer. Når lyset rammer partiklerne i gasstrømmen, spredes lyset, og et sæt af detektorer måler intensiteten af lysspredningen. Intensiteten af det reflekterede lys er proportional med størrelsen på partiklerne, og antallet af lyspulser er en funktion af koncentrationen af partikler og flowet af gassen. På den måde kan lysspredningen omregnes til koncentration af partikler som funktion af både antal og størrelse. I udregningen til partikelmasse indgår nogle antagelser omkring de optiske egenskaber og massefylden for de målte partikler. Disse gennemsnitlige partikelegenskaber kan forventes at være forskellige i miljøer, hvor forskellige partikeltyper dominerer. Derfor er det almindeligt at sammenligne de optisk målte partikelmasser med en referencemetode. Derved kan der bestemmes en korrektionsfaktor til de optiske målinger således, at der opnås god overensstemmelse i forhold til referencemetoden. Den optiske måler er ved forskellige lejligheder blevet sammenlignet med referencemetoden efter EN12341.

#### **Særlige bemærkninger vedr. korrektionsfaktorer for PM<sub>2,5</sub> for den optiske målemetode**

Tidligere har der på de fem målestationer i Københavns Kommune været anvendt en korrektionsfaktor (K) på 0,91 til PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub> data. Fra juni til august, 2022 blev der gennemført en ny række sammenlignende målinger på HC Andersens Boulevard (HCAB) i et samarbejde mellem FORCE Technology og Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE), Aarhus Universitet. Der blev opnået 62 datapunkter for både PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub>. Korrektionsfaktoren præsenteret nedenfor er blevet anvendt til alle PM<sub>2,5</sub> data i nærværende rapport.

Ud fra de udførte sammenlignende målinger er de udledte korrektionsfaktorer (K) som følger:

- **For PM<sub>2,5</sub>:** K<sub>PM<sub>2,5</sub></sub> er bestemt til 0,99 med en usikkerhed på ± 4.0% på 95% konfidensniveau baseret på 62 målepunkter fra HCAB. *Korrektionsfaktoren på 0,99 for PM<sub>2,5</sub> er anvendt i denne rapport.*

Der er for PM<sub>10</sub>-målingerne blevet identificeret nogle målebegrænsninger, hvilke er blevet udbedret. I 2024 bliver der bestemt en ny korrektionsfaktor PM<sub>10</sub>-målinger, og alle udførte målinger af PM<sub>10</sub> vil blive nærmere analyseret. En samlet afrapportering af udførte PM<sub>10</sub>-målinger forventes med afrapporteringen for 2024.

## Partikelantal, PN

Der anvendes en Condensation Particle Counter (CPC) til at måle partikelantalskoncentrationer i den omgivende luft. Prøvegassen ledes gennem et kammer med mættede butanoldampe. Efterfølgende afkøles gassen i en kondensator, så den partikelholdige prøvegas overmættes med butanol. Dette får butanolen til at kondensere på partiklerne, så de vokser sig store nok til, at de kan detekteres optisk. En CPC kan måle partikler større end en bestemt cut-off størrelse, som bl.a. er en funktion af den overmætning, der opnås i kondensatorafsnittet for en given CPC. Målingerne af PN er ikke omfattet af akkreditering 51.

Måleområde (partikelstørrelse): 7 - 1000 nm

Måleområde (partikelantal): op til  $10^7$  antal/cm<sup>3</sup>

## Black Carbon, BC

En kendt gasstrøm passerer gennem et aethalometer, hvori partiklerne deponeres på et filter. En lyskilde med tilførende sensorer måler, hvor meget lyset ved en række specifikke bølgelængder dæmpes over filteret. Lyisdæmpningen er proportional med koncentrationen af lysabsorberende stof i den opsamlede luftstrøm. Ud fra den målte lysdæmpning foretages en beregning af den gennemsnitlige koncentration af absorberende partikler i gasstrømmen. Målingerne af BC er ikke omfattet af akkreditering 51.

Resultaterne fra den multispektrale analyse kan anvendes til estimering af partikulært Black Carbon fra henholdsvis fossile kilder (BC<sub>FF</sub>) og afbrænding af biomasse (BC<sub>WB</sub>).

Måleområde: 0 – 100 µg/m<sup>3</sup>

## Bilag B Datakvalitet og datafangst

Tabel 20 til 24 viser en oversigt over datafangst, dvs. hvor stor en andel af valide data, der er opnået ved måling i perioden jf. kravene i Luftkvalitetsdirektivet EN 2008/50/EF samt opgavens udbudsmateriale.

Tabel 20. Krügersgade. Datafangst for perioden.

Parameter	Datafangst		Minimumskrav til datafangst
	Timeværdier	Døgnværdier	
PM <sub>2,5</sub>	99%	99%	90%
BC	-	-	75%
PN	99%	98%	75%
NO <sub>2</sub>	97%	98%	90%

Tabel 21. Søtorvet. Datafangst for perioden.

Parameter	Datafangst		Minimumskrav til datafangst
	Timeværdier	Døgnværdier	
PM <sub>2,5</sub>	100%	100%	90%
BC	-	-	75%
PN	99%	99%	75%
NO <sub>2</sub>	99%	100%	90%

Tabel 22. Hillerødgade. Datafangst for perioden.

Parameter	Datafangst		Minimumskrav til datafangst
	Timeværdier	Døgnværdier	
PM <sub>2,5</sub>	100%	100%	90%
BC	-	-	75%
PN	99%	99%	75%
NO <sub>2</sub>	99%	99%	90%

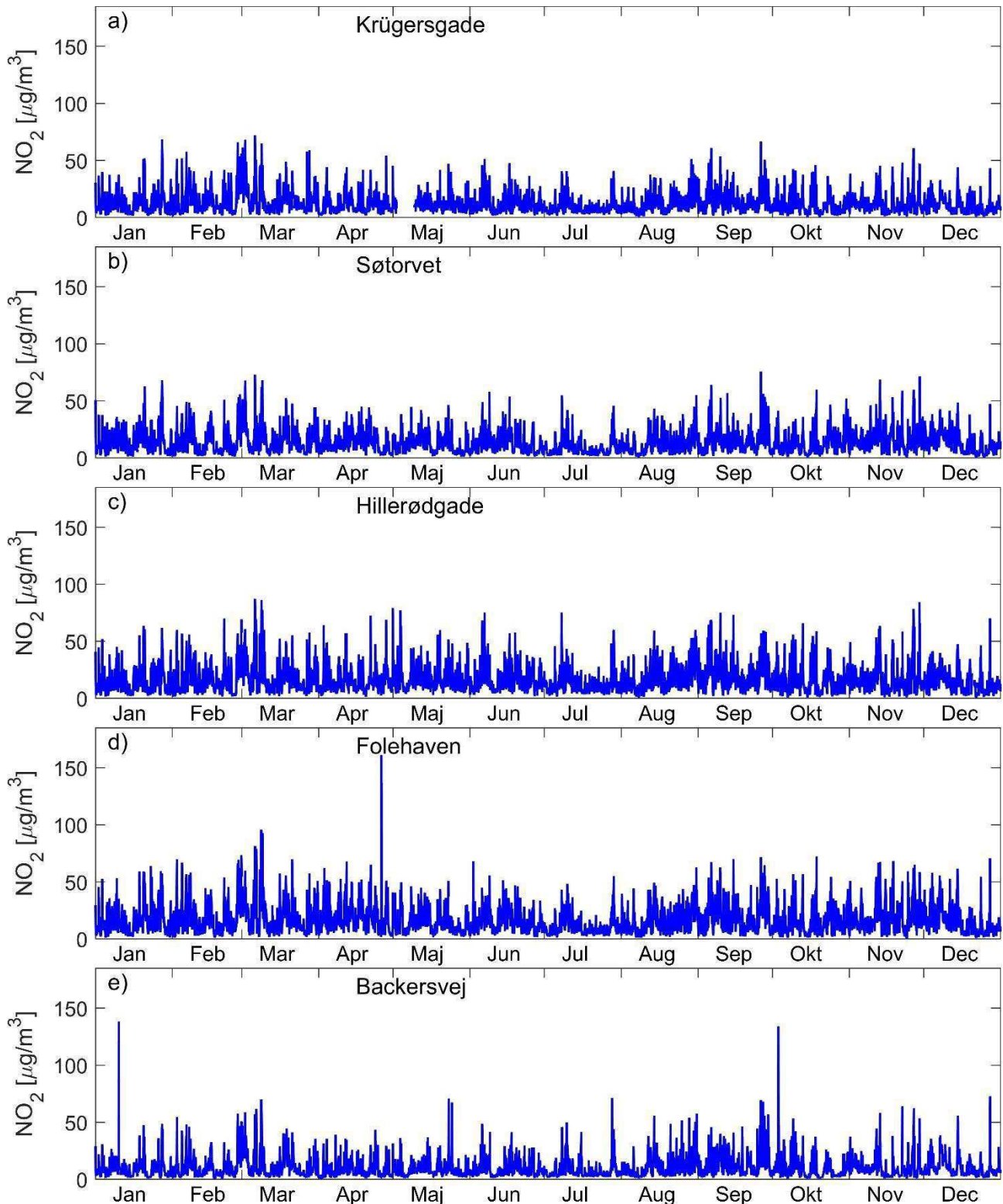
Tabel 23. Folehaven. Datafangst for perioden.

Parameter	Datafangst		Minimumskrav til datafangst
	Timeværdier	Døgnværdier	
PM <sub>2,5</sub>	100%	100%	90%
BC	99%	99%	75%
PN	98%	97%	75%
NO <sub>2</sub>	99%	100%	90%

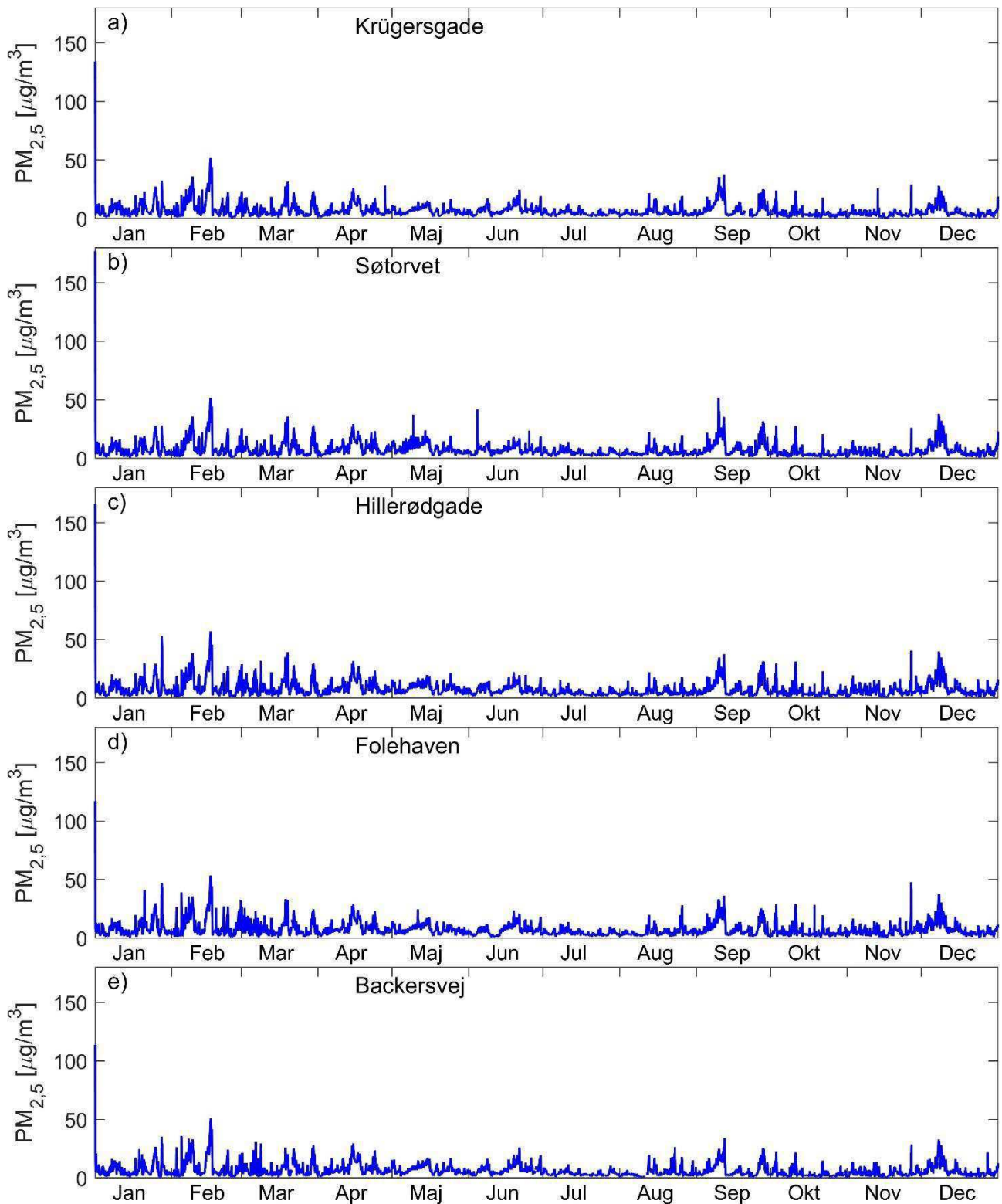
Tabel 24. Backersvej. Datafangst for perioden.

Parameter	Datafangst		Minimumskrav til datafangst
	Timeværdier	Døgnværdier	
PM <sub>2,5</sub>	100%	100%	90%
BC	97%	97%	75%
PN	100%	100%	75%
NO <sub>2</sub>	99%	100%	90%

## Bilag C Timemiddelværdier for NO<sub>2</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PN og BC

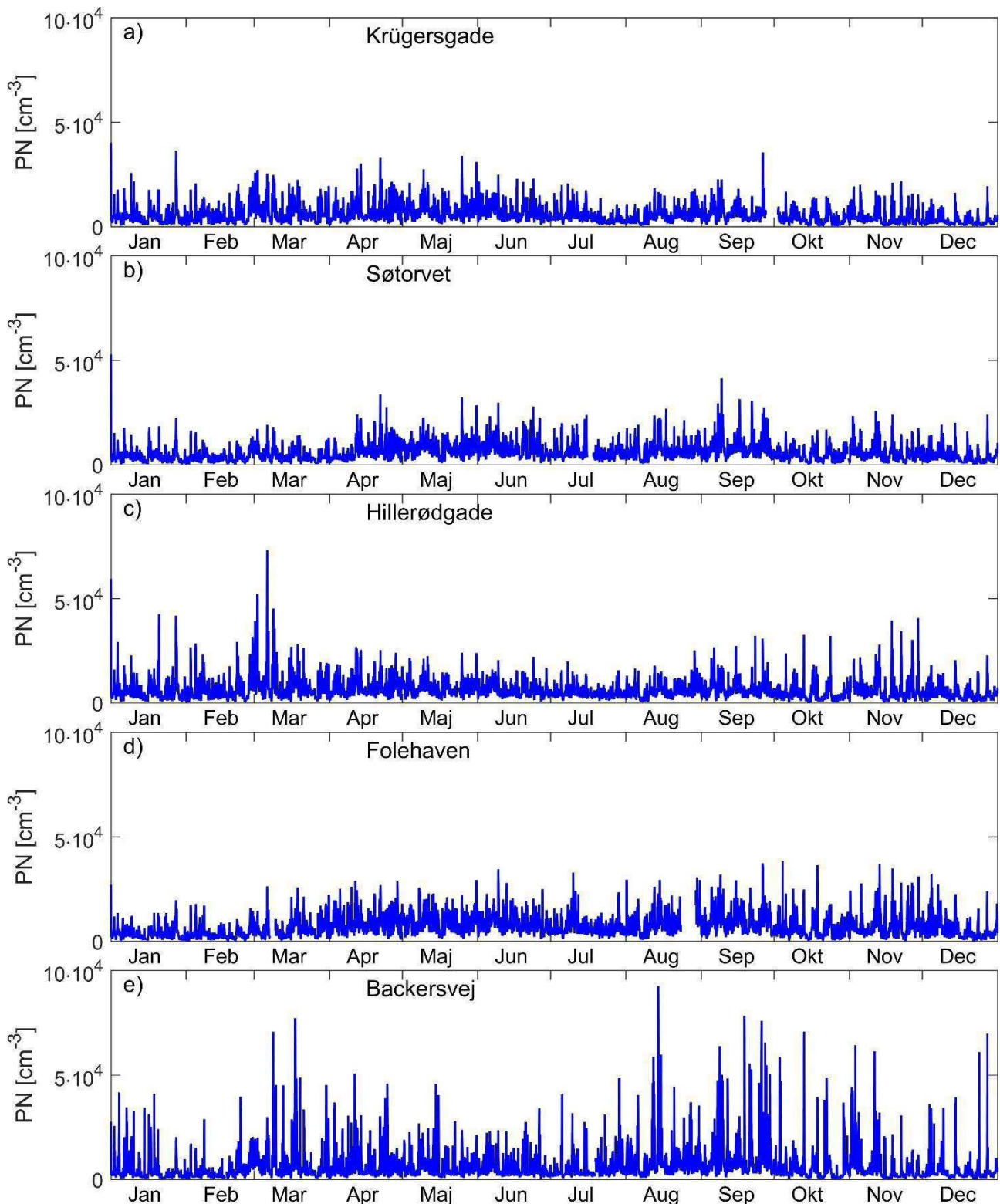


Figur 10. Timemiddelværdier for NO<sub>2</sub>. EU's grænseværdi for timemiddel NO<sub>2</sub> er på 200 µg/m<sup>3</sup>, hvilket ikke kan ses i figuren, da højest målte timemiddel var på 161 µg/m<sup>3</sup> i løbet af 2023. Gab i tidsserierne skyldes kalibrering, vedligeholdelse eller reparation af måleinstrumenter.



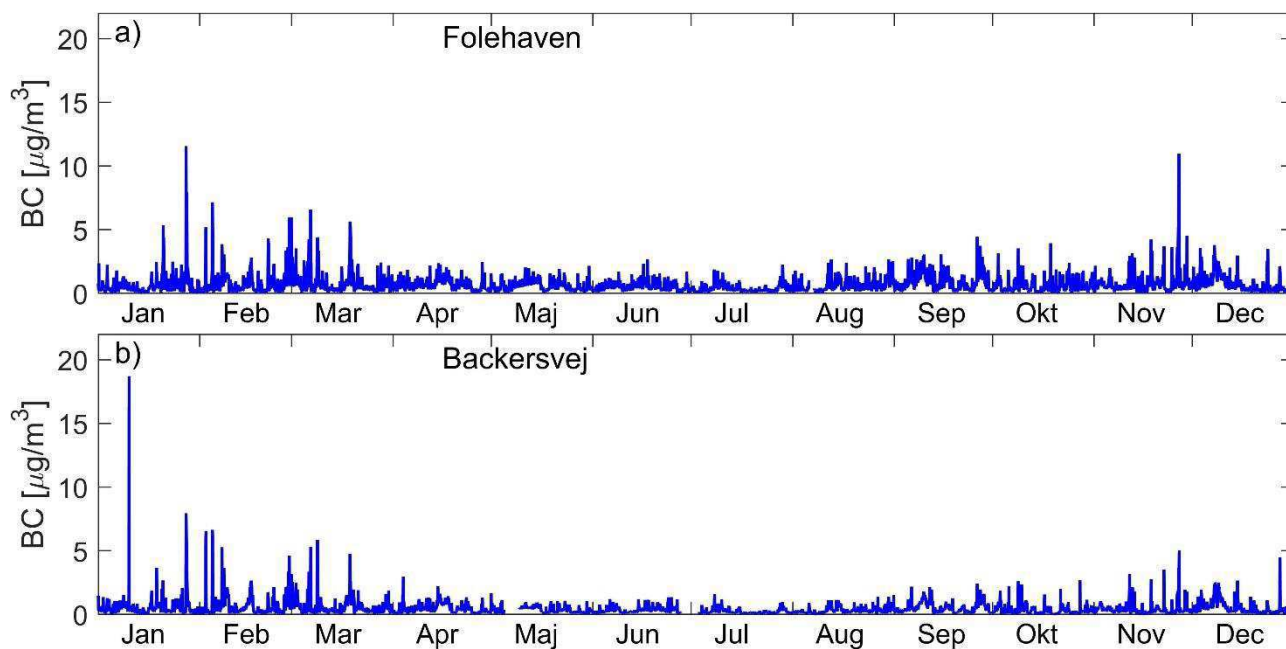
Figur 11. Timemiddelværdier for  $PM_{2,5}$ . Gab i tidsserierne skyldes kalibrering, vedligeholdelse eller reparation af måleinstrumenter.





Figur 12. Timemiddelværdier for partikelantalskoncentrationer (PN). PN kan betragtes som indikator for koncentrationen af ultrafine partikler (UFP). Gab i tidsserierne skyldes kalibrering, vedligeholdelse eller reparation af måleinstrumenter. Målingerne af PN er ikke omfattet af akkreditering.





Figur 13. Timemiddelværdier for Black Carbon (BC). Gab i tidsserierne skyldes kalibrering, vedligeholdelse eller reparation af måleinstrumenter. Målingerne af BC er ikke omfattet af akkreditering.

## Bilag D Kontaktinformation

### Om FORCE Technology

FORCE Technology er en selvejende organisation og GTS-Institut, der udbyder en bred vifte af uvildig service og rådgivning til myndigheder og industrivirksomheder. Opgaver vedrørende luftkvalitetsmålinger er forankret i Afdelingen for Clean Air Technologies.

Afdelingen for Clean Air Technologies beskæftiger sig med målinger af immissioner (luftkvalitet i udeluft), emissioner, spredningsberegninger, indeklimate og lugt. Desuden er afdelingen udpeget som Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for måling af emissioner til luften. Afdelingen har mange års erfaring med opsætning og drift af monitorer til måling af luftkvalitet samt rådgivning og rapportering af data.

### Medarbejdere

#### **Thomas Bjerring Kristensen, specialist og fagområdeansvarlig for luftkvalitet, ph.d. (Projektleder fra 1/1-2023)**

Specialist i aerosolfysik og atmosfærekemi. Har stor ekspertise omkring aerosolpartikler gennem 15 års forskningsarbejde indenfor feltet. Thomas er desuden fagområdeansvarlig for afdelingens aktiviteter inden for luftkvalitet.

#### **Frantz Bræstrup, specialist, ph.d. (Projektleder frem til 31/12-2022)**

Ekspert i partikel- og gasmålinger fra stationære og mobile kilder. Har arbejdet med luftkvalitetsmålinger gennem mere end 10 år.

#### **Marcus Levin, specialist, ph.d.**

Specialist i nanopartikler. Har arbejdet med luftkvalitetsmålinger og luftforureningens skadelige virkninger gennem sit tidligere arbejde hos Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø.

#### **Karsten Fuglsang, seniorkonsulent og tidligere fagområdeansvarlig for luftkvalitet**

Projektkoordinator og ansvarlig for udviklingen af teknologiske serviceydelser til luftkvalitet. Karsten Fuglsang gik på pension d. 1. aug. 2023, men har siden bidraget som timelønsbaseret seniorkonsulent.

#### **Tommy Hansen, Tekniker**

Erfaren tekniker inden for drift, kalibrering og service af målestationer og monitorer til luftkvalitet.

#### **John Stenbring Nielsen, Maskinmester**

Erfaren tekniker inden for drift, kalibrering og service af målestationer og monitorer til luftkvalitet.

**Kontakt**

Afdeling: Clean Air Technologies

**Forfatter:**

Thomas Bjerring Kristensen

**Kvalitetssikring:**

Marcus Levin

Karsten Fuglsang

**FORCE Technology**

Park Allé 345

2605 Brøndby

Danmark



Version 1

# Sundhed og luftforurening i København

Årsrapport 2023





## Indholdsfortegnelse

<b>1 / Forord</b>	<b>3</b>
<b>2 / Indsatsen 'Øget viden om de sundhedsskadelige virkninger af luftforurening i København' 2019-2023</b>	<b>4</b>
<b>3 / Sundhedsskadelig luftforurening målt i bybaggrund og på gadeniveau</b>	<b>11</b>
<b>4 / Indeklima, boligmiljø - og indendørs luftforurening i Københavns Kommune</b>	<b>15</b>
<b>5 / Internationale grænseværdier for og regulering af sundhedsskadelig luftforurening</b>	<b>16</b>
<b>6 / Målinger af sundhedsskadelig luftforurening på kommunale luftmålestationer 2020-2023</b>	<b>19</b>
<b>7 / Initiativer i Københavns Kommune mod sundhedsskadelig luftforurening</b>	<b>27</b>
<b>8 / Bilag</b>	<b>30</b>

## 2 / Indsatsen 'Øget viden om de sundhedsskadelige virkninger af luftforurening i København' 2019-2023

Med Københavns Kommunes budgetaftale for 2019 blev det besluttet at igangsætte indsatsen 'Øget viden om de sundhedsskadelige virkninger af luftforurening i København'. Formålet har været at belyse og skabe øget viden om de sundhedsskadelige virkninger af luftforurening i København. Opgaven har været forankret i Sundheds- og Omsorgsforvaltningen og er løst i tæt samarbejde med Teknik- og Miljøforvaltningen. Indsatsen har varet fra 2019-2023 og bestået af tre initiativer: Initiativ 1: Årlig undersøgelse af sundhedsskadelig luftforurening i København, initiativ 2: Opsætning af kommunale luftmålestationer og initiativ 3: Oprettelse af hjemmeside til visning af data og varsling af borgerne.

En ekspertgruppe for luftforurening og sundhed blev etableret som en del af initiativ 1. Ekspertgruppen bestod af førende danske forskere og eksperter på både folkesundheds- og luftforureningsområdet. Ekspertgruppen har understøttet arbejdet med at skabe øget viden om de sundhedsskadelige virkninger af luftforurening i København og har årligt afgivet enten anbefalinger til initiativer, der kan bidrage til renere luft i byen eller en årlig udtalelse på baggrund af drøftelser i ekspertgruppen.

Der blev som led i initiativ 2 opsat fem kommunale luftmålestationer i august/september 2020, der har indsamlet data om udvalgte luftforurenende stoffer i København. De har målt fem forskellige typer af luftforurenende stoffer, henholdsvis kvælstofdioxid ( $\text{NO}_2$ ), fine partikler ( $\text{PM}_{2,5}$ ), grove partikler ( $\text{PM}_{10}$ ), ultrafine partikler (UFP) samt Black Carbon (BC) på to af luftmålestationerne.

Københavns Kommune har som led i initiativ 3, etableret en hjemmeside til visning af data fra de kommunale luftmålestationer. Her har københavnere og andre haft mulighed for at få viden om udendørs luftforurening og sundhedskonsekvenserne heraf, se placering af de kommunale luftmålestationer og følge niveauer af luftforurening ved den enkelte luftmålestation.

Fra 2024-2027 videreføres tre af de kommunale luftmålestationer (Folehaven, Hillerødgade og Backersvej). Data vil fortsat være tilgængeligt på Københavns Kommunes hjemmeside, og derudover skal data bidrage til øget viden om luftforurening og understøtte udviklingen af et prognosesystem, der skal kunne varsle særligt sårbare borgere, som gravide, ældre og kronisk syge, ved særligt høje niveauer af luftforurening.

Der er siden 2019 udarbejdet fem årsrapporter for sundhed og luftforurening, og nærværende årsrapport for 2023 er den sidste. De årlige rapporter kan downloades på <https://erluftensund.kk.dk/>.

## 2.1 / Tidligere årsrapporter for sundhed og luftforurening

Der er i forbindelse med de tidligere årsrapporter udarbejdet en række rapporter. Rapporterne kan læses i deres fulde længde som en del af de respektive årsrapporter.

Årsrapport 2022 er baseret på fire rapporter:

- En rapport over geografisk fordeling af luftforurening, sundhed og sygdom i Københavns Kommune udarbejdet af Statens Institut for Folkesundhed ved Syddansk Universitet (2023)
- En rapport om målinger af ultrafine partikler ved facader i København udarbejdet af Institut for Folkesundhedsvidenskab ved Københavns Universitet (2023)
- En rapport om boligmiljøet, herunder indeklimaet, i Københavns Kommune i 2021 og udviklingen siden 2000 udarbejdet af Statens Institut for Folkesundhed ved Syddansk Universitet (2023)
- En rapport om langtidseksponering for luftforurening og COVID-19 mortalitet og morbiditet i København udarbejdet af Institut for Folkesundhedsvidenskab ved Københavns Universitet (2023)

Årsrapport 2021 er baseret én rapport:

- En supplerende forskningsoversigt om sundhedsskadelig luftforurening og helbredsgener udarbejdet af Institut for Folkesundhedsvidenskab ved Københavns Universitet (2022)

I årsrapport 2021 indgik desuden afrapportering af projektet 'Ren luft i børnelivszoner i København' samt det såkaldte Google-projekt (Copenhagen AirView-projektet). Begge disse projekter omhandlede ligeledes på forskellig vis luftforurening i København uden dog at være en konkret del af indsatsen.

Årsrapport 2020 er baseret på to rapporter:

- En rapport om gadeforurening i København, heriblandt et studie af eksponering for sundhedsskadelig luftforurening på cykel udarbejdet af Institut for Folkesundhedsvidenskab ved Københavns Universitet (2020)
- En rapport med modelberegninger af helbredseffekter af Black Carbon i Københavns Kommune udarbejdet af DCE - Nationalt Center for Energi og Miljø ved Aarhus Universitet (2021)

Årsrapport 2019 er baseret på tre rapporter:

- En forskningsoversigt over evidens om sundhedsskadelig luftforurening udarbejdet af Institut for Folkesundhedsvidenskab ved Københavns Universitet (2020)
- En rapport med modelberegninger af helbredseffekter og eksterne omkostninger af luftforurening i Københavns Kommune udarbejdet af DCE - Nationalt Center for Energi og Miljø ved Aarhus Universitet (2020)
- Et inspirationskatalog til at reducere luftforurening og eksponering herfor i en urban sammenhæng udarbejdet af COWI (2019)

## 2.2 / Ekspertgruppe for sundhed og luftforurening 2019-2023

Ekspertgruppen har i 2019 og 2020 afgivet i alt 27 anbefalinger til initiativer, som har til formål at nedbringe luftforurening i København og de dertil hørende sundhedsskadelige effekter. Ekspertgruppen har været særligt opmærksomme på initiativer, som har til formål at mindske luftforurening steder i København, hvor forureningsniveauerne er høje og mange mennesker både bor og færdes. Anbefalingerne går bl.a. på at reducere motoriseret vejtrafik samt reducere eller forbyde brug af brændeovne i Københavns Kommune.

Siden 2021 har ekspertgruppen afgivet en årlig udtalelse, hvor der fokuseres på årets begivenheder inden for luftforurening, samt gives perspektiver på det fremtidige arbejde med sundhed og luftforurening. I 2022 drøftede ekspertgruppen bl.a. den lokale geografiske fordeling af luftforurening, sundhed og sygdom i København på baggrund af data fra Copenhagen AirView projektet (Google), sammenhængen mellem COVID-19 og luftforurening, samt indeklima og sundhedskonsekvenser. Herudover berørte ekspertgruppen også energikrisen i Europa, lov om miljøbeskyttelse, der gør det muligt for kommuner at forbyde ældre brændeovne og pejseindsatser produceret før 2008, og luftforurening som risikofaktor for danskernes sundhed, da Sundhedsstyrelsen i deres rapport om sygdomsbyrden i Danmark for første gang har inkluderet luftforurening som én af de ni udvalgte risikofaktorer for danskernes sundhed på lige fod med rygning, alkohol og fysisk inaktivitet<sup>1</sup>.

## 2.3 / Ekspertgruppens medlemmer

Ekspertgruppen blev sammensat med henblik på at skabe en bred repræsentation af landets førende eksperter inden for folkesundhed og luftforurening.

På den følgende side fremgår en oversigt over ekspertgruppens sammensætning.

## 2.4 / Læsevejledning

I de følgende afsnit opsummeres hovedpointer fra den viden, som indsatsen over de seneste fem år har bidraget til at generere. Afsnit 3 indeholder et overblik over viden om sundhedskonsekvenser af luftforurening baseret på måledata fra (og modellering på baggrund af) den generelle forurening i byen samt data målt på gadeniveau. Dernæst giver afsnit 4 et indblik i indeklimaet i Københavns Kommune, herunder også den indendørs luftforurening. Afsnit 5 beskriver internationale anbefalinger til regulering af luftforurening samt udviklingen heraf i indsatsperioden. Afsnit 6 præsenterer data indsamlet fra de fem kommunale luftmålestationer i perioden 2020-2023, herunder hvilke nye indsigter målingerne har bragt med sig. Afslutningsvis indeholder afsnit 7 en oversigt over tiltag i Københavns Kommune, der i perioden 2019-2023 potentielt har påvirket mængden af sundhedsskadelig luftforurening i København.

---

<sup>1</sup> Sundhedsstyrelsen (2023), Sygdomsbyrden i Danmark 2022 - risikofaktorer  
[2022 Sygdomsbyrden i Danmark — risikofaktorer \(sst.dk\)](#)



**Tabel 1 / Oversigt over ekspertgruppens medlemmer**

<b>Medlem</b>	<b>Institution</b>	<b>Medlemskab af ekspertgruppen (mdr., år)</b>
Professor og direktør Morten Grønbæk (forperson)	Center for Sundt Liv og Trivsel, direktør Syddansk Universitet, fhv. direktør for Statens Institut for Folkesundhed	Februar 2019
Professor Annette Kjær Ersbøll	Syddansk Universitet, Statens Institut for Folkesundhed	Oktober 2019
Seniorforsker Thomas Ellermann	Aarhus Universitet, Institut for Miljøvi- denskab - Atmosfærisk modellering	Marts 2019
Professor Torben Sigsgaard	Aarhus Universitet, Institut for Folkesundhed - Miljø, Arbejde og Sundhed	April 2020
Seniorforsker Steen Solvang Jensen	Aarhus Universitet, Institut for Miljøvi- denskab - Atmosfærisk modellering	September 2021
Professor Ole Hertel	Aarhus Universitet, Institut for Miljøvi- denskab - Atmosfærisk modellering	Marts 2019 (udtrådt af eks- pertgruppen pr. november 2020 grundet jobskifte)
Professor Ole Raaschou-Nielsen	Kræftens Bekæmpelse, Center for Kræftforskning	Oktober 2019
Professor Ulla Vogel	Det Nationale Forskningscenter for Arbejds miljø	Maj 2019
Professor Zorana Jovanovic Andersen	Københavns Universitet, Institut for Folkesundhedsvidenskab	Februar 2019
Lektor Marie Pedersen	Københavns Universitet, Institut for Folkesundhedsvidenskab	Februar 2019
Professor Steffen Loft	Københavns Universitet, Institut for Folkesundhedsvidenskab	September 2021
Lektor Teis Nørgaard Mikkelsen	Danmarks Tekniske Universitet, Institut for Miljø- og Ressourceteknologi	Marts 2019
Professor Geo Clausen	Danmarks Tekniske Universitet, Institut for Miljø- og Ressourceteknologi	September 2021
Sekretariatsleder Kåre Press-Kristensen	Rådet for Godt Indeklima	Januar 2019

## FAKTA

### Hvad er luftforurening?

En stor del af den luftforurening, der er sundhedsskadelig for mennesker, opstår i forbindelse med forbrændingsprocesser og sekundært dannede partikler i luften som følge af udledninger af gasser som kvælstofdioxid, svovldioxid og ammoniak. Mange processer knyttet til forbrænding skaber kemiske forbindelser, der er sundhedsskadelige. Uanset om det er stearinlyset på julebordet, brændeovnen i stuen, diesellastbilen der leverer varer til et supermarked, eller produktion af varme til mange mennesker eller afbrænding af affald. En anden del af sundhedsskadelig luftforurening stammer fra salt og støv i vores omgivelser fx saltpartikler fra havet og støvpartikler fra byggepladsen. Det kan også være slid fra veje, dæk og bremses i form af mindre metalpartikler. Nedenfor præsenteres seks forureningstyper kort.

**Kvælstofdioxid (NO<sub>2</sub>)** er en luftart, som består af kvælstof og ilt. Kvælstofdioxid dannes ved forbrænding ved høje temperaturer, og når kvælstofmonoxid (NO) reagerer med ozon. Kvælstofdioxid stammer i byerne især fra vejtransport, men der er også et bidrag fra kraftværker og andre kilder. NO<sub>x</sub> er en fællesbetegnelse for kvælstofdioxid og kvælstofmonoxid. Kvælstofdioxid kan give luftvejsgener – også i små koncentrationer. Det kan også medføre nedsat lungefunktion og øge risikoen for infektioner i lungerne.

**Ozon (O<sub>3</sub>)** er en luftart, der dannes i luften gennem kemiske processer. Ozon er en drivhusgas og reducerer bl.a. UV-B lys fra at nå til jordoverfladen og varmestråling fra jorden i at slippe ud i atmosfæren. Ozon er en kraftigt oxiderende gas, som kan give forskellige gener for mennesker fx hovedpine, tørhed i halsen og irritation i øjnene. Personer med luftvejslidelser som for eksempel astma og bronkitis kan ved forhøjede ozonniveauer opleve en forværring af deres symptomer. Eksponering for ozon er på længere sigt forbundet med øget risiko for tidlig død, herunder af luftvejssygdomme.

**Ozon (O<sub>3</sub>)** er en luftart, der dannes i luften gennem kemiske processer. Ozon er en drivhusgas og reducerer bl.a. UV-B lys fra at nå til jordoverfladen og varmestråling fra jorden i at slippe ud i atmosfæren. Ozon er en kraftigt oxiderende gas, som kan give forskellige gener for mennesker fx hovedpine, tørhed i halsen og irritation i øjnene. Personer med luftvejslidelser som fx astma og bronkitis kan ved forhøjede ozonniveauer opleve en forværring af deres symptomer. Høj eksponering for ozon er på længere sigt forbundet med øget risiko for tidlig død, herunder af luftvejssygdomme.

**Grove partikler (PM<sub>10</sub>)**<sup>2</sup> er partikler, der er mindre end 10 mikrometer (inklusive dem under 2,5 mikrometer) – og stammer især fra vejstøv, dækslid, byggestøv og naturlige kilder som jord, sand og pollen. De grove partikler er forholdsvis tunge og transporteres derfor ikke langt i luften. De grove partikler bliver ofte stoppet i næse, svælg eller den øverste del af lungerne, når de indåndes, og trænger derfor ikke langt ned i lungerne eller ud i kroppens kredsløb.

---

<sup>2</sup> I årsrapport 2023 benyttes betegnelsen grove partikler synonymt med PM<sub>10</sub> på trods af, at grove partikler er betegnelsen for partikler med en størrelse fra 2,5-10 mikrometer og ikke alle partikler med en størrelse op til 10 mikrometer, som PM<sub>10</sub> er defineret som.

**Fine partikler (PM<sub>2,5</sub>)** er partikler, der er mindre end 2,5 mikrometer – og som opstår bl.a. i forbindelse med afbrænding af brændstoffer som træ, olie eller kul, herunder i forbrændingsmotorer. Fx fra biler, lastbiler og brændeovne. En del af de fine partikler er sekundært dannet i atmosfæren ud fra udledninger af gasser som kvælstofdioxid, svovldioxid og ammoniak. De største fine partikler er omkring tredive gange mindre end et menneskehår. Fine partikler forbliver i luften i lang tid og kan transporteres over lange afstande med vinden.

Fine partikler trænger dybt ned i luftvejene og helt ud i lungeblærerne hos mennesker, når de indåndes. Fine partikler forårsager bl.a. kortsigtede sundhedskonsekvenser såsom irritation af øjne, næse, hals og vejrtrækning. Eksponering for fine partikler påvirker endvidere lungefunktion og forværrer sygdomme som astma og hjertesygdomme. Videnskabelige undersøgelser har desuden sammenkædet daglig eksponering for fine partikler med øgede respiratoriske og kardiovaskulære hospitalsindlæggelser, skadestuebesøg og for tidlige dødsfald. Undersøgelser tyder også på, at langvarig eksponering for fine partikler kan være forbundet med øget forekomst af astma og KOL, nedsat lungefunktion og udvikling af lungekræft og hjertekarsygdomme. Mennesker med vejrtræknings- og hjerteproblemer eller -sygdomme samt børn og ældre er særligt følsomme over for fine partikler.

**Ultrafine partikler (UFP)** er luftbårne partikler, der er mindre end 0,1 mikrometer i diameter. De dannes bl.a. ved forbrænding i dieselmotorer. Grundet den lille størrelse transporteres ultrafine partikler ikke særlig langt fra kilden, sammenlignet med fine partikler, og opholder sig kort tid i luften, før de sætter sig på overflader, facader eller på andre partikler, hvor de kan klumpe sig sammen og danne større partikler. Det er således i høj grad lokale forhold, så som fx afstanden til en trafikeret vej eller naboens brændeovn, der afgør, hvor eksponeret mennesker er for ultrafine partikler udendørs. Hvis man eksponeres indendørs, er det særligt fra kilder som brændeovn, stearinlys og madlavning. Ultrafine partikler mistænkes for at være særligt sundhedsskadelige, da de efter indånding kan trænge dybt ned i lungen og nå de yderste lungeblærer, og derfra i mindre grad videre ud i vores blodbane. Ultrafine partikler ophobes i lungerne, fordi de deponeres dybt nede i lungen, hvorfra de fjernes meget langsomt.

**Black Carbon (BC)** er uorganisk kulstof, og kulstofkernen i forbrændingspartikler kan måles som indholdet af Black Carbon eller elementært kulstof. Black Carbon er en delkomponent af fine partikler og bliver primært dannet via uforbrændt kulstof fra forbrændingsprocesser som fx i en bilmotor eller brændeovn. Black Carbon kan transporteres over lange afstande og forblive i lang tid i luften. Der er fundet sammenhæng mellem Black Carbon og kardiovaskulær sygdom, lungekræft og for tidlig død for både kort- og langtidseksponering.







## 3 / Sundhedsskadelig luftforurening målt i bybaggrund og på gadeniveau

I løbet af den femårige indsats har Københavns Kommunes Sundheds- og Omsorgsforvaltning som en del af indsatsen 'Øget viden om de sundhedsvidenskabelige konsekvenser af luftforurening i København' igangsat undersøgelser af udendørs luftforurening med to forskellige tilgange: målinger af bybaggrundsbidrag og målinger af gadebidrag. Begge tilgange er repræsenteret i Sundhed- og Omsorgsforvaltningens årsrapporter og er relevante på hver deres præmisser.

I undersøgelserne har der bl.a. været fokus på at bidrage til den videre forskning. WHO har fx endnu ikke fastsat retningslinjer for Black Carbon (BC) og ultrafine partikler (UFP), da der mangler evidens for stoffernes sundhedsskadelige effekter. Derfor har Sundheds- og Omsorgsforvaltningen, som en del af indsatsen, igangsat målinger og undersøgelser af disse forurenende stoffer ved brug af både en national bybaggrundsmåler og målinger på gadeniveau. De to forskellige tilgange måler forskellige kilder til luftforurening, og kan derfor supplere hinanden, idet de bidrager til en mere helhedsorienteret forståelse af luftforureningens kilder og dens potentielle sundhedsmæssige konsekvenser.

### 3.1 / Bybaggrundsmålinger

Bybaggrundsbidrag omfatter de forskellige luftforureningskilder, der er i byen, heriblandt trafik og brændeovne samt det regionale bidrag, som er kilder uden for byen og i udlandet. Bybaggrundsmålinger er målinger af luftforurening foretaget i urbane områder, hvor luftmålestationer typisk opstilles på tage, der fokuserer på det generelle niveau af forurenende stoffer uafhængigt af specifikke kilder. Disse målinger hjælper således med at identificere den almindelige luftforurening i byen ved hjælp af stationære overvågningsstationer, der er placeret væk fra forurenede kilder som fx vejtrafik. I København er der en national bybaggrundsmåler placeret på toppen af H.C. Ørsted Institutet på Nørrebro, som anvendes i det nationale måleprogram for luftkvalitet. På et tag vil luftforureningen være fortyndet og dermed mindre koncentreret, end hvis den blev målt på jorden.

Bybaggrundsmålinger kan anvendes til at rapportere den generelle gennemsnitsværdi (middelværdi) af luftforurening i bl.a. København og Danmark, som i det nationale måleprogram for luftkvalitet, og det kan derfor være relevant ift. at følge med i den historiske udvikling af luftforureningsniveauet.

Bybaggrundsmålinger anvendes også til at beregne sundhedskonsekvenser for borgere ved langvarig eksponering for luftforurening. Ved at kombinere bybaggrundsmålinger med sygdomsdata, kan man analysere sammenhænge mellem langvarig eksponering for generelle niveauer af forurenende stoffer i byen og forekomst af forskellige sygdomskonsekvenser i befolkningen. Bybaggrundsmålinger udgør derfor en værdifuld del af arbejdet med luftkvalitet, og hjælper bl.a. til vurdering af sundhedsforhold i urbane områder. Dette anvendes bl.a. i en rapport, som DCE ved Aarhus Universitet har udarbejdet for Københavns Kommune, hvor antallet af for tidlige dødsfald og en række andre helbredseffekter relateret til luftforurening i København opgøres. Resultaterne fra denne rapport præsenteres senere i afsnittet.

### 3.2 / Målinger på gadeniveau

Gadebidrag består primært af luftforurening fra den lokale trafik, som udstødningsgasser fra biler, støv fra bremses og asfalt samt bybaggrundsbidraget. Kontinuerlige målinger på gadeniveau kan derfor i sammenligning med bybaggrundsmålinger også give et billede af bidraget fra de lokale kilder til luftforurening, såsom vejtrafik. Måling af luftforurening på gadeniveau udføres i urbane områder, hvor målinger foretages på bl.a. vejbaner, fortove, cykelstier eller bygningsfacader. Disse steder er relevante, da de repræsenterer områder, hvor borgeren er direkte eksponeret for forureningen fra kilder som vejtrafik. Eksponering for luftforurening på gadeniveau er oftest kortvarig og indebærer høje koncentrationer af forurenende stoffer. Derfor giver målingen ikke et indblik i den generelle forurening men et øjebliksbillede. Konkrete målinger af sundhedsskadelig luftforurening på gadeniveau

i den levede by er især relevante i et sundhedsperspektiv, da vi her får et indblik i, hvilken dosis af luftforurening borgeren bliver eksponeret for, når de færdes i byen.

Målinger af luftforurening på gadeniveau kan bl.a. måles ved stationære luftmålestationer, der står på gadeniveau (ved siden af en gade) tæt på de forurenede kilder, oftest vejtrafik. I København er der indtil udgangen af 2023 fem kommunale luftmålestationer placeret på gadeniveau ved Sølvtorvet, Krügersgade, Folehaven, Hillerødgade og Backersvej, hvoraf tre af disse videreføres fra 2024. Der er ligeledes to nationale luftmålestationer på gadeniveau i København placeret ved H.C. Andersens Boulevard og Jagtvej.

### **3.3 / Modelberegninger af sundhedskonsekvenser på baggrund af bybaggrundsmålinger**

Målinger fra bybaggrund viser, som beskrevet ovenfor, generel luftforurening i byen. Da det ikke er muligt at opstille luftmålestationer alle steder i Danmark, udføres der ofte modelberegninger, som beskriver forureningsniveauerne og deres geografiske fordeling. Modelberegninger kan baseres på bybaggrundsmålinger, og anvender matematiske modeller for at simulere luftforurening. Modelberegninger kan bl.a. bruges til forudsigelse af fremtidige prognoser for luftkvalitet. Dette anvendes fx til den nationale overvågning af luftkvalitet, hvor det grundet modelberegninger baseret på bybaggrundsmålinger, er muligt at se luftkvaliteten på sin egen adresse.

DCE ved Aarhus Universitet har udarbejdet to rapporter baseret på to modelberegninger af helbreds-effekter og eksterne omkostninger af luftforurening i Københavns Kommune i hhv. 2020 og 2021. Derudover har Københavns Universitet udarbejdet en rapport over sammenhængen mellem luftforurening og COVID-19 (2023). Rapporterne kan findes i årsrapport 2019, 2020 og 2022.

På baggrund af de tre rapporter kan det bl.a. konkluderes, at 12% af alle dødsfald i København i 2017 og 2019 blev tilskrevet sundhedsskadelig luftforurening (460 dødsfald i 2017 og 440 dødsfald i 2019). Derudover var der begge år omkring 400 hospitalsindlæggelser med åndedrætsbesvær, ca. 350 nye tilfælde med bronchitis hos voksne samt over 400.000 sygedage blandt københavnere forårsaget af luftforurening. En følsomhedsanalyse foretaget af DCE ved Aarhus Universitet indikerer, at Black Carbon kan have en væsentlig indvirkning på helbredet, hvis Black Carbon udgør en betydelig bestanddel af fine partikler. Da Black Carbon udgør en betydelig del af partikelforureningen fra vejtransport og brændeovne, antyder dette, at disse lokale kilder kan have en betydelig indflydelse på mortaliteten forbundet med Black Carbon. Dertil er langtidseksponering for luftforurening forbundet med en øget risiko for at få COVID-19, samt at udvikle et alvorligere forløb med hospitalsindlæggelser og dødsfald, især blandt ældre borgere i København.

Københavns Universitet, Institut for Folkesundhedsvidenskab, har yderligere bidraget til indsatsen ved at have udarbejdet en forskningsoversigt (2020) over sundhedsskadelig luftforurening og en supplerende forskningsoversigt (2022) over evidens for sundhedsskadelig luftforurening og helbredsgener. En oversigtstabel herom findes i bilag 1. De to rapporter kan ses i årsrapport 2019 og 2021.

På baggrund af de to forskningsoversigter kan det bl.a. konkluderes, at langtidseksponering for luftforurening har alvorlige sundhedsmæssige konsekvenser som bl.a. for tidlig død, og at luftforurening er forbundet med en række uønskede helbredsudfald hos børn og voksne. Forskning peger også på en sammenhæng mellem langtidseksponering for luftforurening og forværring samt udvikling af en række fysiske og mentale sygdomme og lidelser, og at luftforurening ligeledes bidrager til gener som fx overvægt og stress.

### 3.4 / Målinger og beregninger af sundhedskonsekvenser på gadeniveau

Målinger af luftforurening på gadeniveau kan fx foretages ved brug af personbårne målere, målinger foretaget på cykel og/eller med bil eller ved brug af stationære luftmålestationer. Beregninger foretages også ved brug af matematiske modeller på samme måde som for bybaggrund.

Der er i regi af indsatsen blevet udarbejdet tre rapporter, som undersøger eksponering for sundhedsskadelig luftforurening på gadeniveau: 1) En rapport om gadeforurening i København, som består af et studie om eksponering for sundhedsskadelig luftforurening (ultrafine partikler) på cykel samt en forskningsoversigt over evidens for sundhedskonsekvenser af sundhedsskadelig luftforurening på gadeniveau udarbejdet af Institut for Folkesundhedsvidenskab ved Københavns Universitet (2020), 2) en rapport over geografisk fordeling af luftforurening, sundhed og sygdom i Københavns Kommune udarbejdet af Statens Institut for Folkesundhed ved Syddansk Universitet (2023) og 3) en rapport om målinger af ultrafine partikler ved facader i København udarbejdet af Institut for Folkesundhedsvidenskab ved Københavns Universitet (2023). Rapporterne kan findes i årsrapport 2020 og 2022.

I de tre rapporter er der benyttet forskellige metoder til at måle den sundhedsskadelige luftforurening på gadeniveau. I rapporten om gadeforurening blev målinger af ultrafine partikler foretaget på en cykel, som kørte en rute i København, bl.a. på en del af Nørrebrogade, H.C. Andersens Boulevard og Jagtvej. I rapporten om ultrafine partikler ved facader og rapporten om geografisk fordeling af luftforurening, sundhed og sygdom, blev der anvendt målinger foretaget af en Google Street View bil med påmonteret specialudstyr tæt på vejbanen. I rapporten om ultrafine partikler ved facader, blev der yderligere foretaget stationære målinger på boligfacader.

Resultater fra rapporterne viser bl.a., at niveauet af ultrafine partikler påvirkes af trafikintensitet, bygninger omkring vejen og vejens udformning, og at niveauet varierer alt efter, hvor borgeren befinder sig på gaden: der er særligt et højt niveau af ultrafine partikler i street canyons (smalle gader med høje bygninger på hver side), lyskryds, vejkryds og nær vejarbejde. Desuden ses forhøjede niveauer af både BC og NO<sub>2</sub> på de store indfaldsveje til København, men at sårbare grupper og områder med høj forekomst af astma og KOL blandt både børn og voksne er spredt ud over hele byen.

Korttidseksponering for høje niveauer af luftforurening i myldretiden kan have en række sundhedskonsekvenser, herunder bl.a. akutte gener i luftvejene, og effekterne er særligt udtalt blandt personer med kronisk lungesygdom som astma og KOL. Luftforureningen på gadeniveau i myldretiden kan nå niveauer op mod syv gange så høje som baggrundsniveauet. Dertil er borgere, der transporterer sig i bil, eksponeret for de højeste niveauer af luftforurening, mens fodgængere generelt har den laveste eksponering, da de er længere væk fra udledningen af forurening på kørebanen.

Som det fremgår ovenfor, er der en bred viden om sundhedskonsekvenserne ved langtidseksponering for luftforurening målt i bybaggrund. Der er dog fortsat behov for flere gadeniveaustudier. Det kan fx være i områder med meget brændefyring – enten målt til fods, på cykel eller med Google Street View bilen. DCE ved Aarhus Universitet gennemfører pt. et studie af luftforurening fra lufthavnen (ultrafine partikler). De foreløbige målinger viser, at der i en afstand fra lufthavnsområdet på 2,2 km (luftmålestation på Backersvej) ses væsentligt forhøjede værdier af antallet af ultrafine partikler, som med stor sandsynlighed kan tilskrives udledningerne fra lufthavnen.







## 4 / Indeklima, boligmiljø - og indendørs luftforurening i Københavns Kommune

Danskerne bruger op mod 90 pct. af deres tid indendørs, og heraf bruges ca. 2/3 af tiden i eget hjem. Indeklimaets betydning for sundhed har fået stigende opmærksomhed de seneste år, da indeklimaet i fx boligen kan bidrage med en betydelig andel af miljøpåvirkning i dagligdagen. Det er samtidig et område, hvor egen adfærd kan spille en afgørende rolle i forhold til at mindske den eksponering, man udsættes for.

Alle københavnske borgere er udsat for potentielle helbredsskadelige miljøfaktorer i og omkring deres bolig. Miljøfaktorer som bl.a. omfatter temperatur, støj, rystelser og lys har alle betydning for, om en borger oplever dårligt indeklima i sin bolig. Dårligt indeklima kan medføre bl.a. hovedpine, søvnbesvær og koncentrationsbesvær.

Netop af denne grund anbefalede ekspertgruppen i 2020, at der blev skabt mere viden om sundhedskonsekvenserne af indendørs luftforurening samt en større viden om københavnernes indeklima. På den baggrund og på opdrag fra Københavns Kommune, udarbejdede Statens Institut for Folkesundhed ved Syddansk Universitet i 2022 en rapport om boligmiljø, herunder en beskrivelse af forekomst og fordeling af miljøfaktorer i boliger i Københavns Kommune i 2021 og udviklingen siden 2000.

I rapporten konkluderes bl.a., at københavnske boliger med ventilationsmuligheder som emhætte, udluftningsventiler og vinduer til det fri er steget fra år 2000 til 2021. Dog var andelen, som sørgede for daglig udluftning og ventilation efter badning, brug af emhætte under madlavning og udluftning af bolig faldet i samme periode. Med andre ord bruger københavnere ikke de udluftningsmuligheder, der er i hjemmet, selvom mulighederne er forbedret. Det er en klassisk udfordring i folkesundhedsarbejdet: Adgang betinger ikke brug.

Københavnernes dårlige udluftningsvaner kan resultere i at ca. 98.000 københavnere (16 år eller derover) vil kunne opleve et dårligt indeklima med risiko for øget indendørs luftforurening. Ifølge rapporten oplever lidt under hver femte københavnere negative helbredsforhold såsom træthed, hovedpine og koncentrationsbesvær grundet dårligt indeklima.

Rapporten finder derudover, at andelen af københavnske borgere, der benytter sig af en brændeovn, var uændret fra 2000 til 2021 (7,4 pct), selvom der over årene er kommet øget fokus på de helbredsmæssige risici, som er forbundet med brændefyring.

Dernæst ses der en stigning i andelen, som rapporterer temperaturgener i boligen, herunder både høje og lave temperaturer (30 pct. er lidt generet og 6,3 pct. er meget generet), støjgener fra trafikken (18,7 pct. er lidt generet og 3,3 pct. er meget generet) eller naboer (30,7 pct. er lidt generet og 5,8 pct. er meget generet) samt lugtgener grundet naboers aktiviteter, herunder tobaksrøg (17 pct. er lidt eller meget generet) eller brændeovne i området (4,4 pct. er lidt eller meget generet).

Der er således udfordringer for københavnernes sundhed på baggrund af den stigende tendens til dårligere udluftningsvaner, flere støjgener og andre typer gener og konsistente brug af brændeovne. En stigning i andelen af støjgener samt andre former for gener i boligen, kan have konsekvenser for københavnernes sundhed og være årsag til en øget risiko for bl.a. hovedpine, søvnbesvær og koncentrationsbesvær.

## 5 / Internationale grænseværdier for og regulering af sundhedsskadelig luftforurening

Luftforurening i Danmark og København stammer ikke alene fra lokale kilder. En stor del af luftforureningen blæser hertil fra omkringliggende lande, ligesom den lokalt genererede luftforurening i Danmark og København også påvirker ud over kommunegrænsen og andre lande. DCE ved Aarhus Universitet estimerer, at omkring 74 pct. af de for tidlige dødsfald i Danmark, som følge af luftforurening, kan tilskrives udenlandske kilder. I København estimeres det, at kilder i udlandet og omkringliggende kommuner er årsag til omkring 90 pct. af de for tidlige dødsfald som følge af luftforurening.

Der er sket meget de seneste år i forhold til anbefalinger om og regulering af sundhedsskadelig luftforurening internationalt, hvor bl.a. Verdenssundhedsorganisationen (WHO) har udgivet nye retningslinjer med væsentligt reducerede niveauer for luftforurening, og EU-Kommissionen har i 2022 tilsvarende fremsat forslag om nye lavere grænseværdier i EU's luftkvalitetsdirektiv.

### 5.1 / WHO's retningslinjer

WHO udgav i september 2021 nye, skærpede retningslinjer for forurening i luften på baggrund af evidens om sundskonsekvenser af luftforurening. WHO udgav de første retningslinjer for luftkvalitet i 1987 på baggrund af stigende evidens for, at forskellige stoffer i luften forårsagede negative effekter for menneskers helbred. Sidenhen er retningslinjerne blevet opdateret flere gange, og WHO igangsatte arbejdet med at opdatere de seneste retningslinjer for luftkvalitet i 2016<sup>3</sup>.

WHO konkluderer i deres rapport fra 2021, at der er væsentlige sundhedskonsekvenser forbundet med eksponering for luftforurening og estimerer, at luftforurening på verdensplan er årsag til omkring syv millioner årlige dødsfald, og dermed er den største miljømæssige risikofaktor for menneskers sundhed. Sundhedskonsekvenser af luftforurening er estimeret til at være på niveau med andre store globale risikofaktorer som fx usund kost og rygning<sup>4</sup>. På verdensplan er luftforurening den fjerde største sundhedsmæssige risikofaktor for mennesker.

For at beskytte menneskers sundhed anbefaler WHO, at udvalgte luftforurenende stoffer reduceres markant i forhold til tidligere. WHO har med nye retningslinjer opdateret grænseværdier for i alt seks luftforurenende stoffer; fine og grove partikler ( $PM_{2,5}$  og  $PM_{10}$ ), kvælstofdioxid ( $NO_2$ ), ozon ( $O_3$ ), svovldioxid ( $SO_2$ ) og kulilte ( $CO$ ). Med de nye retningslinjer for luftforurening er niveauerne væsentligt reduceret i forhold til WHO's tidligere retningslinjer fra 2005. Flere af de anbefalede niveauer er reduceret markant, hvor årsmiddelværdier for fx fine partikler er reduceret med 50 pct., grove partikler med 25 pct. og kvælstofdioxid med 75 pct. WHO har udover opdaterede retningslinjer for ovennævnte stoffer formuleret såkaldte "Good practice statements" for delkomponenter af fine partikler ( $PM_{2,5}$ ), henholdsvis ultrafine partikler og Black Carbon. Der er dog ikke udarbejdet retningslinjer for disse delkomponenter, da der fortsat mangler evidens for sundhedskonsekvenserne på området. Det er WHO's anbefaling, at lande og byer inkluderer målinger af ultrafine partikler og Black Carbon i deres overvågning af luftforurening, og at der skabes mere evidens på området.

<sup>3</sup> WHO's retningslinjer er vejledende og ikke juridisk bindende på samme måde som EU's grænseværdier, som er gældende i Danmark.

<sup>4</sup> WHO (2021), WHO global air quality guidelines

WHO global air quality guidelines: particulate matter ( $PM_{2,5}$  and  $PM_{10}$ ), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide

I Københavns Kommune følges denne anbefaling ved initiativ 2: Opsætning af kommunale luftmålestationer. På tre af de fem opstillede luftmålestationer måles der udover fine partikler, grove partikler og kvælstofdioxid også ultrafine partikler, hvortil der på to af luftmålestationerne yderligere måles Black Carbon. Resultaterne fra luftmålestationerne har været tilgængelige for alle og dermed bidraget til øget viden på området.

### **5.2 / Forslag til nye grænseværdier i EU's luftkvalitetsdirektiv**

EU-Kommissionen stillede i 2022 et forslag om at revidere EU's grænseværdier, således de reduceres og kommer tættere på retningslinjer fra WHO. De foreslåede grænseværdier vil ifølge EU-Kommissionen reducere antallet af for tidlige dødsfald i EU, som følge af eksponering for fine partikler ( $PM_{2,5}$ ), med mere end 75 pct. over ti år. Målinger af luftforurening i Københavns Kommune overholder de nuværende europæiske grænseværdier, men ikke WHO's anbefalinger. Det betyder, at hvis der kommer nye EU-grænseværdier, som er tilnærmelsesvis WHO's anbefalinger, så vil der skulle iværksættes en række tiltag for at nedbringe luftforureningen yderligere. Hvad det kommer til at betyde for københavnernes sundhed, er svært at vurdere på forhånd. Forslaget er behandlet i Rådet for den Europæiske Union og er på nuværende tidspunkt i behandling i Europa-Parlamentet<sup>5</sup>.

EU-Kommissionen har også udarbejdet en handlingsplan for nulforurening<sup>6</sup>, som omfatter en vision for 2050 om at reducere luft- (og vand- og jordforureningen) til niveauer, der ikke længere anses for at være skadelige for sundheden og de naturlige økosystemer, og som respekterer de grænser, vores planet kan håndtere. Derudover er der i handlingsplanen indført mål for 2030, hvoraf to blev indført for luft; at reducere de sundhedsmæssige virkninger af luftforurening (for tidlige dødsfald) med mere end 55 pct. og reducere andelen af EU's økosystemer, hvor luftforurening truer biodiversiteten med 25 pct.

---

<sup>5</sup> Europa-Kommissionen (2022), Forslag til EUROPA-PARLAMENTETS OG RÅDETS DIREKTIV om luftkvaliteten og renere luft i Europa

[EUR-Lex - 52022PC0542 - DA - EUR-Lex \(europa.eu\)](#)

<sup>6</sup> Europa-Kommissionen (2021), Vejen til en sund planet for alle EU -handlingsplan: "Mod nulforurening for vand, luft og jord"

[EUR-Lex - 52021DC0400 - DA - EUR-Lex \(europa.eu\)](#)







## 6 / Målinger af sundhedsskadelig luftforurening på kommunale luftmålestationer 2020-2023

Københavns Kommunes Teknik- og Miljøforvaltning opsatte i efteråret 2020 fem luftmålestationer på hhv. Krügersgade, Søtorvet, Folehaven, Hillerødgade samt Backersvej. Luftmålestationerne blev opsat for at kunne måle konkrete niveauer af luftforurening på gadeniveau i København, og derved producere flere data om luftforurening lokalt, som er lettilgængelig for borgere.

### 6.1 / Opsætning af luftmålestationer

Luftmålestationernes placering blev strategisk valgt ud fra formålet om at opnå mest mulig viden om: luftforurening fra brændeovne, luftforurening fra vejtrafik, luftforurening hvor flest mennesker færdes i København (og derved formodes at blive udsat for luftforurening) samt luftforurening ved tæt beboelse, og hvor daginstitutioner er placeret. På den baggrund havde hver luftmålestation et bestemt formål at belyse. Eksempelvis var luftmålestationen ved Folehaven placeret med fokus

på vejtrafik, mens luftmålestationen på Backersvej havde fokus på luftforurening i et villaområde med mange brændeovne.

Fra 2024-2027 videreføres tre af de fem kommunale luftmålestationer (Folehaven, Hillerødgade og Backersvej) som led i en ny indsats på luftområdet. Det er derfor stadig muligt at følge niveauerne af luftforurening på gadeniveau lokalt i København.

FORCE Technology var og er fortsat ansvarlige for driften af de kommunale luftmålestationer, og denne opsamling er baseret på deres årlige afrapporteringer af data fra perioden 2020-2023. Der kan læses mere om målingerne og tolkninger heraf i FORCE Technology's årlige afrapportering for 2023. I tabel 2 fremgår en oversigt over, hvilke luftforurenende stoffer der blev målt ved de enkelte luftmålestationer samt et kort (figur 1) med placering i København.

**Tabel 2 / Måleparametre til bestemmelse af luftkvaliteten for hver af de fem luftmålestationer**

Måleparameter	Krügersgade	Søtorvet	Folehaven	Hillerødgade	Backersvej
Stationsnr.	1	2	3	4	5
Fine partikler (PM <sub>2,5</sub> )	X	X	X	X	X
Grove partikler (PM <sub>10</sub> )					
Ultrafine partikler (UFP)	X	X	X	X	X
Black Carbon (BC, BC <sub>WB</sub> , BC <sub>FF</sub> )			X		X
Kvælstofoxider (NO, NO <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub> )	X	X	X	X	X

Alle fem kommunale luftmålestationer har siden opstart målt grove partikler ( $PM_{10}$ ). Målingerne af grove partikler er ikke medtaget i denne opsamling eller FORCE's årlige afrapportering af data for 2023, da der pågår afklaring af en korrektionsfaktor for målingerne. Dette er nærmere beskrevet i FORCE's årlige afrapportering.

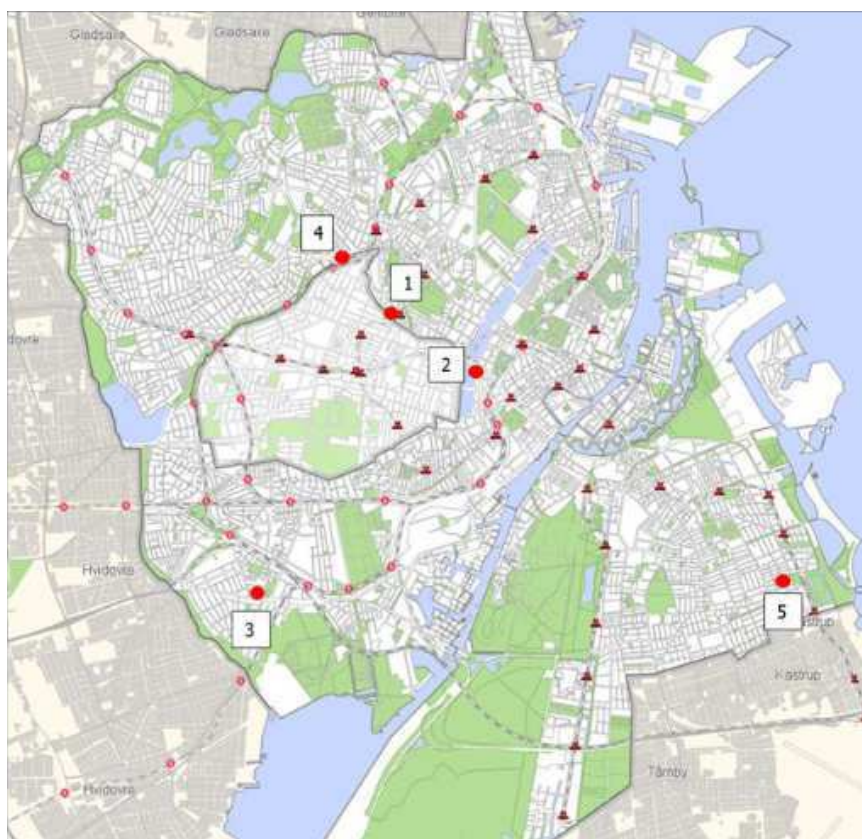
Luftmålestationerne blev opsat i august/september 2020, hvorfor data i 2020 blev indsamlet fra august/september 2020 t.o.m. december 2020. Der blev

derfor indsamlet data fra ét helt år i 2021, 2022 og 2023 på de københavnske luftmålestationer.

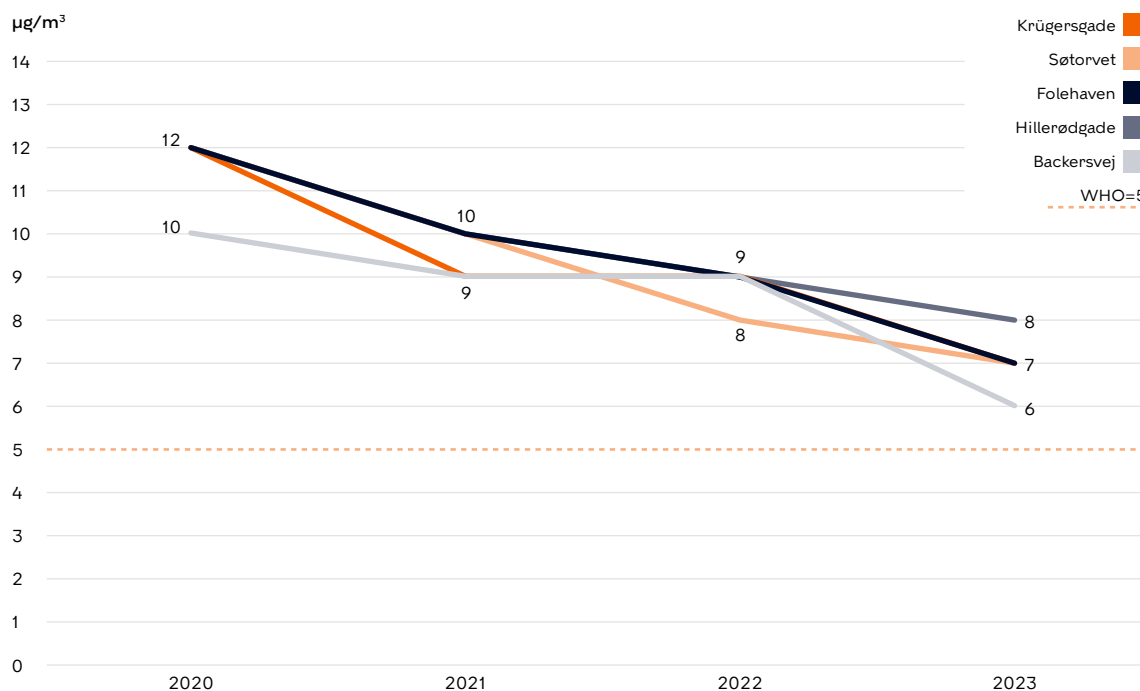
### 6.2 / Luftmålestationernes data

I det næste afsnit præsenteres et overblik over data fra de kommunale luftmålestationer i perioden fra 2020-2023. Slutteligt opsummeres udviklingen i årsmiddelværdierne for de fem kommunale luftmålestationer for perioden 2020-2023. Data fra 2020 er ikke repræsentativ for hele året, da der kun er målinger fra august/september frem til december.

**Figur 1 /** Oversigtskort over placering af de fem kommunale luftmålestationer



**Figur 2 / Årsmiddelværdier for fine partikler (PM<sub>2,5</sub>) i perioden 2020-2023**



Note: Data fra 2020 er ikke repræsentative for hele året, da der kun er målinger fra august/september til december. Disse data kan derfor ikke anvendes til at udlede en årsmiddelværdi. De er dog inkluderet for at muliggøre observation af tendenser gennem årene.

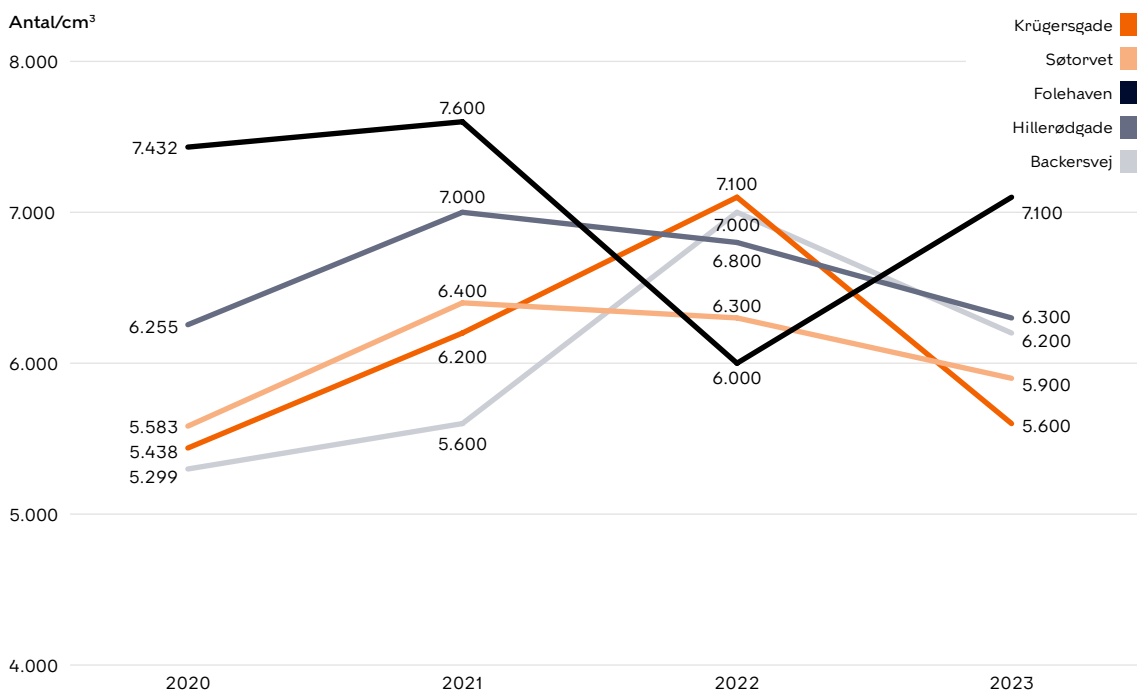
Figur 2 viser udviklingen af årsmiddelværdien for fine partikler (PM<sub>2,5</sub>) på de fem luftmålestationer i Københavns Kommune for perioden 2020-2023. Der sås et fald i årsmiddelværdien for fine partikler for alle fem luftmålestationer i perioden.

Der var generelt ikke store forskelle i niveauer af fine partikler (PM<sub>2,5</sub>) på de fem luftmålestationer. Det skyldes, at en stor andel af fine partikler kommer til København langvejs fra. De lokale kilder spiller derfor en mindre rolle og lokale forskelle vil være minimale.

Hillerødgade havde den højeste årsmiddelværdi i alle årene med den højeste på 10 mikrometer (µg/m<sup>3</sup>) i 2021 og den laveste på 8 µg/m<sup>3</sup> i 2023, mens Backersvej havde den laveste årsmiddelværdi i 2021 og 2023 med en årsmiddelværdi på 6 µg/m<sup>3</sup> i 2023.

Alle luftmålestationerne overskred WHO's retningslinje for fine partikler (PM<sub>2,5</sub>) på 5 µg/m<sup>3</sup> i alle årene, men overholdt EU's nuværende grænseværdi på 25 µg/m<sup>3</sup>.

**Figur 3 / Årsmiddelværdier for ultrafine partikler (UFP) i perioden 2020-2023**



Note: Data fra 2020 er ikke repræsentative for hele året, da der kun er målinger fra august/september til december. Disse data kan derfor ikke anvendes til at udlede en årsmiddelværdi. De er dog inkluderet for at muliggøre observation af tendenser gennem årene.

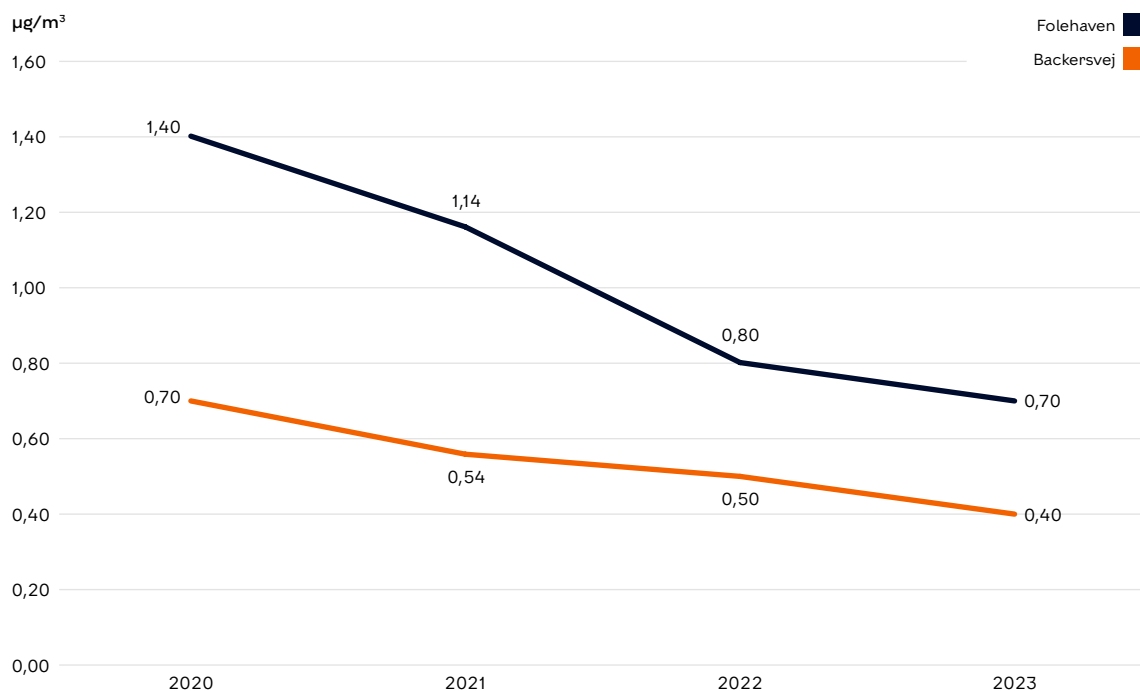
Figur 3 viser udviklingen af årsmiddelværdien for ultrafine partikler på de fem luftmålestationer i Københavns Kommune for perioden 2020-2023.

Figuren viser forskellige tendenser gennem perioden, hvor nogle årsmiddelværdier var stigende, andre faldende og nogle stagnerede. Folehaven havde den højeste årsmiddelværdi i 2021 og 2023, og i 2022 havde Krügersgade den højeste årsmiddelværdi, mens Folehaven havde den laveste årsmiddelværdi.

Der er ingen officielle grænseværdier for ultrafine partikler fra hverken EU eller retningslinjer fra WHO, men i WHO's "Good practice statement" for antallet af ultrafine partikler i luften, beskrives lave niveauer som under 1.000 antal/cm<sup>3</sup> i 24-timers middelværdi og høje koncentrationer som over 10.000 antal/cm<sup>3</sup> i 24-timers middelværdi eller 20.000 antal/cm<sup>3</sup> i 1-timers middelværdi.



**Figur 4 / Årsmiddelværdier for Black Carbon (BC) i perioden 2020-2023**



Note: Data fra 2020 er ikke repræsentative for hele året, da der kun er målinger fra august/september til december. Disse data kan derfor ikke anvendes til at udlede en årsmiddelværdi. De er dog inkluderet for at muliggøre observation af tendenser gennem årene.

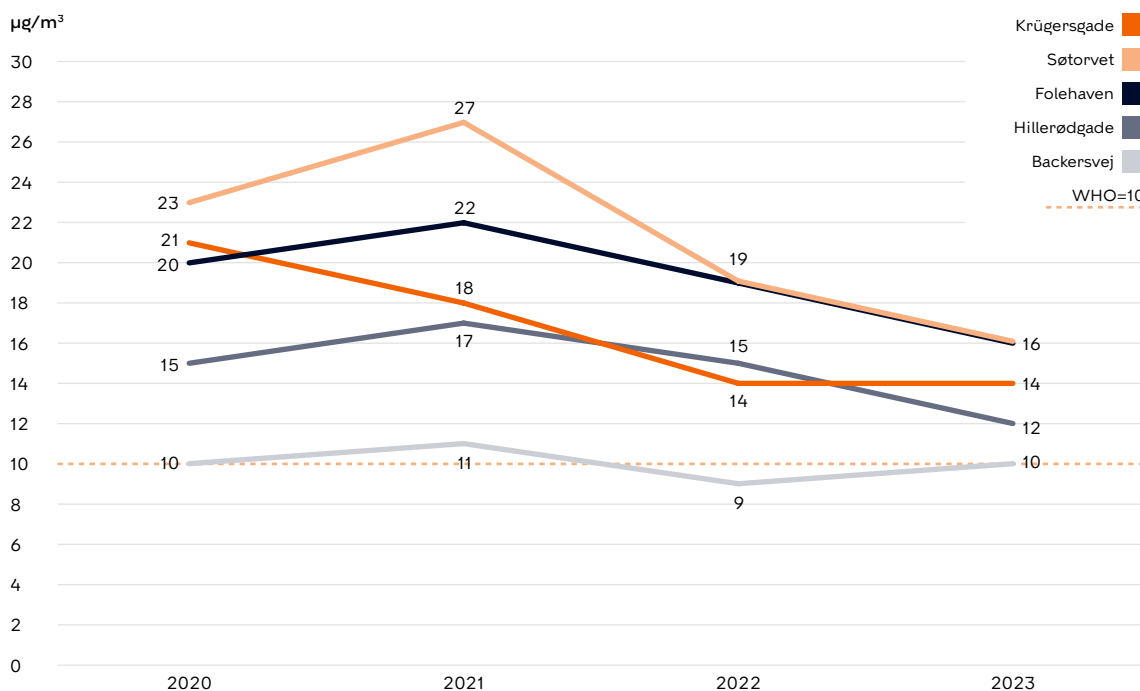
Figur 4 viser udviklingen af årsmiddelværdien for Black Carbon (BC) på to luftmålestationer i Københavns Kommune for perioden 2020-2023.

Overordnet sås der et fald i årsmiddelværdien på begge luftmålestationer for Black Carbon (BC) for perioden 2020-2023. Dertil sås det, at målestationen på Folehaven, havde den højeste

årsmiddelværdi gennem hele perioden. I 2021 var årsmiddelværdien for Black Carbon (BC) på Folehaven omkring dobbelt så høj som Backersvej, mens forskellen siden har været faldende.

Der er ingen grænseværdier eller retningslinjer for Black Carbon (BC) fra hverken EU eller WHO.

**Figur 5 / Årsmiddelværdier for kvælstofdioxid (NO<sub>2</sub>) i perioden 2020-2023**



Note: Data fra 2020 er ikke repræsentative for hele året, da der kun er målinger fra august/september til december. Disse data kan derfor ikke anvendes til at udlede en årsmiddelværdi. De er dog inkluderet for at muliggøre observation af tendenser gennem årene.

Figur 5 viser udviklingen af årsmiddelværdien for kvælstofdioxid (NO<sub>2</sub>) på de fem luftmålestationer i Københavns Kommune for perioden 2020-2023.

havde den laveste årsmiddelværdi. Figuren viser også, at alle luftmålestationerne, med undtagelse af Søtorvet, havde en mindre stigning af NO<sub>2</sub> i 2021.

Overordnet sås der et fald i årsmiddelværdi for NO<sub>2</sub> på alle fem luftmålestationer i perioden 2020-2023. Folehaven havde gennem hele perioden den højeste årsmiddelværdi for NO<sub>2</sub>, mens Backersvej

Alle luftmålestationerne overholdt EU's grænseværdi for NO<sub>2</sub> på 40 µg/m<sup>3</sup> igennem alle årene. Samtlige luftmålestationer, med undtagelse af Backersvej, overskrider WHO's retningslinje.

### 6.3 / Opsamling

Der var overordnet faldende niveauer af luftforurening på de fem kommunale luftmålestationer på gadeniveau for de forurenende stoffer  $\text{NO}_2$ , BC og  $\text{PM}_{2,5}$  i perioden 2020-2023. Der sås forskellige tendenser for årsmiddelværdierne for ultrafine partikler ved luftmålestationerne. Der var en faldende tendens på to luftmålestationer, en stigende tendens på to luftmålestationer og en målestation med en stabil tendens.

Det generelle fald for størstedelen af de luftforurenende stoffer kan potentielt skyldes kommunale initiativer, men også nationale initiativer og en lavere udledning af  $\text{PM}_{2,5}$  fra udlandet – samt meteorologiske forskelle mellem årene. I Københavns Kommune har der muligvis været en ændring i bl.a. udledningen fra vejtransport – både som følge af skærpede miljøzonekrav samt øget elektrificering af trafikken<sup>7</sup>. Der er generelt sket en forbedring af køretøjerne, hvilket indbefatter flere eldrevne køretøjer på vejene, men ligeledes har flere køretøjer fået partikelfiltre. Derudover har der i Danmark været en generel forbedring af forbrænding ifm. opvarmning af boliger<sup>8</sup>. Forskellige initiativer som potentielt har mindsket luftforureningen i Københavns Kommune i perioden, vil også blive gennemgået i afsnit 7. Der kan læses mere om tolkningen af data fra de fem luftmålestationer i FORCE Technology's årlige afrapportering for 2023.

I henhold til EU's grænseværdier blev alle grænseværdier overholdt på alle luftmålestationernes årsmiddelværdier fra EU, mens WHO's retningslinjer var overskredet på alle luftmålestationer for både fine partikler ( $\text{PM}_{2,5}$ ) og kvælstofdioxid ( $\text{NO}_2$ ), med undtagelse af Backersvej, hvor koncentrationen i 2022 var under WHO's retningslinje for kvælstofdioxid ( $\text{NO}_2$ ). Da WHO ikke har retningslinjer men kun "Good practice statements" for Black Carbon (BC) og ultrafine partikler, er det ikke muligt at fastslå om de overskrides. Københavns Kommune skal derfor fortsat arbejde på at nå i mål med overholdelse af WHO's retningslinjer for kvælstofdioxid ( $\text{NO}_2$ ) og fine partikler ( $\text{PM}_{2,5}$ ).

---

<sup>7</sup> Danmarks Statistik (2024), Bestand af motorkøretøjer efter område, køretøjstype, brugerforhold og drivmiddel [www.statistikbanken.dk/BIL54](http://www.statistikbanken.dk/BIL54)

<sup>8</sup> DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet (2024), Luftkvalitet 2022 [\\*SR580.pdf](http://*SR580.pdf) (au.dk)







## 7 / Initiativer i Københavns Kommune mod sundhedsskadelig luftforurening

Der har i indsatsperioden for 'Øget viden om de sundhedsskadelige virkninger af luftforurening i København' fra 2019-2023 været igangsat forskellige initiativer i Københavns Kommune, der må forventes at have en direkte eller indirekte effekt på reducere af sundhedsskadelig luftforurening på gadeniveau i byen.

Initiativer er igangsat uafhængigt af indsatsen, og f.eks. initieret på baggrund af national lovgivning eller som led i forskellige politiske vedtagne strategier o. lign. Herunder fremgår igangsatte initiativer i perioden opdelt på trafikrelaterede initiativer i tabel 3 og andre initiativer i tabel 4. Under hver tabel er der en uddybning af igangsatte initiativer samt en beskrivelse af eventuelle tiltag fremadrettet.

**Tabel 3 / Oversigt over trafikrelaterede initiativer i Københavns Kommune, der kunne påvirke niveauet af luftforurening i 2019-2023**

---

Mobilitet	<ul style="list-style-type: none"><li>• Udbygning af den kollektive transport med bl.a. åbningen af Cityringen (M3) i 2019 og Nordhavnsmetroen (M4) i 2020.</li><li>• Åbning af otte nye supercykelstier i 2020-2023 samt over 400 mio. kr. afsat til cykelinitiativer.</li><li>• Hastighedsnedsættelser blev påbegyndt i 2023, hvor hastigheden blev sat ned med 10 km/t på de fleste veje i København.</li></ul>
Teknologi	<ul style="list-style-type: none"><li>• Movia er i proces med at omstille alle busser i rute i København til nulemissionsbusser.</li><li>• Københavns Kommunes egen bilflåde er stort set omstillet til el- og brint.</li></ul>
Miljøzoner	<ul style="list-style-type: none"><li>• Miljøzonekravene blev i 2020 skærpet for lastbiler, busser og varevogne.</li><li>• Miljøzonekravene blev udvidet til dieseldrevne personbiler i oktober 2023.</li></ul>

---

## 7.1 / Trafikrelaterede initiativer

### Mobilitet

Københavns Kommune fremmer de grønne transportformer gang, cykling og kollektiv transport.

I 2023 var bilens andel af ture i København nede på 26 pct., mens gang, cykling og kollektiv transport stod for henholdsvis 30, 26 og 18 pct. af turene. Samlet set har der været et lille fald i antal kørte kilometer med bil i København de seneste 15 år. I 2023 påbegyndtes hastighedsnedsættelser, hvor hastigheden sættes ned med 10 km/t på de fleste veje i København.

Den kollektive transport er blevet udbygget med blandt andet åbningen af Cityringen (M3) i 2019 og Nordhavnsmetroen (M4) i 2020.

I 2020-2023 åbnede otte nye supercykelstier, og der blev i perioden afsat over 400 mio. kr. til cykeli-initiativer. I 2023 foregik 55 pct. af københavnernes ture til og fra arbejde og uddannelse med cykel. Samtidig er antallet af københavnernes cykler steget med 11 pct. fra 2018 til 2022, hvor tallet er 745.800. Antallet af ladcykler er 40.000, hvilket er en stigning på 66 pct. fra 2018 til 2022, mens antallet af elcykler er steget med 367 pct. til 26.800 i 2022.

### Teknologi

Movia er i proces med at omstille alle busser i rute i København til nulemissionsbusser. I december 2023 kører 60 pct. af buslinjerne med nulemissionsbusser, hvor det i 2021 var 23 pct. af buslinjerne. Københavns Kommunes egen bilflåde er også stort set omstillet til el- og brint. I 2022 var 94 pct. af kommunens personbiler el- eller brintbiler.

Antallet af delebiler og privatejede elbiler er samtidig steget med henholdsvis 40 pct. og 764 pct. fra 2018 til 2022, hvor tallet for delebiler er 4.390 og for elbiler er 4.620. Antallet af privatejede biler er samlet set steget med 13 pct. i samme periode og var i 2022 på 142.400.

### Miljøzoner

Miljøzonen stiller krav om partikelfilter på alle dieseldrevne køretøjer. I 2020 blev miljøzonekravene skærpet for lastbiler, busser og varevogne, og i oktober 2023 blev miljøzonekravene udvidet til også at inkludere dieseldrevne personbiler.



## 7.2 / Andre initiativer

**Tabel 4 / Oversigt over andre initiativer i Københavns Kommune, der kunne påvirke niveauet af luftforurening i 2019-2023**

Brændefyring	Staten indførte i 2021 ejerskifteordningen for brændeovne, som gør det obligatorisk at udskifte eller nedlægge en brændeovn fra før 2003, når man køber bolig.
Kraft- og varmegærker	I 2020 overtog den flisfyrede Blok 4 (AMV4 på Amagerværket) al produktion af fjernvarme.
Byggepladser og ikke-vejgående køretøjer	Fra 1. juli 2023 var der krav om 100% fossil- og emissionsfri arbejdsmaskiner i størstedelen af Teknik- og Miljøforvaltningens anlægsprojekter.

### Brændefyring

I 2021 indførte staten ejerskifteordningen for brændeovne, som gør det obligatorisk at udskifte eller nedlægge en brændeovn fra før 2003, når man køber bolig. I den forbindelse etablerede Miljøstyrelsen en skrotningspulje på 42 mio. kr., som ifølge styrelsen har resulteret i omkring 19.000 skrotninger i Danmark. Data for antallet af brændeovne i Københavns Kommune viser, at antallet af brændeovne er faldet fra knap 17.000 i 2019 til knap 13.000 i 2023.

Miljøministeriet udstedte i juli 2023 en bekendtgørelse, der giver kommunalbestyrelser mulighed for at indføre forskrifter om udskiftning eller nedlæggelse af brændeovne fra før 2008 i områder med kollektiv varmforsyning. Københavns Kommunes Teknik- og Miljøudvalg forventes primo 2024 at vedtage en sådan forskrift, som herefter sendes i høring.

### Kraft- og varmegærker

I København er de største kraft- og varmegærker Amagerværket og Amager Bakke.

København fik i 2017 affaldsenergianlægget Amager Bakke (ARC) som erstatning for den over 40 år gamle Amagerforbrænding. Både Amager Bakke og den flisfyrede Blok 4 (AMV4) på Amagerværket anvender bedst anvendelig teknologi (BAT), som lever op til EU's BAT-krav. I 2016 påbegyndtes byggeriet af AMV4, som konsekvens af et ønske om at udfase den kulfyrede Blok 3 (AMV3). I 2020 overtog AMV4 al produktion af fjernvarme, og særligt i overgangen fra AMV3 til AMV4 i 2019/2020 sås en markant nedgang af emissionen af forurenende stoffer.

### Byggepladser, ikke-vejgående køretøjer

Københavns Kommune har i samarbejde med relevante aktører gennemført en række pilotprojekter om fossilfri byggepladser. Fra 1. juli 2023 var der krav om 100 pct. fossil- og emissionsfri arbejdsmaskiner i størstedelen af Teknik- og Miljøforvaltningens anlægsprojekter.

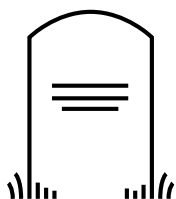
## 8 / Bilag

### **Bilag 1 /** Oversigtstabel over evidens for sundhedskonsekvenser ved eksponering for luftforurening

**Moderat til høj evidens  
(etablerede sammenhænge)**

**Mistanke om sammenhæng**

**Risiko for død**



- Samlet øget dødelighed
- Øget dødelighed pga. hjertekarsygdomme
- Øget dødelighed pga. luftvejssygdomme
- Øget dødelighed pga. lungekræft
- Øget dødelighed pga. type 2-diabetes
- Øget spædbarnsdødelighed (børn)

- Øget dødelighed pga. svangerskabsforgiftning
- Øget dødelighed pga. luftvejssygdomme (børn)

**Risiko for akut og kronisk sygdom**



- Astma
- Forhøjet blodtryk under graviditet
- Hjerteanfald
- Hjertestop
- KOL
- Lungebetændelse
- Lungekræft
- Nedsat lungefunktion hos voksne
- Slagtilfælde (hjerneblødning, blodprop i hjernen)
- Svangerskabsforgiftning
- Type 2-diabetes
- Lav fødselsvægt (børn)
- Lungebetændelse (børn)
- Nedsat lungefunktion (børn)
- Øget sygelighed pga. luftvejssygdomme (børn)
- Astma og astmarelaterede symptomer (børn)

- Accelereret kognitivt forfald
- Angst
- Blærekræft
- Brystkræft
- COVID-19
- Diabetes under graviditet
- Demens/Alzheimers
- Depression
- Dødfødsel
- Dårlig mental sundhed
- Dårlig søvnkvalitet
- Dårlig trivsel generelt
- Efterfødselsdepression
- Forhøjet blodtryk
- Hjernetumor
- Hjerteflimmer
- Leukæmi
- Leverkræft
- Lymfeknudekræft
- Mavekræft
- Multipel Sklerose (MS)
- Nedsat fertilitet
- Nedsat kognitiv funktion
- Nedsat produktivitet/aktivitet
- Nyrekræft
- Parkinsons sygdom
- Selvmord
- Skizofreni
- Spontan abort
- Stress
- ADHD (børn)
- Autisme (børn)
- COVID-19 (børn)
- Dårlig søvnkvalitet (børn)
- For tidlig fødsel (børn)
- Forhøjet blodtryk (børn)
- Hæmmet kognitiv funktion og udvikling (børn)
- Kræft i centralnervesystemet (børn)
- Leukæmi (børn)
- Lymfeknudekræft (børn)
- Medfødte misdannelser (børn)
- Nedre luftvejsinfektioner (børn)
- Neuroblastom og Wilms tumor (børn)
- Reduceret fostervækst (børn)
- Retinoblastom (børn)
- Type 1-diabetes (børn)



**Moderat til høj evidens  
(etablerede sammenhænge)**

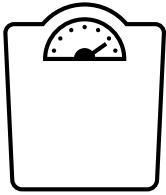
**Mistanke om sammenhæng**

Risiko for øget sygelighed  
ved kronisk sygdom



- Nedsat produktivitet/aktivitet
- Hovedpine
- Dårlig trivsel generelt

Risiko for fysiske og  
psykiske gener



- Angst
- Dårlig søvnkvalitet
- Dårlig trivsel generelt
- Hovedpine
- Overvægt hos voksne
- Nedsat produktivitet
- Stress
- Dårlig søvnkvalitet (børn)
- Overvægt (børn)

