

Dette udvidet resumé er udgivet i det elektroniske tidsskrift

Artikler fra Trafikdage på Aalborg Universitet

(Proceedings from the Annual Transport Conference at Aalborg University)

ISSN 1603-9696

<https://journals.aau.dk/index.php/td>

trafikdage
NY VIDEN & NETVÆRK

Prognose- og varslingsystem for luftkvalitet i Københavns Kommune

*Steen Solvang Jensen (ssj@envs.au.dk), Jibran Khan, Jesper H. Christensen, Matthias Ketzel, Kaj Mantzius Hansen, Christopher Andersen, Jørgen Brandt, Thomas Ellermann
Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi*

Abstrakt

Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi (AU/DCE) har udviklet et nyt korttidsprognose- og varslingsystem for luftkvalitet for Københavns Kommune. Der er opbygget et operationelt system til beregning af luftkvaliteten de kommende fire døgn på udvalgte gader i København. På baggrund af disse data præsenteres et indeks for luftforurening med tilhørende handleanvisninger for borgerne med fokus på sårbare borgere. Desuden præsenteres tidsserier for luftkvaliteten for de kommende fire døgn samt seneste data for de seks målestationer, som indgår i systemet. Følgende luftforurenende stoffer indgår i systemet: PM_{2,5}, PM₁₀, NO₂ og O₃.

Baggrund og formål

Dette udvidet resumé beskriver udviklingen af et nyt korttidsprognose- og varslingsystem for luftkvalitet i Københavns Kommune (Jensen et al., 2025). Formålet med systemet er at forudsige luftkvaliteten for de kommende fire døgn på udvalgte gader i København. Ved hjælp af et letforståeligt indeks for luftforurening skal dette hjælpe med at informere borgerne, især sårbare grupper, om forventede niveauer af luftforurening, så de kan tage nødvendige forholdsregler for at minimere helbredsmæssige konsekvenser. Det nye system skal således forbedre informationen om luftkvalitet i København og hjælpe særligt sårbare borgere med at træffe informerede beslutninger for at beskytte deres helbred. Indeks for luftforurening og handleanvisninger er baseret på et forslag, som DCE tidligere har udarbejdet for Københavns Kommune, som er baseret på WHO's nye retningslinjer for luftkvalitet fra 2021 (Ellermann et al., 2023; WHO, 2021).

Udvikling af et prognose- og varslingsystem for luftforurening i København er en del af Københavns Kommunes indsats mod luftforurening i København 2024-27.

AU/DCE har udarbejdet et forslag til visning af indeks for luftforurening og tilhørende handleanvisninger samt visning af tidsserier for luftkvalitet. På denne baggrund har Københavns Kommune selv opbygget en hjemmeside (Byens Luft, <https://byensluft.kk.dk/>), hvor data vises. Københavns Kommune har desuden udviklet en app til smartphones, som forventes lanceret i foråret 2025.

Det nye luftkvalitetsdirektiv, som blev vedtaget i oktober 2024 (EU, 2024), kræver at medlemslandene tilvejebringer et luftkvalitetsindeks til borgerne som minimum ved at henvise til det luftkvalitetsindeks, som Det Europæiske Miljøagentur opstiller. Det Europæiske Miljøagentur er ved at opdatere deres luftkvalitetsindeks i lyset af WHO's seneste anbefalinger (WHO, 2021). Et eventuelt nationalt indeks for luftforurening skal være implementeret i 2026.

Indeks for luftforurening og handleanvisninger

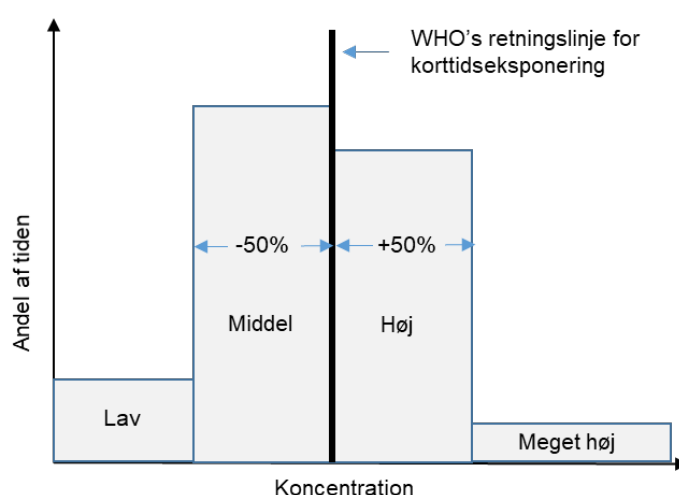
Det nye indeks for luftforurening for Københavns Kommune er baseret på de nyeste anbefalinger fra Verdenssundhedsorganisationen (WHO) og omfatter korttidseksponering for fire luftforureningskomponenter: PM_{2,5}, PM₁₀, kvælstofdioxid (NO₂) og ozon (O₃). PM_{2,5} og PM₁₀ er massen af partikler med en størrelse under hhv. 2,5 og 10 mikrometer. WHO's anbefalinger er baseret på løbende 24-timers middelværdier for PM_{2,5}, PM₁₀ og NO₂ samt løbende 8-timers middelværdier for O₃, som i systemet er omregnet til kalenderdøgn for nemt at kunne formidle indekset til borgerne.

Opbygning af indekset

Indekset inddeler luftforureningen i fire niveauer: "Lav", "Middel", "Høj" og "Meget høj", som skitseret i Tabel 1. WHO's retningslinjer udgør den øvre grænse for niveauet "Middel", mens grænserne for "Lav" og "Meget høj" er fastsat henholdsvis 50 % under og 50 % over disse værdier. Denne inddeling er designet til at være enkel og transparent, hvilket skal sikre både forståelighed og anvendelighed for offentligheden (Ellermann et al., 2023). Figur 1 viser en skitse, der illustrerer principperne bag fastsættelsen af indeksniveauerne for hver forureningskomponent. Et samlet indeks for luftforurening er baseret på den luftforureningskomponent, som har det højeste indeks af de fire luftforureninger. Når indekset er lavt, er luftforureningen lav, og når indekset er højt, er luftforureningen høj.

Tabel 1. Indeksniveauer i DCE's forslag til nyt indeks for luftforurening for Københavns Kommune. Alle koncentrationer er angivet i µg/m³. Tallene med fed skrift svarer til WHO's retningslinjer for korttidseksponering (WHO, 2021).

	Lav	Middel	Høj	Meget høj
PM _{2,5}	0-7,5	7,5- 15	15-22,5	Over 22,5
PM ₁₀	0-22,5	22,5- 45	45-67,5	Over 67,5
Kvælstofdioxid	0-12,5	12,5- 25	25-37,5	Over 37,5
Ozon	0-50	50- 100	100-150	Over 150



Figur 1. Skitse af principperne bag DCE's forslag til fastlæggelse af indeksniveauerne for de enkelte luftforureningskomponenter.

På baggrund af analyser af måledata fra H.C. Andersens Boulevard fra 2021 kan det forventes, at kategorien "Meget høj" som samlet indeks optræder i omkring 10-15 % af døgnene og "Høj" i omkring 35-40 % af døgnene for stærkt trafikerede gader. Ud fra måledata for bybaggrundsstationen på taget af H.C. Ørsted Instituttet forventes "Meget høj" at optræde i få procent af døgnene og "Høj" i under 10 % af døgnene. De situationer, hvor "Høj" og "Meget høj" vil optræde er i situationer med lav vindhastighed, inversion eller langtransporteret luftforurening fra Centraleuropa eller en kombination heraf. Dag til dag variationerne i indekset er således i høj grad påvirket af de meteorologiske forhold og langtransport af luftforurening.

Vigtigheden af de forskellige komponenter

Alle fire luftforureningskomponenter, som indgår i luftkvalitetsindekset, har betydning for helbredseffekter. Partikler er den luftforureningskomponent, som bidrager til de største helbredsbyrder i Danmark (Nordstrøm et al., 2024). Kvælstofdioxid spiller en større rolle på gadeniveau, mens ozon primært påvirker luftkvaliteten i bybaggrunden. Dette skyldes ozons egenskab til at nedbrydes i nærheden af trafikudledninger, men alligevel betragtes den som vigtig i indekset for luftforurening, især om sommeren. For at undgå modstridende information kommunalt og nationalt, opretholdes også en informering om ozon, da staten skal varsle befolkningen i tilfælde af, at ozonkoncentrationerne overstiger informations- og varslingsniveauerne i luftkvalitetsdirektivet.

Beskrivelse af handleanvisninger

En detaljeret beskrivelse af foreslåede handleanvisninger findes i Ellermann et al. (2023). Disse bygger på den nyeste viden om luftforureningsens helbredseffekter og har til formål at give klare, sundhedsorienterede anbefalinger til borgerne i København. Forslaget fokuserer både på den generelle befolkning og på særligt sårbare grupper som er sårbare børn, gravide og personer med astma, KOL (Kronisk Obstruktiv Lungesygdom) og hjertesygdomme. Vigtige overvejelser bag de opdaterede anbefalinger omfatter balancen mellem risiko og fordelene ved udendørs fysisk aktivitet. For eksempel viser undersøgelser, at de sundhedsmæssige fordele ved at cykle overstiger de negative effekter af at blive udsat for trafikrelateret luftforurening ved forhold, der svarer til luftforureningsniveauerne i Danmark.

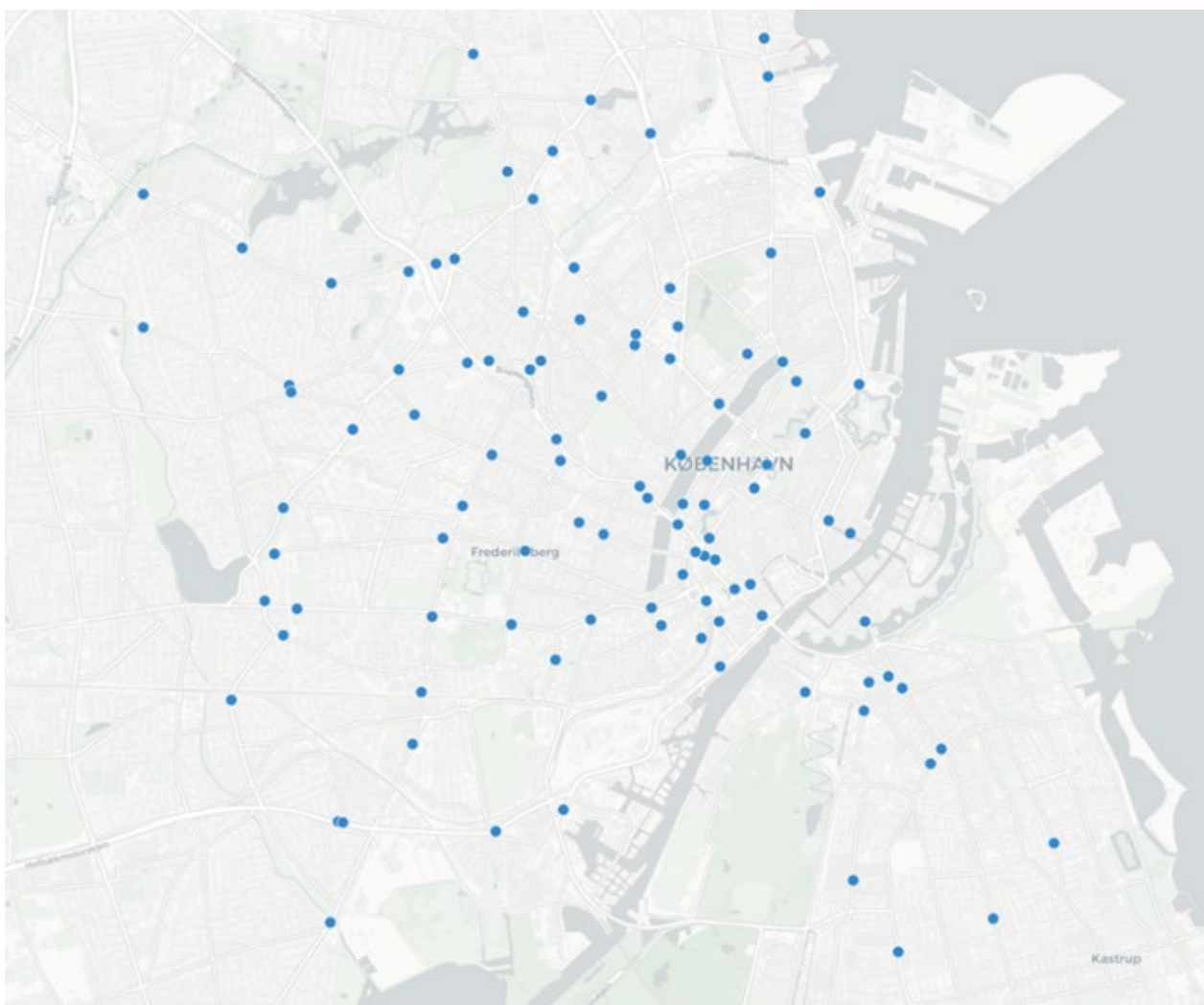
Anbefalingerne i det nye system, som er illustreret i Figur 2, er opbygget med fire niveauer: lav, middel, høj og meget høj. For hvert niveau gives specifikke råd til den generelle befolkning og de sårbare grupper. For eksempel rådes særligt sårbare grupper til at undgå fysisk aktivitet ved høje luftforureningsniveauer og søge mod områder med lavere forurening (Ellermann et al., 2023).

Hvordan er luffore-ningen?	Sådan kan du forholde dig	Sådan kan du forholde dig, hvis du er særligt sårbar (sårbare børn, gravide, personer med astma, KOL og hjertesygdom)
Lav	Normalt	Normalt
Middel	Normalt	Normalt
Høj	Normalt	Begræns hård fysisk aktivitet på stærkt trafikerede gader
Meget høj	Begræns hård fysisk aktivitet på stærkt trafikerede gader	Begræns din færden på stærkt trafikerede gader Søg mod områder med lavere luftforurening når du er udenfor (link til kort)

Figur 2. DCE's forslag til handleanvisninger, hvor første kolonne refererer til de forskellige indeksniveauer. Anden kolonne angiver handleanvisning for den generelle befolkning, mens tredje kolonne angiver handleanvisninger for de særligt sårbare.

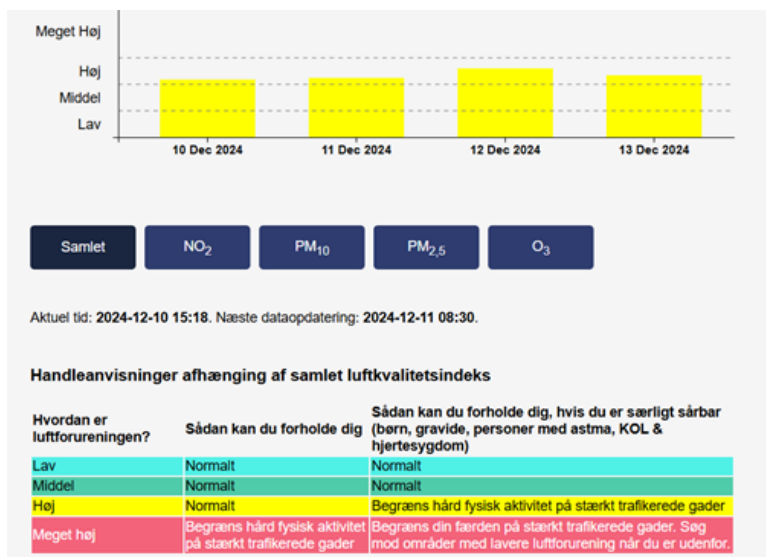
Hovedresultater

Der indgår 103 lokationer i systemet spredt ud over Københavns Kommune og Frederiksberg Kommune (se Figur 3). Af disse 103 er tre lokationer sammenfaldende med placeringer af Københavns Kommunes tre målestationer og tre lokationer er sammenfaldende med AU/DCE's tre målestationer. Den regionale baggrundsluftforurening for København samt meteorologiske data hentes fra det europæiske program Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS) og Integrated Forecasting System (IFS). På baggrund heraf beregnes bybaggrundskoncentrationer med Urban Background Model (UBM) og efterfølgende gadekoncentrationerne med Operational Street Pollution Model (OSPM) for de gader, som indgår i systemet. UBM og OSPM er udviklet af DCE. Den regionale model, DEHM, som ligeledes er udviklet af DCE, indgår i prognosen fra CAMS. Der er gennemført en summarisk evaluering af modellerede prognosedata for en periode på tre måneder fra september til december 2024 ved at sammenligne med målinger for de seks målestationer, som indgår i systemet (Jensen et al., 2025).



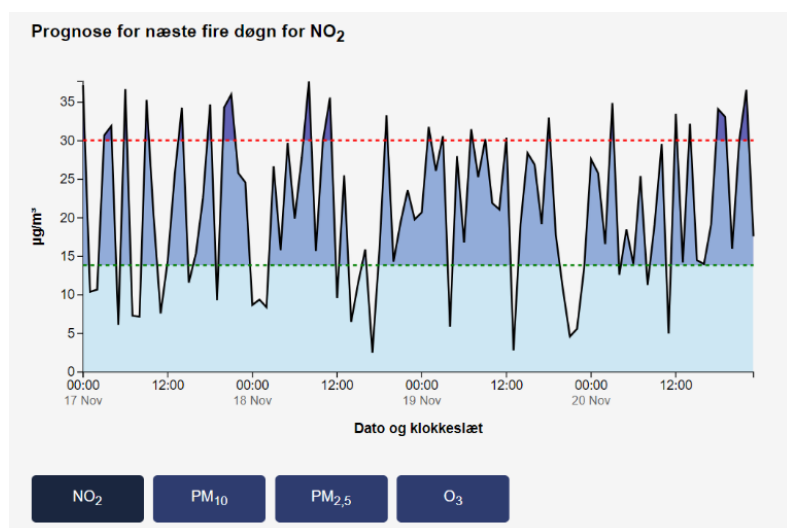
Figur 3. Placering af 103 lokationer, som indgår i prognose- og varslingsystem.

Et eksempel på visning af indeks for luftforurening for en lokation er vist i Figur 4.



Figur 4. DCE's forslag til visning af indeks for luftforurening og tilhørende handleanvisninger.

Et eksempel på visning af en prognose for de næste fire døgn for en lokation ses i Figur 5.



Figur 5. DCE's forslag til visning af prognosedata. 25-percentil (grøn) og 75-percentil (rød) er også vist.

Referencer

- Ellermann, T., Jensen, S.S., Sigsgaard, T. 2023. Forslag til opdatering af Københavns Kommunes luftkvalitetsindeks. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 38 s. - Teknisk rapport nr. 270.
- EU, 2024. Directive of The European Parliament and of the Council on ambient air quality and cleaner air for Europe (recast). Brussels, 2 October 2024.
- Jensen, S. S., Khan, J., Christensen, J.H., Ketzler, M., Hansen, K.M., Andersen, C., Brandt, J., Ellermann, T. (2025). Prognose- og varslingsystem for luftkvalitet i Københavns Kommune. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 33 s. - Videnskabelig rapport nr. 636.
- WHO, 2021. WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Ge-neva: World Health Organization; 2021. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228>.