

FORCE Technology
23. april 2026

Overvågning af luftkvalitet i Københavns Kommune

Årlig afrapportering for 2025



[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.....	14
4 Måleresultater	15
4.1 NO ₂	15
4.2 Partikulær masse, PM ₁₀ og PM _{2,5}	18
4.3 Partikelantal, PN.....	25
4.4 Black Carbon, BC.....	27
5 Variationer i luftkvalitet.....	30
5.1 Luftkvaliteten på hverdage.....	30
5.2 Sammenstilling af døgnvariationer	32
5.3 Lokale niveauer af PN på gadeplan.....	34
Bilag A Målemetoder.....	36
NO _x (NO og NO ₂)	36
Partikulær masse (svævestøv), PM _{2,5} og PM ₁₀	36
Partikelantal, PN	37
Black Carbon, BC	37
Bilag B Datakvalitet og datafangst.....	38
Bilag C Timemiddelværdier for NO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2,5} , PN og BC	39
Bilag D EU's grænseværdier gældende fra 2030	44
Bilag E Kontaktinformation.....	45
Om FORCE Technology	45
Medarbejdere	45

Resumé

Denne rapport præsenterer luftkvalitetsmålinger udført i 2025 på tre målestationer i Københavns Kommune. Klima-, Miljø- og Teknikforvaltningen (KTF) og Sundheds- og Omsorgsforvaltningen i Københavns Kommune ønsker med luftkvalitetsmålingerne at indhente ny viden med henblik på at vurdere de sundhedsskadelige virkninger af luftforurening i kommunen.

Målestationer blev installeret i august/september 2020 på Krügersgade, Søtorvet, Folehaven, Hillerødgade og Backersvej. Målingerne på de tre sidstnævnte lokationer fortsattes i 2024, mens de to førstnævnte målestationer blev nedlagt med virkning fra d. 1/1-2024. 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 NO₂, partikulær masse (PM₁₀ og PM_{2,5}) og partikelantalskoncentrationer (PN) blev udført på alle målestationerne, mens målinger af Black Carbon (BC) blev udført på Folehaven og Backersvej.

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_{2,5}, PM₁₀ og NO₂. WHO's retningslinjer er markant strammere end EU's nuværende grænseværdier. Grænseværdier og retningslinjer kan enten have til formål at regulere årsmiddelkoncentrationer (gennemsnitskoncentrationen over et år) eller regulere omfanget af kortvarige perioder med stærkt forhøjede koncentrationer. Hverken EU eller WHO har fastsat grænseværdier eller retningslinjer for PN og BC.

Alle EU's gældende grænseværdier for NO₂, PM₁₀ og PM_{2,5} var i 2025 overholdt på alle tre målestationer. WHO's retningslinjer for årsmiddelværdier af NO₂ og PM_{2,5} blev overskredet på alle tre målestationer, med undtagelse af årsmiddel for NO₂ på Backersvej. WHO's retningslinjer for omfanget af forhøjede døgnmiddelværdier af NO₂ og PM_{2,5} blev overskredet på alle målestationerne. WHO's retningslinjer for årsmiddel samt omfanget af døgn med forhøjede niveauer af PM₁₀ blev overholdt på alle tre målestationer i 2025. Overholdelsen af grænseværdier og retningslinjer er opsummeret i Tabel 1.

For måleperioden 2021-2025, hvor data fra hele kalenderår er tilgængelige, blev der gennemgående observeret betydelige reduktioner i NO₂, hvilket har været mest udtalt på lokationerne med relativ høj lokal trafikintensitet. For måleperioden 2021 til 2025 blev der også observeret reduktioner i årsmiddel PM_{2,5} samt i antal døgn med forhøjede niveauer af PM_{2,5} på alle målestationerne. Der ses også for PM₁₀ en nedadgående trend på de forskellige målelokationer for perioden 2021-2025.

Antalskoncentrationerne af partikler (PN) kan betragtes som et mål for ultrafine partikler (UFP). Den højeste årsmiddelværdi for PN blev observeret på Folehaven efterfulgt af Hillerødgade og Backersvej. Det er sandsynligvis emissioner fra lokal vejgående trafik, der medfører de højeste niveauer af PN på Folehaven, hvilket understøttes af en mere detaljeret dataanalyse præsenteret i denne rapport. På Backersvej er mønsteret anderledes, med en stærk kobling mellem forhøjede niveauer af PN og sydlige-sydøstlige vindretninger, hvilket til en vis grad kan tilskrives emissioner fra Københavns Lufthavn, der ligger i relativ kort afstand (ca. 3,5 km) syd-sydøst for målestationen på Backersvej. Der observeres for hele måleperioden ikke en entydig tendens i de målte niveauer af PN.

Årsgennemsnittet af Black Carbon (BC) var på Folehaven i 2025 i lighed med tidligere år 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, mens årsmiddel for BC i 2025 på begge målelokationer forekom uændret i forhold til 2023 og 2024.

Variationer i forureningsparametrene fordelt på ugedage understøtter, at niveauerne af NO₂, PM₁₀, PN, og BC i vid udstrækning er koblet til den lokale trafikintensitet. Det er velkendt, at niveauet af PM_{2,5} er stærkt koblet til langtransport, og niveauerne af PM_{2,5} er i mindre grad påvirket af trafikintensiteten nær målelokationerne. Dette understøttes af en markant korrelation mellem tidsserierne af PM_{2,5} målt på de forskellige målestationer.

Det kan opsummeres, at der har været en aftagende tendens for luftkvalitetsparametrene NO₂, PM₁₀, PM_{2,5} og BC set over perioden 2021-2025 på målelokationerne. Hvis den faldende tendens for NO₂ og PM_{2,5} fortsætter i de kommende år forekommer det sandsynligt, at WHO's retningslinjer for de luftkvalitetsparametre gradvist kan blive overholdt på gadeplan i de dele af København, som målestationerne repræsenterer.

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 tre målestationer i 2025. Kriterierne for grænseværdier og retningslinjer er beskrevet nærmere i afsnit 3.4.

	Parameter	Hillerødgade	Folehaven	Backersvej
EU	NO ₂ (Timemiddelværdier)			
	NO ₂ (Årsmiddelværdi)			
	PM ₁₀ (Døgnmiddelværdier)			
	PM ₁₀ (Årsmiddelværdi)			
	PM _{2,5} (Årsmiddelværdi)			
WHO	NO ₂ (Døgnmiddelværdier)			
	NO ₂ (Årsmiddelværdi)			
	PM ₁₀ (Døgnmiddelværdier)			
	PM ₁₀ (Årsmiddelværdi)			
	PM _{2,5} (Døgnmiddelværdier)			
	PM _{2,5} (Årsmiddelværdi)			

Summary in English

This report presents the results of air quality measurements performed in 2025 at three monitoring stations in Copenhagen. With this monitoring programme, the Copenhagen Municipality wishes to gain additional knowledge about the ambient air quality and potential health effects from air pollution in Copenhagen.

The monitoring programme started in the autumn of 2020, where five monitoring stations were installed at Krügersgade, Søtorvet, Folehaven, Hillerødgade and Backersvej. Since January 1st, 2024, only measurements at Folehaven, Hillerødgade and Backersvej have been continued. The monitoring stations have been placed with the objective to obtain additional knowledge about:

- 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 nitrogen dioxide (NO₂), particulate matter (PM₁₀ and PM_{2,5}) and aerosol particle number concentrations (PN) were carried out at all monitoring stations, while Black Carbon (BC) was measured at Folehaven and Backersvej.

In Denmark, the limit values regarding ambient air quality are given by the European Union (EU) legislation. The World Health Organization (WHO) has introduced lower guideline values regarding PM_{2,5}, PM₁₀ and NO₂, 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 shorter periods with elevated pollution levels. Neither EU nor WHO have introduced limit values for PN and BC.

The current EU limit values were not exceeded for NO₂, PM₁₀ and PM_{2,5} during 2025 at any of the measurement locations. WHO's guidelines for the annual average concentrations of NO₂ and PM_{2,5} were exceeded at all monitoring stations, with the exception of annually averaged NO₂ at Backersvej. WHO's guidelines for the number of days with elevated pollution levels of NO₂ and PM_{2,5} were exceeded at all monitoring stations. WHO's guidelines for PM₁₀ were met at all monitoring stations in 2025. 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 (Résumé).

For the measurements performed in 2021-2025, data from calendar years are available from three measurement stations. During that period, significant reductions in annual averages of NO₂ as well as reductions in the number of days with elevated levels of NO₂ have been observed. Reductions of NO₂ concentrations were more pronounced at locations with high local traffic intensity. Significant reductions in annually averaged PM_{2,5} levels as well as a tendency towards fewer days with elevated levels of PM_{2,5} have been observed over the period 2021-2025 at all monitoring stations. A decreasing trend in PM₁₀ was also observed at all the monitoring locations for the time period 2021-2025.

The particle number concentration (PN) can be considered a measure of the concentration of airborne, ultrafine particles (UFP). The highest annual averages of PN were measured at Folehaven followed by Hillerødgade and then Backersvej. The relatively high PN levels at Folehaven are linked to the relatively high traffic intensity close to that measurement station, which is supported by a more detailed analysis of the PN data from that location. 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 about 3,5 km 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. The temporal trends in PN are not as pronounced as for the other air quality parameters within the measurement period.

As in the previous years, the annual average of Black Carbon (BC) was higher at Folehaven relative to Backersvej in 2025. This was most likely due to the significantly higher traffic intensity at Folehaven. For the period 2021-2023, a significant reduction in BC could be observed at Folehaven, while a more modest reduction could be observed at Backersvej. However, the annual averages of BC for 2025 were very similar to the levels in 2023 and 2024 at both locations.

Variations in the concentrations of the measured air quality parameters on weekdays support that the levels of NO₂, PM₁₀, PN and BC to a large extent can be coupled to the local traffic intensity. It is well-known that the concentrations of PM_{2,5} in Copenhagen are strongly linked to long-range transport and only to a small extent coupled to the local traffic intensity at the measurement locations. This explains the pronounced correlation between time series of PM_{2,5} measured at the different stations.

It can be summarised, that for the air quality parameters NO₂, PM₁₀, PM_{2,5} and BC, decreasing trends were observed over the period 2021-2025 at all monitoring locations. Given that the tendencies for NO₂ and PM_{2,5} continue in the following years, it appears likely that the WHO air quality guidelines gradually will be met at street level in the parts of Copenhagen represented by the monitoring stations.

1 Indledning

Denne rapport præsenterer luftkvalitetsmålinger udført af FORCE Technology for Klima-, Miljø- og Teknikforvaltningen (KTF) og Sundheds- og Omsorgsforvaltningen i Københavns Kommune. Københavns Kommune ønsker med luftkvalitetsmålingerne at opnå øget viden om luftforurening og de deraf følgende sundhedsskadelige effekter. For perioden fra efteråret 2020 til og med 2023 blev der målt på fem målestationer i København. Som beskrevet i afsnit 3.2 blev antallet af målestationer fra januar 2024 reduceret til tre.

Længerevarende såvel som kortvarig eksponering for forringet luftkvalitet kan medføre negative helbredseffekter. Derfor findes der to typer af grænseværdier for luftforureningsparametre, grænseværdier for langtids- og korttidseksponering. Grænseværdier eller retningslinjer 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 luftkvalitet¹.

I tillæg til helbredseffekter, så kan visse typer af luftforurening påvirke miljø og klima negativt. Emissioner af NO_x (NO + NO₂) kan fx føre til forsurening af miljøet. Emissioner af fx Black Carbon (BC) partikler kan have en opvarmende effekt på klimaet. Så der er flere gode grunde til at reducere niveauet af luftforurening.

På alle målestationer i Københavns Kommune måles på nitrogendioxid (NO₂), partikelmasse (PM₁₀ og PM_{2,5}) 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 NO₂, PM_{2,5} og PM₁₀, 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 kan vejtrafikken udgøre en betydelig kilde til NO_x (NO + NO₂), PM₁₀, partikelantal og Black Carbon, mens det lokale bidrag til partikler bestemt som PM_{2,5} på årsbasis er mere beskedent i forhold til bidraget fra langtransport².

Denne afrapportering omfatter kalenderåret 2025 med sammenligninger til målinger foretaget i sidste kvartal af 2020 samt kalenderårene 2021-2024. I dele af måleperioden fra 2020 til 2022 har samfundet i varierende omfang været påvirket af COVID-19 pandemien, som i nogen grad forventeligt påvirkede adfærd og trafikmønstre med konsekvens for luftkvaliteten i København.

Følgende er ikke omfattet af FORCE Technologys akkreditering:

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

¹ WHO: WHO global air quality guidelines, 2021.

² DCE: Luftkvalitet 2019, Status for den nationale luftkvalitetsovervågning i Danmark, 2021.

2 Forkortelser

- BC Black Carbon
- BC_{WB} Black Carbon Wood Burning
- BC_{FF} Black Carbon Fossil Fuel
- NO Nitrogenoxid
- NO₂ Nitrogendioxid
- NO_x NO + NO₂
- PM_{2,5} Masse af partikler med en diameter <2,5 µm.
- PM₁₀ 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 for PM_{2,5}, PM₁₀ og NO₂ vises desuden i appen "Byens Luft".

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**

De med fed markerede målestationer blev videreført efter 2023, og resultater fra 2024 og 2025 fra disse stationer er omfattet af denne rapport.

Figur 1 viser et oversigtskort over Københavns Kommune med placeringerne af målestationerne markeret. 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 er blevet målt på de enkelte målestationer. En beskrivelse af de enkelte parametre fremgår af afsnit 3.3. Foruden de i Tabel 2 listede parametre bestemmes ude-temperatur 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 vejgående trafik og brændeovne.

Målestationerne er idriftsat i august/september 2020 og første del af måleprogrammet strakte sig frem til udgangen af 2023. Fra 2024-2027 videreføres målestationerne på Backersvej, Hillerødgade og Folehaven. Målestationerne på Krügersgade og Søtorvet blev nedlagt efter udgangen af 2023.

Tabel 2. Målte luftkvalitetsparametre på de enkelte målestationer. En beskrivelse af måleparametrene præsenteres i afsnit 3.3. Med udgangen af 2023 er målestationerne på Krügersgade og Søtorvet blevet nedlagt.

Måleparametre	Krügersgade	Søtorvet	Folehaven	Hillerødgade	Backersvej
Stationsnr.	1	2	3	4	5
NO, NO _x , NO ₂	x	x	x	x	x
PM ₁₀ , PM _{2,5}	x	x	x	x	x
PN	x	x	x	x	x
BC, BC _{WB} , BC _{FF}			x		x



Figur 1. Oversigtskort for placering af målestationerne. 1: Krügersgade, 2: Søtorvet, 3: Folehaven, 4: Hillerødgade, og 5: Backersvej.

3.3 Forureningsparametre

3.3.1 Kvælstofoxider, NO, NO₂ og NO_x

NO og NO₂ er gasser, der dannes når atmosfærisk luft opnår meget 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 NO₂ (kvælstofdioxid). Den udledte NO oxideres til NO₂ i atmosfæren over sekunder til timer afhængig af tilstedeværelsen af ozon. NO_x udgør summen af NO + NO₂.

NO₂ 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 NO₂. EU har gennem de seneste årtier introduceret skærpede krav til minimering af NO_x emissioner fra køretøjer. Det er derfor særligt ældre køretøjer med dieselmotorer, der udleder NO_x, eller alternativt dieseldrevne køretøjer med defekt katalysator. I takt med at antallet af ældre dieseldrevne køretøjer mindskes, forventes koncentrationen af NO_x målt på gadeplan i København at mindskes.

3.3.2 Partikelmasse, PM

PM repræsenterer partikulær masse, og ofte anvendes den engelske betegnelse "Particulate Matter" for PM. PM₁₀ og PM_{2,5} bruges som betegnelser for de dele af partikelmassen, der udgøres af partikler med en aerodynamisk diameter mindre end henholdsvis 10 og 2,5 µm. Sundhedspåvirkningen fra partikler afhænger af partiklernes størrelse, deres kemiske sammensætning og hvor de eventuelt deponeres i luftvejene. PM₁₀ repræsenterer i grove træk massen af partikler, der kan passere næse og svælg. PM_{2,5} udgør den delmængde af PM₁₀, som kan transporteres dybere ned i luftvejene, hvilket ofte er forbundet med en større sundhedsrisiko relativt til de større partikler, der typisk deponeres i de øvre dele af luftvejene.

Sammensætningen af PM₁₀ og PM_{2,5} kan variere meget markant hvad angår partikelstørrelser og kemisk sammensætning, hvilket er koblet til kilderne og processer i atmosfæren. I København er forhøjede niveauer af PM_{2,5} ofte et resultat af langtransport fra det europæiske kontinent. De højeste niveauer ses oftest i vinterhalvåret og i brændeovnsæsonen. Gennemgående vil helbredseffekterne af PM_{2,5} afhænge af partikelstørrelser og kemisk sammensætning. Derfor er det meget nyttigt at opnå mere detaljeret viden om de fysiske-kemiske egenskaber af PM_{2,5}. Partiklerne med diametre mellem 2,5 og 10 µm er repræsenteret som partikelmasse via differencen PM₁₀-PM_{2,5}. Der kan være adskillige lokale kilder til partikler i den størrelsesfraktion på gadeplan i København fx fra trafik via slid af vejbelægning, dæk og bremses, ophvirvling af grus, saltpartikler o.lign. Således kan der være betydelige lokale bidrag til den grove fraktion af PM₁₀, mens den fine fraktion af PM₁₀ (repræsenteret ved PM_{2,5}) er domineret af langtransport.

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 og potentielt ind i blodbanen. Ultrafine partikler udgør i princippet en delmængde af PM_{2,5}, 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_{2,5}. 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 partikelantalskoncentration 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, jetmotorer eller emissioner fra brændeovne. Alternativt kan ultrafine partikler dannes ved at forskellige gasser reagerer sammen og/eller afkøles, hvorved små ultrafine partikler kan 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 EU's luftkvalitetsdirektiv.

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 klimapåvirkning. Sodpartikler udgøres typisk af nogle kulstofdominerede forbindelser, der optisk er mørke/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. Der blev i efteråret 2023 indført udvidede miljøzoner i København og på Frederiksberg, hvilket forventeligt bør medføre mindskede emissioner af BC fra lokal vejgående trafik. Ydermere forventes den naturlige fornyelse af køretøjer i Danmark og Europa over tid at mindske udledninger af BC fra vejgående trafik. Trafikemissioner af BC på gadeplan i København skyldtes i 2025 derfor formentlig hovedsageligt dieselskøretøjer, (i) der ikke efterlevede lovgivningen, (ii) der havde defekt partikelfilter, eller (iii) dieselskøretøjer fritaget for reguleringen i de udvidede miljøzoner.

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 støttparametre fra litteraturen³ 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}). Beregnede estimater af andelen af BC_{FF} og BC_{WB} er vist i afsnit 4.4.

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 gældende luftkvalitetskrav er i Danmark indført ved lov via Bekendtgørelse nr. 1472⁴, mens der er vedtaget skærpede grænseværdier fra 2030⁵. De fremtidige grænseværdier for NO_2 , PM_{10} og $PM_{2,5}$ er vist i Bilag D, og de ligger

³ Helin et al. Atmospheric Environment 190 (2018) 87–98.

⁴ BEK nr. 1472 af 12/12/2017. Bekendtgørelse om vurdering og styring af luftkvaliteten.

⁵ Europa-parlamentets og rådets direktiv (EU) 2024/2881 om luftkvaliteten og renere luft i Europa (2024).

niveaumæssigt typisk et sted imellem WHO's retningslinjer og de pt. gældende EU-grænseværdier. I nærværende rapport fokuseres i afrapporteringen alene på den gældende lovgivning samt WHO's retningslinjer, mens supplerende information om de fremtidige grænseværdier forefindes i Bilag D. Tabel 3 viser de gældende EU-grænseværdier for de stoffer, der er omfattet af måleprogrammet og beskrevet i denne rapport.

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

Stof	Grænseværdi (koncentration)	Midlingstid ⁶	Højest antal tilladelige overskridelser pr. år
PM _{2,5}	25 µg/m ³	1 år	-
PM ₁₀	50 µg/m ³	1 døgn	35 ⁽⁷⁾
	40 µg/m ³	1 år	-
Nitrogendioxid (NO ₂)	200 µg/m ³	1 time	18 ⁽⁸⁾
	40 µg/m ³	1 år	-

WHO har fastsat retningslinjer for god luftkvalitet på baggrund af den viden, der er om de sundhedsmæssige konsekvenser af luftforurening. Københavns Kommune har en målsætning om at efterleve WHO's retningslinjer i 2030. Derfor er det, ud over EU's grænseværdier, relevant at sammenligne resultater af luftkvalitetsmålinger med WHO's retningslinjer for luftkvalitet. WHO giver anbefalinger vedrørende niveauet af forurening mht. komponenter såsom PM₁₀, PM_{2,5} og NO₂ ud fra en sundhedsmæssig vurdering⁹. Tabel 4 viser WHO's vejledende grænseværdier for de stoffer, der er omfattet af måleprogrammet og beskrevet i denne rapport. Percentil-grænseværdier¹⁰ anvendes til at sætte et loft for hvor mange timer eller døgn særligt forhøjede niveauer tillades. Midlingstiderne i Tabel 3 og Tabel 4 viser hvilken type grænseværdi, der er tale om. 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.

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

Stof	Grænseværdi (koncentration)	Midlingstid	Højest antal tilladelige overskridelser pr. år
PM _{2,5}	15 µg/m ³	1 døgn	3-4 ⁽¹¹⁾
	5 µg/m ³	1 år	
PM ₁₀	45 µg/m ³	1 døgn	3-4 ⁽¹¹⁾
	15 µg/m ³	1 år	
Nitrogendioxid (NO ₂)	25 µg/m ³	1 døgn	3-4 ⁽¹¹⁾
	10 µg/m ³	1 år	

⁶ Midlingstiden er varigheden af den måleperiode, som den enkelte måling skal repræsentere. En midlingstid på en time for fx NO₂ betyder derfor, at NO₂ beregnes som et gennemsnit for hver time.

⁷ Den højest tilladelige 90,4-percentil for PM₁₀ defineres iht. EU's grænseværdier som den døgnmiddelværdi, der er den 36. højeste af alle de målte døgnmiddelværdier over året.

⁸ Den højest tilladelige 99,8-percentil for NO₂ defineres iht. EU's grænseværdier som den timemiddelværdi, der er den 19. højeste af alle de målte timemiddelværdier over året.

⁹ WHO's vejledende grænseværdier er typisk baseret på NOAEL (No Observed Adverse Effect Level).

¹⁰ 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 højeste til laveste værdi. Den 90. percentil udgør en værdi som 90% af målepunkterne ligger under, mens 10% af målepunkterne har højere værdier.

¹¹ Det anbefalede højeste niveau for 99-percentilen for PM_{2,5}, PM₁₀ og NO₂ iht. WHO's retningslinjer tillader at 3 eller 4 døgnmiddelværdier overskrider den angivne retningslinjeværdi i løbet af et kalenderår.

3.5 Målemetoder

En oversigt over de anvendte måleprincipper er vist i Tabel 5. Målingerne af PM₁₀, PM_{2,5} samt NO/NO₂/NO_x er omfattet af FORCE Technology's akkreditering nr. 51 fra DANAK. Målingerne af PN og BC samt andre målte parametre som fx temperatur 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
NO, NO ₂ , NO _x	Kemiluminescens	Ja
PM ₁₀ , PM _{2,5}	Optisk måling/lysspredning	Ja
Partikelantalskoncentration (PN)	CPC (Condensation Particle Counter)	Nej
Black Carbon (BC)	Aethalometer (Optisk måling/lysdæmpning)	Nej

Det gentages fremadrettet i rapporten ikke i alle sammenhænge eksplicit, om de målte resultater er udført ved akkrediteret eller ikke-akkrediteret måling.

4 Måleresultater

4.1 NO₂

De målte årsmiddelmiddelværdier af NO₂ på de tre målestationer er præsenteret i Tabel 6. Der observeres forskellige niveauer af NO₂ mellem Backersvej (8 µg/m³), Hillerødgade (13 µg/m³) og Folehaven (13 µg/m³) hvilket kan tilskrives 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. Lokale meteorologiske forhold og luftskifte nær de respektive målestationer kan dog også i et vist omfang have påvirket de målte niveauer.

EU's grænseværdi for årsmiddel NO₂ er på 40 µg/m³, og der målt i 2025 markant lavere årsmiddelværdier (<15 µg/m³) på samtlige målestationer. WHO's retningslinje for årsmiddel NO₂ er på 10 µg/m³, hvilket blev overholdt ved målestationen på Backersvej i 2025, mens retningslinjen blev overskredet på de to andre målestationer.

I Tabel 6 præsenteres også 99,8 percentilen for timemiddelværdier af NO₂ i 2025 i relation til EU's grænseværdi. Der er tale om en timemiddelværdi, som kun må overskrides 18 gange årligt. Disse timemiddelværdier illustrerer altså omfanget af stærkt forhøjede niveauer af NO₂. Niveauerne for 99,8 percentilen for timemiddelværdier af NO₂ spændte fra 47 µg/m³ på Backersvej til 62 og 65 µg/m³ på hhv. Folehaven og Hillerødgade. De niveauer ligger markant under grænseværdien på 200 µg/m³.

Tabel 6. Beregnede middelværdier og percentiler for NO₂ i 2025 på målestationerne i henhold til EU's grænseværdier samt WHO's retningslinjer.

Parameter	Grænseværdi			Målte middelværdier og percentiler 2025		
	Grænseværdi fra	µg/m ³	Grænseværdi baseret på	Hillerødgade	Folehaven	Backersvej
				µg/m ³		
NO ₂	EU	40	Årsmiddelværdi	13	13	8
NO ₂	WHO (vejledende)	10	Årsmiddelværdi			
NO ₂	EU	200	99,8-percentil af timemiddelværdier over året ¹²	65	62	47
NO ₂	WHO (vejledende)	25	99-percentil af døgnmiddelværdier over året ¹³	35	36	26

I Tabel 6 præsenteres desuden 99-percentilen for døgnmiddel NO₂. Her repræsenterer 99-percentilen niveauer, der kun blev overskredet i 4 døgn i løbet af 2025 på hver af målestationerne. Percentilværdien var sammenlignelig på Hillerødgade og Folehaven med 35-36 µg/m³, mens den på Backersvej var 26 µg/m³. WHO anbefaler, at 99-percentilen for døgnmiddel NO₂ ikke overstiger 25 µg/m³. WHO's 99-percentil blev

¹² 99,8-percentilen defineret iht. EU's grænseværdi for timemiddelværdier for NO₂. Den tillades overskredet for 18 timer på et år.

¹³ 99-percentilen for døgnmiddel NO₂ ligger mellem den 5. og den 4. højeste døgnmiddelværdi for 2025.

ikke overholdt på nogen af målestationerne i 2025, men det var dog meget tæt på at være tilfældet på Backersvej.

Årsmiddelværdierne for NO₂ målt fra 2020-2025 på målestationerne 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 efterfølgende ikke har været tilsvarende større nedlukninger. Der ses hen over måleperioden en klar tendens mod mindskede niveauer af årsmiddel NO₂, hvilket har været mest udtalt på lokationer med højest trafikintensitet. På Backersvej har der i 2025 og i flere forudgående år været omfattende vejarbejde, der har begrænset omfanget af den lokale vejgående trafik. Det er uklart, i hvilket omfang vejarbejdet i sig selv kan have medført lokale emissioner af NO_x. Gennemgående forekommer det meget sandsynligt, at koncentrationen af NO₂ i trafikerede områder over de kommende år fortsat vil aftage i København i takt med, at antallet af ældre køretøjer med betydelige emissioner af NO_x mindskes.

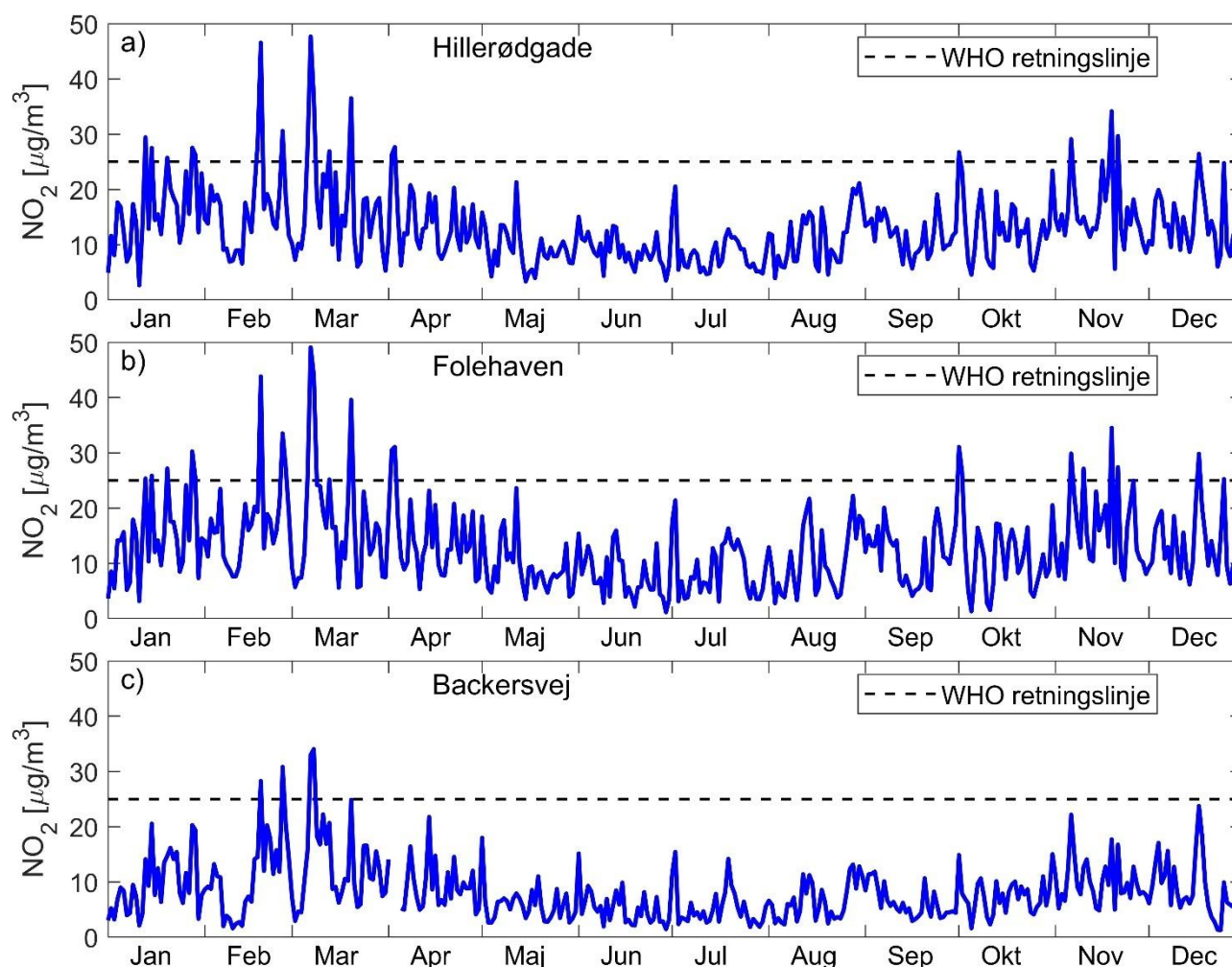
Tabel 7. Årsgennemsnit for NO₂ fra 2020 til 2025 på målestationerne. Bemærk, at måleperioden i 2020 kun dækker de sidste 3 - 4 måneder, hvilket gør en direkte sammenligning med 2020 vanskelig.

NO ₂	Krügersgade	Søtorvet	Hillerødgade	Folehaven	Backersvej
	µg/m ³				
2020	15	21	20	23	10
2021	17	18	22	27	11
2022	15	14	19	19	9
2023	12	14	16	16	10
2024			13	15	10
2025			13	13	8

Hvis WHO's retningslinje for årsmiddel NO₂ skal overholdes på alle målestationerne, vil en yderligere mindskning i koncentrationen på 23% være nødvendig på Hillerødgade og Folehaven (se Tabel 8). Tidsserierne for døgnmiddel NO₂ er afbildet i Figur 2 for de tre aktive målestationer. WHO's 99-percentil retningslinje på 25 µg/m³ for døgnmiddel NO₂ er også inkluderet i Figur 2, og ifølge anbefalingen bør den højst overskrides 3-4 gange i løbet af et kalenderår. Det kan af Figur 2 ses, at der forekommer en korrelation mellem døgnmiddel NO₂ observeret på de tre forskellige målestationer. Langt hovedparten af døgnene med forhøjede koncentrationer af NO₂ var at finde i vinterhalvåret på alle tre målestationer. Det er velkendt, at trafikintensiteten er markant forskellig mellem fx Backersvej og Folehaven, så de ensartede mønstre set blandt målestationerne kan være et udtryk for at de meteorologiske forhold har betydelig indflydelse på koncentrationerne af NO₂.

Tabel 8. Påkrævet, procentuel reduktion af NO₂ i forhold til de målte 2025-koncentrationer, såfremt årsmiddelværdierne på de enkelte stationer skal leve op til WHO's retningslinje.

Parameter	Grænseværdi baseret på	Hillerødgade	Folehaven	Backersvej
		%		
NO ₂	Årsmiddelværdi	23%	23%	0%



Figur 2. Tidsserier for døgnmiddelværdier for NO₂ i 2025. Den vandrette stiplede linje indikerer WHO's retningslinje for NO₂ døgnmiddel, hvilken anbefales overskredet højst 3-4 gange årligt. I Tabel 9 præsenteres antallene af overskridelser af retningslinjen.

I Tabel 9 præsenteres antallet af overskridelser af retningslinjen på 25 µg/m³ for de forskellige målestationer. Der var i 2025 tale om henholdsvis 4, 22 og 23 døgn med forhøjede niveauer af NO₂ på hhv. Backersvej, Hillerødgade og Folehaven. Det kan af Figur 2 ses, at et betydeligt antal af døgnene med forhøjede NO₂ koncentrationer (>25 µg/m³) lå på niveauer under eller nær 30 µg/m³. Dermed kan det forventes, at en fortsat fremadrettet mindskning i NO_x emissioner betydeligt vil kunne nedbringe antallet af døgn med NO₂ koncentrationer overstigende 25 µg/m³.

Tidsserierne for timemiddel NO₂ er vist i Figur 12 i Bilag C. EU har en percentil-grænseværdi for timemiddel NO₂ på 200 µg/m³, der højst bør overskrides 18 gange på et kalenderår. Den højeste timemiddelværdi blandt de tre målestationer var nær 76 µg/m³ i 2025. EU's grænseværdi for timemiddel NO₂ blev dermed ikke overskredet på nogen af målestationerne i 2025, hvilket også er tydeliggjort i Tabel 9.

Tabel 9. NO₂: Antal tilladte samt overskredne døgnmiddelværdier på de enkelte målestationer i 2025. EU's grænseværdi for timemiddel blev ikke overskredet på nogen af målestationerne. WHO's retningslinje blev overskredet på alle tre målestationer. Overskridelserne udgjorde lige over 0% til 6% af årets døgn udover de maksimalt anbefalede 3-4 døgn på et år.

NO ₂		EU's grænseværdi (200 µg/m ³ , timemiddel)	WHO's retningslinje (25 µg/m ³ , døgnmiddel)	Andel af døgn med overskridelser af WHO's retningslinje udover det tilladte
Antal tilladte værdier over grænseværdi		18	3-4	
Antal overskredne værdier	Hillerødgade	0	22	5%
	Folehaven	0	23	6%
	Backersvej	0	4	0%

4.2 Partikulær masse, PM₁₀ og PM_{2,5}

De optiske målinger af PM_{2,5} og PM₁₀ korrigeres sådan, at der opnås bedst mulig overensstemmelse med referencemetodemålinger af PM_{2,5} og PM₁₀. Dette er blevet udført via længerevarende sammenligninger med referencemetoden på en af DCEs københavnske målestationer, der er tilknyttet det nationale måleprogram for luftkvalitet.

Efter EU's referencemetode udføres målinger af PM_{2,5} og PM₁₀ ved opsamling af partiklerne på et specificeret filter. Resultatet af disse filtermålinger har vist sig at kunne afhænge signifikant af det aktuelle filter-fabrikat. DCE skiftede i løbet af 2023 filtertype til PM-målinger med referencemetoden under det nationale måleprogram, hvilket tilsyneladende har medført et niveauskifte mod efterfølgende lavere niveauer af PM_{2,5}¹⁴. Dette skifte mod lavere niveauer af PM_{2,5} i DCEs måleprogram understøttes af de parallelmålinger, der er blevet udført med FORCE Technology's måleinstrumenter før/efter filterskiftet i 2023 i samarbejde med DCE. Neden for præsenteres udvalgte PM_{2,5} resultater med baggrund i to forskellige korrektionsfaktorer. I tabeller og figurer vises som udgangspunkt resultater med samme korrektionsfaktor, som der har været anvendt i års-rapporterne for 2022, 2023 samt 2024, hvilken blev bestemt ud fra validering ved parallelmålinger udført i 2022. Denne type værdier anses for at være bedst sammenlignelige med DCEs resultater frem til 2023. Der inkluderes i Tabel 11 og Tabel 16 nogle relativt lavere PM_{2,5} koncentrationer for 2025 (i parenteser), hvilke er udledt via en korrektionsfaktor bestemt i 2024. De sidstnævnte værdier må formodes bedre at kunne sammenlignes direkte med målingerne i det nationale måleprogram for 2024 og fremadrettet. Se Bilag A for yderligere information om de anvendte korrektionsfaktorer.

De målte årsmiddelværdier for PM₁₀ samt relevante percentil-værdier præsenteres i Tabel 10. Årsmiddelværdierne på 10-11 µg/m³ lå markant under EU's grænseværdi på 40 µg/m³ og de overholdt også WHO's retningslinje på 15 µg/m³ i 2025. De beregnede 90,4-percentil-værdier for døgnmiddel PM₁₀ på 17-20 µg/m³ lå alle markant under EU's grænseværdi på 50 µg/m³. WHO's retningslinje vedrørende 99-percentilen for

¹⁴ DCE: Status for måling af luftkvalitet i 2023. Teknisk rapport nr. 320, 2024.

døgnmiddelværdier på 45 µg/m³ blev også overholdt på alle tre målestationer i 2025 med værdier på 33-36 µg/m³.

Tabel 10. Beregnede middelværdier og percentil-værdier i 2025 for PM₁₀ i henhold til EU's grænseværdier samt WHO's retningslinjer.

Parameter	Grænseværdi			Målte middelværdier og percentiler 2025		
	Grænseværdi for	µg/m ³	Grænseværdi baseret på	Hillerødgade	Folehaven	Backersvej
				µg/m ³		
PM ₁₀	EU	40	Årsmiddelværdi	10	11	10
PM ₁₀	EU	50	Højest tilladelige døgnmiddel 90,4-percentil ¹⁵	20	20	17
PM ₁₀	WHO (vejledende)	15	Årsmiddelværdi	10	11	10
PM ₁₀	WHO (vejledende)	45	Højest tilladelige døgnmiddel (99-percentil af døgnmiddelværdier over året) ¹⁶	36	35	33

Tabel 11. Årsmiddel samt 99-percentilen for døgnmiddelværdier for PM_{2,5} i 2025. De i parentes angivne tal er baseret på en mindre korrektionsfaktor, som må formodes at medføre et bedre sammenligningsgrundlag med koncentrationerne af PM_{2,5} målt under det nationale måleprogram i 2024 og fremadrettet (jf. note 17).

Parameter	Grænseværdi			Målte middelværdier og percentiler 2025		
	Grænseværdi fra	µg/m ³	Grænseværdi baseret på	Hillerødgade	Folehaven	Backersvej
				µg/m ³		
PM _{2,5}	EU	25	Årsmiddelværdi	7 (6)	8 (6)	7 (6)
PM _{2,5}	WHO (vejledende)	5	Årsmiddelværdi			
PM _{2,5}	WHO (vejledende)	15	Højest vejledende døgnmiddel (99-percentil af døgnmiddelværdier over året) ¹⁶	31 (25)	25 (21)	28 (23)

De målte årsmiddelkoncentrationer af PM_{2,5} samt relevante percentil-værdier præsenteres i Tabel 11. Et niveau på 7-8 µg/m³ for årsmiddel PM_{2,5} blev observeret på alle tre målelokationer. Det fremgår af Tabel 11, at EU's grænseværdi for årsmiddel PM_{2,5} på 25 µg/m³ var overholdt på samtlige målestationer. WHO's retningslinje på 5 µg/m³ som årsmiddel kunne ikke overholdes på nogen af målestationerne. WHO's retningslinje for 99-percentilen af døgnmiddel PM_{2,5} på 15 µg/m³ blev heller ikke overholdt på nogen af målelokationerne. Det skal bemærkes, at det fremadrettet kan give mening at anvende en lavere korrektionsfaktor for PM_{2,5} for at opnå et bedre sammenligningsgrundlag med målingerne under det nationale måleprogram. De

¹⁵ Den højest tilladelige 90,4 percentil defineres iht. EU's grænseværdier for PM₁₀ som den døgnmiddelværdi, der er 36. højeste af de målte døgnmiddelværdier over året. Den døgnmiddelværdi må ikke overskride den angivne grænseværdi.

¹⁶ 99-percentilen for hhv. PM₁₀ og PM_{2,5} repræsenterer et niveau mellem den 5. og 4. højeste døgnmiddelværdi i 2025.

relaterede niveauer efterkorregeret med en lavere korrektionsfaktor¹⁷ af PM_{2,5} præsenteres i Tabel 11 i parenteser. I sidstnævnte tilfælde bliver overskridelserne af WHO's retningslinjer mere beskedne for 2025. De reduktioner i årsmiddel PM_{2,5}, der vil være nødvendige for at WHO's retningslinje kan overholdes, kan ses i Tabel 12. Ved anvendelse af en lavere korrektionsfaktor for PM_{2,5}, så bliver behovet for yderligere mindskelser i årsmiddel PM_{2,5} mere beskedne for at retningslinjen overholdes.

Tabel 12. Påkrævet, procentuel reduktion af årsmiddel af PM_{2,5} og PM₁₀ for at WHO's retningslinje havde været overholdt i 2025. Tallene i parentes relaterer sig til anvendelse af en mindre korrektionsfaktor end tidligere anvendt for PM_{2,5}. For PM₁₀ er der ikke behov for yderligere reduktion ift. WHO's retningslinje.

Parameter	Retningslinje baseret på	Hillerødgade	Folehaven	Backersvej
		%		
PM _{2,5}	Årsmiddelværdi	33% (18%)	36% (21%)	30% (14%)
PM ₁₀	Årsmiddelværdi	0%	0%	0%

Tabel 13. Årsmiddelværdier for PM₁₀. Værdierne for årene fra 2020 til 2023 har gennemgået en efterkorrektur for dele af de respektive kalenderår, hvorfor disse værdier er omfattet af relativt større usikkerhed. En detaljeret beskrivelse af efterkorrektionerne findes i årsrapporten for 2024¹⁸. For året 2020 indgår alene målinger fra fjerde kvartal.

PM ₁₀	Krügersgade	Søtorvet	Hillerødgade	Folehaven	Backersvej
	µg/m ³				
2020	16	18	19	20	17
2021	14	16	16	16	14
2022	13	14	16	14	12
2023	11	13	13	13	10
2024			11	12	10
2025			10	11	10

I Tabel 13 vises årsmiddelværdier for PM₁₀ for perioden 2020-2025. Værdierne for perioden 2020-2023 er associeret med en forhøjet usikkerhed, da efterkorrektioner forbundet med en vis usikkerhed har været nødvendige for dele af disse måleperioder. Dette til trods, er der for perioden 2021-2025 observeret en generel nedadgående tendens for årsmiddel af PM₁₀ på samtlige målelokationer. Set over hele måleperioden har der været en tendens til, at de højeste årsmiddelværdier for PM₁₀ blev målt på de mere trafikerede lokationer såsom Hillerødgade og Folehaven. Dette er dog blevet mindre udtalt for 2025, da reduktionen i PM₁₀ over årene har været relativt større på de mere trafikerede lokationer ift. Backersvej.

¹⁷ Forslaget om at anvende en lavere korrektionsfaktor er begrundet og beskrevet i bilag A under afsnittet "Særlige bemærkninger vedr. korrektionsfaktorer for den optiske målemetode".

¹⁸ FORCE Technology: Overvågning af Luftkvalitet i Københavns Kommune, årlig afrapportering for 2024.

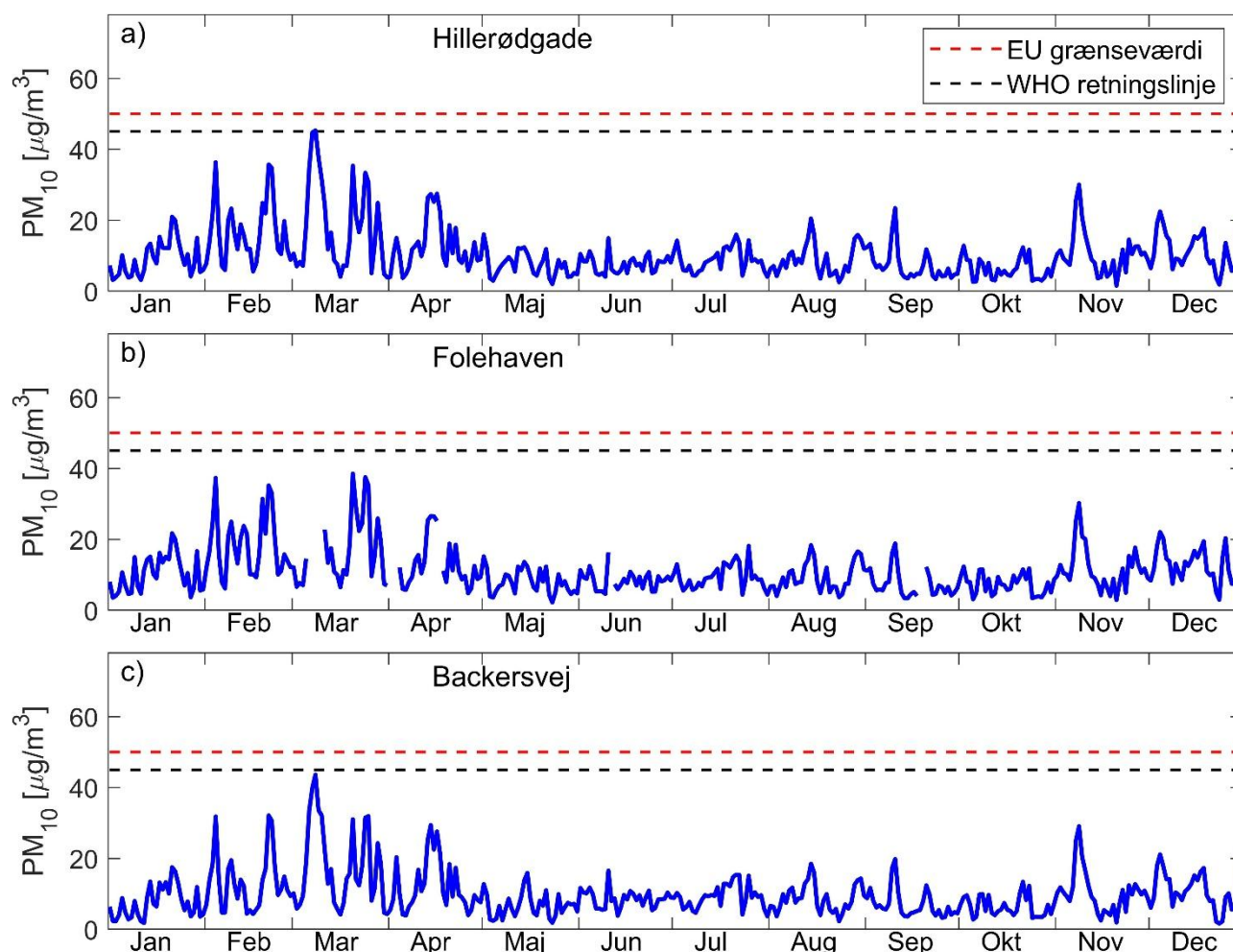
Tabel 14. Årsgennemsnit for PM_{2,5} målt på de fem målestationer for 2020 til 2025. Bemærk, at måleperioden i 2020 kun dækker årets fjerde kvartal. Den samme korrektionsfaktor bestemt i 2022 har været anvendt for alle årene præsenteret her.

PM _{2,5}	Krügersgade	Søtorvet	Hillerødgade	Folehaven	Backersvej
	µg/m ³				
2020	13	13	13	13	11
2021	9	10	10	10	9
2022	9	8	9	9	8
2023	7	7	8	7	6
2024			8	8	7
2025			7	8	7

I Tabel 14 præsenteres årsmiddel PM_{2,5} for årene 2020-2025, hvor det skal bemærkes, at tallene for 2020 alene repræsenterer det sidste kvartal af året. Fra 2021 til 2025 observeres der en faldende tendens i årsmiddel PM_{2,5}, med mindre fluktuationer fra år til år.

I Figur 3 vises tidsserierne for døgnmiddel PM₁₀ på de tre målestationer. Der kan observeres betydelige korrelationer mellem de tre tidsserier. Det kan afspejle, at de meteorologiske forhold har væsentlig betydning for niveauet af PM₁₀ i København via faktorer som (i) langtransport, (ii) lokalt luftskifte, (iii) vindhastighed i forbindelse med mulig ophvirvling af grove partikler, (iv) udvaskning af partikler via nedbør samt (v) betydningen af, om grove partikler 'bindes' til vejbaner og andre overflader i perioder med høj fugtighed.

Det kan af Figur 3 ses, at de højeste døgnmiddelværdier for PM₁₀ typisk forekom i vinterhalvåret. De højeste døgnmiddelniveauer blev observeret d. 7. og 8. marts på Hillerødgade og Backersvej, hvor der samtidigt var et nedbrud på måleinstrumentet placeret på Folehaven. Den højeste målte døgnmiddelværdi for PM₁₀ i 2025 oversteg netop WHO's retningslinje på 45 µg/m³ på Hillerødgade d. 8. marts. Dermed blev WHO's retningslinje for PM₁₀ overholdt på alle tre målestationer i 2025, da op mod 4 årlige overskridelser tillades. Deraf følger, at EU's percentil-grænseværdi på 50 µg/m³ for døgnmiddel PM₁₀ også var overholdt på alle tre målestationer i 2025. Antallet af døgn med forhøjede niveauer af PM₁₀ er opsummeret i Tabel 15.



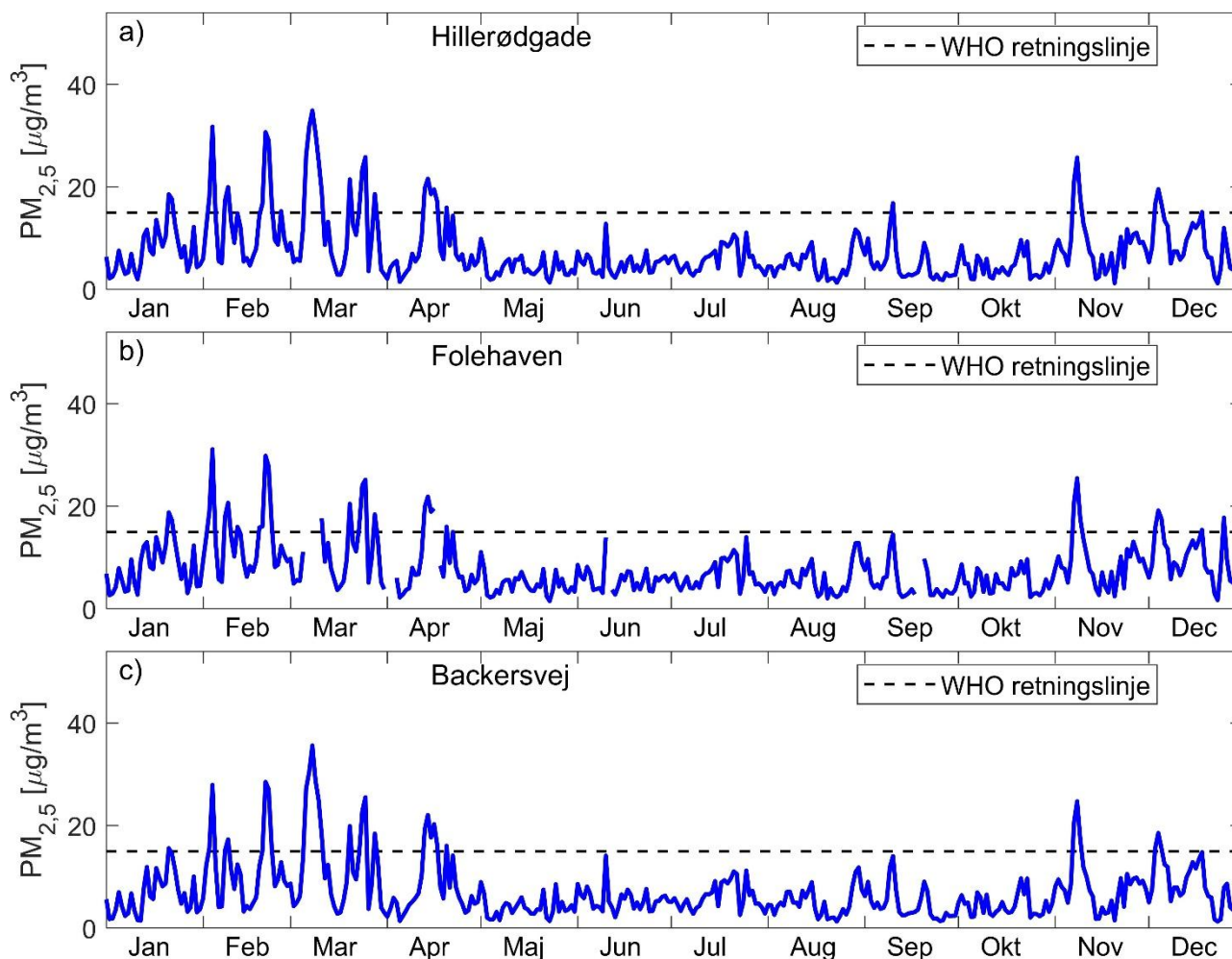
Figur 3. Tidsserier for døgnmiddel PM₁₀ i 2025. EU's grænseværdi på 50 µg/m³ (rød stiplede linje) bør maksimalt overskrides for ca. 35 døgn i løbet af et år. WHO's retningslinje på 45 µg/m³ (sort stiplede linje) anbefales højst overskredet 3-4 døgn på et kalenderår.

Tabel 15. PM₁₀: Antal tilladte samt overskredne døgnmiddel percentilværdier i 2025. EU's grænseværdi samt WHO's retningslinje for tilhørende percentil blev ikke overskredet på nogen af målestationerne.

PM ₁₀		EU's grænseværdi (50 µg/m ³ , døgnmiddelværdi)	WHO's retningslinje (45 µg/m ³ , døgnmiddelværdi)	Andel af døgn med overskridelser af WHO's retningslinje udover det tilladte
Antal tilladte værdier over grænseværdi		35	3-4	
Antal overskredne værdier	Hillerødgade	0	1	0%
	Folehaven	0	0	0%
	Backersvej	0	0	0%

I Figur 4 præsenteres tidsserierne for døgnmiddel PM_{2,5} i 2025. Der kan observeres en høj korrelation mellem de 3 tidsserier, hvilket afspejler at langtransport af PM_{2,5} ofte er dominerende i forhold til lokale kilder. I Figur 4 er WHO's retningslinje for døgnmiddel PM_{2,5} på 15 µg/m³ inkluderet til sammenligning. Det niveau

anbefales højst overskredet 3-4 gange årligt. Det kan ses af Figur 4, at niveauet på $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ blev overskredet et betydeligt antal gange på alle målestationerne i 2025. Overskridelserne forekom hyppigst og med de højeste værdier i vinterhalvåret og i brændeovnsæsonen.



Figur 4. Døgnmiddelværdier for $\text{PM}_{2,5}$. Den vandrette stiplede linje indikerer WHO's retningslinje for $\text{PM}_{2,5}$ døgnmiddel, hvilken anbefales overskredet højst 3-4 døgn årligt. Antallet af overskridelser af retningslinjen er vist i Tabel 16. Gab i tidsserierne skyldes vedligeholdelse eller reparation af måleinstrumenter.

WHO's retningslinje for døgnmiddel $\text{PM}_{2,5}$ på $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ er en 99-percentil. Det niveau anbefales dermed højst overskredet 3-4 gange per år. De faktisk udregnede 99-percentiler for døgnmiddel $\text{PM}_{2,5}$ er præsenteret i den nederste del af Tabel 11. Værdierne for 99-percentilen varierer fra 25 til $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$, hvilket er noget over WHO's anbefaling. Det kan af Tabel 16 ses, at døgnmiddel for $\text{PM}_{2,5}$ i løbet af 2025 overskred niveauet på $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i 32 til 37 døgn på de forskellige målestationer. Det skal dog bemærkes, at hvis den nævnte lavere korrektionsfaktor anvendes til $\text{PM}_{2,5}$ end den, der er anvendt i Figur 4, så sker antallet af overskridelser af WHO's retningslinje for døgnmiddelværdier i 18 til 23 døgn i 2025. I henhold til WHO's retningslinje bør der kun forekomme 3-4 døgn med forhøjede værdier i løbet af et kalenderår.

Det kan opsummeres, at EU's grænseværdi for årsmiddel $\text{PM}_{2,5}$ blev overholdt i 2025. Hvad angår WHO's retningslinjer, så er det både nødvendigt at reducere årsmiddel $\text{PM}_{2,5}$ samt omfanget af døgn, hvor forhøjede niveauer af $\text{PM}_{2,5}$ forekommer (større end $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Der kan dog siden 2021 konstateres en nedadgående

trend for såvel årsmiddel $PM_{2,5}$ samt en tendens mod færre døgn med stærkt forhøjede niveauer af $PM_{2,5}$ på målelokationerne. Derudover står det klart, at hvis en lavere korrektionsfaktor end hidtil anvendt giver bedst mening fremadrettet, så er mere beskedne reduktioner påkrævet for at WHO's retningslinjer overholdes.

Tabel 16. $PM_{2,5}$: Antal af døgn med forhøjede døgnmiddelværdier over $15 \mu g/m^3$ på de enkelte målestationer i 2025. WHO's retningslinje for 99-percentilen på højst $15 \mu g/m^3$ blev overskredet for 32 til 37 døgn. Det svarer til overskridelser for 8-9% af årets døgn udover de maksimalt anbefalede 3-4 døgn på et år. Hvis en lavere korrektionsfaktor anvendes for $PM_{2,5}$ overskrides retningslinjen for 18-23 døgn i løbet af året, som vist med tal i parentes. EU har ikke en grænseværdi relateret til døgnmiddel for $PM_{2,5}$.

$PM_{2,5}$		EU's grænseværdi ikke fastsat	WHO's retningslinje ($15 \mu g/m^3$, døgnmiddel)	Andel af døgn med overskridelser af WHO's retningslinje udover det tilladte
Antal tilladte værdier over grænseværdi		ikke fastsat	3-4	
Antal overskredne værdier	Hillerødgade	-	37 (23)	9%
	Folehaven	-	32 (18)	8%
	Backersvej	-	32 (19)	8%

4.3 Partikelantal, PN¹⁹

Årsmiddel af partikelantalskoncentrationer er præsenteret i Tabel 17 for årene 2020 til 2025. 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. I 2025 observeredes årsmiddelværdier på ca. 6700 #/cm³, 7000 #/cm³, og 5800 #/cm³ for hhv. Hillerødgade, Folehaven og Backersvej. De højeste årsmiddelkoncentrationer observeredes på Folehaven for alle år med undtagelse af 2022, hvilket tilskrives emissioner fra den mere intensive lokale vejgående trafik på Folehaven. Dette aspekt studeres i større detaljegrad i afsnit 5.3 nedenfor.

Tabel 17. Årsgennemsnit for PN for 2020 til 2025. Måleperioden i 2020 dækker kun det sidste kvartal. Det målte partikelantal gælder for partikler i størrelsesområdet 7-1000 nm.

PN	Krügersgade	Søtorvet	Hillerødgade	Folehaven	Backersvej
	antal/cm ³				
2020	5400	5600	6300	7400	5300
2021	6200	6400	7000	7600	5600
2022	7100	6300	6800	6000	7000
2023	5600	5900	6300	7100	6200
2024			5600	7100	6700
2025			6700	7000	5800

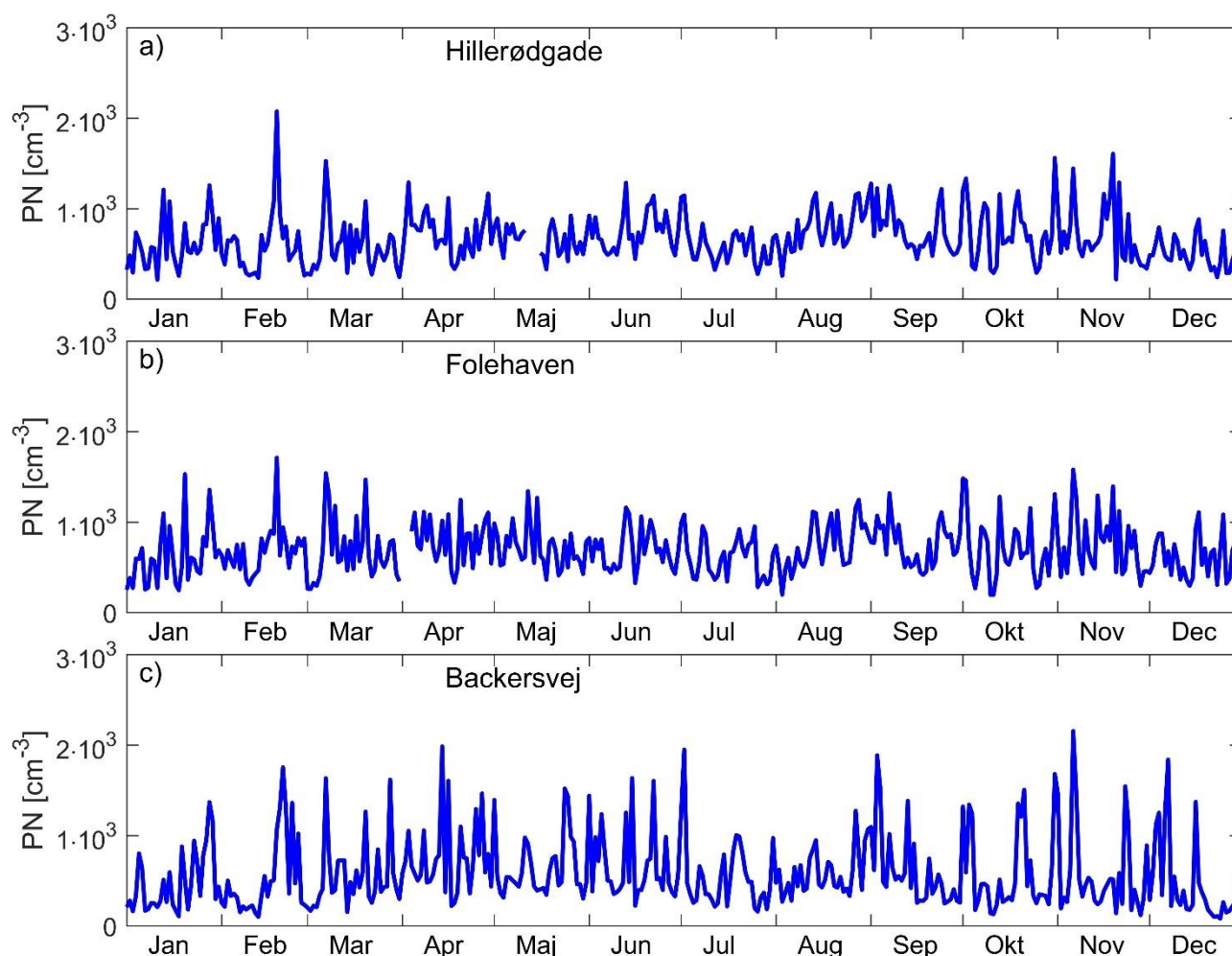
Tidsserierne for de målte døgnmiddel partikelantalskoncentrationer i 2025 kan ses i Figur 5. Der forekommer en betydelig korrelation mellem tidsserierne målt på Hillerødgade og Folehaven, mens billedet er et andet på Backersvej. Især på Backersvej observeredes i 2025 en stor andel af høje døgnmiddelværdier af PN. Disse forhøjede PN-koncentrationer er hovedsageligt koblet til perioder med vindretninger nær syd-sydøst, hvor luftmasserne har passeret Københavns lufthavn, som er beliggende i relativ kort afstand (ca. 3,5 km) syd-sydøst for målestationen på Backersvej. Dette viser sig i form af forhøjede timemiddelværdier (tidsserien for timemiddel PN kan ses i Figur 15 i bilag C). En mere detaljeret analyse af sammenhænge mellem vindretning og forhøjede niveauer af PN blev præsenteret i afrapporteringen for 2023²⁰. For Backersvej tegner der sig kvalitativt et billede for 2025 som svarer til det, der blev præsenteret for 2023 mht. koblingen mellem forhøjede niveauer af PN og vindretninger fra sydsydøst.

Der findes ikke grænseværdier eller klare retningslinjer for acceptable niveauer af PN. WHO beskriver dog, at døgnmiddelværdier overstigende 10.000 cm⁻³ kan betragtes som høje²¹. I Tabel 18 er antallet af døgnmiddelværdier for PN overstigende 10.000 cm⁻³ opgjort til at være fra 44 til 53 i løbet af 2025 for de tre målestationer. Det højeste antal af forhøjede døgnmiddelværdier af PN blev i 2025 fundet på Backersvej (53), mens 48 og 44 døgn med forhøjet PN blev observeret på hhv. Folehaven og Hillerødgade. Årsagen til at Backersvej havde det største antal døgn med forhøjede niveauer skyldes, som beskrevet ovenfor, højst sandsynligt emissioner fra den nært beliggende lufthavn.

¹⁹ Ikke omfattet af akkreditering 51.

²⁰ FORCE Technology: Overvågning af Luftkvalitet i Københavns Kommune, årlig afrapportering for 2023.

²¹ WHO: WHO global air quality guidelines, 2021.



Figur 5. Døgnmiddelværdier for partikelantalskoncentrationer (PN). PN kan betragtes som indikator for koncentrationen af ultrafine partikler (UFP). Gab i tidsserierne skyldes vedligeholdelse eller reparation af måleinstrumenter.

Tabel 18. Døgn med forhøjede middelværdier af partikelantalskoncentration (PN) for 2025 samt antallet for måledøgn på de enkelte målelokationer.

Parameter	Enhed	Hillerødsgade	Folehaven	Backersvej
PN	Antal døgnmiddelværdier overstigende 10000 cm ⁻³	44	48	53
PN	Antal måledøgn	361	362	365
Andel	Døgn m. forhøjet PN	12%	13%	15%

4.4 Black Carbon, BC²²

Koncentrationen af Black Carbon kan betragtes som et mål for sodpartikler. Black Carbon måles på Folehaven og Backersvej, men er ikke omfattet af målingerne på Hillerødgade. Den andel af Black Carbon, som kan tilskrives emissioner fra forbrænding af fossile brændsler (herunder fra trafikken), benævnes BC_{FF}. Den andel af Black Carbon, der kan tilskrives afbrænding af biomasse benævnes BC_{WB}. I Tabel 19 præsenteres årsmiddelværdier for BC, BC_{FF} og BC_{WB}. Årsmiddel for BC er større på Folehaven (0,70 µg/m³) end på Backersvej (0,39 µg/m³). Denne forskel kan hovedsageligt tilskrives bidraget af BC fra trafikken, da årsmiddel for BC_{FF} antog en betydeligt højere værdi på Folehaven (0,45 µg/m³) ift. Backersvej (0,23 µg/m³). 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, som er væsentligt mere trafikeret end Backersvej. De præsenterede årsmiddelkoncentrationer for de forskellige BC-parametre er næsten identiske med værdierne observeret i 2023²³ og 2024²⁴.

Tabel 19. Årsmiddelværdier i 2025 for BC samt den andel af BC, der estimeres relateret til afbrænding af hhv. biomasse (BC_{WB}) og fossile brændsler (BC_{FF}). BC er kun blevet målt på Folehaven og Backersvej.

Parameter	Periode	Folehaven	Backersvej
		µg/m ³	
BC	Målt årsmiddelværdi	0,70	0,39
BC _{WB}	Målt årsmiddelværdi	0,25	0,16
BC _{FF}	Målt årsmiddelværdi	0,45	0,23

I Tabel 20 præsenteres årsmiddel for BC for perioden 2020 til 2025. Der forekommer fra 2021 til 2023 en reduktion i årsmiddel BC både på Folehaven og på Backersvej, mens denne tendens ikke fortsætter fra 2023 til 2025, hvor der observeres næsten identiske koncentrationer for de tre kalenderår. En nærmere analyse af BC-emissioner fra lokal trafik på Folehaven blev præsenteret i årsrapporten for 2024²⁴. Det kan konstateres, at der ses tilsvarende mønstre i data fra 2025, således at en betydelig andel af BC målt på Folehaven kan tilskrives en ganske lille andel af den lokale vejgående trafik.

Tabel 20. Årsgennemsnit for BC målt på Folehaven og Backersvej fra 2020 til 2025. 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 i resten af 2022.

BC	Krügersgade	Søtorvet	Hillerødgade	Folehaven	Backersvej
	µg/m ³				
2020	-	-	-	1,4	0,7
2021	-	-	-	1,1	0,5
2022	-	-	-	0,9	0,5
2023	-	-	-	0,7	0,4
2024	-	-	-	0,7	0,4
2025	-	-	-	0,7	0,4

²² Ikke omfattet af akkreditering 51.

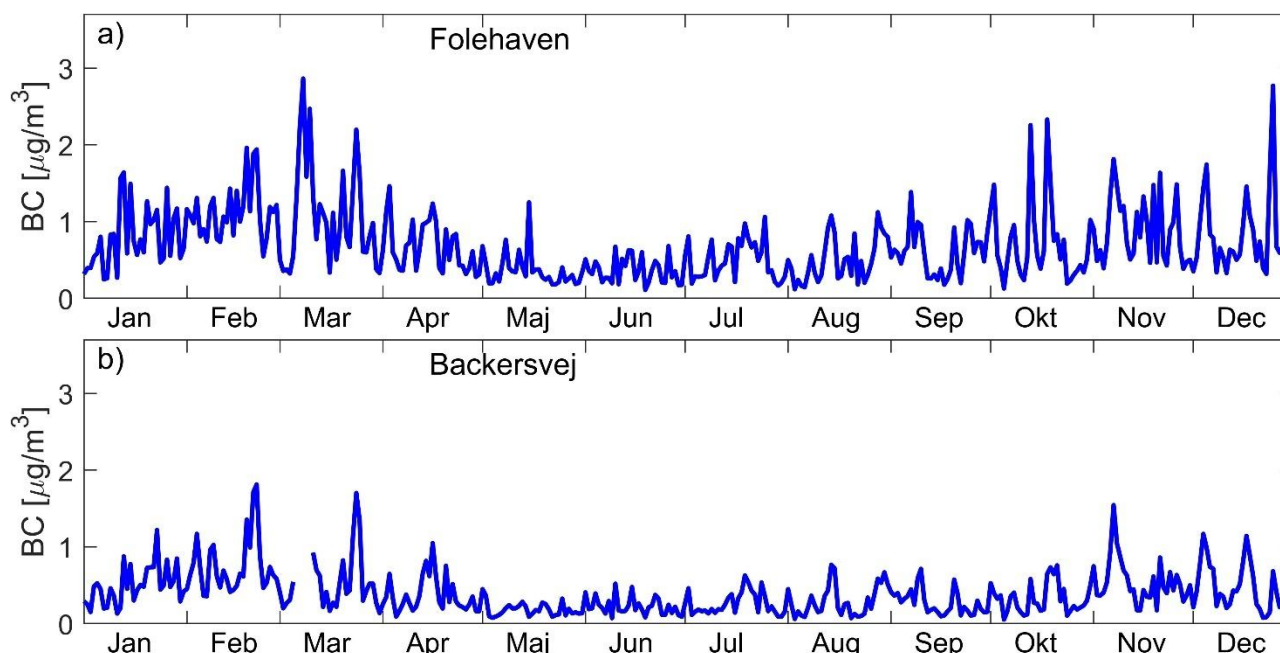
²³ FORCE Technology: Overvågning af Luftkvalitet i Københavns Kommune, årlig afrapportering for 2023.

²⁴ FORCE Technology: Overvågning af Luftkvalitet i Københavns Kommune, årlig afrapportering for 2024.

Der blev i efteråret 2023 gennemført en udvidelse af miljøzonerne til også at gælde dieselpersonbiler. Dette tiltag kan have bidraget til reduktionen i BC observeret fra 2022 til 2023, mens der ikke kan observeres en signifikant ændring i niveauet af BC efterfølgende.

I Figur 6 præsenteres tidsserierne for døgnmiddel BC i 2025. Kvartalsmiddel for BC, BC_{FF} og BC_{WB} præsenteres i

Tabel 21. Det kan af Figur 6 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, vil BC samtidig være forhøjet på begge målestationer. Gennemgående må de meteorologiske forhold forventes at påvirke koncentrationen af BC. 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 6, at de forhøjede døgnmiddelværdier for BC forekommer i vinterhalvåret og brændeovnsæsonen på begge målestationer.



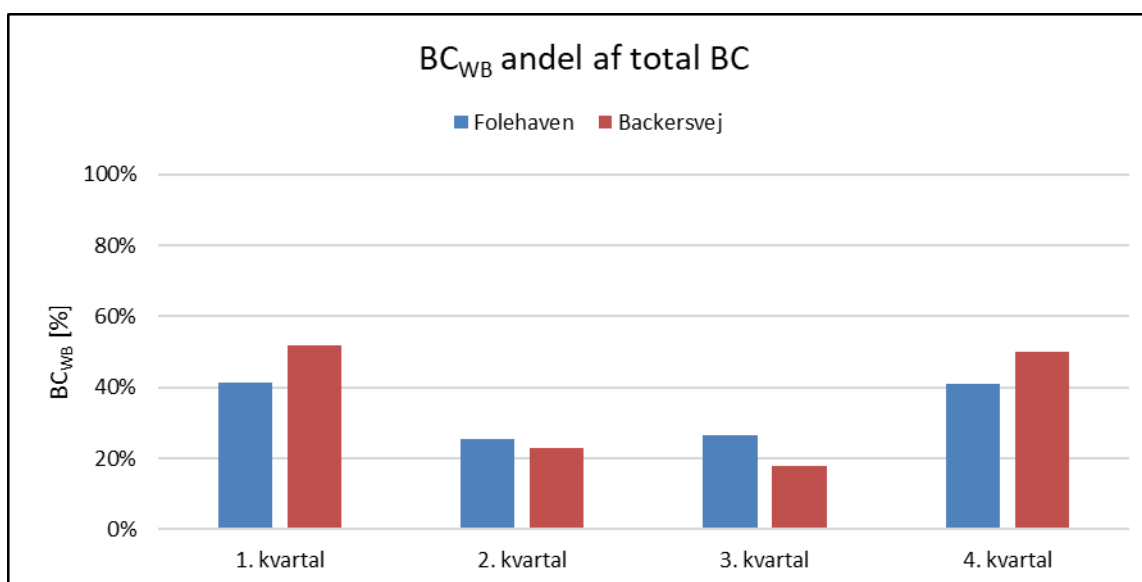
Figur 6. Døgnmiddelværdier for Black Carbon (BC) på Folehaven og Backersvej i 2025.

BC fra brændeovne forventes i særlig grad at bidrage til BC_{WB} . Det må derfor forventes, at de lokale emissioner fra brændeovne typisk vil være højst når temperaturerne er lave i løbet af vinterhalvåret. Dette understøttes af kvartalsgennemsnittene i

Tabel 21, hvor der ses en markant årstidsvariation i BC_{WB} med de højeste koncentrationer i vinterhalvåret på begge målestationer. Årstidsvariationen for BC_{WB} ses også tydeligt i den kvartalsvise andel af BC_{WB} i forhold til BC, hvilket er præsenteret i Figur 7. På Backersvej udgør BC_{WB} i fyringssæsonen i 1. og 4. kvartal omkring 50% af BC, mens betydeligt lavere forhold mellem BC_{WB} og BC blev observeret i sommerhalvåret.

Tabel 21. Gennemsnitlige koncentrationer af BC, BC_{WB} og BC_{FF} for kvartaler fra henholdsvis Folehaven og Backersvej i 2025.

	Folehaven			Backersvej		
	µg/m ³			µg/m ³		
2025	BC	BC _{WB}	BC _{FF}	BC	BC _{WB}	BC _{FF}
1. kvartal	0,99	0,41	0,58	0,60	0,31	0,29
2. kvartal	0,47	0,12	0,34	0,26	0,06	0,19
3. kvartal	0,53	0,14	0,39	0,28	0,05	0,22
4. kvartal	0,83	0,34	0,49	0,46	0,23	0,23



Figur 7. Kvartalsvis fordeling af forholdet mellem Black Carbon forbundet med afbrænding af biomasse (BC_{WB}) og total Black Carbon (BC), målt på Folehaven og Backersvej i 2025.

5 Variationer i luftkvalitet²⁵

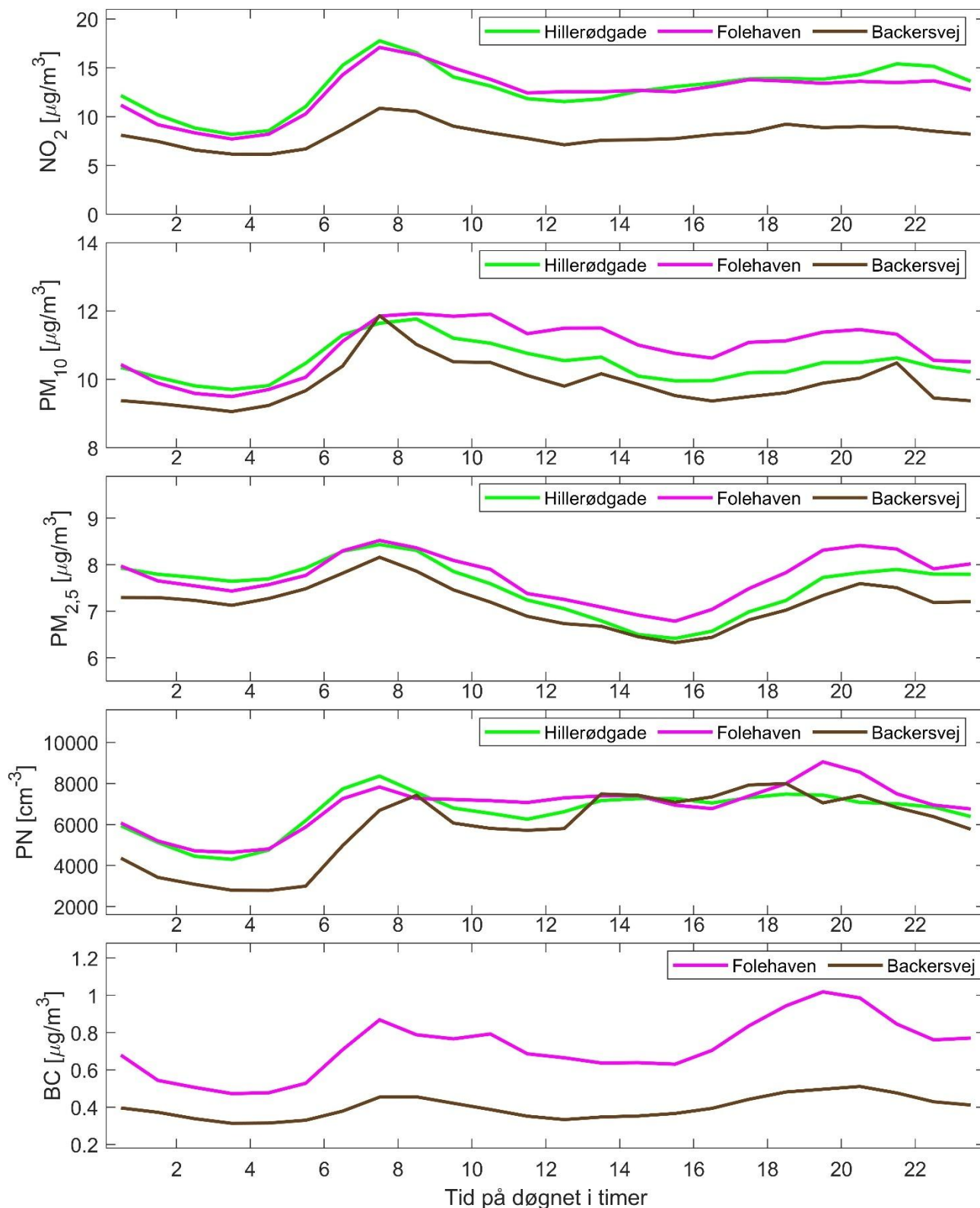
5.1 Luftkvaliteten på hverdage

I Figur 8 præsenteres timemiddelværdier for NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, 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 en forøgelse i koncentrationen for NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, PN og BC på alle tre målestationer omkring kl. 7 om morgenen på hverdage, hvilket indikerer at morgentrafikken bidrager til alle de præsenterede luftkvalitetsparametre.

For parametrene NO₂, PM₁₀, PM_{2,5} og BC observeres de højeste niveauer over gennemsnitlige hverdagsdøgn på Folehaven efterfulgt af Hillerødgade, mens de laveste niveauer målt på Backersvej. Dette indikerer igen, at intensiteten af den lokale vejgående trafik er en væsentlig faktor, der påvirker de nævnte parametre. Billedet for PN er lidt anderledes med høje gennemsnitlige niveauer observeret på Backersvej om eftermiddagen, hvilket sandsynligvis er koblet til emissioner fra lufthavnen, der detekteres ved syd-sydøstlige vindretninger.

Der ses ikke lige så tydeligt forhøjede værdier omkring eftermiddagsmyldretrafikken, som der ses for morgenmyldretidstrafikken. Dette 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 opblanding 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 præsenteret i Figur 8 illustrerer dermed bl.a. de kombinerede effekter af (i) omfanget af lokale emissioner, og (ii) meteorologi og grænselagsdynamik/højden af det atmosfæriske grænselag.

²⁵ Målinger af PN og BC samt vurderinger i dette afsnit er ikke omfattet af akkreditering 51.

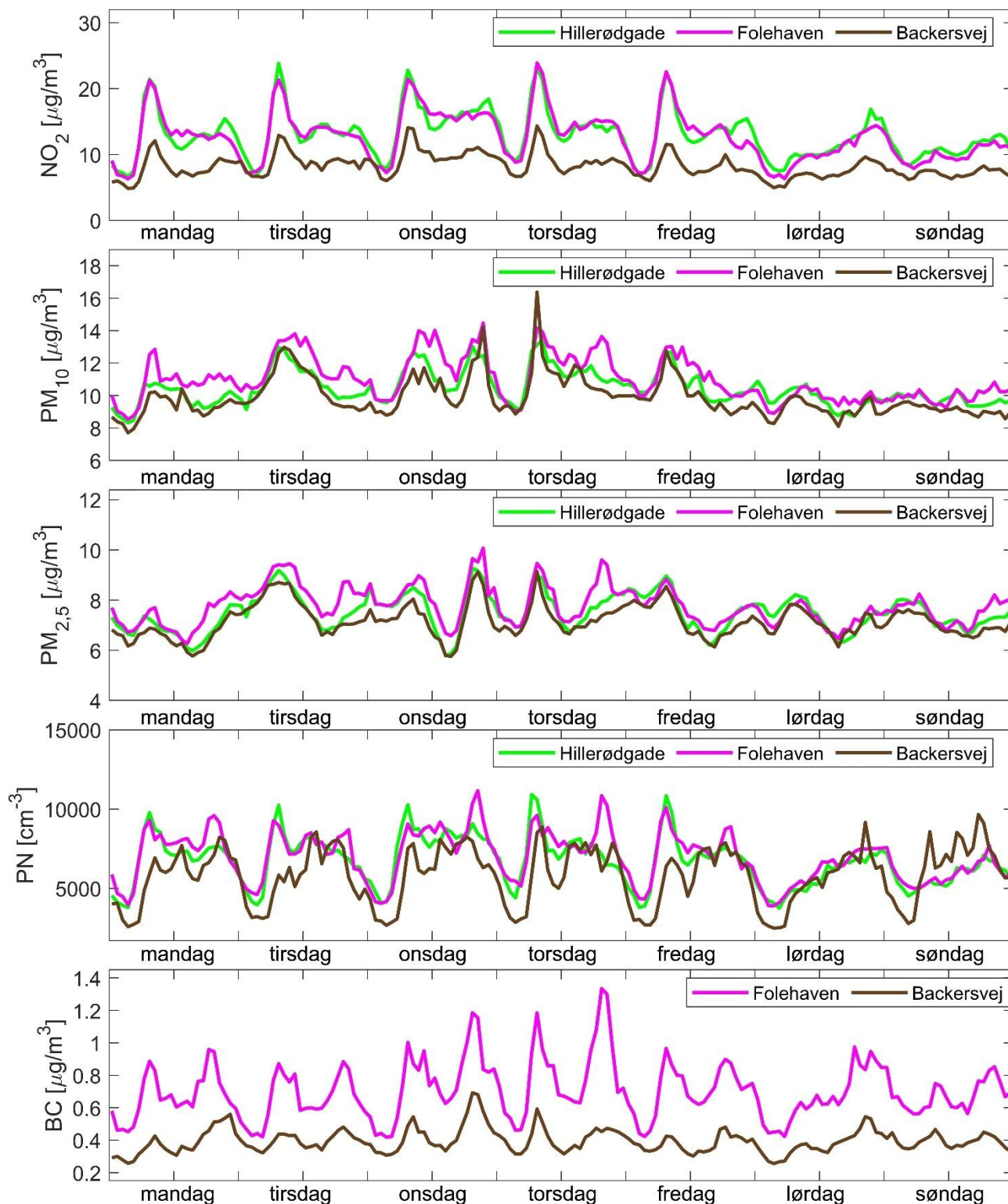


Figur 8. Gennemsnitlige timemiddelværdier for hhv. NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, PN og BC på dagene mandag til og med fredag i 2025. Værdier for fx timemiddel fra 07:00 til 08:00 i lokaltid er afbildet kl. 07:30.

5.2 Sammenstilling af døgnvariationer

I Figur 9 præsenteres gennemsnitskoncentrationer for hver af døgnets timer for NO_2 , PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$, PN og BC fordelt på ugedage i 2025. For NO_2 , BC og til dels PN ses ensartede mønstre med tydelige døgnvariationer samt væsentlige forskelle mellem hverdage og weekend. Desuden ses en rangordning indbyrdes mellem de tre målestationer, der indikerer en betydelig kobling til den lokale vejgående trafikintensitet. Gennemgående ses de højeste niveauer på Folehaven og de mindste niveauer på Backersvej for de ovennævnte parametre med undtagelse af PN. Afvigelsen for PN, der på Backersvej antog relativt højere niveauer på eftermiddage lørdage og søndage skyldes formentlig bidrag af ultrafine partikler fra lufthavnen, der kan forøge koncentrationen af PN på Backersvej, når vinden kommer fra syd-sydøstlige retninger.

For parametrene PM_{10} og $\text{PM}_{2,5}$ ses ikke umiddelbart et helt så klart gennemsnitligt ugentligt mønster i forhold til den forventede lokale trafikintensitet. Rangordningen med de højeste koncentrationer på Folehaven og de mindste på Backersvej indikerer dog et vist bidrag fra den lokale vejgående trafik. Det er velkendt, at de lokale niveauer af $\text{PM}_{2,5}$ på gadeplan i København typisk er stærkt influeret af omfanget af langtransport. Det forventes, at der kan være markante lokale bidrag til partikelmassen repræsenterende partikler med diameter større end $2,5 \mu\text{m}$ og mindre end $10 \mu\text{m}$. Det må dog også forventes at meteorologien markant kan påvirke de lokale kilder til de grove partikler ift. om vejbelægning og andre overflader er fugtige eller tørre. Ligeledes må nedbør, vindhastighed med videre forventes at være af betydning. Hvis man sammenholder kurverne for PM_{10} og $\text{PM}_{2,5}$ i Figur 8 og Figur 9, så fremstår der en tendens til at forskellen $\text{PM}_{10}-\text{PM}_{2,5}$ udviser et maksimum omkring tidlig eftermiddag, og det er formentlig på den tid af døgnnet, hvor forskellige faktorer kan medvirke til forhøjede niveauer af de grove partikler – set i gennemsnit hen over et kalenderår. Kombinationen af forskellige kildeprocesser og den associerede betydning af meteorologi kan altså forventes at påvirke den gennemsnitlige døgnlige variabilitet for fx PM_{10} .

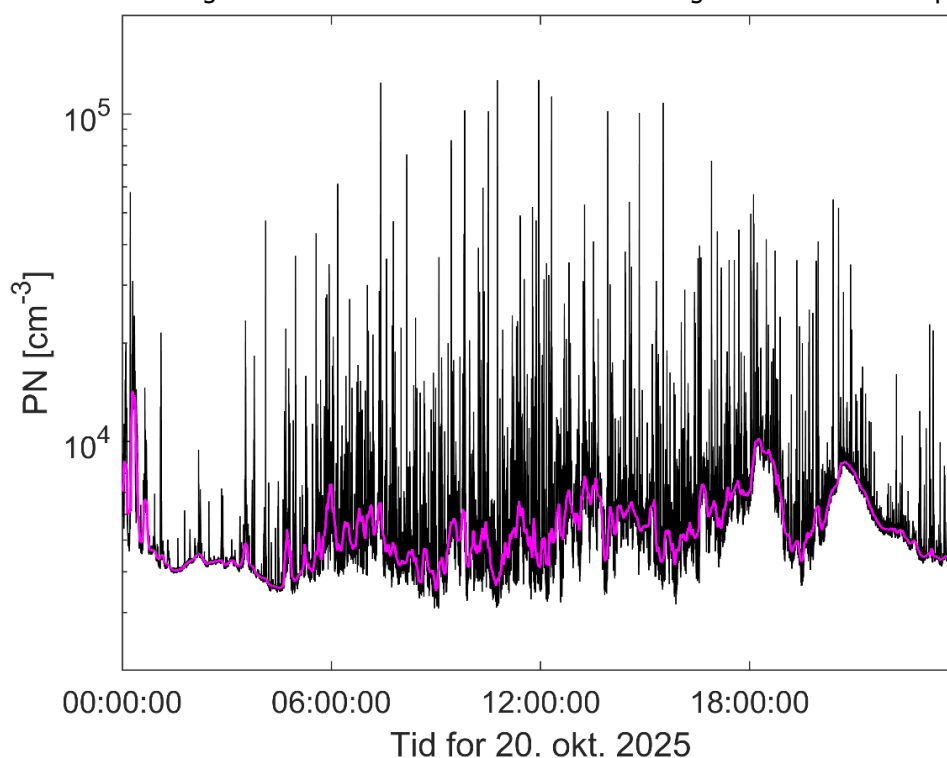


Figur 9. Gennemsnitlige timemiddelværdier for hhv. NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, PN og BC fordelt på ugedage. Værdier for fx timemiddel fra 07:00 til 08:00 i lokaltid er afbildet kl. 07:30. Markørerne på tidsaksen indikerer kl. 12:00 og 0:00 lokaltid.

5.3 Lokale niveauer af PN på gadeplan

I dette afsnit præsenteres en analyse af partikelantalskoncentrationer (PN) målt i høj tidsopløsning på Folehaven. Formålet er at opnå indsigt i gadeplansbidraget fra den vejgående trafik, der har passeret målestationen. En tilsvarende analyse blev præsenteret for black carbon (BC) i årsrapporten for 2024²⁶.

I Figur 10 vises et eksempel på målte niveauer af PN i høj tidsopløsning (1 s) i løbet af et døgn på Folehaven (d. 20/10-2025). De målte niveauer af PN varierede fra ca. 3000 til ca. 130000 #/cm³ for det pågældende døgn. De mange markante spidser, der forekommer i den viste PN-tidsserie tolkes som bidrag fra den passerende vejgående trafik. Bidraget fra spidserne kan estimeres hvis tidsserien fratrækkes den baggrundskoncentration, der ellers ville være målt uden spidser. Denne baggrundskoncentration kan i mange sammenhænge bestemmes via en løbende median-beregning, hvilken vises som lilla kurve i Figur 10. Det kan af Figur 10 ses, at når forekomsten af markante spidser er begrænset fx i nattetimerne og sen aften, så repræsenterer den løbende median fint baggrundsniveauet af PN. Når tætheden af markante spidser omvendt bliver så stor – at der er bidrag fra spidser i mere end 50% af tiden for et givent tidsvindue, så ligger den lilla kurve over baggrundsniveauet med fravær af spidser, hvilket kan ses ved flere lejligheder midt på dagen i Figur 10. Hermed bliver baggrundsniveauet med den løbende median estimeret til en højere værdi end den faktisk burde. Når bidraget alene fra spidserne dermed estimeres ved at fratrække den løbende median, så undervurderes lokalbidraget fra spidserne dermed. Derfor må lokalbidrag til PN udledt med denne metode for Folehaven antages at underestimere resultaterne – særligt for de trafikerede perioder.



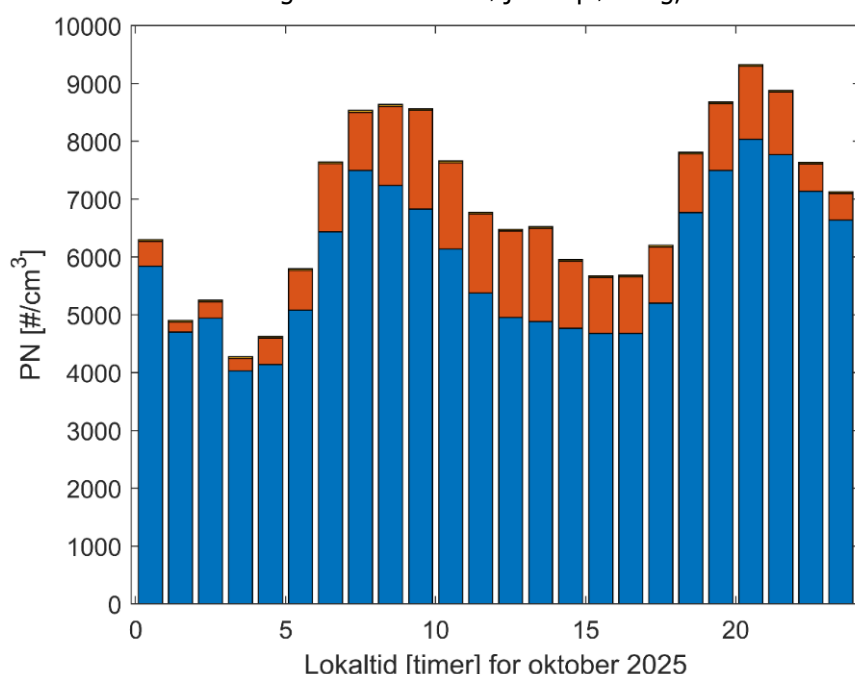
Figur 10. Tidsserie af partikelantalskoncentration (PN) i 1-sekunds tidsopløsning vises som sort kurve. Målingerne er fra Folehaven d. 20/10-2025. Y-aksen er inddelt logaritmisk fra 2.000 til 200.000 cm⁻³. Kurven med lilla farve er en løbende median over ±5 minutter for PN, hvilken er tiltænkt at repræsentere baggrundniveauet uden væsentlige bidrag fra de forekommende spidsværdier.

²⁶ FORCE Technology: Overvågning af Luftkvalitet i Københavns Kommune, årlig afrapportering for 2024.

De estimerede bidrag fra lokaltrafik til PN på Folehaven er opgjort som gennemsnit på timebasis for oktober måned 2025 i Figur 11. Højden af søjlerne repræsenterer timemiddel-niveauer af PN, mens de røde andele af søjlerne repræsenterer de estimerede bidrag fra lokal vejgående trafik. Det kan ses, at lokal-bidraget var højest for de timer, hvor totalkoncentrationen af PN også var højest i dagtimerne, mens niveauerne var lavere i nattetimerne. Det må forventes at metoden til bestemmelse af lokalbidraget til PN er forholdsvis retvisende for nattetimerne, mens lokalbidraget forventeligt er underestimeret for de trafikerede dagtimer.

Der forekommer et relativt højere antal spidser i PN tidsserien sammenlignet med en tilsvarende BC-tidsserie i høj tidsopløsning, hvilket indikerer at en relativt større andel af køretøjerne i København udleder partikler, der ikke bidrager målbart til koncentrationen af sodpartikler. Dette understøttes af observationer foretaget på Backersvej tilbage i 2022, hvor emissioner fra enkeltvist passerende køretøjer blev studeret. Ved den lejlighed udledte omkring 10% af de forbipasserende køretøjer målbare bidrag til PN, mens en væsentlig lavere andel af køretøjerne bidrog målbart til niveauet af BC eller NO_x. Siden 2022 er andelen af elektriske køretøjer blevet forøget i København, men målingerne på Folehaven indikerer, at der stadig er en betydelig andel af køretøjerne i København, der udleder signifikante emissioner af PN. Potentielt set kan borgere, der færdes i trafikken i København, blive eksponeret for meget markante niveauer af PN, da der med mellemrum kortvarigt kan observeres PN-niveauer på de københavnske målestationer på op mod 1.000.000 #/cm³.

Døgnet d. 20/11-2025 blev udvalgt som eksempel, fordi det forekommer gennemsnitligt i mange henseender. I henhold til DMIs vejrarkiv, så var det et døgn uden nedbør, et døgn med blæst (5-10 m/s) og en vindretning fra sydvest. Så der har forventeligt været et effektivt luftskifte ved målestationen, hvorved der ikke er tale om ekstremt forhøjede niveauer af PN. Generelt indikerer vores analyser fra en større andel af 2025, at lokalbidraget til PN var relativt højere i vinterhalvåret i forhold til sommerhalvåret, hvilket sandsynligvis kan tilskrives meteorologi. Oktober blev udvalgt som eksempel i Figur 11, da måneden ligger på grænsen mellem sommer og vinter, hvorved måneden kan antages repræsentativ for et årligt niveau. Samtidig var der en stor datadækning for måneden i høj tidsopløsning, hvor kun d. 31/10-2025 ikke er repræsenteret.



Figur 11. Timemiddelverdier for partikelantalskoncentration (PN) på Folehaven for perioden 1.-30. oktober, 2025. Højden af en søjle repræsenterer den gennemsnitlige timemiddelværdi for PN, mens den røde andel indikerer det gennemsnitlige estimerede bidrag fra helt lokale gadeplansemissioner af PN. Det estimerede bidrag fra lokale emissioner er beregnet ud fra analysen af korttidsfluktuationer for PN, jf. Figur 10.

Bilag A Målemetoder

NO_x (NO og NO₂)

NO₂-koncentrationen bestemmes med en kemiluminiscens monitor (CLD) med indbygget konverter (NO₂ til NO). Måleværdien for NO₂ er differencen mellem de målte værdier for NO_x og NO. Denne målemetode er referencemetoden til luftkvalitetsmålinger af NO_x og NO, der anvendes til bestemmelse af NO₂.

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

Reference: EN 14211

Partikulær masse (svævestøv), PM_{2,5} og PM₁₀

PM_{2,5} og PM₁₀ 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 detekterede 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 en 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 referencemetodemålinger. 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.

Der har for perioden frem til 8. december, 2023 i et vist omfang været nogle utilsigtede målebegrænsninger for forhøjede niveauer af PM₁₀ under visse forhold. Dette har for dele af måleperioden frem til ovennævnte dato medført, at tidligere afrapporterede koncentrationer af PM₁₀ kan have været for lave. En algoritme til efterkorrektur af PM₁₀ for perioden frem til 8. december, 2023 blev præsenteret i årsrapporten for 2024²⁷, og de afrapporterede årsmiddelværdier for perioden 2020-2023 i nærværende rapport må antages at være retvisende dog forbundet med en større usikkerhed end der kan forventes fra og med 2024.

Særlige bemærkninger vedr. korrektionsfaktorer for den optiske målemetode

Indledningsvist har der på de fem målestationer i Københavns Kommune for årene 2020-2021 været anvendt en korrektionsfaktor (K) på 0,91 til PM_{2,5} og PM₁₀ data. Fra juni til august 2022 blev der på HC Andersens Boulevard (HCAB) gennemført sammenlignende målinger i et samarbejde mellem FORCE Technology og Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE), Aarhus Universitet. Der blev her opnået 62 datapunkter for PM_{2,5}. Fra januar til april 2024 blev tilsvarende parallelmålinger udført på Jagtvej i samarbejde med DCE. I sidstnævnte sammenhæng blev opnået ca. 85 døgnmiddelværdier til sammenligning med referencemetoden for både PM_{2,5} og PM₁₀. Korrektionsfaktoren bestemt fra målingerne af PM₁₀ på Jagtvej anvendes for alle præsenterede PM₁₀ målinger.

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

²⁷ FORCE Technology: Overvågning af Luftkvalitet i Københavns Kommune, årlig afrapportering for 2024.

- **For $PM_{2,5}$:** $K_{PM_{2,5}}$ er bestemt til 0,99 med en usikkerhed på $\pm 4.0\%$ på 95% konfidensniveau baseret på 62 målepunkter fra HCAB. *Korrektionsfaktoren på 0,99 for $PM_{2,5}$ er anvendt i alle tabeller og figurer omhandlende $PM_{2,5}$ i denne rapport.* Denne korrektionsfaktor bør medføre det bedst mulige sammenligningsgrundlag til målinger i det nationale måleprogram frem til 2023.
- **For $PM_{2,5}$, alternativ:** $K_{PM_{2,5}}$ blev på Jagtvej i 2024 bestemt til 0,81 baseret på 86 målepunkter. Det vurderes at den lavere korrektionsfaktor bestemt i 2024 relativt til 2022 i et vist omfang kan tilskrives, at DCE i 2023 skiftede filtertype til referencemetodemålingerne i det nationale måleprogram, hvilket kan forventes at medføre lavere koncentrationer af $PM_{2,5}$ efter filterskiftet²⁸. *Korrektionsfaktoren på 0,81 for $PM_{2,5}$ er i udvalgte tabeller anvendt i denne rapport.*
- **For PM_{10} :** $K_{PM_{10}}$ er bestemt til 1,11 baseret på 85 målepunkter fra Jagtvej. *Korrektionsfaktoren på 1,11 for PM_{10} er anvendt i alle tabeller og figurer omhandlende PM_{10} i denne rapport.*

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/cm³

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. Lysdæmpningen 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_{FF}) og afbrænding af biomasse (BC_{WB}).

Måleområde: 0 – 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

²⁸ DCE: Status for måling af luftkvalitet i 2023. Teknisk rapport nr. 320, 2024.

Bilag B Datakvalitet og datafangst

Nedenstående tabeller viser 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 22. Hillerødgade. Datafangst for perioden.

Parameter	Datafangst		Minumumskrav til datafangst
	Timeværdier	Døgnværdier	
PM ₁₀	100%	100%	90%
PM _{2,5}	100%	100%	90%
BC	-	-	75%
PN	99%	99%	75%
NO ₂	99%	100%	90%

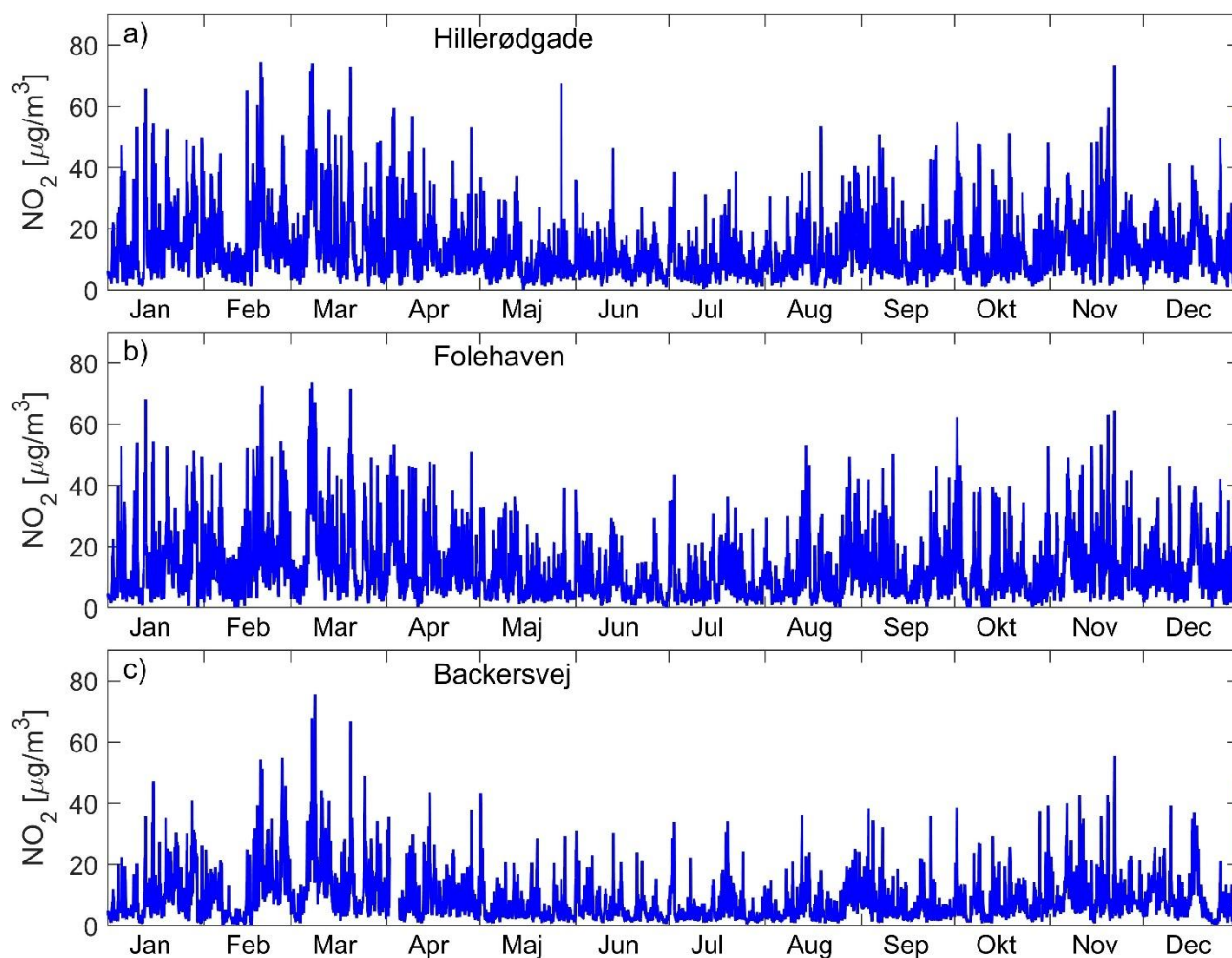
Tabel 23. Folehaven. Datafangst for perioden.

Parameter	Datafangst		Minumumskrav til datafangst
	Timeværdier	Døgnværdier	
PM ₁₀	98%	97%	90%
PM _{2,5}	98%	97%	90%
BC	100%	100%	75%
PN	99%	99%	75%
NO ₂	99%	100%	90%

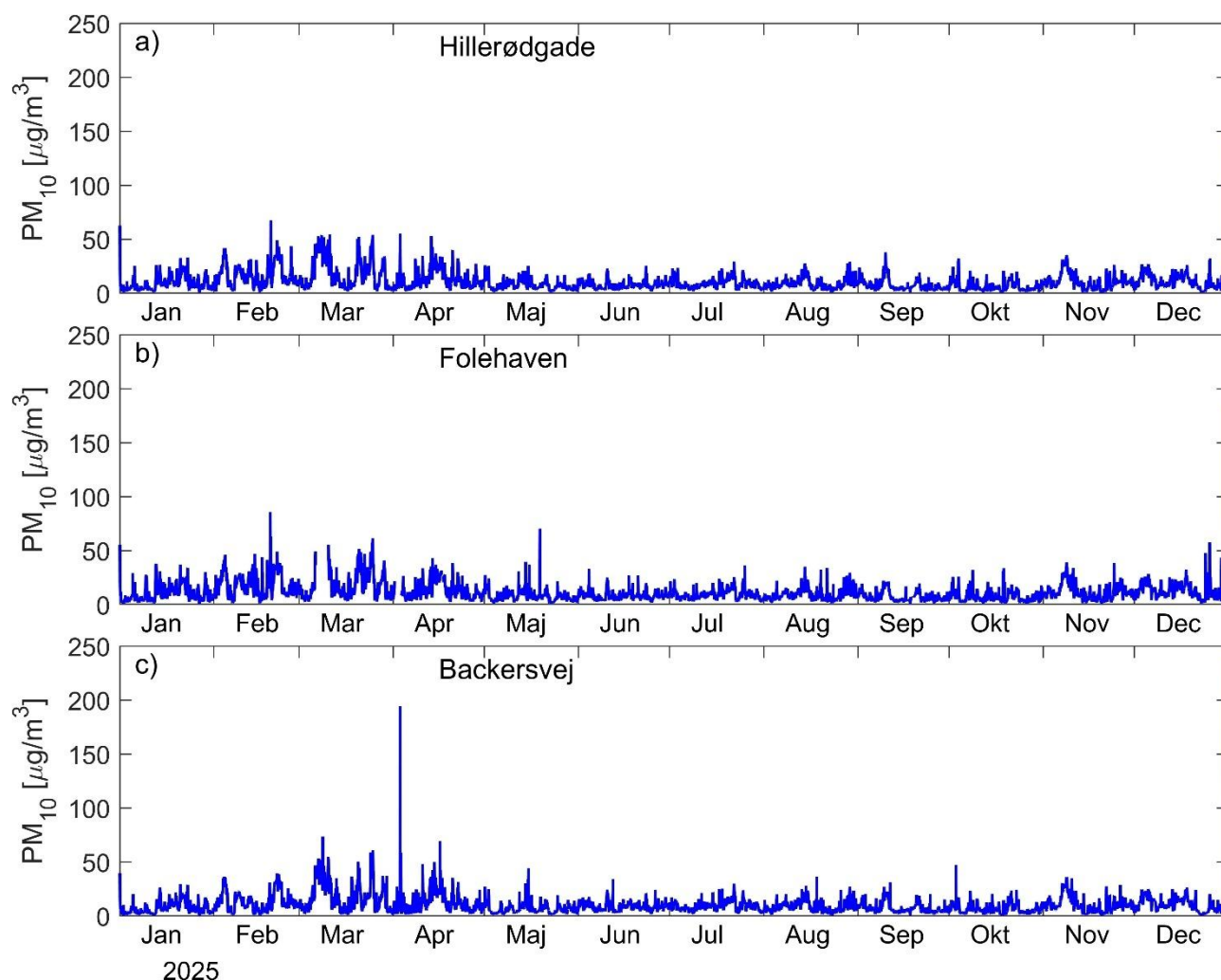
Tabel 24. Backersvej. Datafangst for perioden.

Parameter	Datafangst		Minumumskrav til datafangst
	Timeværdier	Døgnværdier	
PM ₁₀	100%	100%	90%
PM _{2,5}	100%	100%	90%
BC	99%	99%	75%
PN	100%	100%	75%
NO ₂	98%	99%	90%

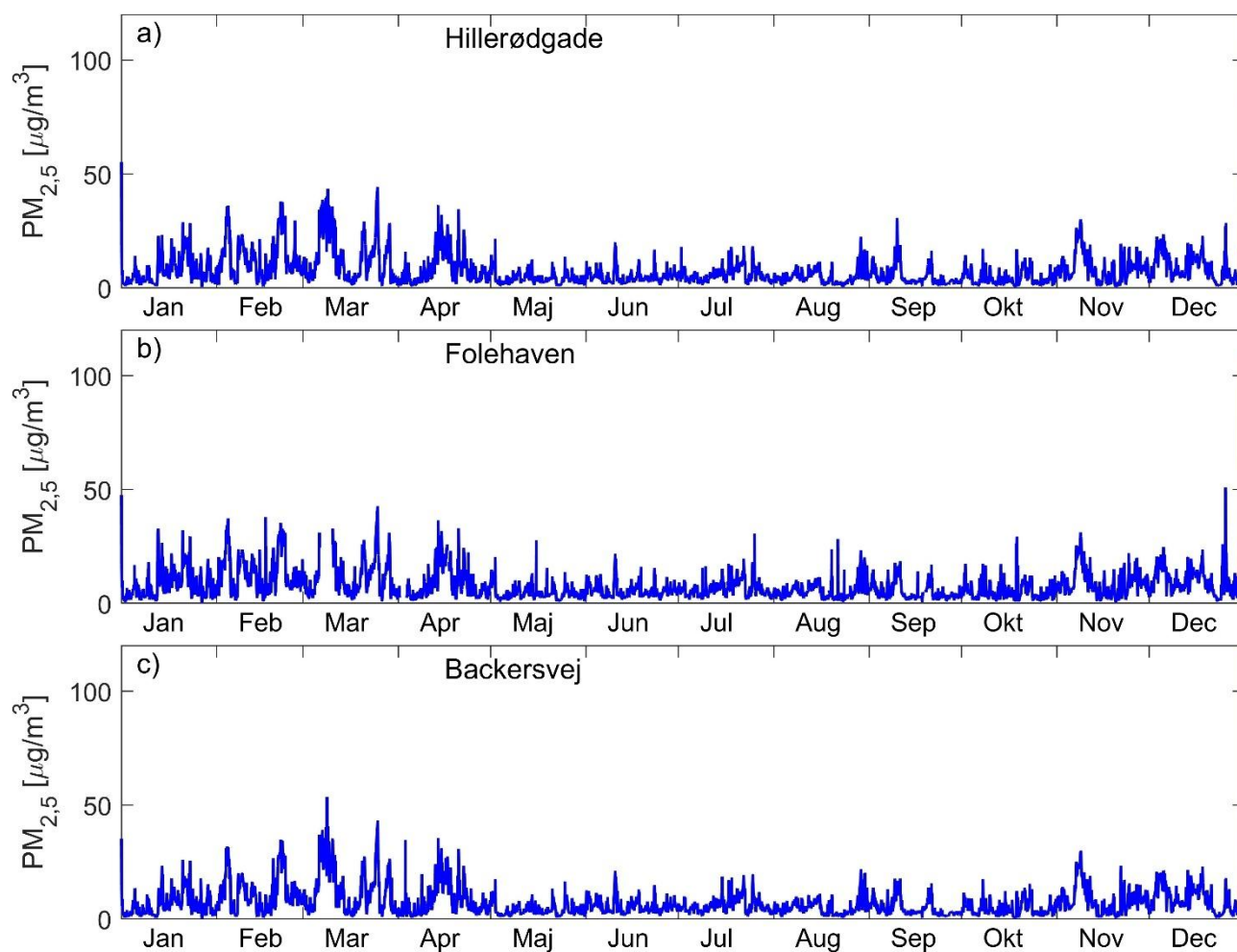
Bilag C Timemiddelværdier for NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, PN og BC



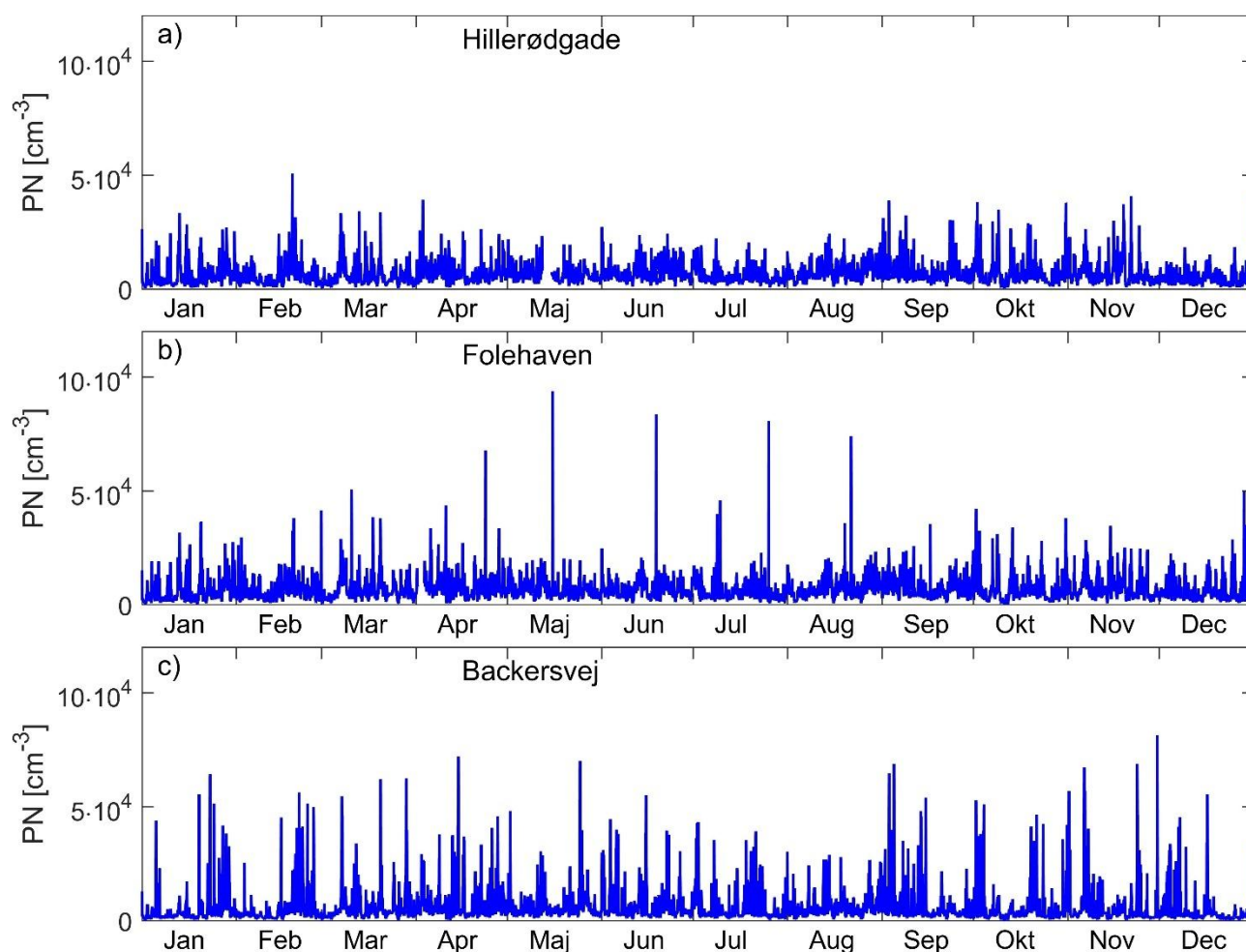
Figur 12. Timemiddelværdier for NO₂. EU's grænseværdi for timemiddel NO₂ er på 200 µg/m³, hvilket ikke kan ses i figuren, da højest målte timemiddel var på 91 µg/m³ i løbet af 2025. Gab i tidsserierne skyldes kalibrering, vedligeholdelse eller reparation af måleinstrumenter.



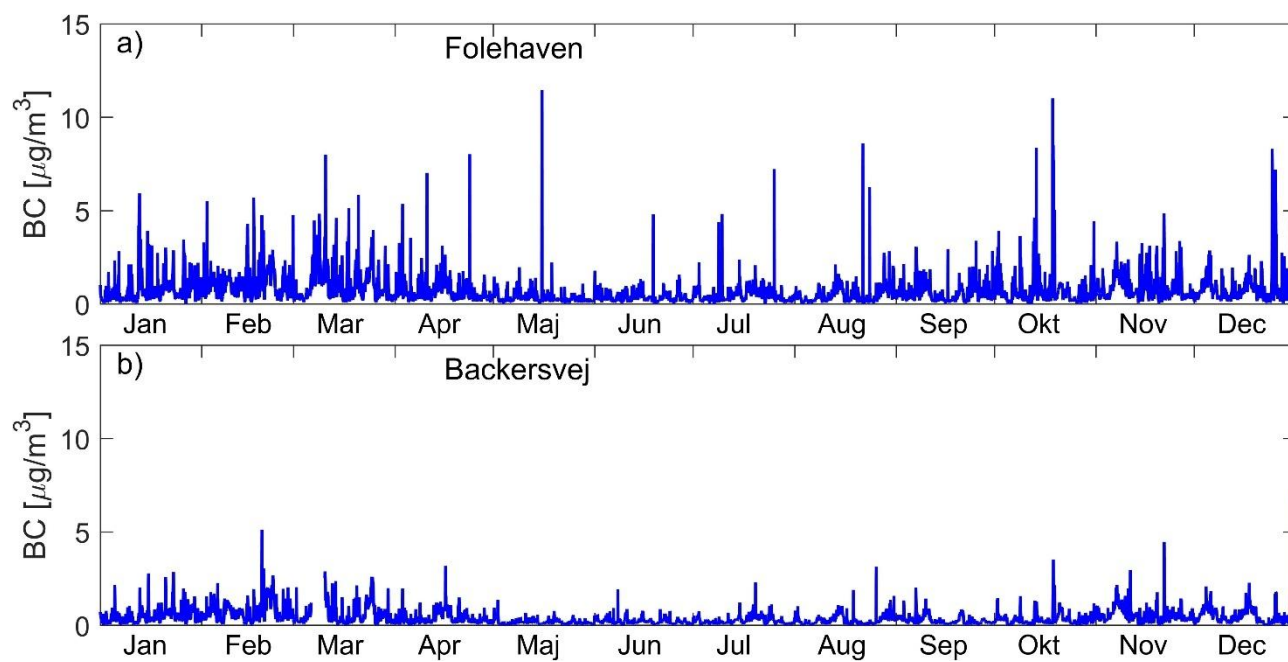
Figur 13. Timemiddelværdier for PM₁₀. Gab i tidsserierne skyldes kalibrering, vedligeholdelse eller reparation af måleinstrumenter.



Figur 14. Timemiddelværdier for PM_{2.5}. Gab i tidsserierne skyldes kalibrering, vedligeholdelse eller reparation af måleinstrumenter.



Figur 15. Timemiddelværdier for partikelantalskoncentrationer (PN). PN kan betragtes som indikator for koncentrationen af ultrafine partikler (UFP). Gab i tidsserierne skyldes vedligeholdelse eller reparation af måleinstrumenter. Målingerne af PN er ikke omfattet af akkreditering.



Figur 16. Timemiddelværdier for Black Carbon (BC). Målingerne af BC er ikke omfattet af akkreditering.

Bilag D EU's grænseværdier gældende fra 2030

EU indfører fra 2030 lavere grænseværdier for adskillige luftkvalitetsparametre²⁹ inkl. NO₂, PM_{2,5} og PM₁₀. De for nuværende gældende værdier kan ses i Tabel 3, mens de fra 2030 gældende grænseværdier præsenteres i Tabel 25 nedenfor. De præsenterede fremtidige grænseværdier var alle overholdt på de tre målestationer i 2025.

Tabel 25. EU's fremtidige grænseværdier for luftkvalitet i udeluft gældende fra 2030.

Stof	Grænseværdi (koncentration)	Midlingstid	Højest antal tilladelige overskridelser pr. år
PM _{2,5}	10 µg/m ³	1 år	-
	25 µg/m ³	1 døgn	18
PM ₁₀	20 µg/m ³	1 år	-
	45 µg/m ³	1 døgn	18
Nitrogendioxid (NO ₂)	20 µg/m ³	1 år	-
	50 µg/m ³	1 døgn	18
	200 µg/m ³	1 time	3

²⁹ Europa-parlamentets og rådets direktiv (EU) 2024/2881 om luftkvaliteten og renere luft i Europa

Bilag E 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, indeklima 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 afrapportering 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.

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