

Ændring i luftkvalitet som følge af coronakrisen

Notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

Dato: 26. marts 2020 | **30**



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Datablad

Notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

Titel: Ændring i luftkvalitet som følge af coronakrisen

Forfattere: Thomas Ellermann og Ole Hertel
Institution: Aarhus Universitet, Institut for Miljøvidenskab

Faglig kommentering: Steen Solvang Jensen, ENVS
Kvalitetssikring, DCE: Vibeke Vestergaard Nielsen

Bedes citeret: Ellermann, T. & Hertel, O. 2020. Ændring i luftkvalitet som følge af coronakrisen. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 10 s. -- Notat nr. 2020|30
https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notatet_2020/N2020_30.pdf

Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse

Foto forside: Thomas Ellermann

Sideantal: 10

Indhold

Ændring i luftkvalitet som følge af Corona-krisen	4
Ændringer i luftkoncentrationerne af NO _x	4
Ændringer i partikelforureningen	8
Afsluttende bemærkninger	10

Ændring i luftkvalitet som følge af coronakrisen

Den 13. marts 2020 indførte den danske regering en lang række vidtrækkende tiltag til at begrænse udbredelsen af coronavirus i befolkningen. Blandt andet blev alle offentlige arbejdspladser, bortset fra en række kritiske funktioner som for eksempel hospitalerne, lukket ned. Disse tiltag har medført en stor reduktion i trafikken over hele landet, hvilket igen har medført et stort fald i luftforureningen. DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi under Aarhus Universitet, har derfor foretaget en præliminær analyse af ændringerne i luftkvaliteten baseret på målinger foretaget fra det nationale luftovervågningsprogram under NOVANA, som DCE varetager for Miljø- og Fødevareministeriet. Resultaterne heraf præsenteres i dette notat.

Det er vigtigt at holde sig for øje, at de her præsenterede resultater er baseret på de måleresultater, der løbende hentes hjem fra målestationerne umiddelbart efter målingen er gennemført. Det har derfor ikke været muligt at gennemføre den gængse kvalitetskontrol af måleresultaterne før den her præsenterede analyse. Restriktionerne i forbindelse med coronakrisen har ydermere bevirket, at den normale kontrol og service af måleinstrumenterne er reduceret til et absolut minimum. Der er derfor forhøjet usikkerhed på de præsenterede resultater, og der vil givet blive foretaget justeringer af resultaterne i forbindelse med den endelige kvalitetssikring af resultaterne.

Den forhøjede usikkerhed er baggrunden for, at vi så vidt muligt har baseret vurderingen på gennemsnitlige ændringer for et stort antal lokaliteter (og dermed måleinstrumenter). Der er fx set på gennemsnitlig ændring for gademålestationerne i København, Odense, Aarhus og Aalborg. Denne fremgangsmåde gør resultaterne mere robuste, da den reducerer effekten af mindre fejl på et enkelt instrument (markante fejl er desuden fjernet fra analysen af data).

Ændringer i luftkoncentrationerne af NO_x

Den centrale del af den foreliggende analyse er baseret på en belysning af ændringen i luftkoncentrationen af NO_x (kvælstofoxider), som består af summen af kvælstofmonooxid (NO) og kvælstofdioxid (NO_2). NO_2 har en direkte helbredseffekt og medfører irritation af slimhinder fx øjne og åndedrætssystemet. Derudover omdannes NO_x under transport i atmosfæren til fine partikler og bidrager dermed også indirekte til helbredseffekter gennem bidraget til partikelforurening.

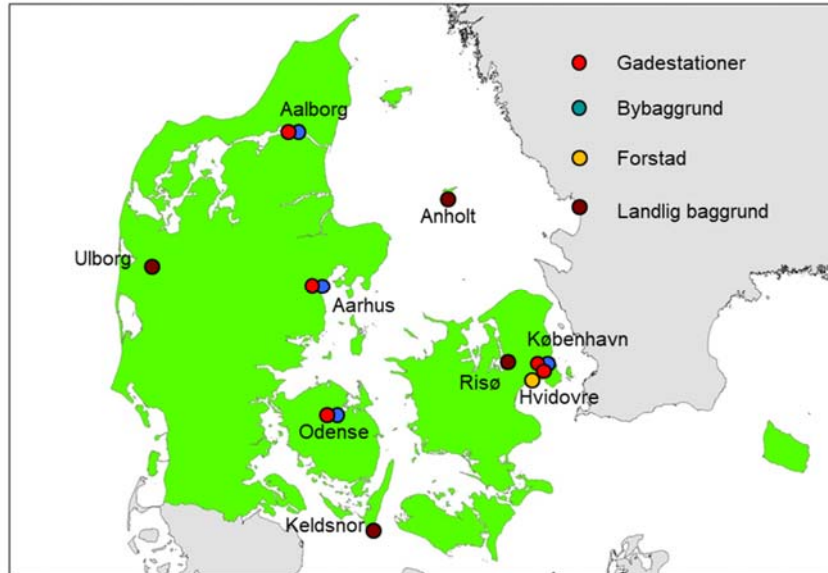
Den vigtigste kilde til NO_x i byerne er vejtrafikken. NO_x er dermed en god markør for ændringer i luftkvalitet, som er koblet til ændringer i vejtrafikken. I den foreliggende analyse er der anvendt data fra alle 14 målestationer ud over Danmark.

Figur 1 viser placeringen af de danske målestationer, hvor der måles NO_x ved hjælp af såkaldte "online" monitorer (dvs. resultater er tilgængelige med det samme). For hver ½ time sendes måledata til DCE-luftdatabase. Målestationerne er opdelt i fire kategorier:

- Gadestationer (5 stk.), som er placeret på stærkt trafikerede vejstrækninger i gader i de fire største danske byer.

- Bybaggrundsmålestationer (4 stk.), som er placeret i en vis afstand fra trafikerede gader. For eksempel i en park eller på et højt tag. Resultaterne er udtryk for den generelle luftkvalitet i byerne.
- Forstad (1 stk.), som er placeret i villaområde. Koncentrationerne af NO_x i forstaden er meget lig de niveauer, der måles i bybaggrunden, så derfor er den i dette notat regnet med sammen med disse.
- Landlig baggrund (4 stk.), som er placeret i landlige omgivelser uden væsentlige lokale kilder i nærheden.

Figur 1. Målestationerne i det danske luftovervågningsprogram, hvor der måles NO_x.



Spredning af luftforureningen fra en kilde påvirkes i høj grad af de meteorologiske forhold, hvor navnlig vindhastigheden spiller en stor rolle. Ved lav vindhastighed ses en langsom opblanding af udledningerne fra lav højde med den øvrige luft. I dette tilfælde vil NO_x kun langsomt transporteres med vinden væk fra for eksempel en gade. Ved høj vindhastighed ses det modsatte med en hurtig opblanding og hurtigt transport væk fra gaden. Ved en given udledning af NO_x fra trafikken i en gade, så vil lav vindhastighed give høje luftkoncentrationer, og høj vindhastighed vil give lave koncentrationer. Variation i vindhastigheden kan således give en ændring i døgnmiddelkoncentrationerne på to til tre gange inden for hverdagene i den samme uge.

For at kunne vurdere effekten af restriktionerne i forbindelse med coronakrisen er det derfor nødvendigt at kigge på udviklingen i middelkoncentrationerne, og det er nødvendigt at gøre dette for en længere periode. På den måde kan effekten af de naturlige variationer i de meteorologiske forhold reduceres. Normalt vil vi vurdere ændringer i luftkoncentrationerne på basis af gennemsnit over adskillige måneder eller sågar hele år. Dette er imidlertid ikke muligt i den nuværende situation, hvor vi for øjeblikket kun har kunnet behandle data for en relativt kort periode påvirket af restriktioner i forbindelse med coronakrisen. Derfor har vi foretaget vurderingen af udviklingen i NO_x ved at sammenligne ugemiddelkoncentrationen for uge 12 (16.- 22. marts 2020) med den gennemsnitlige koncentration for ugerne 2-10 (6. januar – 8. marts 2020). Ugerne 2-10 er her anvendt, som udtryk for den normale situation før krisen. Uge 12 var den første uge, hvor nedlukningen af de offentlige arbejdspladser havde fuld effekt. I uge 11 var der nedlukning i dele af ugen og kun trinvis, så derfor er den udeladt af analysen.

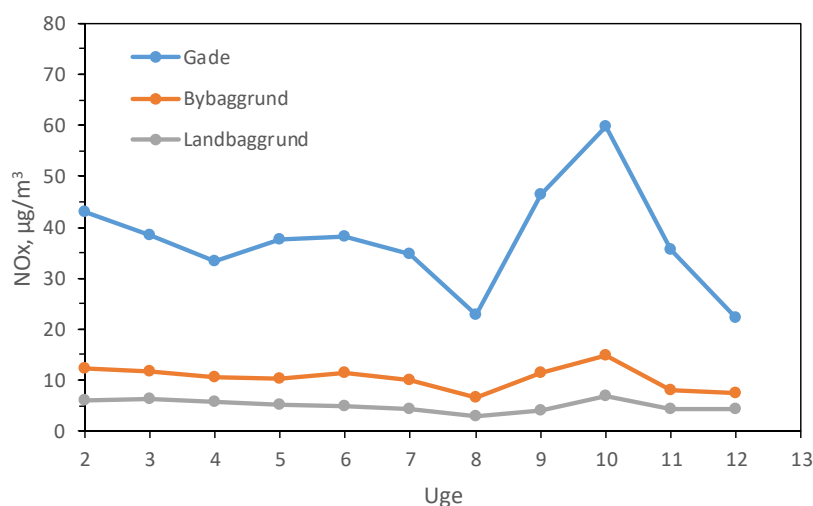
Tabel 1 præsenterer resultaterne af de gennemsnitlige ugekonzentrationer for gennemsnit af målinger i gade, bybaggrund og landlig baggrund. Den største ændring ses ved gadestationerne, hvor der er sket et fald på omkring 40%. Luftkoncentrationerne i bybaggrund er også faldet - om end i mindre grad end i gaderne. Ændringer i landlig baggrund er relativt lille. Det observerede mønster med størst fald i målinger på gade og mindst fald i landlig baggrund er i overensstemmelse med, at påvirkningen fra udledninger fra trafik er væsentlig større i gaderne i byerne sammenlignet med ude på landet.

Tabel 1. Gennemsnitlig ugemiddel luftkoncentration af NO_x, som gennemsnit for gadestationer (5 stk.), bybaggrundsstationer (5 stk.) og målestationer i landlig baggrund (4 stk.). NO_x er angivet i ækvivalenter af NO₂, hvilket er normal praksis inden for luftkvalitetsovervågning.

	Gade	Bybaggrund	Landlig baggrund
NO _x uge 2-10, µg/m ³	39	11	5,1
NO _x uge 12, µg/m ³	22	7,4	4,3
Ændring %	44	33	14

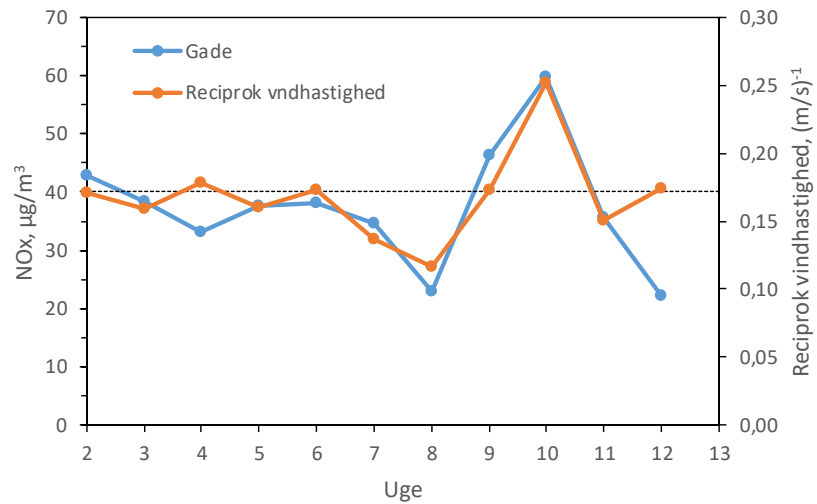
Figur 2 viser udviklingen i de målte ugemiddelværdier. Der ses en stor variation fra uge til uge hvor koncentrationerne i uge 10 er omkring dobbelt så høje som i uge 8. Årsagen til variationerne i perioden fra uge 2 til 10 er variationerne i de meteorologiske forhold, og så spiller det også ind, at der var vinterferie i uge 7 og 8.

Figur 2. Ændringer i ugemiddelkoncentrationen af NO_x, præsenteret som middel af målestationerne i gade, bybaggrund og landbaggrund. Uge 12 er den første uge, hvor forholdsreglerne i forbindelse med coronakrisen har været fuldt implementeret i hele ugen.



Figur 3 viser udviklingen i ugemiddel ved gademålestationerne sammenholdt med den reciprokke vindhastighed. Ved at beregne den reciprokke vindhastighed (1/vindhastighed) får man en høj værdi ved lav vindhastighed og lav værdi ved høj vindhastighed. Derfor kan man forvente en sammenhæng mellem variationerne i luftkoncentrationerne og den reciprokke vindhastighed.

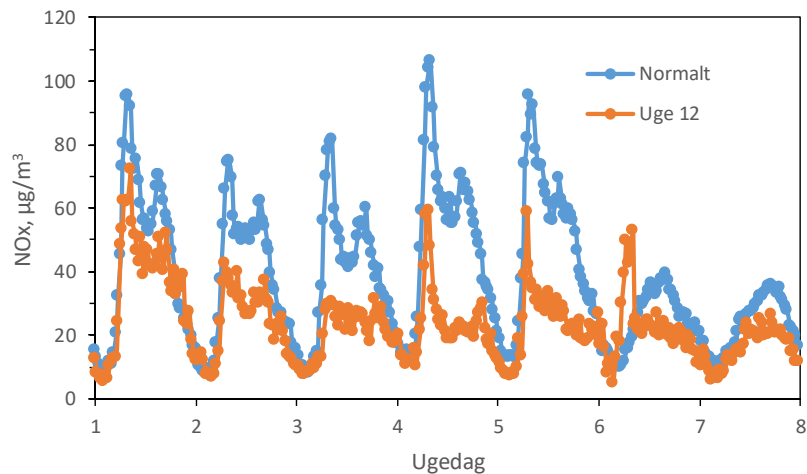
Figur 3. Sammenligning mellem gennemsnitlig ugemiddel-luftkoncentration af NO_x for gademålestationer i København, Odense, Aarhus og Aalborg (venstre akse) og den reciproke vindhastighed (højre akse). Den stiplede linje angiver gennemsnit for uge 2-10. Vindhastighed er fra DMI: <https://www.dmi.dk/vejrkiv/>.



Som det fremgår af figuren, så er der en god overensstemmelse mellem ugemiddel luftkoncentrationer, og den reciproke vindhastighed helt frem til uge 12. I uge 12 ses væsentligt lavere luftkoncentrationer end forventet ud fra variationerne i vindhastigheden. Hvis der ikke havde været reduktion i udledningerne fra trafikken, så ville vi for uge 12 have forventet en luftkoncentration af NO_x på omkring 40 µg/m³, hvilket svarer til det gennemsnitlige niveau for ugerne 2-10. På basis heraf konkluderes det, at det er effekten af de mange tiltag i forbindelse med coronakrisen, som er den primære årsag til faldet i NO_x-koncentrationerne i uge 12.

Figur 4 viser døgnvariationen for luftkoncentrationerne af NO_x for de forskellige dage i løbet af ugen. Dels gennemsnit for normale forhold (perioden frem til uge 12) og dels for uge 12. Gennemsnit for de normale forhold viser den typiske døgnvariation med de højeste koncentrationer i forbindelse med hverdagsmorgnernes myldretid, lidt lavere koncentration midt på dagen efterfulgt af en top i forbindelse med eftermiddagens myldretid. De laveste koncentrationer ses om natten. Lørdag og søndag ses væsentligt lavere koncentrationer med de højeste koncentrationer midt på dagen.

Figur 4. Døgnvariation i luftkoncentrationerne af NO_x. Dels som gennemsnit for den normale situation for perioden frem til uge 12 og dels for uge 12. X-aksens numre svarer til tidsudviklingen i ugen. 1-2 er mandag, 2-3 tirsdag osv. Igen viser figuren den gennemsnitlige variation i middel for gadestationerne i København, Aarhus, Odense og Aalborg.



For uge 12 ses i dagtimerne generelt lavere koncentrationer, mens koncentrationerne om natten ligger på et niveau, der svarer til niveauet under normale forhold. Disse observationer underbygger, at ændringerne i luftkoncentrationerne hovedsageligt skyldes faldet i trafikken, som følge af tiltagene under coronakrisen, der navnlig har reduceret trafikken i dagtimerne.

NO₂ er, som nævnt ovenfor, den del af NO_x, som har en direkte helbredseffekt. Tabel 2 viser, at de gennemsnitlige ændringer i NO₂ ligger lidt lavere end for NO_x for gade og bybaggrund. Dette kan hænge sammen med, at NO₂ påvirkes af kemiske omdannelser i luften. For landlig baggrund ses tilgængeligt et større procentvis fald for NO₂ end for NO_x. Årsagen til dette kendes ikke endnu, men formentligt er det blot en konsekvens af, at der er betydelig større usikkerhed på de ikke-kvalitetssikrede data ved de lave koncentrationer, som måles ved målestationerne i langlig baggrund.

Tabel 2. Gennemsnitlig ugentlig luftkoncentration af NO₂ som gennemsnit for gadestationer i de større danske byer (5 stk.), bybaggrundsstationer (5 stk.) og målestationer i landlig baggrund (4 stk.).

	Gade	Bybaggrund	Landlig baggrund
NO ₂ uge 2-10, µg/m ³	20	10	4,9
NO ₂ uge 12, µg/m ³	14	6,7	3,5
Ændring %	29	31	27

De observerede ændringer i NO_x og NO₂ er på linje med de resultater, som er præsenteret af det Europæiske Miljøagentur. De har fundet reduktioner i NO₂ luftkoncentrationer på omkring 20-60% for gader i en række af Europas storbyer¹.

Ændringer i partikelforureningen

Vi har endvidere også lavet en præliminær analyse af ændringerne i partikelforureningen. Vi har imidlertid væsentligt færre målinger til rådighed for denne analyse, hvilket betyder, at vurderingen af ændringen i luftkoncentrationer for partikler er mindre robust og behæftet med større usikkerhed end for NO_x.

Partikler er ikke bare partikler og omfatter mange slags partikler med forskellig kemisk sammensætning og størrelse. Størrelsen af partiklerne har stor betydning for de helbredsmæssige effekter ved udsættelse for partikelforurening. De største partikler afsættes i de øvre luftveje, mens mindre partikler trænger dybere ned i luftvejene. Samtidigt spiller størrelsen også en væsentlig rolle for, hvordan de omsættes og transporteres rundt i luften.

¹ https://www.eea.europa.eu/highlights/air-pollution-goes-down-as/?utm_medium=email&utm_campaign=Air%20pollution%20goes%20down%20as%20Europe%20takes%20hard%20measures%20to%20combat%20coronavirus&utm_content=Air%20pollution%20goes%20down%20as%20Europe%20takes%20hard%20measures%20to%20combat%20coronavirus+CID_22d25013de4a0042e30aca33c40d9971&utm_source=EEA%20Newsletter&utm_term=Find%20out%20more

Partikler deles normalt op i følgende grupper:

Ultrafine partikler (UFP)

Det er partikler med en diameter under 100 nm. Det er muligt, at disse partikler har stor effekt på helbredet, men dette er endnu ikke blevet fuldt underbygget via epidemiologiske undersøgelser. Partiklerne er meget små, og da de stort set ikke vejer noget, så bliver de bestemt ved tællinger af antal. De ultrafine partikler angives således ved det samlede antal partikler per cm^3 , og de omfatter typisk partikler i størrelsesorden fra omkring 7 til 500 nm (eller 0,007 til 0,5 μm). Den væsentligste kilde er udledninger fra trafik og brændefyring, men de dannes også ud fra gasformig forurening i kemiske reaktioner i atmosfæren. Disse partikler eksisterer kun i kort tid, og høje koncentrationer af ultrafine partikler ses derfor tæt på kilden – for eksempel i en stærkt trafikkeret gade.

PM_{2,5}

Partikler med en diameter under 2,5 μm . Det er denne partikelfraktion, som med den nuværende viden regnes for at have den største effekt på helbredet. Disse partikler bestemmes ved deres masse ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Partiklerne kan transporteres mange hundrede kilometer med luften, så derfor er den væsentligste kilde til PM_{2,5} langtransport af partikler fra udlandet til Danmark. Brændefyring og trafik er de vigtigste danske kilder til PM_{2,5}.

PM₁₀

Partikler med en diameter under 10 μm (PM_{2,5} er derfor indeholdt i denne fraktion af partikler). Disse partikler bestemmes ligeledes ved deres masse ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Partiklerne kan transporteres mange hundrede kilometer med luften, så derfor er den væsentligste kilde til PM₁₀ langtransport af partikler fra udlandet til Danmark. Trafik er en af de vigtigste danske kilder til PM₁₀, men også havsprøjt og ophvirvling af støv bidrager til denne partikelforurening. Trafikkens bidrag til PM₁₀ kommer navnlig fra vej-, dæk- og bremseslid.

Antallet af partikler (oftest omtalt som UFP) bliver kun målt ved fire målestationer i Københavnsområdet og der er data fra begyndelsen af februar og frem til og med uge 12. Disse data viser, at der ved gademålestationen på H.C. Andersens Boulevard er sket et fald på omkring 25% i middel for uge 12 sammenlignet med gennemsnitlig ugemiddel for ugerne 7-10. Når de høje usikkerheder tages med i betragtning, så vurderes dette at være i god overensstemmelse med ændringerne observeret for NO_x.

I bybaggrund i København ses ingen ændring i partikelantallet, mens der ved målestationen i forstad (Hvidovre) og landbaggrundsmålestationen ved Risø ses en stigning i partikelantal på omkring 30%. Stigningen i partikelantal ved målestationerne i Hvidovre og ved Risø kan muligvis skyldes en stigning i kilder, der ikke er relateret til trafik (fx brændefyring). Der er imidlertid ikke tilstrækkeligt datagrundlag til, at vi på nuværende tidspunkt kan sige noget sikkert om årsagerne til ændringerne observeret ved disse målestationer.

I forbindelse med det nationale overvågningsprogram foretages de primære målinger af PM_{2,5} og PM₁₀ ved 12 målestationer ved hjælp af referencemetoden fastlagt i EU's luftkvalitetsdirektiv. Denne metode er baseret på opsamling af partikler på filtre, som efterfølgende vejes i laboratoriet. Resultaterne fra disse målinger er derfor ikke tilgængelige på nuværende tidspunkt.

DCE måler imidlertid også PM_{2.5} og PM₁₀ med en målemetode (TEOM), der kan give online-informationer om partikelforureningen. Usikkerheden på disse målinger er imidlertid væsentligt højere end for referencemålingerne af PM_{2.5} og PM₁₀, og vurdering af ændringerne som følge af coronakrisen skal udelukkende betragtes som indikation af, hvor det peger henad.

Ved gademålestationen på H.C. Andersens Boulevard måles både PM_{2.5} og PM₁₀ med TEOM-metoden. Endvidere måles PM₁₀ med TEOM-metoden ved gademålestationen i Aarhus og på landbaggrundsmålestationen ved Risø nord for Roskilde. De målte ændringer fra den normale situation til ugemiddel for uge 12 er væsentligt mindre for PM_{2.5} og PM₁₀ end for NO_x. Dette er i overensstemmelse med forventningerne, da trafik kun udgør en mindre del af disse partikelfraktioner og bidraget fra langtransport er stort.

Der er dog ikke tale om et entydigt billede, så det er derfor ikke muligt at vurdere i hvilket omfang tiltagne i forbindelse med coronakrisen har haft indflydelse på disse partikelfraktioner.

Hvis de danske og mange udenlandske tiltag til bekæmpelse af spredning af coronavirus fortsætter i en længere periode vil vi forvente også at kunne se et mindre fald i PM_{2.5} og PM₁₀, da der i hele Europa er sket en drastisk reduktion i mange af de aktiviteter, som fører til partikelforureningen. Dette vil vi dog formodentlig først kunne observere, når vi har en længere tidsserie til rådighed, og har data fra de mere præcise målinger med referencemetoden.

Afsluttende bemærkninger

Den faldende forurening vil give reduktion i helbredseffekterne forbundet med luftforureningen. Dette gælder naturligvis navnlig, hvis tiltagene til begrænsning af coronavirus varer ved i en længere periode. DCE vil derfor påbegynde udarbejdelse af en vurdering af, i hvilket omfang coronakrisen har givet reduktion i helbredseffekterne fra luftforureningen.

Det er endvidere klart, at der vil kunne forventes yderligere fald i luftforureningen, hvis coronakrisen varer ved og tiltager i omfang. DCE vil derfor løbende følge udviklingen i den kommende tid.