

Status for måling af luftkvalitet i 2020

Notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

Dato: 24. juni 2021 | 51
(opdateret 8. oktober –
se datablad)



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Datablad

Notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

Titel: Status for måling af luftkvalitet i 2020

Kategori: Rådgivningsnotat

Forfattere: Thomas Ellermann, Claus Nordstrøm, Martin Ole Bjært Sørensen og Andreas Massling
Institution: Aarhus Universitet, Institut for Miljøvidenskab

Faglig kommentering: Lise Lotte Sørensen, ENVS
Kvalitetssikring, DCE: Vibeke Vestergaard Nielsen
Sproglig kvalitetssikring: Vibeke Vestergaard Nielsen

Rettelse til notatet: Den 8. oktober 2021 er Tabel 2.1, 3.1 og 4.1 samt Figur 2.1, 3.1 og 4.1 rettet grundet fejl i data. Genberegning af data har givet marginale ændringer i resultaterne, og har ikke ført til ændringer i notatets konklusioner.

Ekstern kommentering: Miljøstyrelsen. Kommentarerne findes her:
http://dce2.au.dk/pub/komm/N2021_51_komm.pdf

Rekvirent: Miljøministeriet

Bedes citeret: Thomas Ellermann, Claus Nordstrøm, Martin Ole Bjært Sørensen og Andreas Massling. 2020. 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/Notater_2021/N2021_51.pdf

Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse

Foto forside: Thomas Ellermann

Sideantal: 22

Indhold

1	Indledning	4
2	Kvælstofdioxid (NO ₂) og kvælstofoxider (NO _x)	6
3	Ozon (O ₃)	9
4	Carbonmonoxid (CO)	12
5	Svovldioxid (SO ₂)	14
6	Luftbårne partikler	16
7	Litteratur	22

1 Indledning

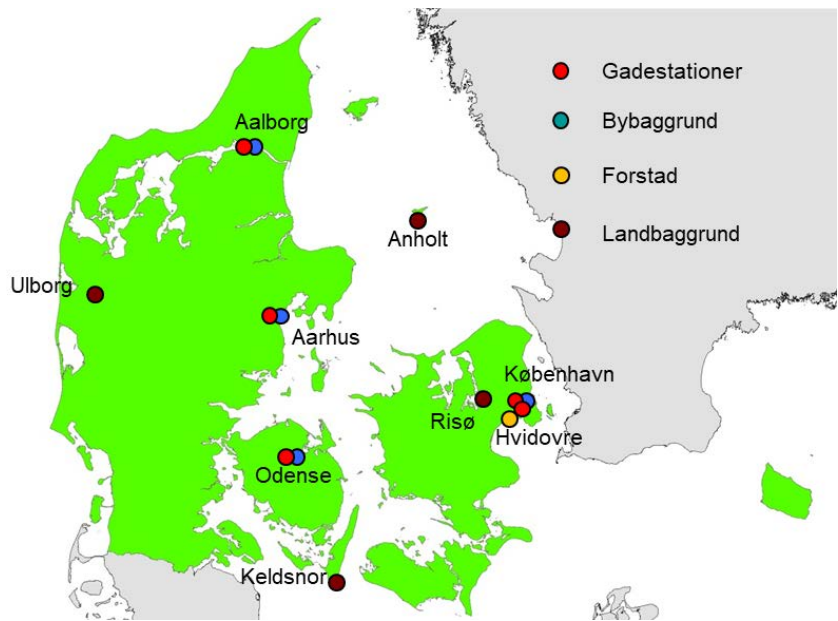
Fagkoordinationsgruppen (Miljøstyrelsens styringsgruppe) for Delprogram for luft under NOVANA har ønsket et statusnotat, som præsenterer resultaterne for overvågning af luftforureningen i relation til human sundhed i 2020. Dette notat giver derfor en oversigt over resultaterne for følgende luftforureningskomponenter: Kvælstofdioxid (NO_2), kvælstofoxider (NO_x), ozon (O_3), carbonmonoxid (CO), svovldioxid (SO_2), $\text{PM}_{2,5}$ og PM_{10} (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). Det er disse luftforureningsparametre, hvor der foreligger data på nuværende tidspunkt.

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.

I notatet præsenteres årsmiddelværdier og de øvrige parametre, som anvendes i forbindelse med grænse- eller målværdier fastlagt i EU's luftkvalitetsdirektiv (EU, 2008). Resultaterne for 2020 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.

Foreløbige vurderinger viser, at restriktionerne i forbindelse med COVID-19-pandemien har haft væsentlig betydning på de målte koncentrationer i 2020 (Ellermann et al., 2021a). Det er ikke udarbejdet en endelig vurdering af COVID-19-restriktionernes effekt på luftkvaliteten i 2020, da der endnu ikke foreligger resultater fra de mange kemiske analyser af de opsamlede partikelprøver og endnu ikke er foretaget modelberegninger for 2020. Modelberegningerne er vigtige, da de vil give vigtigt input i forbindelse med adskillelsen af effekten af COVID-19-restriktionerne fra effekten af de naturlige variationer i de meteorologiske forhold og den generelle forbedring af luftkvaliteten, som følge af de mange tiltag til reduktion af udledningerne. I forbindelse med udgivelsen af årsrapporten "Luftkvalitet 2020" vil der blive givet en mere detaljeret vurdering af effekten af COVID-19-restriktionerne. Effekten af COVID-19-restriktionerne vil derfor kun blive omtalt kort i forbindelse med nærværende notat.

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 2020, hvilket er én mere end i notatet for 2019. Dette skyldes, at der igen er et helt års resultater fra målestationen Aalborg gade, som blev genetableret i november 2019. Yderligere detaljer om Delprogram for luft, målestationer og målemetoder kan findes i Ellermann et al., (2021).



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 (NO₂) og kvælstofoxider (NO_x)

NO_x er summen af NO₂ og kvælstofmonooxid (NO). Da det kun er NO₂, som har direkte indvirkning på helbredet, er der i EU's luftkvalitetsdirektiv (EU, 2008) kun fastlagt grænseværdier for NO₂. NO og NO₂ har også en indirekte effekt, da de via kemiske reaktioner i atmosfæren medvirker til dannelse af partikler, som har helbredskaadelige effekter.

NO₂ og NO_x er derfor nogle af de vigtigste luftforureningskomponenter, hvilket er baggrunden for det omfattende måleprogram. I 2020 er der således målt NO₂ og NO_x ved 14 målestationer.

EU har fastlagt to grænseværdier for NO₂, eftersom NO₂ giver helbredseffekter ved både langtids- og korttidseksponering. Grænseværdien af hensyn til langtidseffekter er fastlagt ud fra årsmiddelværdien af NO₂, som ikke må overskride 40 µg/m³ i et kalenderår (EU, 2008). I tabel 2.1 ses, at denne grænseværdi ikke var overskredet på nogen af målestationerne i 2020, og at årsmiddelværdien ved gademålestationen på H.C. Andersens Boulevard i 2020 var mere end 25% under grænseværdien.

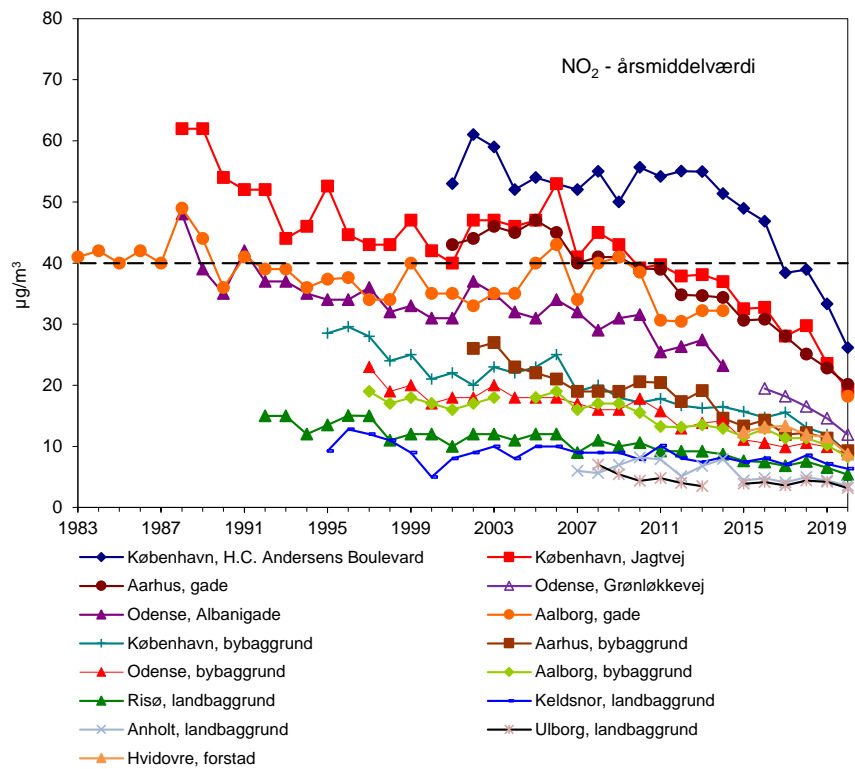
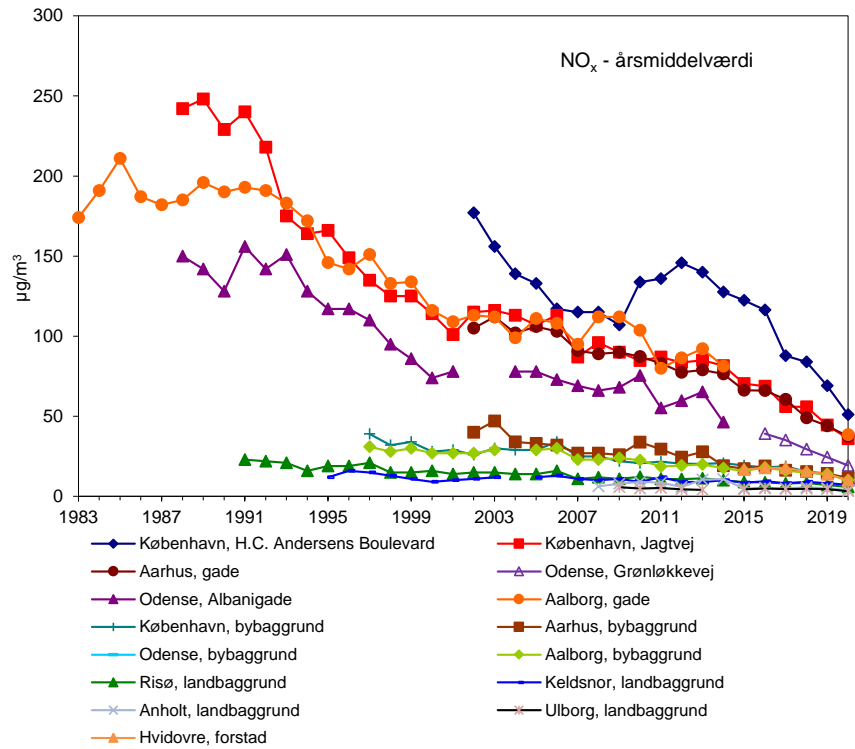
Grænseværdien af hensyn til korttidseksponering for NO₂ er baseret på time-middelværdier, hvor antallet af dage med timemiddelværdier over 200 µg/m³ ikke må overskride 18 i et kalenderår. Af tabel 2.1 fremgår, at den maksimale timemiddelværdi ved alle målestationer lå et godt stykke under 200 µg/m³. I forhold til grænseværdien var timemiddelværdierne af NO₂ meget lave og der var ingen overskridelse af grænseværdien for timemiddelværdien af NO₂ i 2020.

Tabel 2.1. Årsmiddelkoncentrationer for NO₂ og NO_x i 2020, samt højeste timemiddelværdi for NO₂. Endvidere grænseværdierne for NO₂, der er baseret på årsmiddelværdi og timemiddelværdi, hvor timemiddelværdi højest må overskride 200 µg/m³ i 18 dage på et kalenderår (EU, 2008). NO_x angives i ækvivalenter af NO₂ (µgNO₂/m³), hvilket er standard i forbindelse med EU's luftkvalitetsdirektiv (EU, 2008).

	NO ₂ Årsmiddel µg/m ³	NO ₂ Højeste timemiddelværdi µg/m ³	NO ₂ Antal dage med timemiddelværdi over 200 µg/m ³ Dage	NO _x Årsmiddelværdi µg/m ³
Grænseværdi	40		18	
<i>Gade</i>				
København, H.C. Andersens Boulevard	26	113	0	51
København, Jagtvej	19	90	0	36
Odense, Grønløkkevej	12	84	0	19
Aarhus, Banegårdsgade	20	133	0	38
Aalborg, Vesterbro	18	120	0	39
<i>Bybaggrund</i>				
København	9,0	67	0	11
Odense	8,8	67	0	10
Aarhus	9,3	81	0	12
Aalborg	8,3	66	0	10
<i>Forstad</i>				
Hvidovre	8,7	77	0	10
<i>Landbaggrund</i>				
Anholt	3,6	62	0	3,9
Keldsnor	6,3	82	0	7,3
Risø	5,4	49	0	5,9
Ulborg	3,2	30	0	3,2

Figur 2.1 viser udviklingstendenserne for årsmiddelværdierne af NO_x og NO₂. For 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 NO₂ 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%.

Det markante fald i koncentrationerne fra 2019 til 2020 skyldes hovedsageligt COVID-19-restriktionerne og det generelle fald i udledningerne. Endvidere har de naturlige variationer i de meteorologiske forhold også indflydelse på faldets størrelse.



Figur 2.1. Udviklingstendens for årsmiddelværdier af NO_x (øverst) og NO_2 (nederst). For NO_2 angiver den stiplede linje EU's grænseværdi (EU, 2008). Det markant anderledes forløb, som ses for H.C. Andersens Boulevard (navnlig for NO_x), 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 (O₃)

Den højeste eksponering for O₃ findes i bybaggrund eller landbaggrund, mens koncentrationerne på gademålestationer er langt mindre. Årsagen til dette er, at udledninger af NO_x fra navnlig trafik reducerer koncentrationerne af O₃ via de kemiske reaktioner i atmosfæren. Måleprogrammet for 2020 for O₃ har derfor hovedvægt på bybaggrundsmålestationer (4 stk.) og landbaggrundsmålestationer (3 stk.), mens der kun måles ved en gademålestation.

Tabel 3.1 viser resultaterne for årsmiddelkoncentrationer, 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 O₃ af hensyn til korttidseksponeringen for O₃. Målværdien angiver, at den daglige maksimale 8-timersmiddelværdi ikke må overskride 120 µg/m³ mere end 25 gange i kalenderåret set som gennemsnit over de seneste tre år (EU, 2008). Som angivet i tabel 3.1, så ligger antallet af dage med overskridelse af 120 µg/m³ på 9 gange eller derunder i 2020. I 2018 og 2019 lå antallet af dage med overskridelse ligeledes under 25 (Ellermann et al., 2020), og der er derfor ingen overskridelse af målværdien for perioden fra 2018-2020.

EU har endvidere fastlagt en langsigtet målsætning på 120 µg/m³ som maksimum 8-timersmiddelværdi, men tidspunkt for ikrafttrædelse af denne målsætning er ikke fastlagt (EU, 2008). I 2020 blev den langsigtede målsætning overskredet på alle baggrundsmålestationer (tabel 3.1).

Endelig har EU også en informationstærskel for timemiddelværdien af O₃ på 180 µg/m³ (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 2020 (tabel 3.1).

Tabel 3.1. Årsmiddelværdier for O₃ i 2020 og en række andre parametre til vurdering af overholdelse af de i EU fastlagte målsætninger for O₃ (EU, 2008). For O₃ 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.

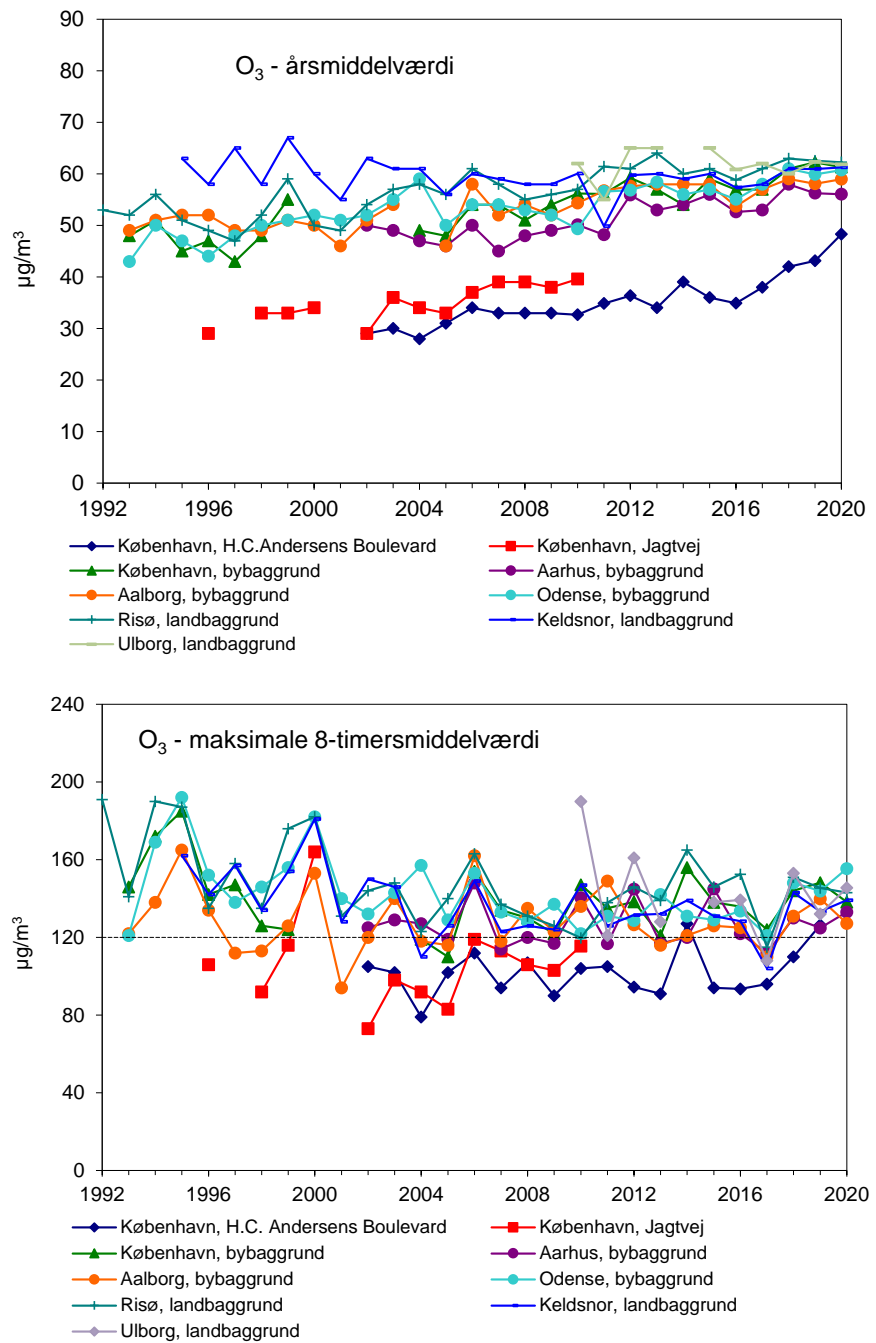
	Årsmiddel µg/m ³	Antal dage med den maksimale 8- timersmiddelværdi over 120 µg/m ³ Dage	Maksimum 8-timersmiddelværdi µg/m ³	Højeste timemiddelværdi µg/m ³
Målværdi		25*		
Langsigtet målsætning			120	
Informationstærskel				180
<i>Gade</i>				
København, H.C. Andersens Boulevard	48	0	120	129
<i>Bybaggrund</i>				
København	61	7	138	148
Odense	61	8	155	169
Aarhus	56	2	133	140
Aalborg	59	2	127	132
<i>Landbaggrund</i>				
Keldsnor	61	4	139	148
Risø	62	5	143	151
Ulborg	62	3	145	153

* Målværdi gælder som gennemsnit for de seneste tre kalenderår

Figur 3.1 viser udviklingstendens for årsmiddelværdien og den maksimale 8-timersmiddelværdi for O₃. 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 hænger sammen med, at der navnlig i byerne er sket et stort fald i NO_x. Det store fald i NO_x har reduceret nedbrydningen af O₃ på lokalt niveau i byerne, hvilket resulterer i en stigning i koncentrationerne af O₃.

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 koncentrationer af O₃.

På gademålestationen på H.C. Andersens Boulevard er der sket en markant stigning i både årsmiddelværdierne og de maksimale 8-timersmiddelværdier fra 2019 til 2020. Tilsvarende stigning ses ikke på de øvrige målestationer. COVID-19-restriktionerne er en del af forklaringen på dette, da de mindre udledninger af NO_x fra vejtrafikken giver mindre nedbrydning af O₃ og dermed højere koncentrationer af O₃. Det generelle fald i udledningerne blandt andet NO_x og de naturlige variationer i de meteorologiske forhold har også betydning.



Figur 3.1. Årsmiddelværdier (øverst) og den maksimale 8-timersmiddelværdi (nederst) for O₃. Den stiplede linje i den nederste figur angiver EU's langsigtede målsætning, som endnu ikke er trådt i kraft (EU, 2008).

4 Carbonmonoxid (CO)

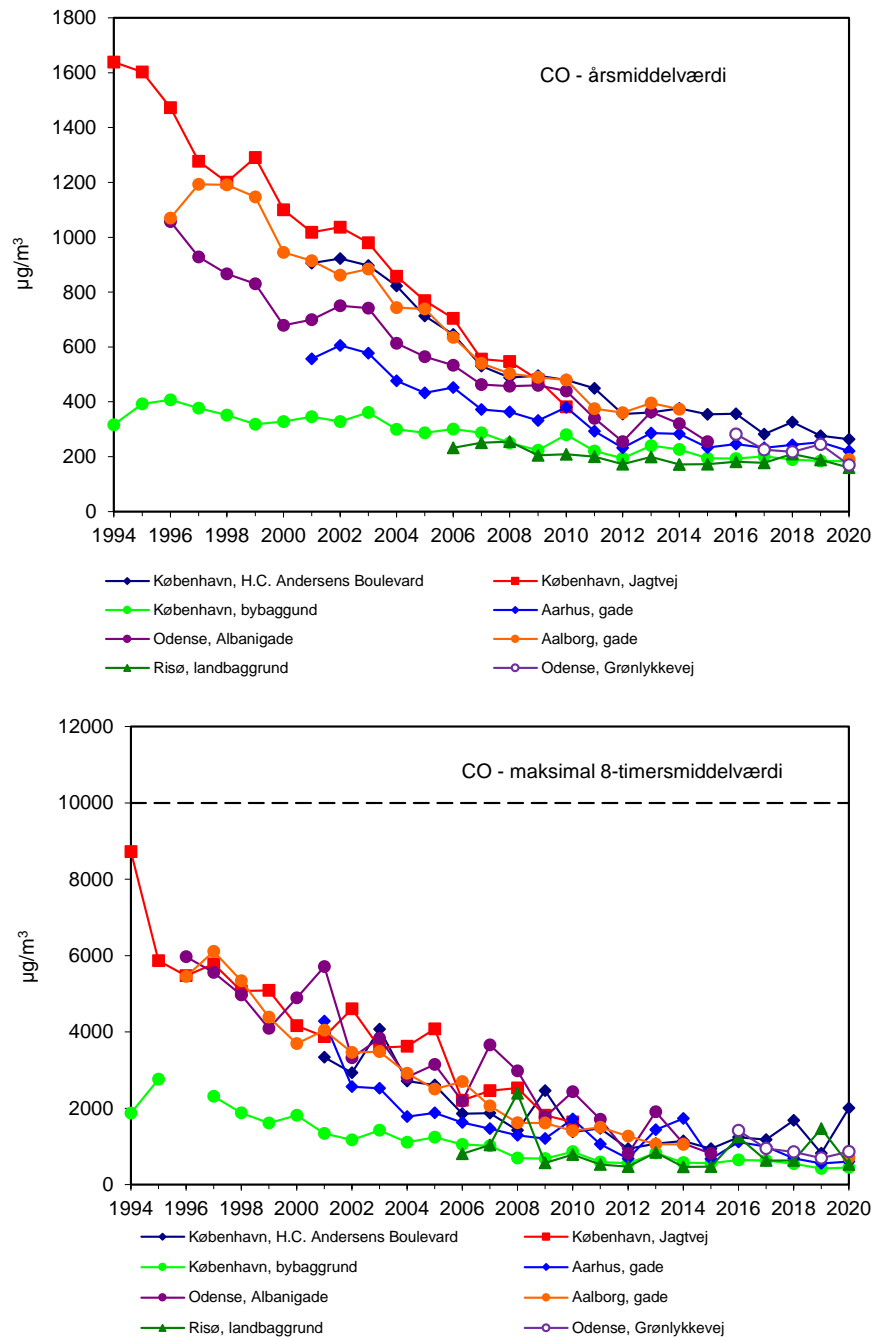
CO blev i 2020 målt ved gademålestationerne i København, Odense, Aalborg og Aarhus samt ved bybaggrundsmålestationen i København og landbaggrundsmålestationen ved Risø. Tabel 4.1 angiver årsmiddelværdien og resultater for den maksimale 8-timersmiddelværdi. EU's grænseværdi angiver, at den maksimale 8-timersmiddelværdi ikke må overstige 10.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i løbet af kalenderåret og er således fastlagt for at beskytte befolkningen mod korttids eksponering 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 2020 samt den maksimale 8-timersmiddelværdi. Endvidere angives grænseværdien for CO (EU, 2008).

	Årsmiddel $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Maksimal 8-timersmiddelværdi $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Grænseværdi		10.000
<i>Gade</i>		
København, H.C Andersens Boulevard	264	2004
Odense, Grønløkkevej	170	860
Aarhus	221	603
Aalborg, Vesterbro	191	710
<i>Bybaggrund</i>		
København	184	446
<i>Landbaggrund</i>		
Risø	160	526

Figur 4.1 viser udviklingstendens 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 2020 lå de målte koncentrationer ved gademålestationerne på omkring 20% af niveauerne i midten af 1990'erne.

Forskellen mellem koncentrationerne ved gademålestationerne og ved landbaggrundsmålestationen skyldes hovedsageligt udledningerne fra vejtrafikken. Den reducerede vejtrafik, som følge af COVID-19 restriktionerne, vil derfor give lavere koncentrationer i 2020 set i forhold til 2019. Da koncentrationsniveauerne er lave set i forhold til målemetodens detektionsgrænse, er det på nuværende tidspunkt ikke muligt at vurdere effekten af COVID-19-restriktionerne. Denne vurderingen vil blive givet i forbindelse med den kommende mere detaljerede vurdering af effekten af COVID-19-restriktionerne på luftkvaliteten.



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

5 Svovldioxid (SO₂)

SO₂ blev i 2020 kun målt med gasmonitorer med høj tidsopløsning (½-times-middel) ved gademålestationerne på H.C. Andersens Boulevard i København og ved Vesterbro, Aalborg.

I forbindelse med landbaggrundsmålestationerne foretages også målinger af SO₂ 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 (efterår 2021).

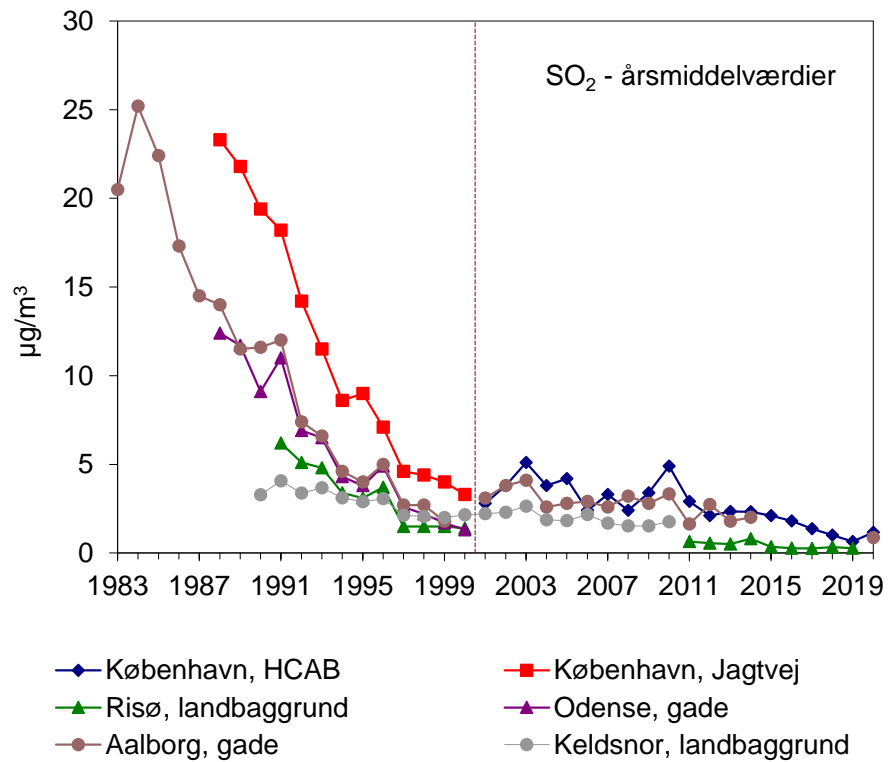
Tabel 5.1 angiver de vigtigste resultaterne for 2020 i relation til udviklingstendens og grænseværdier. Der er i EU's luftkvalitetsdirektiv (EU, 2008) fastlagt to grænseværdier af hensyn til begrænsning af befolkningens korttidseksponering for SO₂. Begge grænseværdier er overholdt, og både den højeste time-middel- og døgnmiddelværdi ligger langt under de fastsatte grænser.

Tabel 5.1. Årsmiddelværdi for SO₂ i 2020 og en række andre parametre til vurdering af overholdelse af de i EU fastlagte målsætninger for SO₂ (EU, 2008). For SO₂ er der to grænseværdier. Den ene er baseret på timemiddelværdien, hvor timemiddelværdien højest må overskride 350 µg/m³ 24 gange i et kalenderår. Den anden er baseret på døgnmiddelværdien, hvor døgnmiddelværdien højest må overskride 125 µg/m³ tre gange i et kalenderår.

	Årsmiddelværdi µg/m ³	Højeste Timemiddelværdi µg/m ³	Antal dage med timemiddelværdi over 350 µg/m ³ Dage	Højeste døgnmiddelværdi µg/m ³	Antal dage med døgnmiddelværdi over 125 µg/m ³ Dage
Grænseværdi			24		3
<i>Gade</i>					
København, H.C.A. Boulevard	1,2	13	0	2,2	0
Aalborg, Vesterbro	0,9	63	0	2,1	0

Figur 5.1 viser udviklingstendensen for årsmiddelværdierne af SO₂. 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 SO₂ 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 årsmiddelkoncentrationen af SO₂. Fra 2000 til 2001 (stiplet streg) skifter målemetoden fra filterpackopsamler kombineret med kemisk analyse af opsamlede prøver til den nuværende metode baseret på gasmonitører. Gasmonitørerne kan give målinger med kort tidsopløsning, men har til gengæld problemer med interferens fra kvælstofoxider, så værdierne skal anses som en øvre grænse. Endvidere er niveauerne i dag så lave, at luftkoncentrationerne ligger tæt på gasmonitørernes detektionsgrænse. Målingerne på landbaggrundsmålestationerne 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 langtidseksposeringen 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 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 af 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 notat både resultater fra 11 til 478/550 nm og 41 til 478/550 nm.

Årsagen til, at der angives to øvre grænser for partikelstørrelsen er, at de gamle og nyerehvervede 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. Yderligere detaljer kan findes i Ellermann et al., (2020a). 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 2020 ved nogen af målestationerne.

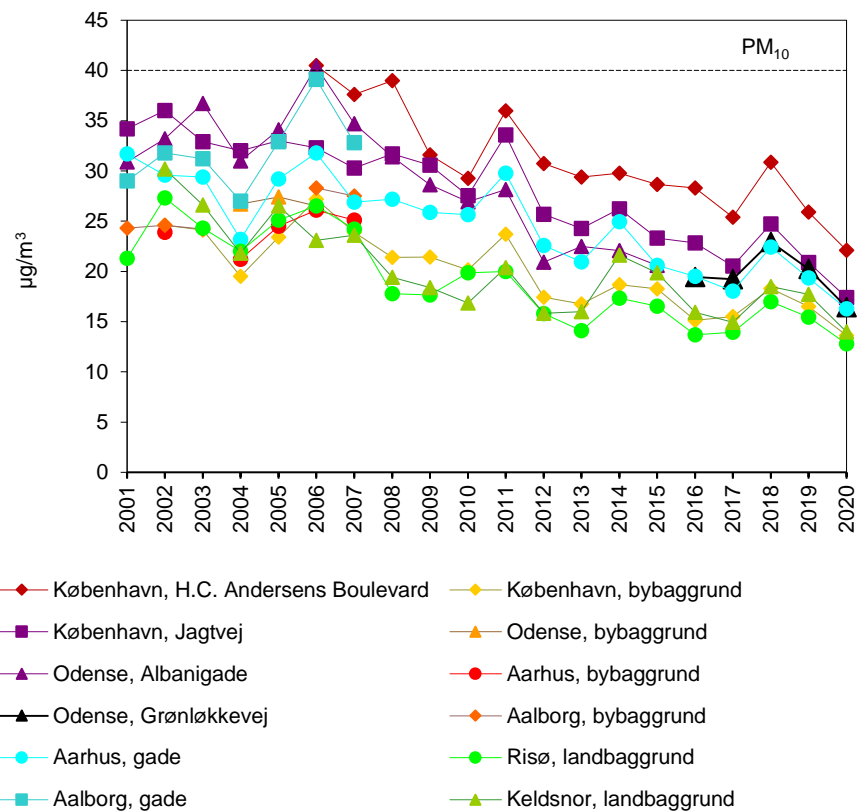
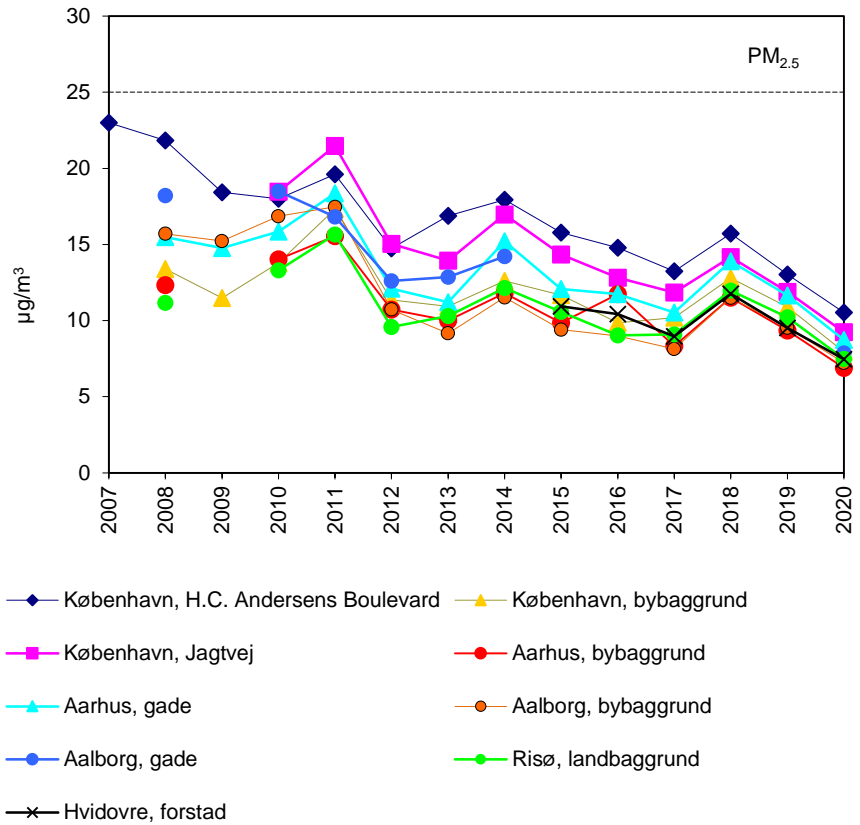
For partikler i området fra 11 til 478/550 nm varierer partikelantallet fra omkring 8.900 partikler per cm^3 på gademålestationen og ned til omkring 2.600 partikler per cm^3 på landbaggrundsmålestationen (tabel 6.1). For partikler i området fra 41 til 478/550 nm varierer partikelantal fra 2.900 til 1.400 partikler per cm^3 . De helt små partikler mellem 10 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 2020 og grænseværdier for PM_{2,5}, PM₁₀ og partikelantal. For PM_{2,5} og PM₁₀ angives årsmiddelværdien og de tilhørende grænseværdier fra EU's luftkvalitetsdirektiv (EU, 2008). For PM₁₀ er der endvidere en grænseværdi for korttids eksponering for PM₁₀, som angiver at døgnmiddelværdien for PM₁₀ ikke må overskride 50 µg/m³ mere end 35 gange i et kalenderår (EU, 2008). Til sammenligning med korttidsgrænseværdien angives antallet af dage med overskridelse af 50 µg/ m³. 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 _{2,5}	PM ₁₀	PM ₁₀	Partikelantal	
	Årsmiddel	Årsmiddel	Antal dage med døgnmiddelværdi over 50 µg/m ³	11 - 478/550 nm	41 - 478/550 nm
	µg/m ³	µg/m ³	Antal dage	Antal/cm ³	Antal/cm ³
Grænseværdi	25	40	35		
<i>Gade</i>					
København, H.C. Andersens Boulevard	11	22	3	8900	2900
København, Jagtvej	9	17	1		
Odense, Grønløkkevej		16	0		
Aarhus, Banegaardsgade	9	16	1		
Aalborg, Vesterbro	8				
<i>Bybaggrund</i>					
København	8	14	1	3200	1700
Aarhus	7				
Aalborg	7				
<i>Forstad</i>					
Hvidovre	7			4400	2100
<i>Landbaggrund</i>					
Keldsnor		14	0		
Risø	7	13	1	2700	1400

Målingerne af PM₁₀ begyndte i 2001, mens målinger af PM_{2,5} 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_{2,5} og PM₁₀. Der ses et ensartet forløb ved alle målestationerne. PM_{2,5} er faldet med 30-50% og PM₁₀ med 30-45% siden opstart af målingerne i henholdsvis 2007/2008 og 2001.

For både PM_{2,5} og PM₁₀ ses et markant fald fra 2019 til 2020. Faldet 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. Det generelle fald i koncentrationerne, som følge af fald i udledningerne, og COVID-19-restriktionerne er de vigtigste årsager til det observerede fald. Endvidere har de naturlige variationer i de meteorologiske forhold også indflydelse på faldets størrelse.



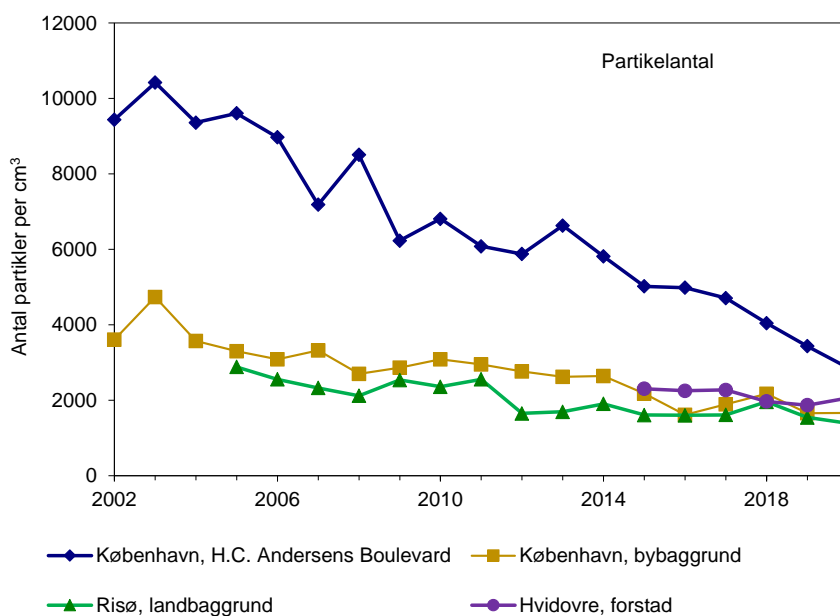
Figur 6.1. Udviklingstendens for årsmiddelværdi af $PM_{2.5}$ (øverst) og PM_{10} (nederst). De stiplede linjer angiver grænseværdierne for årsmiddelværdien af $PM_{2.5}$ og PM_{10} (EU, 2008). Fra og med 2012 er PM -værdierne vist ved ambient temperatur og tryk. Til og med 2011 er PM -værdierne vist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

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.

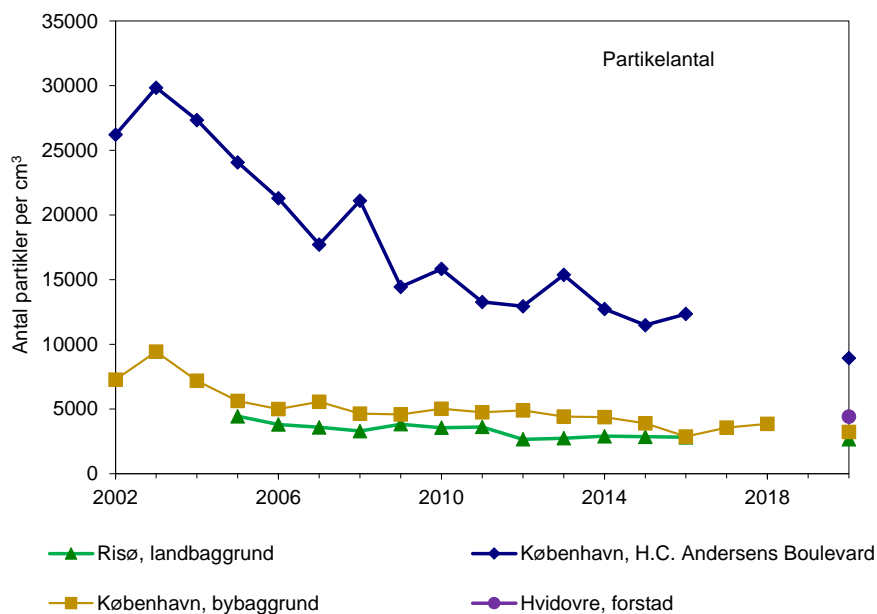
Der ses i store træk et parallelt fald i partikelantallet for de to fraktioner. Siden 2002 er partikelantallet for begge fraktioner faldet med omkring 70% og 45% ved henholdsvis gademålestationen på H.C. Andersens Boulevard og bybaggrundsmålestationen i København. Målinger i landbaggrund ved Risø er 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 2015), men siden opstart er partikelantallet faldet med omkring 10% for partikelfractionen fra 41 til 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, men det er endnu ikke vurderet, hvor stor indflydelse restriktionerne har haft.



Figur 6.2. Antallet af partikler med diameter mellem 41 nm og 478/550 nm.

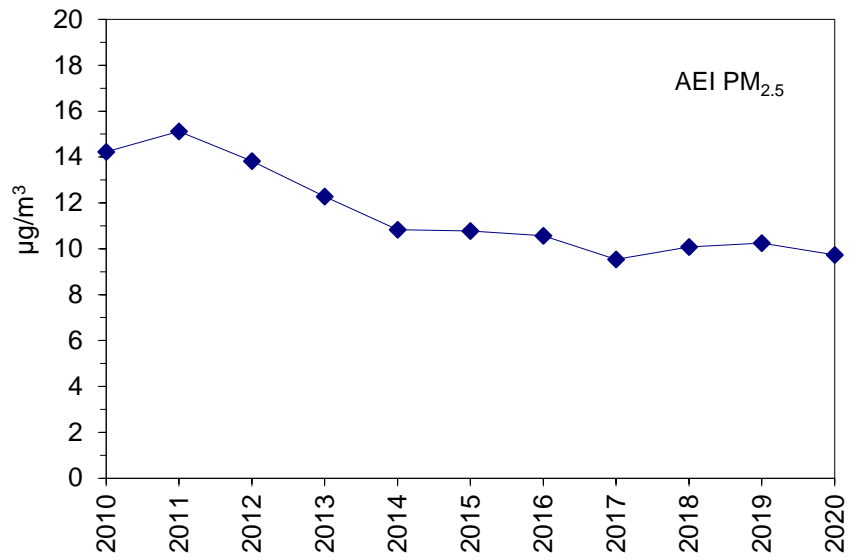


Figur 6.3. Antallet af partikler med diameter mellem 11 nm og 478/550 nm. Manglende data i perioden fra 2017-2019 skyldes instrumenttekniske problemer med at måle i partikelantal i området 11-41 nm i disse år.

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 i 2010, som i Danmark lå på 14 µg/m³ (figur 6.3). AEI for 2010 er beregnet på basis af årsgennemsnit for 2008-2010. I henhold til EU's luftkvalitetsdirektiv er det nationale reduktionsmål for Danmark en reduktion i AEI på 15%, som skal være opnået i 2020 (EU, 2008). For 2020 (gennemsnit for 2018-2020) lå AEI på 10 µg/m³, hvilket ligger på niveau med de seneste par år. Siden 2010 er der sket et fald i AEI på omkring 30% (figur 6.3) og Danmark opfylder dermed EU's nationale reduktionsmål.

EU's luftkvalitetsdirektiv indeholder også en forpligtelse til, at eksponeringskoncentrationen (AEI) ikke må overskride 20 µg/m³ fra 2015. Denne forpligtelse har været overholdt lige siden den trådte i kraft.



Figur.6.3. 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., 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>.

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. 2021: Corona-nedlukningens indflydelse på luftkvaliteten i Danmark i 2020. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 18 s. – Notat nr. 2021|07. https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2021/N2021_07.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.