



# STATUS FOR MÅLING AF LUFTKVALITET I 2021

Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 245

2022



AARHUS  
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI





# STATUS FOR MÅLING AF LUFTKVALITET I 2021

---

Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 245

2022

Thomas Ellermann  
Claus Nordstrøm  
Andreas Massling  
Martin B. Sørensen

Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi



AARHUS  
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

# Datablad

|                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Serietitel og nummer:                                                        | Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 245                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Titel:                                                                       | Status for måling af luftkvalitet i 2021                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Forfatter(e):<br>Institution(er):                                            | Thomas Ellermann, Claus Nordstrøm, Andreas Massling og Martin B. Sørensen<br>Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Udgiver:<br>URL:                                                             | Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi ©<br><a href="http://dce.au.dk">http://dce.au.dk</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Udgivelsesår:<br>Redaktion afsluttet:                                        | Juli 2022<br>Juni 2022                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Faglig kommentering:<br>Kvalitetssikring, DCE:<br>Sproglig kvalitetssikring: | Maria Bech Poulsen<br>Vibeke Vestergaard Nielsen<br>Vibeke Vestergaard Nielsen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Finansiel støtte:                                                            | Miljøstyrelsen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Bedes citeret:                                                               | Thomas Ellermann, Claus Nordstrøm, Andreas Massling og Martin B. Sørensen. 2022. Status for måling af luftkvalitet i 2021. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 25 s. - Teknisk rapport nr. 245.<br><a href="http://dce2.au.dk/pub/TR245.pdf">http://dce2.au.dk/pub/TR245.pdf</a><br><br>Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Sammenfatning:                                                               | Denne tekniske rapport giver en oversigt over resultaterne for 2021 for de vigtigste helbredsskadelige luftforureningskomponenter, hvor der foreligger data på nuværende tidspunkt. Det drejer sig om kvælstofdioxid (NO <sub>2</sub> ), kvælstofoxider (NO <sub>x</sub> ), ozon (O <sub>3</sub> ), carbonmonoxid (CO), svovldioxid (SO <sub>2</sub> ), PM <sub>2,5</sub> og PM <sub>10</sub> (massen af partikler mindre end henholdsvis 2,5 og 10 µm) og partikelantal (antallet af partikler med diameter mellem 11/41 nm og 478/550 nm). Overordnet set ligger koncentrationerne for alle komponenter nogenlunde på samme niveau som i 2020 og der er ingen overskridelse af EU's grænseværdier for disse luftforureningskomponenter. Den langsigtede målsætning for den maksimale 8-timersmiddelværdi af O <sub>3</sub> overskrides ved alle målestationer, men denne målsætning er endnu ikke trådt i kraft, og det er ikke fastlagt, hvornår den vil være gældende. Endvidere blev informationstærsklen for timemiddelværdien af O <sub>3</sub> (180 µg/m <sup>3</sup> ) ikke overskredet i 2021. Der er for alle luftforureningskomponenterne observeret betydelige fald i årsmiddelværdierne siden begyndelsen af målingerne, dog med undtagelse for O <sub>3</sub> . Årsagen til disse fald er de væsentlige reduktioner, der har været i udledningerne gennem de seneste årtier. |
| Emneord:                                                                     | Status 2021, kvælstofdioxid (NO <sub>2</sub> ), kvælstofoxider (NO <sub>x</sub> ), ozon (O <sub>3</sub> ), carbonmonoxid (CO), svovldioxid (SO <sub>2</sub> ), PM <sub>2,5</sub> PM <sub>10</sub> , partikelantal, EU-grænseværdier, udviklingstendens                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Layout:<br>Foto forside:                                                     | Majbritt Pedersen-Ulrich<br>Colourbox                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| ISBN:<br>ISSN (elektronisk):                                                 | 978-87-7156-696-3<br>2244-999X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Sideantal:                                                                   | 25                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Internetversion:                                                             | Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) som<br><a href="http://dce2.au.dk/pub/TR245.pdf">http://dce2.au.dk/pub/TR245.pdf</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

# Indhold

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Sammenfatning                                                           | 5  |
| 1. Indledning                                                           | 7  |
| 2. Kvælstofdioxid ( $\text{NO}_2$ ) og kvælstofoxider ( $\text{NO}_x$ ) | 9  |
| 3. Ozon ( $\text{O}_3$ )                                                | 12 |
| 4. Carbonmonoxid ( $\text{CO}$ )                                        | 15 |
| 5. Svovldioxid ( $\text{SO}_2$ )                                        | 17 |
| 6. Luftbårne partikler                                                  | 19 |
| 7. Litteratur                                                           | 25 |



## Sammenfatning

Denne tekniske rapport giver en oversigt over resultaterne for 2021 for de vigtigste helbredsskadelige luftforureningskomponenter, hvor der foreligger data på nuværende tidspunkt. Det drejer sig om kvælstofdioxid ( $\text{NO}_2$ ), kvælstofoxider ( $\text{NO}_x$ ), ozon ( $\text{O}_3$ ), carbonmonoxid ( $\text{CO}$ ), svovldioxid ( $\text{SO}_2$ ),  $\text{PM}_{2,5}$  og  $\text{PM}_{10}$  (massen af partikler mindre end henholdsvis 2,5 og 10  $\mu\text{m}$ ) og partikelantal (antallet af partikler med diameter mellem 11/41 nm og 478/550 nm).

Overordnet set ligger koncentrationerne for alle komponenter nogenlunde på samme niveau som i 2020, og der er ingen overskridelse af EU's grænseværdier for disse luftforureningskomponenter. Den langsigtede målsætning for den maksimale 8-timersmiddelværdi af  $\text{O}_3$  overskrides ved alle målestationer, men denne målsætning er endnu ikke trådt i kraft, og det er ikke fastlagt, hvornår den vil være gældende. Endvidere blev informationstærsklen for timemiddelværdien af  $\text{O}_3$  (180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ikke overskredet i 2021.

Der er for alle luftforureningskomponenterne observeret betydelige fald i årsmiddelværdierne siden begyndelsen af målingerne, dog med undtagelse af  $\text{O}_3$ . Årsagen til disse fald er de seneste årtiers væsentlige reduktioner i udledningerne af luftforurening.

For  $\text{NO}_x$  ses et markant fald siden målingernes begyndelse i 1983. For gademålestationerne er der sket et fald på omkring 80% siden opstart af målingerne. For  $\text{NO}_2$  ses et meget anderledes udviklingsforløb med et svagt fald i 1980'erne og begyndelsen af 1990'erne, som efterfølges af stort set uændrede niveauer i slut 1990'erne og begyndelsen af 2000'erne. Fra omkring 2005 og til i dag er der tilgængæld sket en markant reduktion på omkring 50%.

$\text{O}_3$  er den eneste af de rapporterede luftforureningskomponenter, hvor der ikke er observeret et fald. For landbaggrundsstationerne ses uændrede årsmiddelværdier for  $\text{O}_3$  gennem hele måleperioden, omend der er en svag stigning ved Risø i den første halvdel af måleperioden. Til gengæld ses en svag stigning ved bybaggrundsstationerne og en tydelig stigning ved gademålestationerne. Dette billede hænger sammen med, at der navnlig i byerne er sket et stort fald i udledningerne af  $\text{NO}_x$ . Det store fald i  $\text{NO}_x$  har reduceret nedbrydningen af  $\text{O}_3$  på lokalt niveau i byerne, hvilket resulterer i en stigning i koncentrationerne af  $\text{O}_3$ .

Årsmiddelværdien og den maksimale 8-timersmiddelværdi for  $\text{CO}$  er faldet markant siden målingernes begyndelse i 1990'erne og i 2021 lå de målte koncentrationer ved gademålestationerne på omkring 20% af niveauerne i midten af 1990'erne.

For  $\text{SO}_2$  er luftkoncentrationerne faldet markant siden begyndelsen af 1980'erne. I dag udgør de målte luftkoncentrationer på gademålestationerne under 5% af de målte luftkoncentrationer i 1980'erne.

$\text{PM}_{10}$  og  $\text{PM}_{2,5}$  er faldet markant siden opstart af målingerne i henholdsvis 2001 og 2007/2009. Der ses et ensartet forløb ved alle målestationer, hvilket er fordi, langtransport af luftforurening er den vigtigste kilde til  $\text{PM}_{10}$  og  $\text{PM}_{2,5}$ .  $\text{PM}_{2,5}$  er faldet med 30-50% og  $\text{PM}_{10}$  med 30-45% siden opstart af målingerne i henholdsvis 2007/2008 og 2001.

Partikelantallet for partikler med diameter i intervallet 11 - 478/550 nm er faldet med omkring 70% og 60% ved henholdsvis gademålestationen på H.C. Andersens Boulevard og bybaggrundsmålestationen i København. Målinger i landbaggrund ved Risø er først begyndt i 2005, men siden da er partikelantallet faldet med omkring 40%.

Fra 2020 til 2021 er koncentrationsniveauerne i store træk uændrede for de rapporterede luftforureningskomponenter, mens der blev observeret et markant fald fra 2019 til 2020. En mulig forklaring kunne være, at luftkoncentrationerne er faldt ekstra meget fra 2019 til 2020 grundet Covid-19 restriktionerne og de hermed forbundne fald i udledningerne, hvor navnlig vejtrafikken blev påvirket af restriktionerne. Covid-19 restriktionerne var mindre omfattende i 2021 end i 2020, hvilket medfører mindre ændringer fra 2020 til 2021 end fra 2019 til 2020. Det løbende fald i udledningerne og de naturlige variationer i de meteorologiske forhold fra år til år spiller også vigtige roller for ændringerne fra år til år fra 2019 til 2021. Det er dog ikke muligt at separere effekten af Covid-19 restriktionerne fra det generelle fald i udledningerne og effekten af de naturlige variationer i de meteorologiske forhold.

.



# 1. Indledning

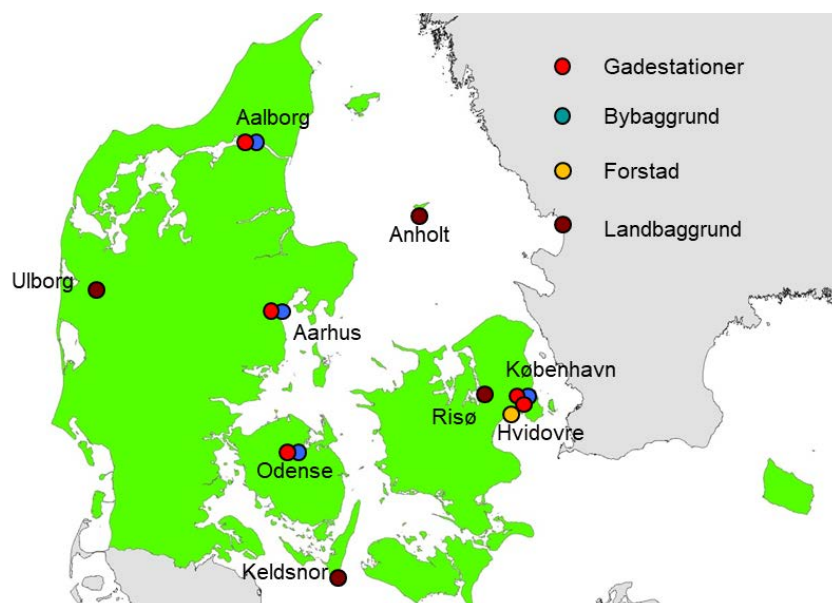
I forbindelse med fastlæggelse af programmet for overvågning af luftkvalitet for 2022 blev det vedtaget, at der i slutningen af maj skal udarbejdes en teknisk rapport fra DCE, som kortfattet giver en status for måling af luftkvalitet det foregående år. Denne tekniske rapport vil fremadrettet blive en fast del af rapportering fra Delprogram for luft under NOVANA, og skal ses som et supplement til årsrapporteringen, som finder sted sidst på året eller først i det nye år. Baggrunden er et ønske om en hurtig rapportering for de luftforureningsparametre, hvor det er teknisk muligt at blive hurtig færdig med den afsluttende kvalitetskontrol af resultaterne fra det foregående år. Den tekniske rapport afløser de mere ad-hoc prægede statusnotater, som er blevet udarbejdet de seneste år (se for eksempel Ellermann et al., 2021).

Denne tekniske rapport giver derfor en oversigt over resultaterne for 2021 for følgende luftforureningskomponenter: Kvælstofdioxid ( $\text{NO}_2$ ), kvælstofoxider ( $\text{NO}_x$ ), ozon ( $\text{O}_3$ ), carbonmonoxid (CO), svovldioxid ( $\text{SO}_2$ ),  $\text{PM}_{2,5}$  og  $\text{PM}_{10}$  (massen af partikler mindre end henholdsvis 2,5 og 10  $\mu\text{m}$ ) og partikelantal (antallet af partikler med diameter mellem 11/41 nm og 478/550 nm). Det er disse luftforureningsparametre, hvor der foreligger data på nuværende tidspunkt. Og det er også disse luftforureningskomponenter, som spiller den største rolle for den helbredsskadelige effekt af luftforureningen.

Alle resultaterne har gennemgået den afsluttende kvalitetskontrol i overensstemmelse med DCE's akkreditering under ISO 17025 version 2017 med undtagelse af partikelantal, der dog er kvalitetskontrolleret efter samme principper, som resultater omfattet af akkrediteringen. For  $\text{NO}_2$  er der endvidere en enkelt afsluttende kontrol, som ikke kunne laves på fem af alle målestationerne, hvor der efterfølgende vil kunne ske en minimal ændring af værdierne (mindre end 1-3%; se yderligere detaljer i kapitel 2).

I rapporten præsenteres årsmiddelværdier og de øvrige parametre, som anvendes i forbindelse med grænse- eller målværdier fastlagt i EU's luftkvalitetsdirektiv (EU, 2008). Resultaterne for 2021 sammenlignes med grænse- og målværdier, og det vurderes, om der er sket overskridelse af målsætningerne. Endvidere præsenteres en række figurer med udviklingstendenserne for de forskellige luftforureningskomponenter.

Figur 1.1 viser placeringen af målestationerne i det danske monitoringsnetværk, som indgår i denne rapportering. Kortet viser de i alt 14 målestationer, hvorfra der præsenteres resultater for 2021. For målestationen i forstad ved Hvidovre er der dog ikke data fra hele 2021, hvilket skyldes en nødvendig flytning af målestationen. Målestationen blev standset den 27. maj og startet igen 12. november. Data fra 2021 vil blive rapporteret samlet for de to lokaliteter, da der kun er 600 m mellem de to lokaliteter. Når der i løbet af 2023 igen bliver et helt års data tilgængeligt dvs. for 2022, laves en egentlig vurdering af, om det på trods af flytningen vil være muligt at betragte de to Hvidovrestationer som repræsenterende én Hvidovrelokalitet med en kontinuert måleserie dog med pause i målingerne i nævnte periode i 2021, eller om stationsflytningen har givet anledning til, at de to målestationer fremover må betragtes som to forskellige lokaliteter med hver deres måleserier.



**Figur 1.1.** Målestationerne i Delprogram for luft under NOVANA. Det er kun de målestationer, hvor der måles luftforurening i relation til human sundhed, som vises på kortet.

## 2. Kvælstofdioxid (NO<sub>2</sub>) og kvælstofoxider (NO<sub>x</sub>)

NO<sub>x</sub> er summen af NO<sub>2</sub> og kvælstofmonooxid (NO). Da det kun er NO<sub>2</sub>, som har direkte indvirkning på helbredet, er der i EU's luftkvalitetsdirektiv (EU, 2008) kun fastlagt grænseværdier for NO<sub>2</sub>. NO og NO<sub>2</sub> har også en indirekte effekt, da de via kemiske reaktioner i atmosfæren medvirker til dannelse af partikler, som har helbredskadelige effekter.

NO<sub>2</sub> og NO<sub>x</sub> er derfor nogle af de vigtigste luftforureningskomponenter, hvilket er baggrunden for det omfattende måleprogram. I 2021 er der målt NO<sub>2</sub> og NO<sub>x</sub> ved 14 målestationer omend, der er reduceret datadækning på målestationen i Hvidovre grundet flytningen af målestationen i sommeren 2021. Derfor er der kun data fra omkring 6,5 måneder, og de viste værdier ligger formentligt for højt i forhold til den reelle årsmiddelværdi, da der hovedsageligt mangler data fra sommeren.

For fem af målestationerne er den allersidste del af kvalitetskontrollen endnu ikke gennemført. Det drejer sig om kontrol af molybdænkonverternes effektivitet, som skal kontrolleres en gang om året. For to af målestationerne er der tale om en forsinkelse (Aalborg bybaggrund og Odense bybaggrund), mens kontrollen for de sidste tre målestationer først skal gennemføres i løbet af august og september (Risø og Ulborg landbaggrund, Aalborg gademålestation). Kontrol af molybdænkonverternes effektivitet vil maksimalt kunne føre til en 1-3% stigning i årsmiddelkoncentrationerne. Det forventes ikke at blive nødvendigt at justere data for bybaggrunds- og gademålestationen i Aalborg.

EU har fastlagt to grænseværdier for NO<sub>2</sub>, eftersom NO<sub>2</sub> giver helbredseffekter ved både langtids- og korttidseksponering. Grænseværdien af hensyn til langtidseffekter er fastlagt ud fra årsmiddelværdien af NO<sub>2</sub>, som ikke må overskride 40 µg/m<sup>3</sup> i et kalenderår (EU, 2008). I tabel 2.1 ses, at denne grænseværdi ikke var overskredet på nogen af målestationerne i 2021, og at årsmiddelværdien ved gademålestationen på H.C. Andersens Boulevard i 2021 var mere end 25% under grænseværdien.

Grænseværdien for korttidseksponering for NO<sub>2</sub> er baseret på timemiddelværdier, hvor antallet af dage med timemiddelværdier over 200 µg/m<sup>3</sup> ikke må overskride 18 i et kalenderår. Af tabel 2.1 fremgår, at den maksimale timemiddelværdi ved alle målestationer lå et godt stykke under 200 µg/m<sup>3</sup>. I forhold til grænseværdien var timemiddelværdierne af NO<sub>2</sub> meget lave, og der var ingen overskridelse af grænseværdien for timemiddelværdien af NO<sub>2</sub> i 2021.

**Tabel 2.1.** Årsmiddelkoncentrationer for NO<sub>2</sub> og NO<sub>x</sub> i 2021, samt højeste timemiddelværdi for NO<sub>2</sub>. Endvidere grænseværdierne for NO<sub>2</sub>, der er baseret på årsmiddelværdi og timemiddelværdi, hvor timemiddelværdi højst må overskride 200 µg/m<sup>3</sup> i 18 dage på et kalenderår (EU, 2008). NO<sub>x</sub> angives i ækvivalenter af NO<sub>2</sub> (µgNO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>), hvilket er standard i forbindelse med EU's luftkvalitetsdirektiv (EU, 2008).

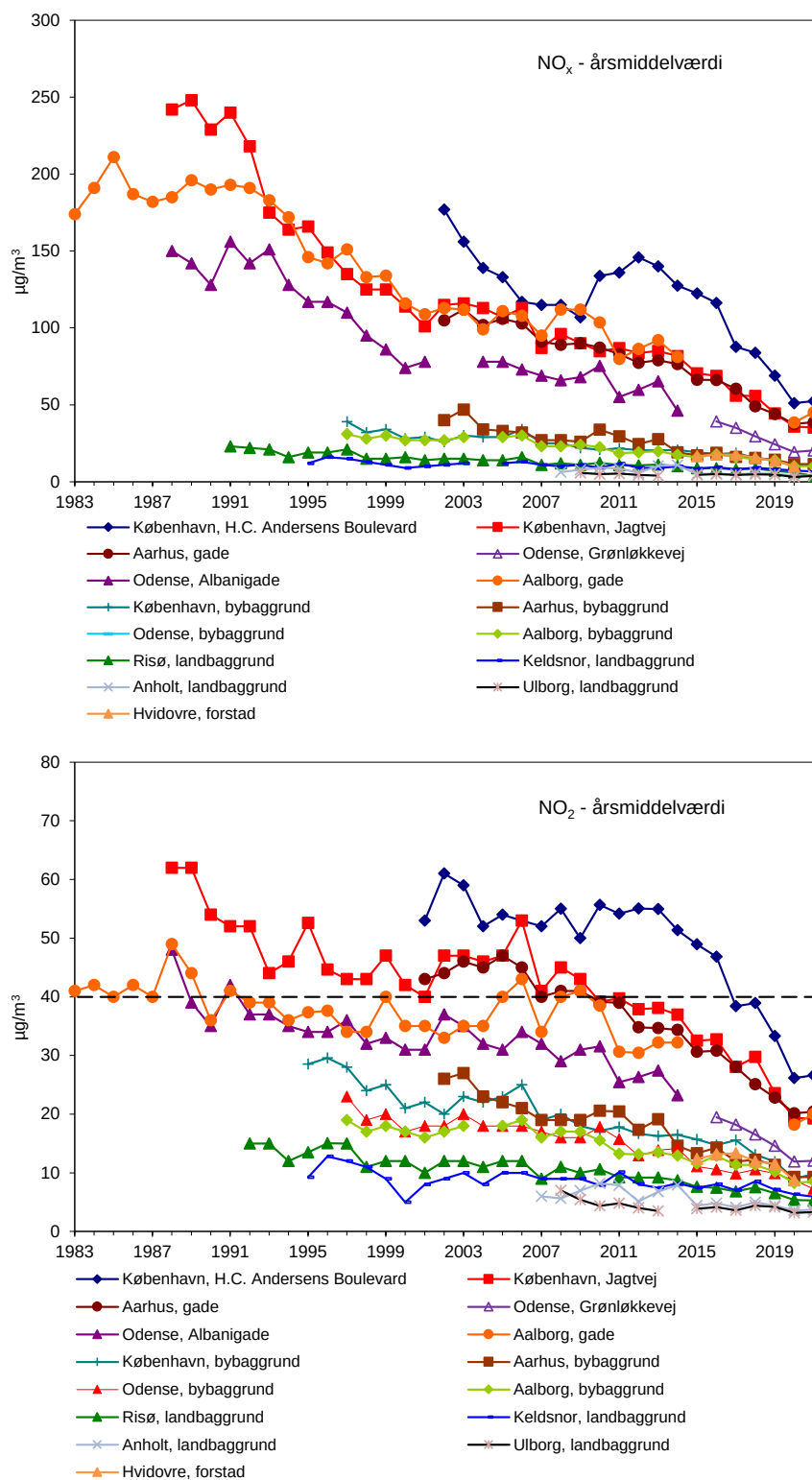
|                                     | NO <sub>2</sub><br>Årsmiddelværdi<br>µg/m <sup>3</sup> | NO <sub>2</sub><br>Højeste<br>timemiddelværdi<br>µg/m <sup>3</sup> | NO <sub>2</sub><br>Antal dage med<br>timemiddelværdi over<br>200 µg/m <sup>3</sup><br>Dage | NO <sub>x</sub><br>Årsmiddelværdi<br>µg/m <sup>3</sup> |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <b>Grænseværdi</b>                  | <b>40</b>                                              |                                                                    | <b>18</b>                                                                                  |                                                        |
| <i>Gade</i>                         |                                                        |                                                                    |                                                                                            |                                                        |
| København, H.C. Andersens Boulevard | 27                                                     | 114                                                                | 0                                                                                          | 53                                                     |
| København, Jagtvej                  | 19                                                     | 136                                                                | 0                                                                                          | 35                                                     |
| Odense, Grønløkkevej                | 12                                                     | 72                                                                 | 0                                                                                          | 20                                                     |
| Aarhus, Banegårdsgade               | 20                                                     | 137                                                                | 0                                                                                          | 39                                                     |
| Aalborg, Vesterbro*                 | 20                                                     | 112                                                                | 0                                                                                          | 45                                                     |
| <i>Bybaggrund</i>                   |                                                        |                                                                    |                                                                                            |                                                        |
| København                           | 9,8                                                    | 56                                                                 | 0                                                                                          | 11                                                     |
| Odense*                             | 7,3                                                    | 77                                                                 | 0                                                                                          | 8,7                                                    |
| Aarhus                              | 9,3                                                    | 66                                                                 | 0                                                                                          | 11                                                     |
| Aalborg*                            | 8,5                                                    | 73                                                                 | 0                                                                                          | 10                                                     |
| <i>Forstad</i>                      |                                                        |                                                                    |                                                                                            |                                                        |
| Hvidovre**                          | 11**                                                   | 63**                                                               | 0                                                                                          | 14**                                                   |
| <i>Landbaggrund</i>                 |                                                        |                                                                    |                                                                                            |                                                        |
| Anholt                              | 3,7                                                    | 62                                                                 | 0                                                                                          | 4,1                                                    |
| Keldsnor                            | 6,0                                                    | 76                                                                 | 0                                                                                          | 6,7                                                    |
| Risø*                               | 5,3                                                    | 47                                                                 | 0                                                                                          | 5,8                                                    |
| Ulborg*                             | 3,3                                                    | 26                                                                 | 0                                                                                          | 3,8                                                    |

\* Mangler justering i forhold til effektivitet af molybdænkatalysatoren. Korrektionen resulterer typisk i 1-3% højere NO<sub>x</sub>- og NO<sub>2</sub>-årsværdier.

\*\* Målestationen i Hvidovre blev flyttet i 2021, og der er derfor kun resultater fra omkring 6,5 måneder. De viste data ligger højere end den reelle årsmiddel, da der primært mangler data fra sommerperioden.

Fra 2020 til 2021 er koncentrationniveauerne uændrede på langt de fleste målestationer, mens der blev observeret et markant fald fra 2019 til 2020. En mulig forklaring kunne være, at koncentrationerne af NO<sub>2</sub> faldt ekstra meget fra 2019 til 2020 grundet Covid-19 restriktionerne og de hermed forbundne fald i udledningerne, hvor navnlig vejtrafikken blev påvirket af restriktionerne. Covid-19 restriktionerne var mindre omfattende i 2021 end i 2020, hvilket medfører mindre ændringer fra 2020 til 2021 end fra 2019 til 2020. Det løbende fald i udledningerne og de naturlige variationer i de meteorologiske forhold fra år til år spiller også vigtige roller for ændringerne fra år til år fra 2019 til 2021.

Figur 2.1 viser udviklingstendenserne for årsmiddelværdierne af NO<sub>x</sub> og NO<sub>2</sub>. For NO<sub>x</sub> ses et markant fald siden målingernes begyndelse i 1983. For gademålestationerne er der sket et fald på omkring 80% siden opstart af målingerne. For NO<sub>2</sub> ses et meget anderledes udviklingsforløb med et svagt fald i 1980'erne og begyndelsen af 1990'erne, som efterfølges af stort set uændrede niveauer i slut 1990'erne og begyndelsen af 2000'erne. Fra omkring 2005 og til i dag er der tilgængelig sket en markant reduktion på omkring 50%.



**Figur 2.1.** Udviklingstendens for årsmiddelværdier af NO<sub>x</sub> (øverst) og NO<sub>2</sub> (nederst). For NO<sub>2</sub> angiver den stiplede linje EU's grænseværdi (EU, 2008). Det markant anderledes forløb, som ses for H.C. Andersens Boulevard (navnlig for NO<sub>x</sub>), skyldes omlægning af vejbanerne på H.C. Andersens Boulevard i 2010, som flyttede trafikken tættere på målestationen (for yderligere detaljer se Ellermann et al., 2020a).



### 3. Ozon (O<sub>3</sub>)

Den højeste eksponering for O<sub>3</sub> findes i bybaggrund eller landbaggrund, mens koncentrationerne på gademålestationer er langt mindre. Årsagen til dette er, at udledninger af NO<sub>x</sub> fra navnlig trafik reducerer koncentrationerne af O<sub>3</sub> via kemiske reaktioner i atmosfæren. Måleprogrammet for 2021 for O<sub>3</sub> har derfor hovedvægt på bybaggrundsmålestationer (4 stk.) og landbaggrundsmålestationer (3 stk.), mens der kun måles ved en gademålestation.

Tabel 3.1 viser resultaterne for årsmiddeldkoncentrationer, hvor koncentrationen ved gademålestationen ligger væsentligt lavere end i bybaggrund og landbaggrund, mens der kun er meget lille forskel mellem resultaterne fra baggrundsmålestationer.

EU har fastlagt en målværdi for O<sub>3</sub> for korttidseksponeringen af O<sub>3</sub>. Målværdien angiver, at den daglige maksimale 8-timersmiddelværdi ikke må overskride 120 µg/m<sup>3</sup> mere end 25 gange i kalenderåret set som gennemsnit over de seneste tre år (EU, 2008). Som angivet i tabel 3.1, ligger antallet af dage med overskridelse af 120 µg/m<sup>3</sup> på 6 gange eller derunder i 2021. I 2019 og 2020 lå antallet af dage med overskridelse ligeledes under 25 (Ellermann et al., 2021), og der er derfor ingen overskridelse af målværdien for perioden fra 2019-2021.

EU har endvidere fastlagt en langsigtet målsætning på 120 µg/m<sup>3</sup> som maksimum 8-timersmiddelværdi, men tidspunktet for ikrafttrædelse af denne målsætning er ikke fastlagt (EU, 2008). I 2021 blev den langsigtede målsætning overskredet på alle baggrundsmålestationer (tabel 3.1).

Endelig har EU også en informationstærskel for timemiddelværdien af O<sub>3</sub> på 180 µg/m<sup>3</sup> (EU, 2008). Når denne informationstærskel overskrides, skal befolkningen informeres om, at ozonniveauerne er høje, og at de høje koncentrationer vil kunne give anledning til gener. Denne informationstærskel blev ikke overskredet i 2021 (tabel 3.1).

**Tabel 3.1.** Årsmiddelværdier for O<sub>3</sub> i 2021 og en række andre parametre til vurdering af overholdelse af de i EU fastlagte målsætninger for O<sub>3</sub> (EU, 2008). For O<sub>3</sub> er der en gældende målværdi (vurderes som gennemsnit af de seneste tre kalenderår), en langsigtet målsætning, som endnu ikke er trådt i kraft og en informationstærskel, som angiver grænsen for, hvornår befolkningen skal informeres om høje ozonniveauer.

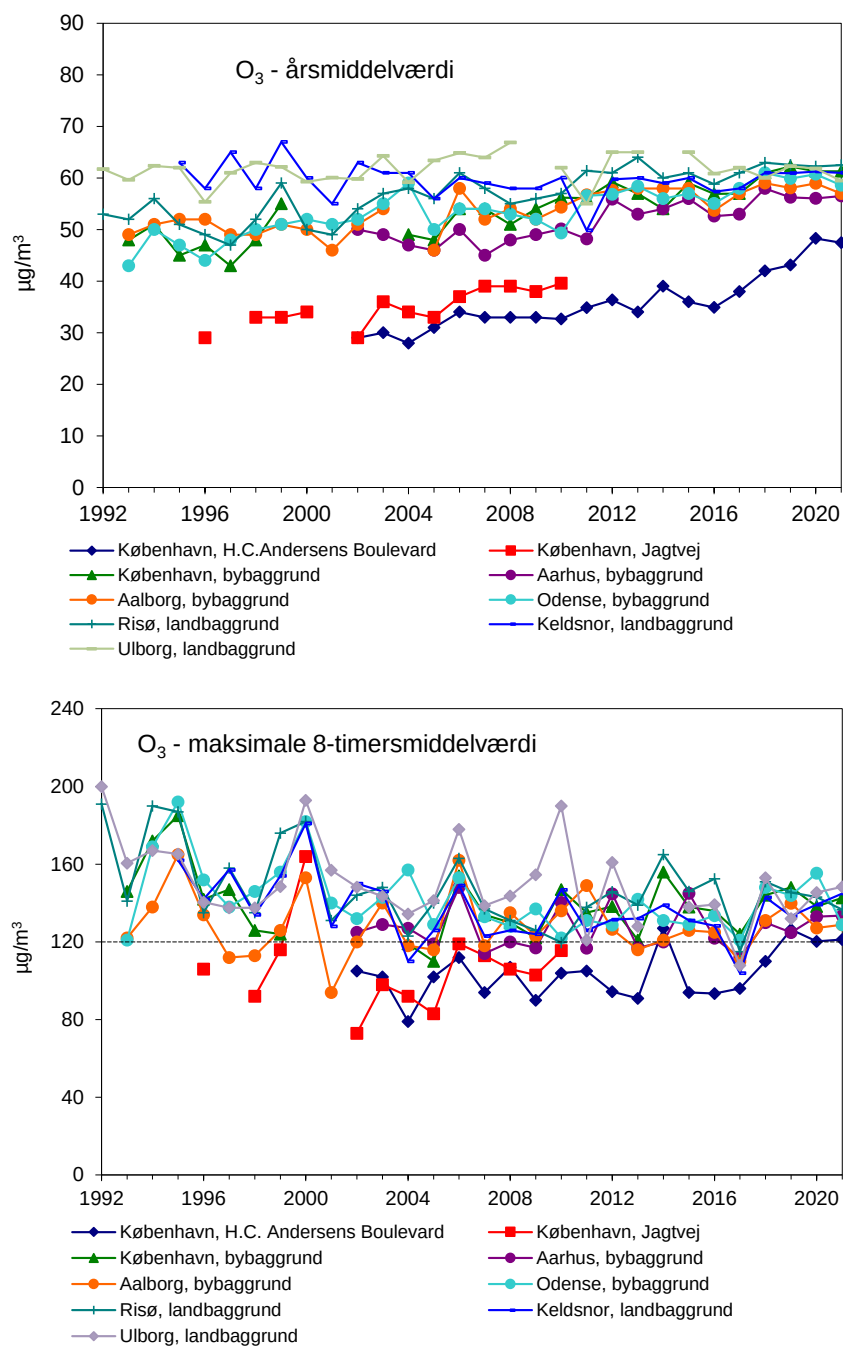
|                                     | Årsmid-<br>delværdi<br><br>µg/m <sup>3</sup> | Antal dage med<br>den maksimale<br>8-timersmiddelværdi<br>over 120 µg/m <sup>3</sup><br>Dage | Maksimum<br>8-timersmiddelværdi<br><br>µg/m <sup>3</sup> | Højeste<br>timemiddelværdi<br><br>µg/m <sup>3</sup> |
|-------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Målværdi*                           |                                              | 25*                                                                                          |                                                          |                                                     |
| Langsigtet målsætning               |                                              |                                                                                              | 120                                                      |                                                     |
| Informationstærskel                 |                                              |                                                                                              |                                                          | 180                                                 |
| <i>Gade</i>                         |                                              |                                                                                              |                                                          |                                                     |
| København, H.C. Andersens Boulevard | 47                                           | 1                                                                                            | 121                                                      | 131                                                 |
| <i>Bybaggrund</i>                   |                                              |                                                                                              |                                                          |                                                     |
| København                           | 61                                           | 6                                                                                            | 143                                                      | 158                                                 |
| Odense                              | 59                                           | 3                                                                                            | 129                                                      | 136                                                 |
| Aarhus                              | 57                                           | 1                                                                                            | 134                                                      | 143                                                 |
| Aalborg                             | 57                                           | 2                                                                                            | 129                                                      | 142                                                 |
| <i>Landbaggrund</i>                 |                                              |                                                                                              |                                                          |                                                     |
| Keldsnor                            | 61                                           | 2                                                                                            | 145                                                      | 155                                                 |
| Risø                                | 63                                           | 5                                                                                            | 137                                                      | 146                                                 |
| Ulborg                              | 59                                           | 2                                                                                            | 148                                                      | 168                                                 |

\* Målværdi gælder som gennemsnit for de seneste tre kalenderår

Figur 3.1 viser udviklingstendens for årsmiddelværdien og den maksimale 8-timersmiddelværdi for O<sub>3</sub>. For landbaggrundsstationerne ses uændrede årsmiddelværdier gennem hele måleperioden, omend der er en svag stigning ved Risø i den første halvdel af måleperioden. Til gengæld ses en svag stigning ved bybaggrundsmålestationerne og en tydelig stigning ved gademålestationerne. Dette billede afspejler, at der navnlig i byerne er sket et stort fald i udledningerne af NO<sub>x</sub>. Det store fald i NO<sub>x</sub> har reduceret nedbrydningen af O<sub>3</sub> på lokalt niveau i byerne, hvilket resulterer i en stigning i koncentrationerne af O<sub>3</sub>.

For de maksimale 8-timersmiddelværdier er der et fald i 1990'erne og begyndelsen af 2000'erne ved baggrundsmålestationerne. Siden midten af 2000'erne har værdierne ligget på omtrent samme niveau. Siden 1990'erne er der dermed sket et fald i udsættelsen for episoder med høje koncentrationsniveauer af O<sub>3</sub>.

På gademålestationen på H.C. Andersens Boulevard er der sket en markant stigning i årsmiddelværdien fra 2019 til 2020, mens årsmiddelværdi fra 2020 til 2021 er uændret. Tilsvarende stigning ses ikke på de øvrige målestationer. Dette skyldes især variationerne i udledningerne fra vejtrafikken og dermed koncentrationerne af NO<sub>x</sub> ved gademålestationen. NO<sub>x</sub> nedbryder ozon på lokalt niveau, og det relativt store fald i årsmiddelkoncentrationerne fra 2019 til 2020 førte til en relativ stor stigning i årsmiddelværdien for O<sub>3</sub>. I 2021 var der uændret NO<sub>x</sub> sammenlignet med 2020 og dermed uændret O<sub>3</sub>. Covid-19-restriktionerne er dermed en del af forklaringen på år til år variationerne i årsmiddelværdierne fra 2019 til 2021. Det generelle fald i udledningerne af blandt andet NO<sub>x</sub> og de naturlige variationer i de meteorologiske forhold har også betydning.



**Figur 3.1.** Årsmiddelværdier (øverst) og den maksimale 8-timersmiddelværdi (nederst) for O<sub>3</sub>. Den stiplede linje i den nederste figur angiver EU's langsigtede målsætning, som endnu ikke er trådt i kraft (EU, 2008).

## 4. Carbonmonoxid (CO)

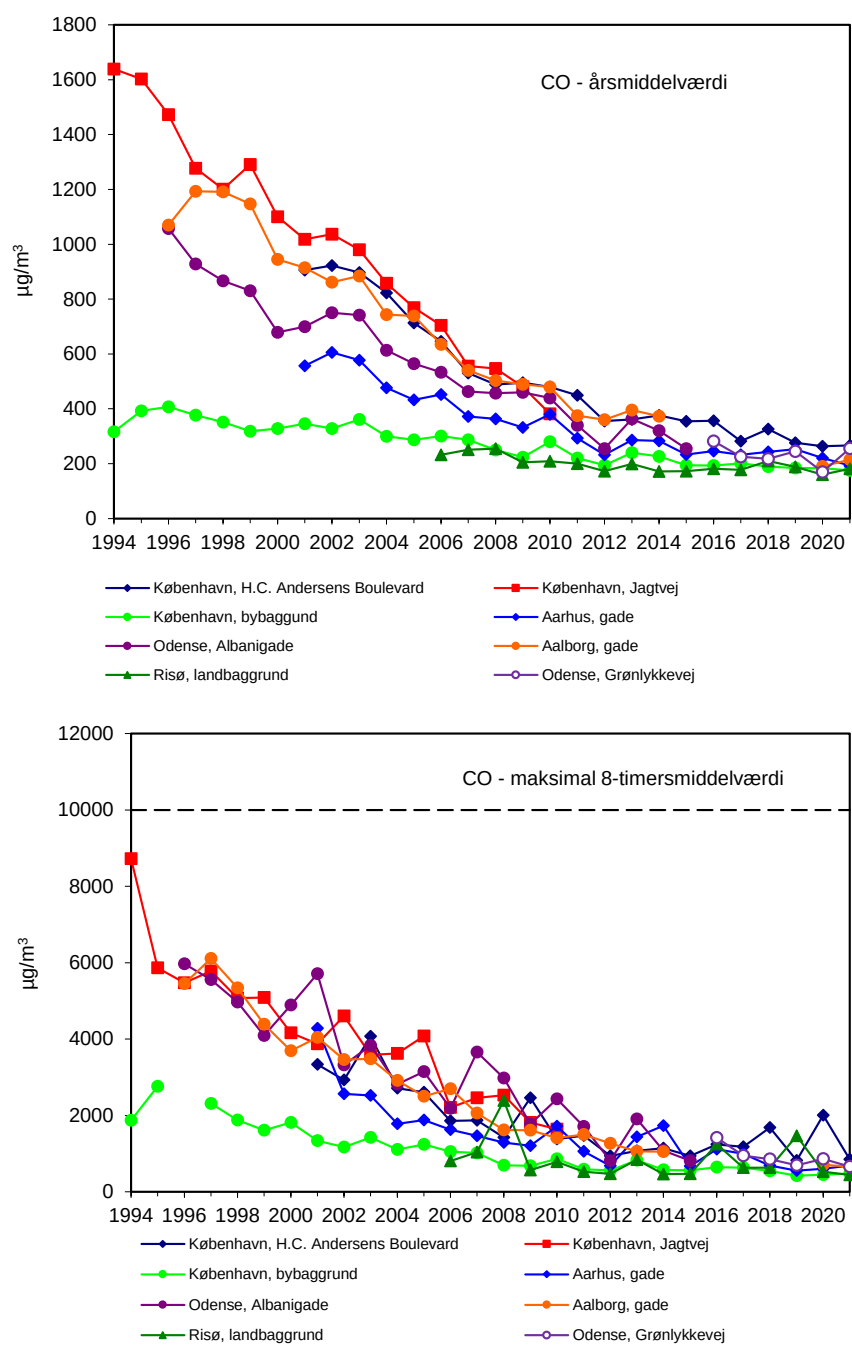
CO blev i 2021 målt ved gademålestationerne i København, Odense, Aalborg og Aarhus samt ved bybaggrundsmålestationen i København og landbaggrundsmålestationen ved Risø. Tabel 4.1 angiver årsmiddelværdien og resultater for den maksimale 8-timersmiddelværdi. EU's grænseværdi angiver, at den maksimale 8-timersmiddelværdi ikke må overstige 10.000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i løbet af kalenderåret og er således fastlagt for at beskytte befolkningen mod kort-tidseksponering for CO (EU, 2008). Den højest målte maksimale 8-timersmiddelværdi er ca. omkring 20% af grænseværdien og ved alle målestationerne ligger de målte koncentrationer således langt under grænseværdien.

**Tabel 4.1.** Årsmiddelværdi for CO i 2021 samt den maksimale 8-timersmiddelværdi. Endvidere angives grænseværdien for CO (EU, 2008).

|                                    | Årsmiddelværdi<br>$\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Maksimal 8-timersmiddelværdi<br>$\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Grænseværdi                        |                                            | 10.000                                                   |
| <i>Gade</i>                        |                                            |                                                          |
| København, H.C Andersens Boulevard | 266                                        | 852                                                      |
| Odense, Grønløkkevej               | 256                                        | 659                                                      |
| Aarhus, Banegårdsgade              | 194                                        | 686                                                      |
| Aalborg, Vesterbro                 | 215                                        | 659                                                      |
| <i>Bybaggrund</i>                  |                                            |                                                          |
| København                          | 176                                        | 481                                                      |
| <i>Landbaggrund</i>                |                                            |                                                          |
| Risø                               | 181                                        | 444                                                      |

Figur 4.1 viser udviklingstendensen for årsmiddelværdien og den maksimale 8-timersmiddelværdi for CO. For begge parametre er der sket et stort fald siden målingernes begyndelse i 1990'erne, og i 2021 lå de målte koncentrationer ved gademålestationerne på omkring 20% af niveauerne i midten af 1990'erne. Denne udvikling skyldes det generelle fald i udledningerne, hvor faldet i udledningerne fra vejtrafikken spiller den største rolle ved gademålestationerne.

Den reducerede vejtrafik, som følge af Covid-19 restriktionerne, vil alt andet lige give lavere koncentrationer i 2020 og 2021 set i forhold til 2019. Da koncentrationsniveauerne er lave set i forhold til målemetodens detektionsgrænse, er der stor usikkerhed på årsmiddelværdierne, og derfor er det imidlertid ikke muligt at vurdere effekten af Covid-19-restriktionerne på koncentrationerne af CO. Den løbende reduktion i udledningerne og de naturlige variationer i de meteorologiske forhold er også vigtige faktorer for ændringerne fra år til år i perioden fra 2019 til 2021.



**Figur 4.1.** Årsmiddelværdier (øverst) og den maksimale 8-timersmiddelværdi (nederst) for CO. Den stiplede linje i den nederste figur angiver EU's grænseværdi.

## 5. Svovldioxid (SO<sub>2</sub>)

SO<sub>2</sub> blev i 2021 kun målt med gasmonitører med høj tidsopløsning (½-times-middel) ved gademålestationerne på H.C. Andersens Boulevard i København og på Vesterbro i Aalborg.

I forbindelse med landbaggrundsmålestationerne foretages også målinger af SO<sub>2</sub> på døgnmiddelbasis men med den såkaldte filterpackmetode. De kemiske analyser og vurderingen af de indsamlede prøver er imidlertid endnu ikke færdige, så disse resultater kan først blive bragt i forbindelse med årsrapportering fra overvågningsprogrammet (primo 2023).

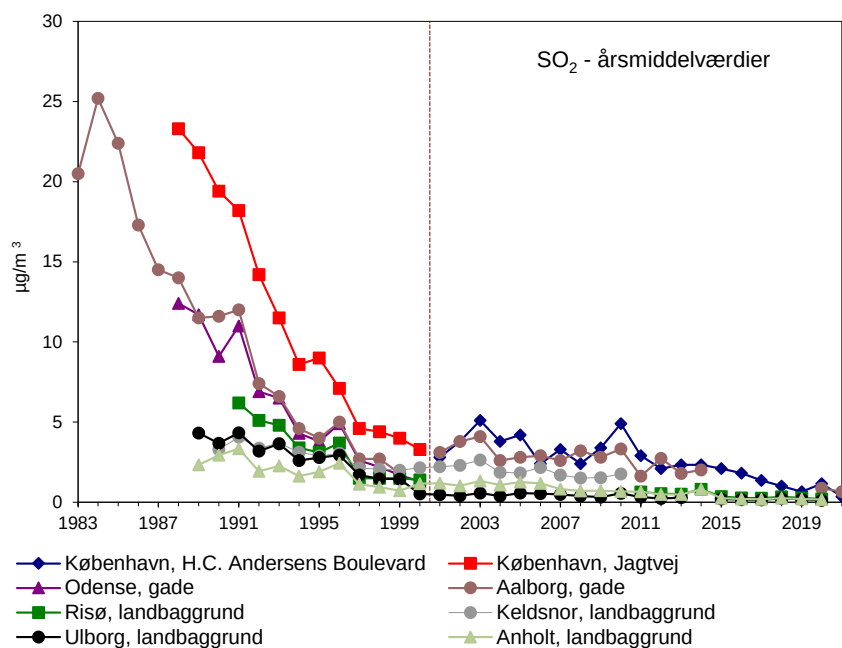
Tabel 5.1 angiver de vigtigste resultater for 2021 i relation til udviklingstendens og grænseværdier. Der er i EU's luftkvalitetsdirektiv (EU, 2008) fastlagt to grænseværdier af hensyn til begrænsning af befolkningens korttidseksponering for SO<sub>2</sub>. Begge grænseværdier er overholdt, og både den højeste time-middel- og døgnmiddelværdi ligger langt under de fastsatte grænser.

**Tabel 5.1.** Årsmiddelværdi for SO<sub>2</sub> i 2021 og en række andre parametre til vurdering af overholdelse af de i EU fastlagte målsætninger for SO<sub>2</sub> (EU, 2008). For SO<sub>2</sub> er der to grænseværdier. Den ene er baseret på timemiddelværdien, hvor timemiddelværdien højest må overskride 350 µg/m<sup>3</sup> 24 gange i et kalenderår. Den anden er baseret på døgnmiddelværdien, hvor døgnmiddelværdien højest må overskride 125 µg/m<sup>3</sup> tre gange i et kalenderår.

|                                     | Årsmiddelværdi    | Højeste<br>Timemiddelværdi | Antal dage med<br>timemiddelværdi<br>over 350 µg/m <sup>3</sup> | Højeste<br>døgnmiddelværdi | Antal dage med<br>døgnmiddelværdi<br>over 125 µg/m <sup>3</sup> |
|-------------------------------------|-------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|                                     | µg/m <sup>3</sup> | µg/m <sup>3</sup>          | Dage                                                            | µg/m <sup>3</sup>          | Dage                                                            |
| Grænseværdi                         |                   |                            | 24                                                              |                            | 3                                                               |
| Gade                                |                   |                            |                                                                 |                            |                                                                 |
| København, H.C. Andersens Boulevard | 0,4               | 11                         | 0                                                               | 2,6                        | 0                                                               |
| Aalborg, Vesterbro                  | 0,7               | 54                         | 0                                                               | 12                         | 0                                                               |

Figur 5.1 viser udviklingstendensen for årsmiddelværdierne af SO<sub>2</sub>. Luftkoncentrationerne er faldet markant siden begyndelsen af 1980'erne. I dag udgør de målte luftkoncentrationer på gademålestationerne under 5% af de målte luftkoncentrationer i 1980'erne.

Vejtrafik bidrager meget lidt til koncentrationen af SO<sub>2</sub> i de danske byer. Covid-19-restriktionerne har derfor ikke en væsentlig indflydelse på koncentrationerne ved de to gademålestationer. De seneste års variationer fra år til år skyldes for hovedparten usikkerheden på referencemålemetoden, da de målte årsmiddelkoncentrationer ligger tæt på metodens detektionsgrænse.



**Figur 5.1.** Udviklingstendens for årsmiddeldkoncentrationen af SO<sub>2</sub>. Fra 2000 til 2001 (stiplet streg) skifter målemetoden fra filterpackopsamler kombineret med kemisk analyse af opsamlede prøver til den nuværende metode baseret på gasmonitorer. Gasmonitorerne kan give målinger med kort tidsopløsning, men har til gengæld problemer med interferens fra NO<sub>x</sub>, så værdierne skal anses som en øvre grænse. Endvidere er niveauerne i dag så lave, at luftkoncentrationerne ligger tæt på gasmonitornes detektionsgrænse. Målingerne på landbaggrundsmålestationer er dog fortsat baseret på filterpackopsamlinger.



## 6. Luftbårne partikler

I forbindelse med overvågningsprogrammet måles en række forskellige partikelparametre ved i alt 10 målestationer. De primære parametre er  $PM_{2,5}$  og  $PM_{10}$ , hvor der er fastsat grænseværdier i EU's luftkvalitetsdirektiv. For at begrænse langtidseksponeringen er der fastlagt grænseværdier for  $PM_{2,5}$  og  $PM_{10}$ , som angiver, at årsmiddelværdien ikke må overstige henholdsvis 25 og 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (EU, 2008). For  $PM_{10}$  er der endvidere også fastsat en korttidsgrænseværdi, som angiver, at døgnmiddelværdien for  $PM_{10}$  ikke må overskride 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  mere end 35 gange i et kalenderår (EU, 2008).

Måleprogrammet omfatter endvidere målinger af partikelantal, som er en parameter, der angiver den luftbårne forurening med partikler i nanostørrelse. Disse partikler er små og har meget lille masse, så derfor måles de ved at tælle dem.

I statusnotatet for 2019 (Ellermann et al., 2020b) blev der kun præsenteret resultater som omfatter partikler i størrelsen 41 til 478/550 nm. Resultaterne omfattede derfor ikke partikler mindre end 41 nm, hvilket skyldes tekniske problemer på de nyligt erhvervede instrumenter. Fejlen blev rettet i februar 2020, så derfor præsenterer nærværende rapport både resultater fra 11 til 478/550 nm og 41 til 478/550 nm.

Årsagen til der angives to øvre grænser for partikelstørrelsen er, at de gamle og nyeerhvervede instrumenter har lidt forskelligt måleområde. I praksis giver det dog kun anledning til en undseelig forskel, da antallet af partikler mellem 478 og 550 nm er ubetydelig i denne sammenhæng. Målingerne af partikelantal ved bybaggrundsmålestationen i København ligger uden for Delprogram for luft under NOVANA og er finansieret særskilt af Miljøstyrelsen.

Af tabel 6.1 fremgår, at årsmiddelværdierne for  $PM_{2,5}$  og  $PM_{10}$  ligger omkring 50% under grænseværdierne som gennemsnit for gademålestationerne. Antallet af dage, hvor døgnmiddelværdien af  $PM_{10}$  overskrider 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , ligger også betydeligt under det maksimalt antal tilladte overskridelser (35 dage). Der var derfor ingen overskridelse af grænseværdierne for partikelforureningen i 2021 ved nogen af målestationerne.

For partikler i området fra 11 til 478/550 nm varierer partikelantallet fra omkring 9.200 partikler per  $\text{cm}^3$  på gademålestationen og ned til omkring 2.600 partikler per  $\text{cm}^3$  på landbaggrundsmålestationen (tabel 6.1). For partikler i området fra 41 til 478/550 nm varierer partikelantallet fra 2.800 til 1.400 partikler per  $\text{cm}^3$ . De helt små partikler mellem 11 og 41 nm udgør dermed størstedelen af partiklerne, og ved gademålestationen udgør disse omkring 70% af partiklerne, hvilket skyldes partikeludledningerne fra vejtrafikken. Der er ingen grænseværdier at sammenligne disse værdier med.

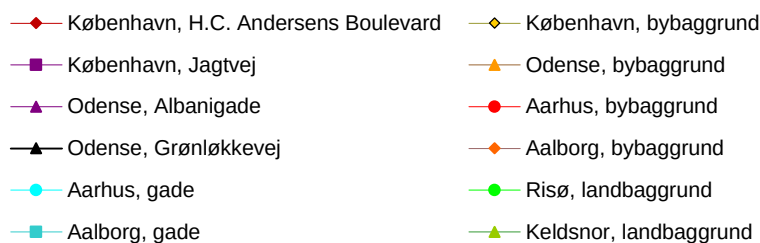
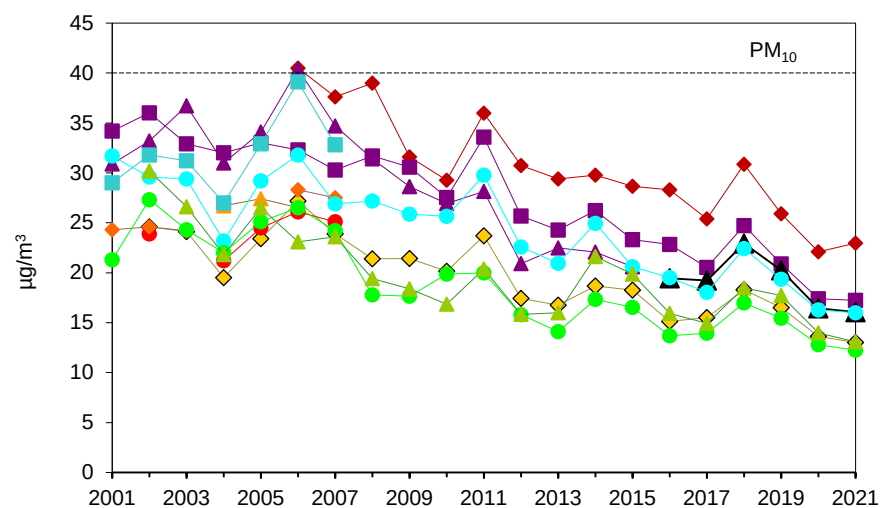
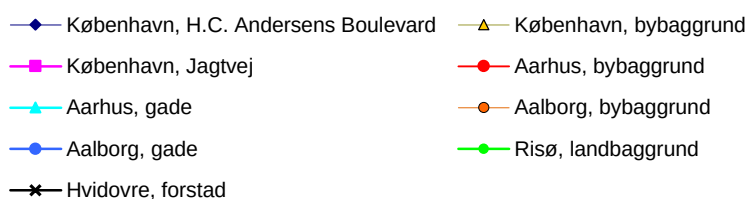
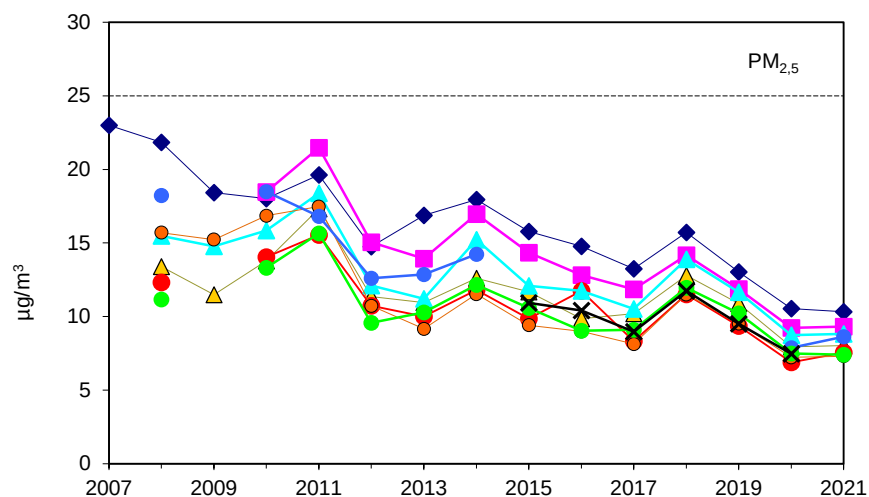
**Tabel 6.1.** Resultater for 2021 og grænseværdier for PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub> og partikelantal. For PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub> angives årsmiddelværdien og de tilhørende grænseværdier fra EU's luftkvalitetsdirektiv (EU, 2008). For PM<sub>10</sub> er der endvidere en grænseværdi for korttidseksponering, som angiver at døgnmiddelværdien for PM<sub>10</sub> ikke må overskride 50 µg/m<sup>3</sup> mere end 35 gange i et kalenderår (EU, 2008). Til sammenligning med korttidsgrænseværdien angives antallet af dage med overskridelse af 50 µg/m<sup>3</sup>. Endelig angives årsmiddelværdien for antallet af partikler med diameter i intervallerne 11 - 478/550 nm og 41 - 478/550 nm. Der er ingen grænseværdi for partikelantal. Grænseværdier og måleresultater er angivet ved ambient tryk og temperatur.

|                                     | PM <sub>2,5</sub> | PM <sub>10</sub>  | PM <sub>10</sub>                                         | Partikelantal         |                       |
|-------------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
|                                     | Årsmiddelværdi    | Årsmiddelværdi    | Antal dage med døgnmiddelværdi over 50 µg/m <sup>3</sup> | 11 - 478/550 nm       | 41 - 478/550 nm       |
|                                     | µg/m <sup>3</sup> | µg/m <sup>3</sup> | Antal dage                                               | Antal/cm <sup>3</sup> | Antal/cm <sup>3</sup> |
| <b>Grænseværdi</b>                  | <b>25</b>         | <b>40</b>         | <b>35</b>                                                |                       |                       |
| <i>Gade</i>                         |                   |                   |                                                          |                       |                       |
| København, H.C. Andersens Boulevard | 10                | 23                | 8                                                        | 9200                  | 2800                  |
| København, Jagtvej                  | 9,3               | 17                | 1                                                        |                       |                       |
| Odense, Grønløkkevej                |                   | 16                | 3                                                        |                       |                       |
| Aarhus, Banegaardsgade              | 8,8               | 16                | 0                                                        |                       |                       |
| Aalborg, Vesterbro                  | 8,6               |                   |                                                          |                       |                       |
| <i>Bybaggrund</i>                   |                   |                   |                                                          |                       |                       |
| København                           | 8,0               | 13                | 0                                                        | 3000                  | 1600                  |
| Aarhus                              | 7,6               |                   |                                                          |                       |                       |
| Aalborg                             | 7,3               |                   |                                                          |                       |                       |
| <i>Forstad</i>                      |                   |                   |                                                          |                       |                       |
| Hvidovre*                           | 8,5*              |                   |                                                          | 4000*                 | 1800*                 |
| <i>Landbaggrund</i>                 |                   |                   |                                                          |                       |                       |
| Keldsnor                            |                   | 13                | 0                                                        |                       |                       |
| Risø                                | 7,4               | 12                | 1                                                        | 2600                  | 1400                  |

\* Datadækningen ved målestationen i Hvidovre er på 48% for PM<sub>2,5</sub> og på 46% for partikelantal. Den reducerede datadækning skyldes flytningen af målestationen.

Målingerne af PM<sub>10</sub> begyndte i 2001, mens målinger af PM<sub>2,5</sub> først blev påbegyndt i 2007/2008 i forbindelse med revision af EU's luftkvalitetsdirektiv (EU, 2008). Figur 6.1 viser udviklingstendensen for årsmiddelværdien af PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub>. Der ses et ensartet forløb ved alle målestationerne. PM<sub>2,5</sub> er faldet med 30-50% og PM<sub>10</sub> med 30-45% siden opstart af målingerne i henholdsvis 2007/2008 og 2001.

For både PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub> ses generelt en meget lille ændring fra 2020 til 2021. På ingen station har årsmiddelværdierne ændret sig mere end 1 µg/m<sup>3</sup>, og den største ændring har været, at antal dage for PM<sub>10</sub> med døgnmiddelværdier over 50 µg/m<sup>3</sup> er ændret fra 3 til 8 på H.C. Andersens Boulevard i København. I forhold til præ-Covid-19-restriktionerne, dvs. 2019, ses et markant fald fra 2019 til 2021. Dette fald er omtrent lige stort ved alle målestationerne, hvilket peger på, at faldet for en stor del skyldes fald i bidraget fra langtransport af partikelforurening til Danmark. 2021 var stadig præget af Covid-19-restriktioner, både i Danmark men især i landene syd for Danmark. Covid-19-restriktionerne sammen med det generelle fald i koncentrationerne, som følge af fald i udledningerne, er de vigtigste årsager til det observerede fald. Endvidere har de naturlige variationer i de meteorologiske forhold også indflydelse på faldets størrelse.



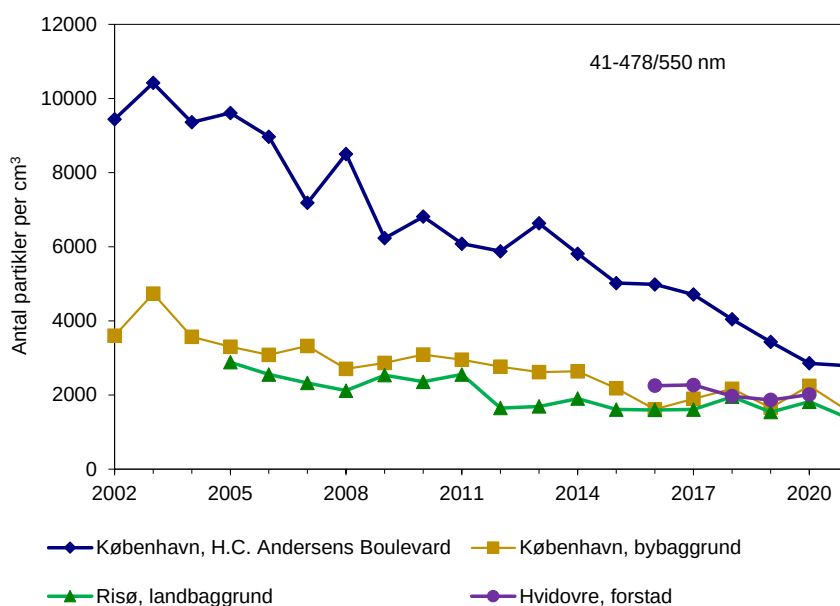
**Figur 6.1.** Udviklingstendens for årsmiddelværdi af  $PM_{2.5}$  (øverst) og  $PM_{10}$  (nederst). De stiplede linjer angiver grænseværdierne for årsmiddelværdien af  $PM_{2.5}$  og  $PM_{10}$  (EU, 2008). Fra og med 2012 er  $PM$ -værdierne vist ved ambient temperatur og tryk. Til og med 2011 er  $PM$ -værdierne vist ved standard betingelser. Ændringen er ca. 2-4% og er ubetydelig i den grafiske præsentation. I grafen for  $PM_{2.5}$  Hvidovre er 2021-værdien ikke vist pga. lav datadækning forårsaget af stationsflytning.

Figur 6.2 viser udviklingstendensen for partikelantallet for partikler med diameter på 41 - 478/550 nm. Figur 6.3 viser udviklingstendensen for partikelantallet for partikler med diameter på 11 - 478/550 nm, hvor der mangler data for 2017 til 2019 grundet ovenfor omtalte problemer med målingerne af partikler med diameter under 41 nm.

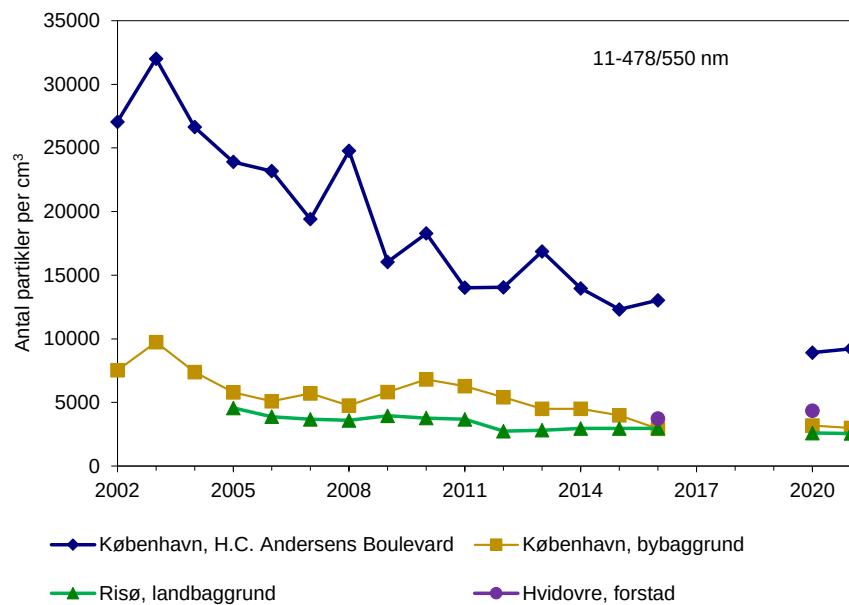
Der ses i store træk et parallelt fald i partikelantallet for de to fraktioner. Siden 2002 er partikelantallet for begge fraktioner faldet med omkring 70% og 60% ved henholdsvis gademålestationen på H.C. Andersens Boulevard og bybaggrundsmålestationen i København. Målinger i landbaggrund ved Risø er først begyndt i 2005, men siden da er partikelantallet faldet med omkring 40% for fraktionen fra 11 - 478/550 nm og omkring 50% for partikelfractionen fra 41 - 478/550 nm.

Tidsserien for målingerne i forstad (Hvidovre) er relativt kort (begyndt i slutningen af 2015), men siden opstart er partikelantallet faldet med omkring 10% for partikelfractionen 41 - 478/550 nm. Tidsserien er relativt kort, og derfor er udviklingstendensen forbundet med stor usikkerhed.

Covid-19-restriktionerne er formentligt en del af årsagen til ændringerne i partikelantallet fra 2019 til 2020 ved gademålestationen på H.C. Andersens Boulevard. I 2021 vil der også være en lille effekt af Covid-19 restriktionerne, men det skønnes, at der er tale om en reduktion på mindre end 5%.



**Figur 6.2.** Antallet af partikler med diameter mellem 41 nm og 478/550 nm. For Hvidovre er 2021-værdien ikke vist pga. lav datadækning forårsaget af stationsflytning.

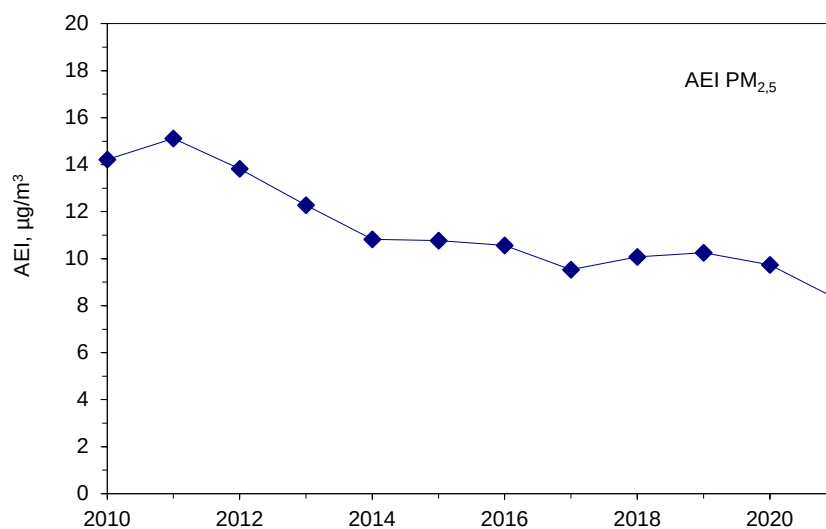


**Figur 6.3.** Antallet af partikler med diameter mellem 11 nm og 478/550 nm. Manglende data i perioden fra 2017-2019 skyldes instrumenttekniske problemer med at måle partikelantal i området 11-41 nm i disse år. For Hvidovre er 2021-værdien ikke vist pga. lav datadækning forårsaget af stationsflytning.

EU's luftkvalitetsdirektiv har endvidere fastlagt et nationalt reduktionsmål for at begrænse de skadelige virkninger af luftforureningen på menneskers sundhed (EU, 2008). Reduktionsmålet er fastlagt på basis af en "indikator for gennemsnitlig eksponering" (på engelsk Average Exposure Indicator, AEI). I overensstemmelse med direktivet beregnes AEI for Danmark ud fra et gennemsnit af årsmiddelværdierne for  $PM_{2.5}$  i bybaggrund i København, Aarhus og Aalborg, som et gennemsnit over en treårig periode.

Det nationale reduktionsmål afhænger af AEI for 2010, som i Danmark lå på  $14 \mu g/m^3$  (figur 6.4). AEI for 2010 er beregnet på basis af årsgennemsnit for 2008-2010. I henhold til EU's luftkvalitetsdirektiv er det nationale reduktionsmål for Danmark at reducere AEI med 15%, som skal være opnået i 2020 (EU, 2008). For 2020 (gennemsnit for 2018-2020) lå AEI på  $10 \mu g/m^3$ , hvilket ligger på niveau med de nærmeste år op til 2020. For 2021 (gennemsnit for 2019-2021) ligger AEI på  $8,3 \mu g/m^3$ , hvilket er et relativt markant fald i forhold til de seneste år. Siden 2010 er der sket et fald i AEI på omkring 43% (figur 6.4), og Danmark opfylder dermed EU's nationale reduktionsmål.

EU's luftkvalitetsdirektiv indeholder også en forpligtelse til, at eksponeringskoncentrationen (AEI) ikke må overskride  $20 \mu g/m^3$  fra 2015. Denne forpligtelse har været overholdt lige siden den trådte i kraft.



**Figur.6.4.** Udviklingstendens for Average Exposure Index (AEI) for Danmark siden 2010. AEI beregnes som middel af tre år, så indeks for 2010 er gennemsnit fra 2008-2010 og så fremdeles.

## 7. Litteratur

Ellermann, T., Nordstrøm, C., Brandt, J., Christensen, J., Ketzel, M., Massling, A., Bossi, R., Frohn, L.M., Geels, C., Jensen, S.S., Nielsen, O.-K., Winther, M., Poulsen, M.B., Nygaard, J. og Nøjgaard, J.K. 2020b. Luftkvalitet 2019. Status for den nationale luftkvalitetsovervågning. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 128 s. - Videnskabelig rapport nr. 410 <http://dce2.au.dk/pub/SR410.pdf>.

Ellermann, T., Nordstrøm, C., Sørensen, M.O.B. og Massling, A. 2021. Status for måling af luftkvalitet i 2020. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 21 s. - Fagligt notat nr. 2021 | 51 [https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notter\\_2021/N2021\\_51.pdf](https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notter_2021/N2021_51.pdf)

Ellermann, T., Nygaard, J., Nøjgaard, J.K., Nordstrøm, C., Brandt, J., Christensen, J., Ketzel, M., Massling, A., Bossi, R., Frohn, L.M., Geels, C. & Jensen, S.S. 2020a. The Danish Air Quality Monitoring Programme. Annual Summary for 2018. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 83 pp. Scientific Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy No. 218. <http://dce2.au.dk/pub/SR360.pdf>.

EU, 2008. Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe: Official Journal of the European Union L152, 1-44.



## STATUS FOR MÅLING AF LUFTKVALITET I 2021

Denne tekniske rapport giver en oversigt over resultaterne for 2021 for de vigtigste helbredsskadelige luftforureningskomponenter, hvor der foreligger data på nuværende tidspunkt. Det drejer sig om kvælstofdioxid ( $\text{NO}_2$ ), kvælstofoxider ( $\text{NO}_x$ ), ozon ( $\text{O}_3$ ), carbonmonoxid ( $\text{CO}$ ), svovldioxid ( $\text{SO}_2$ ),  $\text{PM}_{2,5}$  og  $\text{PM}_{10}$  (massen af partikler mindre end henholdsvis 2,5 og 10  $\mu\text{m}$ ) og partikelantal (antallet af partikler med diameter mellem 11/41 nm og 478/550 nm). Overordnet set ligger koncentrationerne for alle komponenter nogenlunde på samme niveau som i 2020 og der er ingen overskridelse af EU's grænseværdier for disse luftforureningskomponenter. Den langsigtede målsætning for den maksimale 8-timersmiddelværdi af  $\text{O}_3$  overskrides ved alle målestationer, men denne målsætning er endnu ikke trådt i kraft, og det er ikke fastlagt, hvornår den vil være gældende. Endvidere blev informationstærsklen for timemiddelværdien af  $\text{O}_3$  (180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ikke overskredet i 2021. Der er for alle luftforureningskomponenterne observeret betydelige fald i årsmiddelværdierne siden begyndelsen af målingerne, dog med undtagelse for  $\text{O}_3$ . Årsagen til disse fald er de væsentlige reduktioner, der har været i udledningerne gennem de seneste årtier.