

Sundhed og luftforurening i København

Årsrapport 2021



Indholdsfortegnelse

1 / Forord	3
2 / Hovedkonklusioner	5
3 / Øget viden om sundhedskonsekvenser af luftforurening i Københavns Kommune	6
4 / Ekspertgruppens arbejde og anbefalinger	15
5 / Anbefalinger om sundhed og luftforurening fra Verdenssundhedsorganisationen (WHO)	19
6 / Status på viden om luftforurening og sundhed i Københavns Kommune	25
7 / Mere viden om luftforurening – og et stort forebyggelsespotentiale	36
8 / Eksponering for sundhedsskadelig luftforurening på gadeniveau	41
9 / Opsamling – status på sundhed og luftforurening i København	45
Bilag	50

1 / Forord

København er en dejlig by. Og som københavnere elsker vi at bo og færdes her. Men vores by er præget af høj luftforurening – fra både vejtrafik og fra brændeovne. Alt for mange københavnere lever lige nu med konsekvenser af sundhedsskadelig luftforurening, der forårsager og forværrer sygdomme og nedsætter livskvaliteten. Faktisk er luftforurening skyld i lidt mere end hvert tiende dødsfald i København. Det kræver handling.

Verdenssundhedsorganisationen (WHO) kalder luftforurening 'den største miljømæssige udfordring for menneskers sundhed'. Vi er helt enige. Den sundhedsskadelige luftforurening påvirker københavnernes livskvalitet forværrer eksisterende sygdom, giver flere sygedage, nedsætter aktivitetsniveauet og øger risikoen for overvægt.

WHO udgav i september 2021 en rapport med nye retningslinjer for luftkvalitet. Rapporten indeholder et klart budskab om, at luftforurening har store konsekvenser for menneskers sundhed. Og den skræmmende konklusion er, at de sundhedsskadelige effekter indtræffer ved lavere forureningsniveauer, end vi har troet indtil nu. Derfor skal vi nedbringe den sundhedsskadelige luftforurening i København.

Vi er heldigvis allerede i gang. Cyklen er en central del af løsningen, og vi arbejder for at gøre den til det oplagte transportvalg. I 2022 indvier vi fem nye supercykelstier i København, og en ny cykelgade i Vendersgade skaber bedre forhold for både cyklister og gående. Derudover opgraderer vi også byens eksisterende cykelstier.

Samtidig har regeringen planlagt at åbne for, at vi kan sætte fart på udskiftningen og nedlæggelsen af brændeovne i visse geografiske områder. Den ændring har vi længe efterspurgt i København. Regeringen har også givet kommunerne mulighed for at udvide byens Miljøzone, så vi nu kan stille krav om, at alle dieslbiler skal have et partikelfilter for at køre ind i zonen. Den skærpelse ønsker vi også at indføre i København hurtigst muligt. Herudover har vi i København i 2022 vedtaget nye handlingsplaner for delebilisme, el-ladeinfrastruktur og meget mere.

Vi skal videre ad den vej for at vi kan opfylde vores ambition om at være en af verdens sundeste og grønneste hovedstæder. Københavnerne skal kende de helbredsmæssige konsekvenser ved luftforurening, og vi skal blive ved med at arbejde for, at vi københavnere selvfølgelig ikke skal blive syge af den luft, vi indånder.



Sisse Marie Welling
Sundheds- og omsorgsborgmester



Line Barfod
Teknik- og miljøborgmester



2 / HOVEDKONKLUSIONER

'Sundhed og luftforurening i København 2021' har følgende hovedkonklusioner, der er nærmere beskrevet og uddybet i rapporten:

- WHO's nye retningslinjer for luftkvalitet har et budskab om, at luftforurening forårsager betydelige skader på menneskers sundhed ved lavere niveauer end hidtil antaget. For at beskytte menneskers sundhed anbefaler WHO derfor markant lavere niveauer af luftforurening i forhold til tidligere
- Der er ifølge WHO ikke en nedre grænse for partiklers sundhedsskadelige effekter. Selv ved relativt lave niveauer som i København har luftforurening betydelige konsekvenser for menneskers sundhed
- Evidens for sundhedsmæssige konsekvenser for mennesker som følge af eksponering for luftforurening er steget de senere år. Der er eksempelvis evidens for sammenhæng mellem eksponering for fine partikler og for tidlig død, akut lungeinfektion, KOL, iskæmisk hjertesygdom, lungekræft og hjerteanfald. Der er endvidere stigende evidens for sammenhæng til type-2-diabetes, neonatal dødelighed forårsaget af lav fødselsvægt og for tidlig fødsel
- Det vil have en positiv indflydelse på klimaforandringer med en reduktion af niveauer af sundhedsskadelig luftforurening. Tilsvarende kan arbejdet med at afbøde klimaforandringer bidrage positivt til at forbedre luftkvalitet og dermed bidrage til væsentlige sundhedsmæssige forbedringer
- Et begrænset sygdomsbillede, sammenlignet med evidensgrundlaget, udgør fundamentet for de beregningsmodeller, som anvendes til opgøre sundhedskonsekvenser af luftforurening – også i Danmark. Sundhedskonsekvenser af luftforurening er derved formodentlig langt større, end man ved og kan dokumentere i dag
- Sundhedsskadelig luftforurening er (også) årsag til en lang række sundhedskonsekvenser, der ikke er egentlige sygdomme men som alligevel har stor betydning for menneskers livskvalitet. Samlet set kan disse betegnes som øget risiko for fysiske og psykiske gener og et dårligt velbefindende. Det drejer sig eksempelvis om overvægt, stresssymptomer, hovedpine, hoste, irriterede øjne, næse og hals, allergiske reaktioner, åndenød, hvæsende åndedræt, utilpashed, inaktivitet mv. Der er grupper af mennesker, som er særligt sårbare overfor de sundhedsmæssige konsekvenser af luftforurening, og hvor fysiske og psykiske gener og et dårligt velbefindende kan have stor betydning for deres hverdag
- Der kan være væsentlige forskelle på de niveauer af luftforurening, københavnernes eksponeres for, når de færdes i byen. I rapporten uddybes, at større og trafikerede veje har væsentlig højere niveauer af kvælstofdioxid, black carbon og ultrafine partikler
- I forhold til andre sundhedsskadelige stoffer, som fx tobak, alkohol og andre rusmidler spiller mængde eller dosis en væsentlig rolle for sundhedskonsekvenser. Luftforurening på gadeniveau er for flere stoffer betydeligt højere end den luftforurening, vi udsættes for mere generelt gennem hele dagen. Årsrapporten fremhæver dette perspektiv og hvordan der med fordel kan regnes på sundhedskonsekvenser af luftforurening af meget høje doser på gadeniveau fremadrettet, herunder betydningen for fx borgere med kroniske sygdomme

3 / Øget viden om sundhedskonsekvenser af luftforurening i Københavns Kommune

Luftforurening er overalt. Den er ikke begrænset til et særligt område, men er noget, som er alle vegne og dermed også noget, der påvirker alle mennesker. Det er tilmed noget, som man ikke kan fravælge – fordi forurening er i luften, og man kan ikke lade være at trække vejret. På den måde adskiller luftforurening sig fra de mere traditionelle risikofaktorer på folkesundhedsområdet fx tobaksrygning og alkoholforbrug.

3.1 / Baggrund for indsatsen

Med Københavns Kommunes budgetaftaler for 2019 og 2021 blev der afsat midler til indsatsen 'Øget viden om de sundhedsskadelige virkninger af luftforurening i København'. Indsatsens formål er at skabe øget viden om sundhedskonsekvenser af luftforurening i Københavns Kommune og på den baggrund at tilrettelægge og iværksætte øvrige initiativer, der kan fremme sundheden i forhold til luftforurening.

I foråret 2019 blev en ekspertgruppe for sundhed og luftforurening nedsat (se Kapitel 6 nedenfor) – og i efteråret 2020 blev opsat fem kommunale luftmålestationer i København og lanceret en hjemmeside til visning af data fra målerne. Hjemmesiden har adressen www.erluftensund.kk.dk. På siden er det muligt at finde placering af og data fra de fem kommunale målestationer.

3.2 / Indsatsens to første år

Der er i de to første år af indsatsen etableret et fundament af viden og skabt overblik over eksisterende forskning og evidens for øget dødelighed og sygelighed som følge af luftforurening og, hvor der eventuelt er mangel på enten viden, evidens, data eller beregninger.

Luftforurening har betydelige sundhedskonsekvenser for københavnernes, og forårsager både for tidlig død og alvorlig sygdom. Eksponering for luftforurening er derudover med til at forværre eksisterende sygdom. Nyere forskning peger endvidere på, at udover velkendt sammenhæng mellem luftforurening og luftvejssygdom, hjertekarsygdom, diabetes, lungekræft, kan der også være en sammenhæng mellem luftforurening og sygdomme som demens og psykiske sygdomme, samt neurologisk udvikling hos børn, samt at det også kan have betydning for fx accelereret aldring. Læs mere i Kapitel 6 nedenfor.

FAKTA

Hvad er luftforurening?

En stor del af den luftforurening, der er sundhedsskadelig for mennesker, opstår i forbindelse med forbrændingsprocesser og sekundært dannede partikler i luften, som følge af udledninger af gasser som kvælstofdioxid, svovldioxid og ammoniak. Uanset om det er stearinlyset på julebordet, brændeovnen i stuen, diesellastbilen der leverer varer til et supermarked, eller når der skal produceres varme til mange mennesker eller brændes affald af. Mange processer knyttet til forbrænding skaber kemiske forbindelser, der er sundhedsskadelige. En anden del af den sundhedsskadelige luftforurening stammer fra salt og støv i vores omgivelser fx saltpartikler fra havet og støvpartikler fra byggepladsen. Det kan også være slid fra veje, dæk og bremses fx mindre metalpartikler. Nedenfor præsenteres fem forureningstyper kort.

Kvælstofdioxid (NO_2) er en luftart, som består af kvælstof og ilt. Kvælstofdioxid dannes ved forbrænding ved høj temperatur og stammer i byerne især fra vejtransport, men der er også et bidrag fra kraftværker og andre kilder. NO_x er en fællesbetegnelse for kvælstofdioxid og kvælstofoxid, Kvælstofdioxid kan give luftvejsgener – også i små koncentrationer. Det kan også medføre nedsat lungefunktion og øge risikoen for infektioner i lungerne.

Ozon (O_3) er en luftart, der dannes i luften gennem kemiske processer. Ozon er en drivhusgas og reducerer bl.a. UV-B lys fra at nå til jordoverfladen og varmestraling fra jorden i at slippe ud i atmosfæren. Ozon er en kraftigt oxiderende gas, som kan give forskellige gener for mennesker fx hovedpine, tørhed i halsen og irritation i øjnene. Ved høje koncentrationer kan ozon medføre symptomer som minder om astma, træthed og manglende appetit. Personer med luftvejslidelser som for eksempel astma og bronkitis kan ved forhøjede ozonniveauer

få en forværring af deres symptomer. Eksposering for ozon er på længere sigt forbundet med øget risiko for tidlig død, herunder af luftvejssygdomme.

Grove partikler (PM_{10})¹ er partikler, der er mindre end 10 mikrometer (inklusiv dem under 2.5 mikrometer) – og stammer især fra vejstøv, dækslid, byggestøv og naturlige kilder som jord, sand og pollen. De grove partikler er forholdsvis tunge og transporteres derfor ikke langt i luften. De grove partikler bliver ofte stoppet i næse, svælg eller øverste del af lungerne, og trænger derfor ikke langt ned i lungerne eller ud i kroppens kredsløb.

Fine partikler ($\text{PM}_{2.5}$) er partikler, der er mindre end 2,5 mikrometer – og som opstår bl.a. i forbindelse med afbrænding af brændstoffer som træ, olie eller kul, herunder i forbrændingsmotorer. Fx fra biler, lastbiler og brændeovne. En del af de fine partikler er sekundært dannet i atmosfæren ud fra udledninger af gasser som kvælstofdioxid, svovldioxid og ammoniak. De største fine partikler er omkring tredive gange mindre end et menneskehår. Fine partikler forbliver i luften i lang tid.

Fine partikler trænger dybt ind i luftvejene og helt ud i lungeblærerne hos mennesker. Fine partikler forårsager bl.a. kortsigtede sundhedskonsekvenser såsom irritation af øjne, næse, hals og vejrtrækning. Det forårsager også hoste, nys, løbende næse og åndenød. Eksposering for fine partikler påvirker endvidere lungefunktion og forværrer sygdomme som astma og hjertesygdomme. Videnskabelige undersøgelser har endvidere sammenkædet daglig eksposering for fine partikler med øgede respiratoriske og kardiovaskulære hospitalsindlæggelser, skadestuebesøg og dødsfald. Undersøgelser tyder også på, at langvarig eksposering for fine partikler kan være forbundet med øget forekomst af kronisk bronkitis, nedsat lungefunktion og udvikling

¹ I årsrapport 2021 benyttes betegnelsen grove partikler synonymt med PM_{10} på trods af, at grove partikler er betegnelsen for partikler med en størrelse fra 2,5-10 mikrometer og ikke alle partikler med en størrelse op til 10 mikrometer, som PM_{10} er defineret som.

af lungekræft og hjertekarsygdomme. Mennesker med vejrtræknings- og hjerteproblemer eller -sygdomme, børn og ældre er særligt følsomme over for fine partikler.

Ultrafine partikler (UFP) er luftbårne partikler, der er mindre end 0,1 mikrometer i diameter. De dannes bl.a. ved forbrænding i dieselmotorer. Grundet den ekstremt lille størrelse transporteres ultrafine partikler ikke særlig langt fra kilden og opholder sig kort tid i luften, før de sætter sig på overflader, facader eller andre grove partikler eller klumper sammen og danner grove partikler. Det er således i høj grad lokale forhold, så som fx afstanden til en trafikeret vej, der afgør, hvor eksponeret mennesker er for ultrafine partikler.

Ultrafine partikler anses for potentielt at være særligt sundhedsskadelige, da de transporteres til de yderste lungeblærer i mennesker, og i mindre grad videre ud i vores blodbane. Ultrafine partikler ophobes i lungen, fordi de deponeres dybt nede i lungen, hvorfra de fjernes meget langsomt. Der er betydelig evidens for de toksikologiske effekter ved eksponering for ultrafine partikler, men der er ikke formuleret grænseværdier for ultrafine partikler i fx EU's luftkvalitetsdirektiv og WHO har heller ikke formuleret retningslinjer for ultrafine partikler.

På grund af manglende regulering, og dermed målinger af ultrafine partikler i luften og stor lokal variation i niveauer, har det hidtil ikke været muligt at gennemføre mange epidemiologiske undersøgelser af sundhedskonsekvenser af ultrafine partikler.

Black carbon (BC) er uorganisk uorganisk kulstof, og kulkernen i forbrændingspartikler kan måles som indholdet af black carbon eller elemental carbon, som næsten er det samme. Black carbon er altså en delkomponent af fine partikler og bliver primært dannet via uforbrændt kulstof fra forbrændingsprocesser som fx i en bilmotor eller brændeovn. Black carbon stammer endvidere fra andre kilder end ufuldstændige forbrændingsprocesser, som fx dækslid fra trafikken. Black carbon kan, som de fine partikler, transporteres over lange afstande og forblive i lang tid i luften. Der er sammenhæng mellem black carbon og kardiovaskulær sygdom og for tidlig død for både kort og lang tids eksponering. Der er ingen retningslinjer for black carbon i udeluften hverken i EU's grænseværdier eller WHO's nye retningslinjer. I arbejdsmiljøet er der i Danmark en grænseværdi for dieseludstødningspartikler målt som elementært kulstof (elemental carbon). Til gengæld har WHO formuleret anbefalinger om black carbon – se Kapitel 5 nedenfor.

3.3 / Årsrapporter i 2019 og 2020

Der er udarbejdet årsrapporter for sundhed og luftforurening for 2019 og 2020. Årsrapporterne kan hentes på adressen: www.kk.dk/sundluft

Årsrapporten 2019 er baseret på tre eksterne bidrag, henholdsvis:

- En **forskningsoversigt** over evidens om sundhedsskadelig luftforurening udarbejdet af Institut for Folkesundhedsvidenskab ved Københavns Universitet (2019)
- En rapport med **modelberegninger af helbredseffekter** og eksterne omkostninger af luftforurening udarbejdet af Institut for Energi og Miljø ved Aarhus Universitet (2019)
- Et **inspirationskatalog** til at reducere luftforureningen og eksponering herfor i en urban sammenhæng udarbejdet af COWI (2019)

Årsrapporten 2020 er baseret på to eksterne bidrag, henholdsvis:

- En **rapport om gadeforurening** i København, inkl. et studie af eksponering for sundhedsskadelige luftforurening på cykel udarbejdet af Institut for Folkesundhedsvidenskab ved Københavns Universitet (2020)
- En rapport med **modelberegninger af helbredseffekter af black carbon** i Københavns Kommune udarbejdet af DCE – Nationalt Center for Energi og Miljø ved Aarhus Universitet (2020)

De fem bidrag er kort beskrevet nedenfor.

Forskningsoversigt (Københavns Universitet)

I 2019 udarbejdede Københavns Universitet en forskningsoversigt over eksisterende viden om sammenhænge ml. luftforurening og dødelighed og sygelighed. Forskningsoversigten belyser både sundhedskonsekvenser af luftforurening i et globalt perspektiv, biologiske mekanismer i forhold til luftforurening og indvirkning på kroppen, luftforurening i relation til andre traditionelle risikofaktorer samt den nuværende viden om luftforureningens indvirkning på børn og voksne i forhold til forskellige sygdomme.

Dødsfald forbundet med luftforurening sker ofte efter eksponering over lang tid og med en bred vifte af sygdomme som udslagsgivende faktorer. Forskningsoversigten omhandler sammenhænge mellem luftforurening og astma, KOL, lungebetændelse, hjertekarsygdom, lungekræft, diabetes samt neurodegenerative og psykiske sygdomme. Derudover belyses for børn sammenhængen mellem luftforurening og astma, kræft, lungebetændelse samt autisme og ADHD. Endvidere behandles sammenhæng til fertilitet, graviditet og nyfødte.

Forskningsoversigten konkluderer bl.a., at luftforurening har veldokumenterede konsekvenser for menneskers sundhed, samt at forskningsfeltet er i stor udvikling i disse år. Således forskes der indgående i stadig flere og nye områder, der forbindes med luftforurening. Luftforurening kan således have langt større sundheds- og samfundsmæssige konsekvenser end hidtil antaget.

Derudover konkluderes, at der ikke er en nedre grænse for luftforurenings sundhedsskadelige virkninger. Således er luftforurening sundhedsskadeligt – selv under EU's grænseværdier og WHO's retningslinjer. Det betyder, at også meget lave koncentrationer af skadelig luftforurening kan have sundhedskonsekvenser, selvom regler og retningslinjer er overholdt.

Modelberegninger over helbredseffekter (DCE ved Aarhus Universitet)

I 2019 beregnede DCE ved Aarhus Universitet helbredskonsekvenser af luftforurening i Københavns Kommune, som det var muligt på daværende tidspunkt og med udgangspunkt i eksisterende data (data er fra 2017)². Rapportens formål var at give en foreløbig status på sundhedsskadelig luftforurening i Københavns Kommune på baggrund af modelberegninger og på den måde skabe en brugbar baseline for arbejdet med indsatsen.

² Der anvendes data fra det såkaldte nationale måleprogram, hvor der bl.a. indsamles luftforureningsdata med målestationer på H. C. Andersens Boulevard og Jagtvej.

DCE ved Aarhus Universitet anvender det integrerede modelsystem EVA (Economic Valuation of Air Pollution) til modelberegning af helbreds-konsekvenser i Københavns Kommune. Modellen er baseret på bybaggrundsforurening.

Rapporten opgør på baggrund af modelberegninger af data fra 2017 bl.a. de største lokale kilder til luftforurening i København og vurderer, at antallet af for tidlige dødsfald på grund af luftforurening svarer til omkring 12 pct. af alle dødsfald i Københavns Kommune i 2017. Udover dødsfald ser rapporten også på helbreds-konsekvenser i form af for eksempel udvalgte sygdomme, hospitalsindlæggelse og sygedage.

Luftforurening medførte ifølge modelberegningen samfundsmæssige helbreds-komkostninger for omkring 8,8 milliarder kr. i 2017 i Københavns Kommune. Hovedparten skyldes for tidlige dødsfald som følge af kort- og langtidseksponering og som følge af en høj værdisætning af liv. Ifølge rapporten er eksterne omkostninger på grund af luftforurening fra lokale kilder i Københavns Kommune omkring 855 mio. kr. i 2017.

Inspirationskatalog (COWI)

I 2019 udarbejdede COWI et inspirationskatalog med eksempler på, hvordan man arbejder med at reducere sundhedsskadelig luftforurening, oplyse og inddrage borgerne samt mindske borgernes eksponering for sundhedsskadelig luft i flere byer rundt i verden. Formålet med kataloget er at give indblik i og inspiration til redskaber og initiativer, som andre byer har igangsat for at nedbringe luftforurening lokalt.

Kataloget skildrer især eksempler fra Europa og byområder, der på forskellige vis er sammenlignelige med København og beskriver redskaber til at reducere eller sætte fokus på luftforurening, for eksempel miljøzoner i byen, mobilitet i byen, byudvikling og brændefyring i byen.



I kataloget er der eksempler på konkrete initiativer, som forskellige byer har igangsat for at reducere luftforurening. Kataloget berører forskellige emner, herunder miljøzoner, vejafgifter, apps og teknologi, brændefyring, mobilitet, byudvikling, støv fra byggepladser samt varedistribution.

Rapport om gadeforurening (Københavns Universitet)

Ekspertgruppen udtrykte med anbefalinger for 2019 (se Kapitel 4 nedenfor) et ønske om at få belyst lokale forskelle på niveauer af sundhedsskadelig luftforurening i København. På den baggrund udarbejdede Københavns Universitet en rapport om gadeforurening inklusiv en forskningsoversigt om gadeforurening i myldretid samt en måleundersøgelse, hvor der bl.a. er indsamlet data om ultrafine partikler på en cykelrute i København (det såkaldte cykelstudie). Se Kapitel 8 nedenfor for uddybende beskrivelse af de to dele af rapporten

I rapporten konkluderes bl.a., at alle former for transport i gadeniveau medfører eksponering for væsentlig højere niveauer af luftforurening end de niveauer, som de stationære målestationer eller baggrundsmålestationer måler.

Modelberegninger over helbredseffekter af black carbon (DCE ved Aarhus Universitet)

DCE ved Aarhus Universitet udarbejdede i 2020 rapporten "Helbredseffekter af black carbon i Københavns Kommune" med udgangspunkt i en anden anbefaling fra ekspertgruppen (se Kapitel 4 nedenfor). Anbefalingen lød, at Københavns Kommune burde udbygge vidensgrundlaget for at vurdere de sundhedsmæssige konsekvenser af luftforurening med en følsomhedsanalyse af sodpartikler i København. Anbefalingen var baseret på, at forskning indikerer en stor forskel på de sundhedsskadelige konsekvenser af de forskellige typer af partikler under betegnelsen fine partikler.

Black carbon udgør en vigtig del af partikelforureningen. For at belyse de sundhedsskadelige effekter af black carbon indholdet i partikler indeholder rapporten fra DCE ved Aarhus Universitet en følsomhedsberegning af betydningen af black carbon for dødelighed som følge af luftforurening i Københavns Kommune. Følsomhedsberegningen er foretaget på baggrund af en litteraturgennemgang af black carbon og sundhedsudfald. DCE ved Aarhus Universitet har på den baggrund beregnet sundhedskonsekvenserne i Københavns Kommune på baggrund af den antagelse, at black carbon er den primære årsag til for tidlig død forårsaget af eksponering for fine partikler.

3.4 / Retning for indsatsen 2021-2023

Det videre arbejde med indsatsen 'Øget viden om de sundhedsskadelige virkninger af luftforurening' for perioden 2021-2023 vil være med fire fokusområder som omdrejningspunkt.

Det første fokusområde

Det første fokusområde handler om at skabe øget viden om sundhedskonsekvenser af luftforurening i København på udvalgte risiko- og sygdomsområder i tilknytning til den kommunale forebyggelse og rehabilitering af borgere. Det handler grundlæggende om sundhedskonsekvenser knyttet til kroniske sygdomme og til forebyggelsesområdet. Konkret er der tale om en orientering mod områderne KOL, diabetes, hjertesygdomme og astma og på forebyggelsesområdet overvægt.

Det betyder, at et perspektiv på ældre borgere prioriteres qua, at kroniske sygdomme er udbredt blandt ældre, samt at et børneperspektiv også træder frem qua, at astma og overvægt er udbredt blandt børn. Eksempelvis er prævalensraten for diabetes i Danmark højest i aldersgruppen 75-84 år, for KOL er den højest i aldersgruppen 65-74 år, mens den for hjertesygdomme er stigende med alderen³.

Mange københavnere lever således med en eller flere kroniske sygdomme⁴. Fx har 4,9 pct. af københavnere astma, 3,9 pct. har diabetes, 3,9 pct. har KOL, 3,6 pct. har hjertesygdomme, 2,9 pct. har hjertesygdomme. Mange københavnere lever ikke bare med én sygdom, men med flere sygdomme samtidig⁵. Fx har omkring 25 pct. af københavnere med hjertesygdomme også diabetes, mens knap 22 pct. også har KOL. For københavnere med diabetes er det omkring 19 pct., der også har hjertesygdomme. For KOL, diabetes og hjertesygdomme er der desuden et borgerrettet, kommunalt rehabiliteringstilbud. For borgere i Københavns Kommune er det eksempelvis tilbud om bl.a. rehabiliteringsforløb i Center for Diabetes eller Center for KOL.

³ Sygdomsbyrden i Danmark, 2015.

⁴ www.regionh.dk/til-fagfolk/Sundhed/Sundhedsprofilen/Documents/2017/Resultater/Faktaark/Faktaark%20-%20Bydele/faktaark2%202017%20K%c3%b8benhavn.pdf

⁵ Særtræk af data fra Sundhedsprofilen 2017

Udover fokus på at øge vidensgrundlaget for at forstå sundhedskonsekvenser af sundhedsskadelig luftforurening for borgere med kroniske sygdomme, vil der i de kommende år også være strategisk fokus på, hvordan dette kan forebygges gennem reduktion af eksponering for sundhedsskadelig luftforurening. Med andre ord hvad der kan gøres for gruppen af borgere med kroniske sygdomme, som er særligt sårbare overfor luftforurening. Dette er prioriteret i fokusområde nummer fire.

Det andet fokusområde

Det andet strategiske fokus handler om at skabe øget viden om sundhedskonsekvenser af luftforurening forskellige steder i København bl.a. med udgangspunkt i en variation af luftkvalitetsdata i København. Således har Københavns Kommune i regi af samarbejdet om Google AirView-projektet bidraget til tilvejebringelse af data, der kan skabe øget viden om forskelle i sundhedskonsekvenser af luftforurening i forskellige dele af København. Her vil data fra de fem kommunale målestationer ligeledes kunne bidrage med et øget datagrundlag.

Et andet perspektiv er betydningen af sundhedsskadelig luftforurening i områder af København, hvor borgernes sundhedstilstand er dårlig sammenlignet med resten af byen eksempelvis i udsatte byområder. Vi ved, at københavnere, der bor i udsatte byområder i København, ryger mere, bevæger sig mindre, har dårligere mental og fysisk helbred og oftere lider af kroniske sygdomme som fx diabetes, KOL og hjertesygdomme sammenlignet med borgere i resten af København. Desuden har flere borgere i de udsatte områder svage sociale relationer, er ensomme og stressede, ligesom der er mange med udfordringer relateret til overvægt⁶. På den baggrund kan det være relevant at se på, om og hvordan luftforurening – som en slags ekstra risikofaktor – potentielt har en forværrende betydning for borgernes sundhedstilstand i udsatte områder.

Det tredje fokusområde

Det tredje fokusområde udspringer af en anbefaling fra Københavns Kommunes ekspertgruppe for sundhed og luftforurening (se Kapitel 4 nedenfor) og handler om at se på sundhedskonsekvenserne af indendørs luftforurening. Indendørs luftforurening kommer både fra indendørs kilder fx brændeovne og fra udendørs kilder fx i forbindelse med udluftning. Den vigtigste grund til, at indendørs luftforurening er afgørende for menneskers sundhed er, at de fleste mennesker bruger det meste af deres tid inden døre i deres hjem, på arbejdspladser etc. Derudover kan mikromiljøer som fx biler, busser og anden kollektiv trafik også kategoriseres som indendørs (WHO 2021). En anden vigtig overvejelse knyttet til indendørs luftforurening er, at mange sårbare grupper fx ældre borgere på plejehjem har sværere ved at komme udendørs, og dermed ofte opholder sig i længere tid indenfor. WHO's retningslinjer for god luftkvalitet dækker også indendørs luftforurening (se Kapitel 5 nedenfor).

Det fjerde fokusområde

Det fjerde fokusområde handler om eksponering for sundhedsskadelig luftforurening og retter sig mod særligt sårbare grupper af borgere. Det er eksempelvis børn, borgere med kronisk sygdom og ældre borgere. 35 pct. af københavnere er børn under 18 år, 17 pct. af københavnere lever med en eller flere kroniske sygdomme, samt 21 pct. af københavnere er ældre over 65 år. Samlet set repræsenterer disse, i en luftforureningskontekst, sårbare grupper, en betydelig andel af borgerne i København. Disse grupper påvirkes særligt af korttidseksponering for luftforurening, hvor akutte sundhedsvirkninger udgør konsekvenser fx hoste, åndenød, hospitalsindlæggelse eller pludselig død. I dette perspektiv er såkaldte spatiotemporale variationer i luftforureningen helt afgørende (WHO 2021), altså forskelle i niveauer af luftforurening forskellige steder i byen (jf. fokusområde to).

⁶ Analyse af sundhedstilstanden blandt borgere i områder på ghettolisten i København, 2019 – på baggrund af data fra Sundhedsprofilen 2017. Analysen dækkede de syv boligområder på den daværende ghettoliste. Svarende til ca. 100.000 borgere.

3.5 / Luftforurening og covid-19

Covid-19 har på mange måde præget folkesundhedsarbejdet i 2020 og 2021. Allerede tidligt under pandemien kom der fokus på sammenhænge mellem luftforurening og spredning af covid-19 samt på mulig sammenhæng ml. dødelighed af covid-19 og luftforurening. Således blev der allerede i 1. halvår af 2020 udarbejdet studier, der pegede på sammenhænge – og Københavns Kommunes ekspertgruppe for sundhed og luftforurening har ved flere lejligheder drøftet studier og evidens på dette område. I årsrapporten for 2020 er skrevet et kort afsnit om de foreløbige studier af området. I 2022 udarbejder Københavns Universitet en undersøgelse af sammenhængene ml. luftforurening og dødelighed, hospitalsindlæggelser og sygelighed som følge af covid-19 i Københavns Kommune.

3.6 / Opsamling

Indsatsen 'Øget viden om de sundhedsskadelige virkninger af luftforurening i København', der løber 2019-2023, har til formål at skabe øget viden om sundhedskonsekvenser af luftforurening i Københavns Kommune og på den baggrund foreslå initiativer til at fremme sundheden blandt københavnere.

En ekspertgruppe for sundhed og luftforurening blev nedsat i 2019. I 2020 blev opsat fem kommunale luftmålestationer i København og lanceret en hjemmeside til visning af data fra målerne. Indsatsens hovedfokus de to første år har været at etablere et solidt vidensgrundlag for at forstå problemet og dets omfang – herunder nye beregninger af sundhedskonsekvenser af luftforurening i København.

I de to første år er der udarbejdet to årsrapporter på baggrund af fem forskellige bidrag udarbejdet primært af hhv. Københavns Universitet og DCE ved Aarhus Universitet. Til den tredje årsrapport er der udarbejdet yderligere et bidrag fra Københavns Universitet. Frem til 2023 vil fokus for indsatsen være i fire forskellige områder. Dertil kommer et supplerende fokus på sammenhænge ml. luftforurening og covid-19.



4 / Ekspertgruppens arbejde og anbefalinger

Der er som led i Københavns Kommunes indsats for at skabe øget viden om de sundhedsskadelige virkninger af luftforurening nedsat en ekspertgruppe. Ekspertgruppen er etableret med det formål at bidrage til at styrke videns- og forskningsdelen af arbejdet med sundhed og luftforurening. Udover at bidrage til at skabe øget viden skal ekspertgruppen også formulere anbefalinger til Københavns Kommune om reduktion af luftforurening i byen.

4.1 / Ekspertgruppens sammensætning

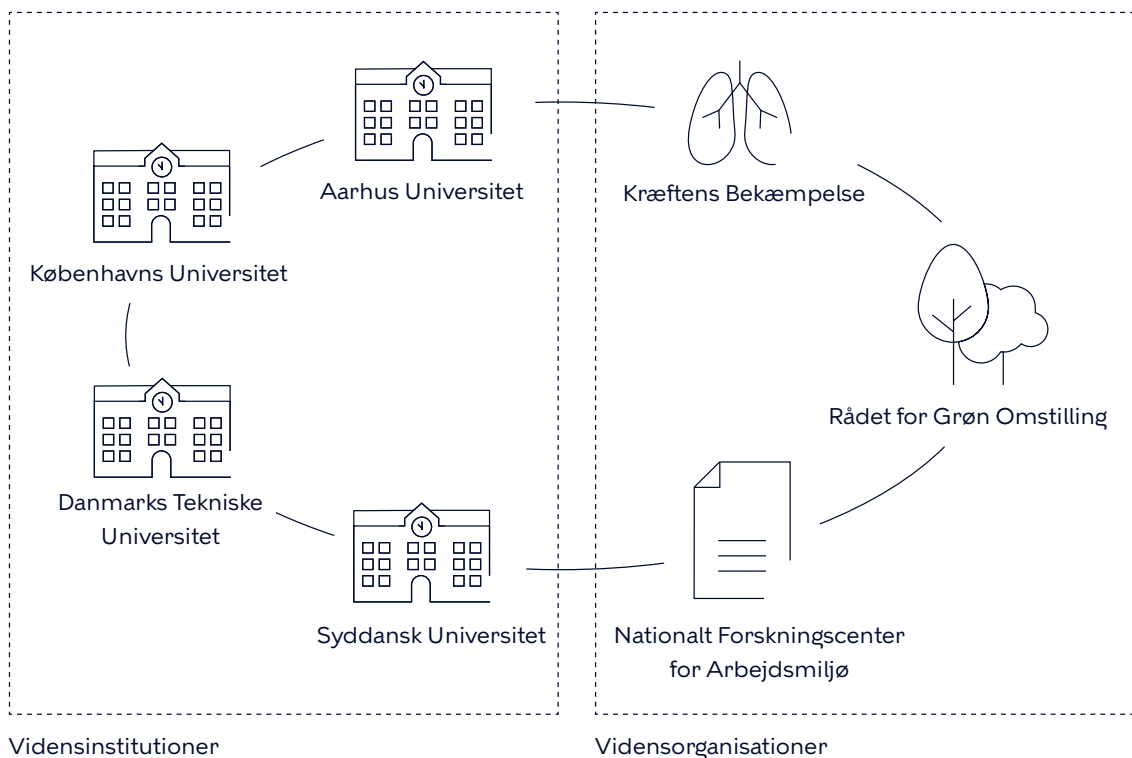
Ekspertgruppen er sammensat med henblik på en bred repræsentation af landets førende eksperter med viden om sundhed og luftforurening. Københavns Universitet, Aarhus Universitet, Dansk Teknisk Universitet, Syddansk Universitet, Kræftens Bekæmpelse, Rådet for Grøn Omstilling og Det Nationale forskningscenter for Arbejdsmiljø er repræsenteret af medlemmer af ekspertgruppen. Se Tabel 1 nedenfor.

Ekspertgruppen er sammensat med udgangspunkt i medlemmernes erfaring med eller viden om sundhed, forebyggelse og luftforurening.

Københavns Universitet, Aarhus Universitet og Danmarks Tekniske Universitet har haft fokus på sundhed og luftforurening i flere årtier. Aarhus Universitet er desuden ansvarlig for det nationale luftmåleprogram, der monitorerer luftkvaliteten i Danmark, og laver hvert år beregninger af luftforureningens helbredseffekter og tilhørende samfundsmæssige omkostninger for Danmark. Universiteterne er således en stor videnskapacitet i ekspertgruppen.

Syddansk Universitet er en af landets førende forskningsinstitutioner på sundheds- og forebyggelsesområdet. Syddansk Universitet sikrer således et stærkt alment fokus på sundhed og forebyggelse i ekspertgruppen og det er også her formanden er tilknyttet.

Figur 1 / Ekspertgruppens sammensætning – vidensinstitutioner og -organisationer



Udover forskere fra de danske universiteter er Kræftens Bekæmpelse også repræsenteret. Kræftens Bekæmpelse har, som den eneste patientforening i Danmark, en afdeling der forsker i helbredseffekter af luftforurening med primært fokus på cancer. Kræftens Bekæmpelse spiller en vigtig rolle i ekspertgruppen, hvor de dermed også repræsenterer et mere patientorienteret blik på arbejdet med at mindske sundhedskonsekvenser af luftforurening i København.

Supplerende består ekspertgruppen af medlemmer fra andre organisationer, der har mange års erfaring med at arbejde med luftforurening. Henholdsvis Rådet for Grøn Omstilling og sektorforskningsinstitutionen under Beskæftigelsesministeriet Det Nationale Center for Arbejdsmiljø. Rådet for Grøn Omstilling har i mange år arbejdet med forskellige miljømæssige udfordringer for sundheden, herunder luftforurening. Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø har fokus på luftforurening gennem deres arbejde for at sikre et sundt arbejdsmiljø.

Tabel 1 / Oversigt over ekspertgruppens medlemmer

Medlem	Institution	Medlemskab af ekspertgruppen (mdr., år)
Professor og direktør Morten Grønbæk (formand)	Syddansk Universitet, direktør for Statens Institut for Folkesundhed	Februar 2019
Professor Annette Kjær Ersbøll	Syddansk Universitet, Statens Institut for Folkesundhed	Oktober 2019
Professor Ole Hertel	Aarhus Universitet, Institut for Miljøvidenskab – Atmosfærisk Modellering	Marts 2019 (udtrådt af ekspertgruppen pr. november 2020 grundet jobskifte)
Seniorforsker Thomas Ellermann	Aarhus Universitet, Institut for Miljøvidenskab – Atmosfærisk Modellering	Marts 2019
Professor Torben Sigsgaard	Aarhus Universitet, Institut for Folkesundhed – Miljø, Arbejde og Sundhed	April 2020
Seniorforsker Steen Solvang Jensen	Aarhus Universitet, Institut for Miljøvidenskab – Atmosfærisk Modellering	September 2021
Professor Ole Raaschou-Nielsen	Kræftens Bekæmpelse, Center for Kræftforskning	Oktober 2019
Professor Ulla Vogel	Det Nationale Forskningscenter for Arbejdsmiljø	Maj 2019
Professor Zorana Jovanovic Andersen	Københavns Universitet, Institut for Folkesundhedsvidenskab	Februar 2019
Lektor Marie Pedersen	Københavns Universitet, Institut for Folkesundhedsvidenskab	Februar 2019

Professor Steffen Loft	Københavns Universitet, Institut for Folkesundhedsvidenskab	September 2021
Lektor Teis Nørgaard Mikkelsen	Danmarks Tekniske Universitet, Institut for Miljø- og Ressourceteknologi	Marts 2019
Professor Geo Clausen	Danmarks Tekniske Universitet, Institut for Miljø- og Ressourceteknologi	September 202
Seniorrådgiver Kåre Press-Kristensen	Rådet for Grøn Omstilling	Januar 2019

Ekspertgruppen er af flere omgange blev suppleret med nye medlemmer bl.a. på opfordring fra medlemmerne. Det drejer sig bl.a. om professor Geo Clausen og seniorforsker Steen Solvang Jensen.

4.2/ Ekspertgruppens anbefalinger 2019 og 2020

Ekspertgruppen har som led i sit arbejde formuleret henholdsvis 16 anbefalinger i 2019 og 13 anbefalinger i 2020 til initiativer, der kan nedbringe den sundhedsskadelige luftforurening i København⁷.

Ekspertgruppen valgte at gentage to af anbefalinger fra 2019 i anbefalingerne for 2020, da de fandt det særligt vigtigt at fastholde, at der ikke er en nedre grænse for, hvornår luftforurening er sundhedsskadelig for mennesker - alle niveauer af luftforurening er sundhedsskadelige og samtidig insistere på, at der er behov for at sætte fokus på de mange borgere, der dagligt lever med sygdom forårsaget af luftforurening.

Ekspertgruppen har i deres anbefalinger haft et generelt fokus på at mindske den lokale luftforurening i København, hvor niveauerne er høje, og mange mennesker bor og færdes. Ekspertgruppen har bl.a. anbefalet tiltag for at reducere vejtrafik og reducere eller helt forbyde brændefyring.

Det er desuden på baggrund af arbejdet i ekspertgruppen og gruppens anbefalinger, at forvaltningen i 2020 igangsatte en undersøgelse af gade- og myldretidsforurening, samt en analyse af helbredseffekterne af black carbon i København, jf. Kapitel 3 ovenfor. Bidragene giver bl.a. et indblik i lokale kilders betydning for sundhedskonsekvenser af luftforurening og dokumenterer de markant højere niveauer af luftforurening på gadeniveau.

Derudover har ekspertgruppen haft fokus på anbefalinger til, hvordan borgernes eksponering for luftforurening kan mindskes, mens tiltag for at reducere den generelle luftforurening iværksættes og implementeres. Anbefalingerne går på, at borgerne med fordel kan reducere eksponering for luftforurening ved at vælge mindre trafikerede veje og undgå myldretid, når de bevæger sig rundt i København. Ekspertgruppen har ligeledes anbefalet, at der arbejdes med at øge oplysningsgrundlaget om sundhedskonsekvenserne af luftforurening i København fx ved en oplysningsindsats.

Ekspertgruppens arbejde og anbefalinger afspejler, hvor alvorlig en sundhedsmæssig udfordring eksponering for luftforurening er og vigtigheden af at sætte ind for at reducere niveauer og borgernes eksponering herfor.

⁷ Ekspertgruppemedlemmerne fra Aarhus Universitet, DCE – Nationalt center for miljø og energi (Ole Hertel og Thomas Ellermann) stod uden for anbefaling 3-4, 6-7, samt 9-10 fra 2019.

Det er muligt at læse alle ekspertgruppens anbefalinger på Københavns Kommunes hjemmeside på: www.kk.dk/sundluft

Ekspertgruppen kan fremover nedsætte sig i mindre arbejdsgrupper, der kan belyse temaer eller emner med relevans for sundhed og luftforurening i Københavns Kommune. Ekspertgruppens anbefalinger fra 2019 og 2020 er fortsat relevante for Københavns Kommune. Ekspertgruppen vil fra 2022 afgive en årlig udtalelse frem for konkrete anbefalinger. Den årlige udtalelse gives på baggrund af det foregående års nye viden på området, forvaltningens årsrapport og eventuelle bidrag fra vidensinstitutioner eller arbejdsgrupper.

4.3 / Opsamling

Københavns Kommunes ekspertgruppe består af førende eksperter i sundhed og luftforurening fra universiteter, organisationer og NGO'er. Ekspertgruppen er sammensat med en bred repræsentation af landets førende eksperter med viden om sundhed og luftforurening.

Ekspertgruppen har i 2019 og 2020 formuleret i alt 27 forskellige anbefalinger til initiativer eller indsatser for at mindske sundhedskonsekvenserne af luftforurening i København. Anbefalinger afspejler alvoren af de sundhedsmæssige udfordringer forårsaget af eksponering for luftforurening og vigtigheden af at sætte ind for at reducere niveauerne i København og ikke mindst borgernes eksponering herfor – helt ned på gadeniveau.

5 / Anbefalinger om sundhed og luftforurening fra Verdenssundhedsorganisationen (WHO)

Verdenssundhedsorganisationen (WHO) har i flere årtier arbejdet med sundhed og luftforurening som en del af en miljø- og sundhedsdagsorden og med den hensigt at mindske sygdom og gener som følge af miljømæssige risici og udfordringer i verden.

WHO udgav i september 2021 nye, skærpede retningslinjer for forurening i luften på baggrund af evidens om sundhedskonsekvenser af luftforurening. WHO's retningslinjer er vejledende og ikke juridisk bindende på samme måde som EU's grænseværdier, som er gældende i Danmark. WHO udgav de første retningslinjer for luftkvalitet i 1987 på baggrund af stigende evidens for, at forskellige stoffer i luften forårsagede negative effekter for menneskers helbred. Sidenhen er retningslinjerne opdateret flere gange og WHO igangsatte arbejdet med at opdatere de seneste retningslinjer for luftkvalitet i 2016.

WHO konkluderer i deres nye rapport, at der er væsentlige sundhedskonsekvenser forbundet med eksponering for luftforurening og estimerer, at luftforurening på verdensplan er årsag til omkring syv millioner årlige dødsfald og er dermed den største miljømæssige risikofaktor for menneskers sundhed. Sundhedskonsekvenserne af luftforurening er estimeret til at være på niveau med andre store globale risikofaktorer som fx usund kost og rygning (WHO 2021). På verdensplan er luftforurening den fjerde største sundhedsmæssige risikofaktor for mennesker⁸.

Ifølge WHO er der ikke en nedre grænse for partiklers sundhedsskadelige effekter. Selv ved relativt lave niveauer har luftforurening betydelige konsekvenser for menneskers sundhed. Der vil fortsat være tidlig død og sygdom blandt mennesker, som følge af eksponering for luftforurening, selv ved niveauer der overholder WHO's retningslinjer (der er beskrevet nedenfor) – om end i mindre grad.

5.1 / Nyeste viden som grundlag for nye anbefalinger og retningslinjer

I de seneste år er der ifølge WHO kommet stigende (og mere detaljeret) evidens for sundhedsmæssige konsekvenser for mennesker som følge af eksponering for luftforurening. Der er eksempelvis evidens for sammenhæng mellem eksponering for fine partikler ($PM_{2.5}$) og for tidlig død, akut lungeinfektion, KOL, iskæmisk hjertesygdom, lungekræft og hjerteanfald. Der er endvidere stigende evidens for sammenhæng til type-2-diabetes, neonatal dødelighed forårsaget af lav fødselsvægt og for tidlig fødsel (WHO 2021). Luftforurening er ikke blevet mere skadelig, men der er mere detaljeret viden om de konsekvenser eksponeringen medfører og ser udfaldene ved markant lavere niveauer end hidtil.

Ifølge WHO er det endvidere meget sandsynligt, at luftforurening har endnu større sundhedsmæssige konsekvenser, end det vi ved (fra evidensen) og regner på i dag. Dette blandt andet fordi luftforurening formodes at være årsag til endnu flere sygdomme (end vi ved fra den såkaldte stærke evidens), herunder Alzheimer og andre neurologiske sygdomme (WHO 2021). Herudover estimeres de globale sundhedskonsekvenser på nuværende tidspunkt på baggrund af fine partikler og ozon (O_3) – og dermed er forurenende stoffer som fx kvælstofdioxid (NO_2) ikke medtaget i beregningsgrundlaget. NO_2 er dog medtaget i beregninger udført af DCE ved Aarhus Universitet og indgår også i beregninger udført af fx Det Europæiske Miljøagentur. Det er på denne baggrund, at WHO mener, at sygdomsbyrden forbundet med eksponering for luftforurening er væsentlig underestimeret.

⁸ Kilde:

www.healthdata.org/news-release/lancet-latest-global-disease-estimates-reveal-perfect-storm-rising-chronic-diseases-and

5.2 / anbefalinger og retningslinjer fra WHO

WHO har med udgangspunkt i den nyeste viden og evidens justeret både anbefalinger og retningslinjer for god luftkvalitet på baggrund af stigende evidens for sammenhængen mellem forskellige helbredsudfald og eksponering for luftforurening.

WHO's nye retningslinjer for luftkvalitet har et budskab om, at luftforurening forårsager betydelige skader på menneskers sundhed og det ved lavere niveauer end hidtil antaget. For at beskytte menneskers sundhed anbefaler WHO derfor, at de udvalgte luftforurenende stoffer reduceres markant ift. tidligere.

Nye retningslinjer for god luftkvalitet

WHO har med nye retningslinjer opdateret tærskelværdier for i alt seks luftforurenende stoffer; fine og grove partikler, kvælstofdioxid, ozon, svovldioxid og kulilte. Retningslinjerne forholder sig primært til stoffer, der har en høj eller moderat sammenhæng til et specifikt helbredsudfald og er baseret på GRADE (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation), der beskrives fyldestgørende i deres rapport (se WHO 2021, kapitel 2).

De inkluderede helbredsudfald i de nye retningslinjer for god luftkvalitet er listet i tabellen nedenfor.

Tabel 2 / Helbredsudfald inkluderet i WHO's vurdering af helbredsudfald

Kategori	ICD-10	Eksempel
Dødelighed af alle årsager (undtagen ulykker)	Alle	
Dødelighed af kardiovaskulær sygdom	100-199	
Dødelighed af lungekræft	C30-C39	
Dødelighed af respiratorisk sygdom	J00-J99	Fx akutte infektioner i øvre og nedre luftveje, lungebetændelse, bronkitis, kronisk obstruktiv lungesygdom, astma
Hospitalsindlæggelser og skadestuebesøg relateret til astma	J45	Astma
Hospitalsindlæggelser og skadestuebesøg relateret til iskæmisk hjertesygdom, særligt hjerteanfald	120-125	

Udvælgelsesprocessen involverer flere trin, hvor eksperter har vurderet styrken af evidensen for de forurenende stoffer, kausaliteten til ovenstående helbredsudfald og andre overvejelser så som sværhedsgraden af helbredsudfald, sygdomsbyrde, forventede udvikling i eksponering og politiske overvejelser.

Med de nye retningslinjer for luftforurening er niveauerne væsentlig reduceret i forhold til WHO's tidligere retningslinjer fra 2005. Flere af niveauerne er reduceret markant, hvor årsmiddelværdier for fx fine partikler er reduceret med 50 pct., grove partikler med 25 pct. og kvælstofdioxid med 75 pct.

I bilag 2 er en oversigt over WHO's nye retningslinjer, en sammenligning i forhold til WHO's tidligere retningslinjer og EU's nuværende grænseværdier for forurening i luften.

Anbefalinger til ultrafine partikler og black carbon – øget monitorering og datagenerering

Ifølge WHO er der fortsat diskussion om skadeligheden af forskellige delkomponenter af fine partikler, herunder black carbon og ultrafine partikler. Det er ligeledes beskrevet i WHO's nye rapport (2021). Det bliver diskuteret, hvorvidt forskellige delkomponenter af fine partikler kunne være en vigtig parameter at måle på, som supplement til måling af den samlede mængde af fine partikler.

Der er ifølge WHO ikke etableret konsensus om black carbon og ultrafine partiklers sundhedsskadelige virkninger på nuværende tidspunkt. Et tidligere review fra WHO fandt, at delkomponenter af partikler, der udledes i forbindelse med forbrændingsprocesser bl.a. black carbon, er særlig farlige (WHO 2021). WHO beskriver, at evidensen for black carbon og ultrafine partikler på nuværende tidspunkt ikke er stærk nok i forhold til at konkludere at stofferne i sig selv er sundhedsskadelige. Derfor har WHO ikke besluttet retningslinjer for disse stoffer i 2021 (WHO 2021). Ifølge EU's forsigtighedsprincip skal usikkerheden dog altid komme mennesker og miljø til gode, hvorfor der bør arbejdes for at reducere både black carbon og ultrafine partikler parallelt med fine partikler.

Anbefaling i forhold til black carbon

En betydelig andel af den samlede mængde fine partikler kommer i mange lande (og byer) fra omkringliggende lande, kommuner og/eller byer. Der er således kun et mindre handlerum lokalt i forhold til at reducere den samlede mængde fine partikler. WHO anbefaler derfor, at der monitoreres på black carbon, da det ved at inkludere målinger af black carbon er muligt at få en indikator for de lokale emissioner og på den måde få mulighed for at følge udviklingen og reduktion af udledning af fine partikler fra lokale kilder fx i forbindelse med lokale indsatser eller tiltag for at reducere luftforurening.

WHO beskriver desuden, at black carbon for mange lande er en væsentlig andel af den samlede mængde fine partikler, som borgerne bliver eksponeret for. Initiativer for at reducere udledning af black carbon vil således være en vigtig strategi for at nå i mål med at mindske luftforurening og sundhedskonsekvenserne lokalt.

Bruges den samlede mængde fine partikler som eneste måleenhed, kan det ifølge WHO betyde, at lande eller byer kan reducere og overholde eventuelle grænseværdier og retningslinjer for fine partikler uden at reducere de farlige partikler fra ufuldstændig forbrænding, som black carbon. Derudover vil et eventuelt mål om at reducere black carbon kræve en øget opmærksomhed på lokale hotspots for partikeludledning, der ikke i samme grad er nødvendige, når der måles på den samlede mængde af fine partikler. Det er derfor WHO's anbefaling, at lande og byer inkluderer målinger af black carbon og igangsætter tiltag for at reducere niveauerne (WHO 2021).

En strategi for at reducere udledning af black carbon vil være på linje med WHO's generelle anbefaling om at reducere menneskers eksponering for karcinogener. Reduktion af udledning af black carbon er ifølge WHO samtidig et vigtigt redskab i at bekæmpe klimaforandringer og stoppe global opvarmning, da black carbon bidrager til at øge drivhuseffekten (WHO 2021).

Anbefaling i forhold til ultrafine partikler

WHO beskriver i deres rapport, at der er stor forskel på niveauer af ultrafine partikler i byer på et givent sted og tidsrum, da variationen over en hel by er væsentlig større end variationen for grove partikler som fx fine og grove partikler. Der er, ifølge WHO, generelt god forståelse af teorierne bag emission- og formationsprocesserne for udledning af ultrafine partikler, men der mangler viden og studier af ultrafine partiklers opståen og kemiske sammensætning lokalt, da det kun er meget få steder i verden, hvor der foretages systematiske målinger. I Danmark har ultrafine partikler været målt i mange år på H.C. Andersens Boulevard, på taget af H.C. Ørsted Institut i København, i Hvidovre samt ved Risø uden for Roskilde som del af det nationale overvågningsprogram for luftkvalitet.

WHO nævner samtidig, at der ikke er nogen stærk relation mellem antallet af ultrafine partikler, der måles og massen af grove partikler eller sammenhængen mellem antallet af ultrafine partikler og trafikemissioner. Der er, ifølge WHO, således ikke noget andet stof, der er en god indikator for niveauerne af ultrafine partikler. WHO påpeger på den baggrund vigtigheden af at få viden om ultrafine partikler, da mangelfulde monitorering kan føre til, at effekterne af ultrafine partikler kan blive overset, og at en reduktion af den samlede mængde fine partikler ikke nødvendigvis medfører en reduktion i antallet af ultrafine partikler (WHO 2021). Det er derfor WHO's anbefaling, at lande og byer inkluderer målinger af ultrafine partikler, samt fremmer forskning i vurdering af eksponering for ultrafine partikler i epidemiologiske undersøgelser (WHO 2021).

Anbefalinger i forhold til indendørs luftforurening

WHO's retningslinjer beskæftiger sig primært med retningslinjer for forurening i udeluften, men niveauerne gør sig også gældende for indendørs luftforurening (WHO 2021).

Mennesker tilbringer i den vestlige del af verden størstedelen af deres liv indendørs, og indendørs luftforurening spiller derfor en vigtig rolle for eksponering for sundhedsskadelige stoffer. På samme vis bidrager indendørs luftforurening også til udeluften fx i form af forbrænding af gas, brændefyring og mados fra madlavning.

Luften indendørs kan også have meget højere niveauer af luftforurening end udendørs fx forårsaget af os eller røg fra madlavning, brændefyring, afbrænding af stearinlys, støv fra renovering, maling osv.

Betydning for folkesundheden

WHO estimerer, at en opfyldelse af de nye retningslinjer i Europa over de seneste 15 år ville have begrænset antallet af for tidlige dødsfald tilskrevet fine partikler ($PM_{2,5}$) med 66 pct. Hvis dette forsigtigt sammenstilles med danske forhold, vil det skønsmæssigt svare til omkring 3000 færre for tidlige dødsfald årligt (2019-tal) og i en københavnsk sammenhæng vil det svare til omkring 290 færre for tidligere dødsfald årligt (2019-tal).

En reduktion af niveauer af sundhedsskadelig luftforurening på verdensplan vil ligeledes have en positiv indflydelse på klimaforandringer i verden. Ligesom arbejdet med at afbøde klimaforandringerne kan bidrage positivt til at forbedre luftkvaliteten og dermed bidrage til væsentlige sundhedsmæssige forbedringer på verdensplan.

5.3 / Opsamling

Eksposering for luftforurening er forbundet med betydelige sundhedsmæssige konsekvenser og evidensen for sammenhængen mellem forskellige helbredsudfald og luftforurening er fortsat ikke udtømt. Vi kender ikke det fulde billede af sundhedskonsekvenserne forårsaget af luftforurening og sundhedskonsekvenserne sker ved lavere niveauer end hidtil antaget.

De væsentligste reduktioner i WHO's anbefalede niveauer af luftforurening er for fine partikler og kvælstofdioxid. De nye retningslinjer anbefaler en årsmiddelværdi for fine partikler, der er 50 procent lavere sammenlignet med tidligere, samt en årsmiddelværdi for kvælstofdioxid, der er 75 procent lavere sammenlignet med tidligere.

I kapitlet konkluderes bl.a., at en overholdelse af WHO's nye retningslinjer for luftforurening vil have en betydelig effekt i forhold til at reducere sundhedsmæssige konsekvenser.

WHO anbefaler, at der skabes mere viden om delkomponenterne af fine partikler black carbon og ultrafine partikler, således at der kan etableres et solidt vidensgrundlag for fremtidige studier af helbredseffekterne af disse stoffer og dermed også en afklaring af, hvorvidt det er muligt at skelne helbredseffekter fra black carbon og ultrafine partikler fra andre sundhedsskadelige stoffer.



6 / Status på viden om luftforurening og sundhed i Københavns Kommune

Kapitlet er en opsummering af viden og fakta om sundhed og luftforurening i Københavns Kommune baseret på de to forudgående årsrapporter fra 2019 og 2020. Kapitlet er primært baseret på de fem bidrag, der til sammen er grundlag for forvaltningens to årsrapporter. Derudover er kapitlet suppleret af centrale pointer fra WHO's rapport fra september 2021 med nye skærpede retningslinjer for luftkvalitet, samt publikationen Global Burden of Disease, der udgives af The Lancet. Kapitlet handler om helbredsskader af udendørs luftforurening og berører ikke helbredsskader af indendørs luftforurening.

6.1 / Hvad er luftforurening i København?

Nedenfor er beskrevet niveauer af luftforurening og sundhedskonsekvenser med relevans for København for fem typer af sundhedsskadelig forurening:

- Forurening med kvælstofdioxid (NO_2)
- Forurening med grove partikler (PM_{10})
- Forurening med fine partikler ($\text{PM}_{2.5}$)
- Forurening med ultrafine partikler (UFP)
- Forurening med black carbon (BC)

De fem typer af luftforurening er beskrevet i faktaboks på side 2 ovenfor. Kilder i Københavns Kommune bidrager ifølge modelberegninger fra DCE ved Aarhus Universitet til omkring 9 pct. af sundhedskonsekvenserne af luftforurening. Dette betyder også, at modelberegninger viser, at omkring 91 pct. af sundhedskonsekvenserne i Københavns Kommune skyldes emissioner uden for Københavns Kommune.

Forurening med kvælstofdioxid (NO_2) i København

I København har niveauet af kvælstofdioxid ifølge målinger fra DCE ved Aarhus Universitet været faldende over en længere periode. Det skyldes især den løbende udskiftning til mindre forurende køretøjer, der resulterer i mindre udledning på gadeniveau (Aarhus Universitet 2020), idet

vejtransport bidrager væsentligt til gadekoncentrationer af kvælstofdioxid. Gadekoncentrationen af kvælstofdioxid på målestationen på H.C. Andersens Boulevard var i 2021 næste 25 pct. under EU's grænseværdi (Aarhus Universitet 2022), men overskrider WHO's nye retningslinjer fra 2021 for kvælstofdioxid.

I 2019 bidrog lokale kilder i Københavns Kommune ifølge modelberegninger fra DCE ved Aarhus Universitet til ca. 25 pct. af bybaggrundskoncentration af kvælstofdioxid. Det stammer primært fra kraftvarmeværker og vejtransport (fx biler, varebiler og lastbiler) (Aarhus Universitet 2021).

I 2019 var korttidseksponering for kvælstofdioxid skyld i ca. 48 for tidlige dødsfald i kommunen. Det konkluderede DCE ved Aarhus Universitet på baggrund af modelberegninger (rapport fra 2021). DCE ved Aarhus Universitet konkluderer desuden, at kvælstofdioxid også er skyld i 227 hospitalsindlæggelser grundet åndedrætsbesvær (Aarhus Universitet 2021).

Forurening med grove partikler (massen af partikler mindre end $10\mu\text{m}$) i København

I København har niveauet af forurening med grove partikler ifølge DCE ved Aarhus Universitet været faldende over en længere periode (Aarhus Universitet 2022). Ifølge målinger fra de statslige gademålestationer fra 2021 holdt Københavns Kommune sig indenfor EU's grænseværdier, men overskrider til gengæld WHO's retningslinjer (Aarhus Universitet 2022). I 2019 bidrog lokale kilder i Københavns Kommune på baggrund af modelberegninger fra DCE ved Aarhus Universitet til ca. ni pct. af bybaggrundskoncentration af grove partikler (Aarhus Universitet 2021).

Modelberegninger fra DCE ved Aarhus Universitet indeholder ikke beregninger af sundhedskonsekvenser af grove partikler.

Forurening med fine partikler ($PM_{2,5}$) i København

Der har været en faldende tendens i koncentrationer af fine partikler i Københavns Kommune ifølge målinger fra DCE ved Aarhus Universitet (Aarhus Universitet 2020). Ifølge målinger fra de statslige målestationer i 2021 holdt Københavns Kommune sig indenfor EU's grænseværdier, men gademålingerne overskred til gengæld WHO's retningslinjer for forurening med fine partikler (Aarhus Universitet 2020). I 2019 bidrog lokale kilder i Københavns Kommune på baggrund af modelberegninger fra DCE ved Aarhus Universitet til ca. seks pct. af bybaggrundskoncentration af fine partikler (Aarhus Universitet 2021).

På baggrund af modelberegninger konkluderede DCE ved Aarhus Universitet, at fine partikler i 2019 var skyld i det højeste antal for tidlige dødsfald i Københavns Kommune sammenlignet med de andre forureningstyper, nemlig 384. Heraf 304 dødsfald grundet langtidseksponering og 80 dødsfald grundet korttidseksponering (Aarhus Universitet 2021). I 2019 var fine partikler derudover (og med udgangspunkt i modelberegninger) årsag til seks tilfælde af lungecancer, 286 hospitalsindlæggelser med åndedrætsbesvær eller hjertesygdomme, 349 nye tilfælde af bronkitis blandt voksne, 1527 tilfælde af bronkitis eller astma hos børn, 28.350 sygedage med tabt arbejde, samt 420.981 dage med nedsat aktivitet fx utilpashed.

Forurening med ultrafine partikler (UFP) i København

WHO har ikke retningslinjer for niveauer af ultrafine partikler, men foreslår, at der skelnes mellem lave niveauer under 1000 antal/cm³ for 24 timers middelværdier og høje niveauer på mere end 10.000 antal/cm³ for 24 timers middelværdier eller 20.000 antal/cm³ i timemiddelværdi.

Modelberegninger fra DCE ved Aarhus Universitet indeholder ikke beregninger af kildebidrag og sundhedskonsekvenser af ultrafine partikler, da der ikke er konsensus om, hvordan dette beregnes. Derfor kendes sundhedskonsekvenserne af ultrafine partikler ikke for København.

Forurening med black carbon (BC) i København

I den danske nationale emissionsopgørelse indgår black carbon som en særskilt delkomponent af udledning af fine partikler, og i Københavns Kommune udgjorde black carbon i 2018, som et gennemsnit over alle kilder til luftforurening, 17 pct. af udledningen af fine partikler.

På baggrund af modelberegninger fra DCE ved Aarhus Universitet bidrog lokale kilder i Københavns Kommune i 2019 til omkring 21 pct af black carbon i bybaggrundskoncentration, og er årsag til ca. 15 af de for tidlige dødsfald forbundet med eksponering for fine partikler. Det største bidrag til black carbon inden for Københavns Kommune er vejtrafikken med omkring 12 pct. For vejtrafikken er omkring 60 pct forårsaget af udstødning, mens 30 pct er knyttet til dækslid. Det andet største bidrag er fra brændefyring, som bidrager med omkring 6 pct af den lokale udledning af black carbon. Forureningen fra vejtrafikken vil falde efterhånden som alle dieselmotorer udskiftes til nyere modeller med filtre, hvorimod den vil stige, når ældre brændeovne skiftes til nye, da disse udleder mere black carbon pr. kg træ.

WHO har ikke fastsat en retningslinje for black carbon i udeluft. Til gengæld har Arbejdstilsynet i bekendtgørelse nr. 2203 af 29. november 2021 om grænseværdier for stoffer og materialer en grænseværdi for niveauet af black carbon indendørs på 3,5 µg/m³. Denne grænseværdi er dog beregnet ift. arbejdsmiljø og som gennemsnitskoncentration over otte timer.

Der er ca. 15 for tidlige dødsfald relateret til black carbon, som udgør omkring 3 pct. af de samlede antal for tidlige dødsfald pga. af luftforurening i Københavns Kommune. Tilsvarende er black carbon årsag til knap 4 pct af dage med nedsat aktivitet (syg/utilpas), som følge af eksponering for luftforurening i Københavns Kommune (Aarhus Universitet 2020).

6.2 / Hvad er de lokale kilder til sundhedsskadelig luftforurening i København?

I Københavns Kommune er vejtransport (53 pct.) den største emissionskilde til kvælstofdioxider, mens brændefyring (ikke-industriel forbrænding) er den største kilde til både grove partikler (33 pct.) og fine partikler (46 pct.) (Aarhus Universitet 2021).

Samlet set udgør lokale kilders bidrag til bybaggrundskoncentrationen over København 25 pct. for kvælstofdioxider. For grove partikler er der 9 pct., og for fine partikler er det 6 pct. ifølge den modelberegning, som DCE ved Aarhus Universitet har udarbejdet i 2020.

De største lokale kilder, dvs. kilder i Københavns Kommune, der bidrager til bybaggrundskoncentrationen i Københavns Kommune, er, ifølge DCE ved Aarhus Universitet vejtransport (53 pct.), samt kraftvarme- og fjernvarmeværker (28 pct.) for kvælstofdioxider, og brændefyring for grove partikler (35 pct.) og fine partikler (39 pct.) (Aarhus Universitet 2020).

Figuren nedenfor er en illustration af, hvilke stoffer de lokale kilder bidrager mest til udledning af i forhold til hhv. kvælstofdioxider, grove partikler, fine partikler og black carbon i Københavns Kommune. Alle kilder udleder flere typer af luftforurening.

Figur 2 / Kilder til kvælstofdioxider, grove partikler, fine partikler og black carbon i København

	Kvælstofdioxider NO _x	Grove partikler PM ₁₀	Fine partikler PM _{2.5}	Black Carbon BC	Andet
 Vejtransport	✓	✓	✓	✓	✓
 Brændefyring		✓	✓	✓	
 Kraftværker	✓				✓

Figur 2 er udarbejdet med udgangspunkt i en oversigtstabel over lokale kilder bidrag til bybaggrundsforureningen (Aarhus Universitet 2020, tabel 4.5). Her ses, at vejtransporten er en stor bidragsyder til samtlige af de inkluderede stoffer,

henholdsvis kvælstofdioxid, partikler og black carbon. Brændefyring udleder primært store mængder partikler og black carbon, mens kraftværker er en stor bidragsyder til kvælstofdioxider.

DCE ved Aarhus Universitet har således i 2020 undersøgt betydningen af lokale kilder ift. den sundhedsskadelige virkning. WHO's anbefalinger er at regne alle partikelfraktioner som lige farlige dvs. at lægge fine partikler til grund for helbredsberegninger. Med disse forudsætninger bidrager kilder i Københavns Kommune til omkring 9 pct. af alle for tidlige dødsfald (38/440 i 2019). Dette betyder også, at omkring 91 pct. af alle for tidlige dødsfald i Københavns Kommune skyldes emissioner uden for Københavns Kommune (Aarhus Universitet 2019).

Der blev gennemført en følsomhedsanalyse, hvor det blev antaget, at black carbon er den primære årsag til helbredseffekterne forårsaget af fine partikler i København. Med denne antagelse estimerer DCE ved Aarhus Universitet i deres bidrag til årsrapporten 2020, at kilder i Københavns Kommune kan bidrage med ca. 24 pct. af de for tidligere dødsfald og kilder uden for Københavns Kommune med ca. 76 pct. Følsomhedsanalysen viser således, at hvis dødeligheden for BC er som antaget, vil lokale kilder til BC som vejtransport og brændeovne bidrage mere til dødeligheden, ligesom kilder i Københavns Kommune generelt vil fylde mere for det samlede antal for tidlige dødsfald i forhold til kilder uden for kommunen.

Vejtransport

Udledninger fra vejtransport dækker blandt andet over udledninger af udstødning fra personbiler, varebiler og lastbiler, men det dækker også udledninger i relation til vejslid, samt dæk- og bremseslid som resultat af vejtransporten. I 2018 var vejtransport den største lokale kilde til bl.a. kvælstofdioxid og black carbon i Københavns Kommune (Aarhus Universitet 2020). Ud af disse bidrog personbiler i 2018 gennemsnitligt med over halvdelen (52 pct.) af udledning af kvælstofdioxid. Varebiler havde det næststørste bidrag (26 pct.) efterfulgt af busser (17 pct.) og lastbiler (6 pct.). Derudover var vejtransport den andenstørste kilde til udledning af både fine og grove partikler med et bidrag på hhv. 28 og 30 pct. Herudover stod vejtransport for 60 pct. af det lokale bidrag til black carbon.

Vejtransport blev samlet set i 2019 vurderet til at være lokal kilde til 15 for tidlige dødsfald i Københavns Kommune. Ifølge modelberegninger var vejtransport årsag til 41 hospitalsindlæggelser, hvoraf langt de fleste skyldtes åndedrætsbesvær. Derudover fandt en episode med astma blandt børn, 20 episoder med bronkitis hos børn, samt seks episoder med bronkitis hos voksne sted pga. vejtransport. Det forårsagede samtidig lidt over 500 sygedage med tabt arbejde samt næsten 8.000 dage med nedsat aktivitet som resultat af sygdom eller utilpashed. Der er ikke udarbejdet beregninger for de fulde sundhedskonsekvenser af luftforurening fra vejtransport.

Brændefyring

Brændefyring går under betegnelsen ikke-industriel forbrænding, som både dækker over forbrænding i handel- og servicebranchen, i husholdninger samt i landbrug, skovbrug og fiskeri. Der er 16.776 fyringsanlæg i Københavns Kommune, hvoraf 95 pct. er brændeovne og de resterende 5 pct. dækker over kedler, pillefyr, flisfyr, pejse, masseovne og pizzaovne mv. (Aarhus Universitet 2020).

I 2018 var brændefyring ifølge modelberegninger den største lokale kilde til både fine og grove partikler i Københavns Kommune (Aarhus Universitet 2020). Brændefyring forårsagede hhv. 33 pct. af udledning af grove partikler og 46 pct. af udledning af fine partikler i 2018. Derudover var brændefyring den næststørste kilde til udledning af black carbon i Københavns Kommune med et bidrag på 24 pct. Brændeovne udleder på en fyringssæson næsten dobbelt så meget sundhedsskadelig partikelforurening, som den samlede vejtrafik (inklusive vej-, bremse- og dækslid) i København udleder på et helt år (Aarhus Universitet 2021).

Brændefyring blev samlet set i 2019 vurderet til at være lokal kilde til 13 for tidlige dødsfald i Københavns Kommune (Aarhus Universitet 2020). Ifølge modelberegninger var brændefyring årsag til 12 hospitalsindlæggelser som følge af åndedrætsbesvær eller hjertekarsygdomme. Derudover fandt

en episode med astma blandt børn, 39 episoder med bronkitis hos børn, samt 12 episoder med bronkitis hos voksne pga. brændefyring. Det forårsagede samtidig næsten 970 sygedage med tabt arbejde samt 14.300 dage med nedsat aktivitet som resultat af sygdom eller utilpashed.

Kraftværker

Kraftværker dækker over kraftvarme- og fjernvarmeværker, herunder affaldsforbrændingsanlæg. Flere kraftværker er placeret inden for Københavns kommunegrænse, hvilket er medvirkende til, at kraftværkerne er betydelig kilde til luftforureningen i kommunen.

I 2018 var kraftværker den største kilde til udledningen af svovldioxid med et bidrag på 68 pct. af den samlede udledningen i Københavns Kommune. Derudover var kraftværker den næststørste kilde til udledningen af kvælstofoxid (Aarhus Universitet 2020).

Kraftværker blev samlet set i 2019 vurderet til at være lokal kilde til tre for tidlige dødsfald i Københavns Kommune (Aarhus Universitet 2020). I 2019 var kraftværker desuden årsag til ni hospitalsindlæggelser som følge af åndedrætsbesvær. Derudover forårsagede kraftværker også 45 sygedage med tabt arbejde samt 571 dage med nedsat aktivitet som resultat af sygdom eller utilpashed (Aarhus Universitet 2020).

6.3 / Luftforureningens konsekvenser for død og sygdom i København

Som beskrevet ovenfor har luftforurening alvorlig sundhedsmæssige konsekvenser for mennesker. Luftforurening forårsager blandt andet for tidlig død, øget dødelighed som følge af sygdom, samt akutte og kroniske sygdomme fx hjertekar-sygdomme, lungekræft, astma og diabetes. Nyere forskning peger endvidere på en sammenhæng mellem luftforurening og accelereret aldring samt udvikling af demens, psykiske sygdomme og neurologiske sygdomme hos børn.

Overordnet set kan man inddele luftforureningens konsekvenser for sundhed i en række kategorier (se Figur 3).

Figur 3 / Luftforureningens konsekvenser for død og sygdom

 Risiko for død	 Risiko for akut og kronisk sygdom	 Risiko for øget sygelighed ved kronisk sygdom	 Risiko for fysiske og psykiske gener
<i>For eksempel:</i> For tidlig død Øget dødelighed pga. sygdom	<i>For eksempel:</i> Astma Lungecancer Lungebetændelse	<i>For eksempel:</i> Forværring Flere symptomer Mere medicin	<i>For eksempel:</i> Overvægt Hovedpine Åndenød Utilpashed

Figuren indeholder fire kategorier, herunder

- Øget risiko for død blandt københavnernes. Det indbefatter både for tidlig død samt øget dødelighed som følge af anden sygdom.
- Øget risiko for akut og kronisk sygdom blandt københavnernes, eksempelvis lungecancer, hjertekarsygdom, apopleksi, astma, type 2-diabetes, lungebetændelse etc.
- Øget sygelighed blandt københavnernes tager sig bl.a. ud som forværring af sygdom og symptomer, øget medicinbrug og hospitalsindlæggelser.
- Øget risiko for fysiske og psykiske gener, der bl.a. er overvægt, lav fødselsvægt, hovedpine, åndenød og utilpashed.

De to første kategorier er yderligere beskrevet og eksemplificeret nedenfor, mens de sidste to kategorier er beskrevet i Kapitel 8. Se også bilag 3 med oversigtstabel.

Luftforurening og øget risiko for død blandt københavnernes

I en årrække har det været kendt, at luftforurening forårsager for tidlig død. Det er eksempelvis veldokumenteret, at der for voksne er betydelig årsagssammenhæng til samlet øget dødelighed (for tidlig død), øget dødelighed (for tidlig død) på grund af luftvejssygdomme (både børn og voksne), øget dødelighed (for tidlig død) på grund af hjertekarsygdomme og øget dødelighed (for tidlig død) på grund af type-2 diabetes (se Tabel 3).

Tabel 3 / Oversigt over sammenhænge til død og øget dødelighed i forskning samt inkluderet i beregning af helbredseffekter i Københavns Kommune⁹

Moderat til høj evidens (etablerede sammenhænge)	Mistanke om sammenhæng ¹⁰	Udfald inkluderet i beregning af helbredseffekter for Københavns Kommune
Samlet øget dødelighed	Øget dødelighed pga. svangerskabsforgiftning	Tabte leveår (kroniske dødsfald som følge af langtids-eksponering)
Øget dødelighed pga. hjertekarsygdomme	Øget dødelighed pga. luftvejssygdomme (børn)	Totalt antal dødsfald (kroniske tabte leveår og akutte dødsfald)
Øget dødelighed pga. luftvejssygdomme		
Øget dødelighed pga. lungekræft		Akutte dødsfald (som følge af korttidseksponering)
Øget dødelighed pga. type 2-diabetes		
Øget spædbarnsdødelighed (børn)		

⁹ Tabellen er kvalitetssikret af ekspertgruppemedlemmer professor Zorana J. Andersen og lektor Marie Pedersen fra Københavns Universitet.

¹⁰ Resultater fra et studie eller få studier typisk på grund af, at der ikke er foretaget flere studier, fx fordi der er tale om et nyt område, der undersøges i relation til luftforurening

Tabellen oplister den øgede risiko for død og dødelighed af anden sygdom forbundet med luftforurening, hvor der er henholdsvis mange eller flere studier, der påviser en sammenhæng (første kolonne), enkelte eller få studier, der påviser en sammenhæng (anden kolonne), samt udfald inkluderet i de modelberegninger, der forelægger som baseline for status på området for sundhed og luftforurening i København (tredje kolonne).

Præcis hvor mange københavnere, der årligt dør på grund af luftforurening i byen, er vanskeligt at besvare. Modelberegningen fra DCE ved Aarhus Universitet viser, at 440 københavnere døde for tidligt på grund af luftforurening i 2019. Et antal der både kan være væsentlig højere og lavere grundet de usikkerheder, der er i modellen¹¹.

Når man taler om risiko for død på grund af luftforurening, kan det være en fordel at sammenligne med andre kendte risikofaktorer fx rygning eller fysisk inaktivitet. I publikationen Global Burden of Disease¹² sammenlignes 87 risikofaktorer i 204 lande i verden. Her er luftforurening med fine partikler den fjerde største risikofaktor for død for både mænd og kvinder og overgår fx fysisk inaktivitet og overvægt.

I Danmark ved vi, at for tidlig død på grund af luftforurening svarer til den tredje største risikofaktor for død kun overgået af rygning og fysisk inaktivitet. I København ved vi, at de dødsfald, som DCE ved Aarhus Universitet med modelberegning har regnet sig frem til, kan tilskrives luftforurening, svarer til omkring 12 pct. af alle københavnske dødsfald (Aarhus Universitet 2020). Det svarer til lidt mere end hvert tiende dødsfald i København kan siges, at skyldes eksponering for luftforurening.

Hertil skal lægges, at modelberegninger indeholder en grad af usikkerhed – og at man med fokus på dødelighed ofte glemmer, at mange københavnere dagligt lever med sygdom og gener, der også forårsages af luftforurening (se Figur 3). Det er heller ikke indbefattet i de modelberegninger, der forelægger som baseline for status på området for sundhed og luftforurening i København. Det er yderligere beskrevet nedenfor.

Luftforurening og øget risiko for akut og kronisk sygdom blandt københavnere

Udover for tidlig død forårsager luftforurening som beskrevet ovenfor også alvorlig sygdom – både akut sygdom og kronisk sygdom. Sammenhænge ml. eksponering for luftforurening og øget risiko for sygdom er ligeledes forholdsvist veldokumenteret i forskningsfeltet¹³ – selvom der fortsat forskes betydeligt indenfor området, og stadig flere sygdomsområder føjes til listen.

Når man ser på luftforurenings betydning for sygdom, kan der sondres ml. akut og kronisk sygdom – og ml. den egentlige sygdom og en øget grad af sygelighed ved sygdom (se Figur 3). Eksempelvis kan man få astma som følge af luftforurening. Derudover kan man opleve en forværring af sin astma, få flere symptomer, have behov for mere medicin, blive hospitalsindlagt etc. Med andre ord kan man blive mere syg med den sygdom, man har i forvejen. Dette gælder i øvrigt uanset om sygdommen i sig selv er forårsaget af luftforurening. Eksempelvis forårsager luftforurening ikke KOL, til gengæld forværrer sygdom og symptomer ved KOL på grund af sundhedsskadelig luftforurening. Øget sygelighed herunder forværring af symptomer er beskrevet i næste kapitel.

¹¹ Læs bl.a. om usikkerheder i forvaltningens årsrapport for 2019 på www.kk.dk/sundluft

¹² www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S0140-6736%2820%2930752-2

¹³ I forskningsoversigten fra 2019 har Københavns Universitet vurderet de sundhedsudfald, hvor der er evidens til at kunne dokumentere en årsagssammenhæng med luftforurening, og inddelt dem i to kategorier: 1) Når der er betydelig eller stærk sammenhæng ml. luftforurening og det pågældende sygdomsområde eller den pågældende konkrete sygdom. Det handler typisk om, at der er flere studier, der påviser en sammenhæng. 2) Når der er påvist en sammenhæng med det forbehold, at der endnu ikke er meget evidens bag. Det kan fx være, hvis det blot er få studier, der peger på sammenhængen også selvom der er tale om en påvist stærk sammenhæng ml. luftforurening og det pågældende sygdomsområde eller den pågældende konkrete sygdom.

Figur 4 / Afsnittets fokus – risiko for død og sygdom

 Risiko for død	 Risiko for akut og kronisk sygdom	 Risiko for øget sygelighed ved kronisk sygdom	 Risiko for fysiske og psykiske gener
<i>For eksempel:</i> For tidlig død Øget dødlighed pga. sygdom	<i>For eksempel:</i> Astma Lungecancer Lungebetændelse	<i>For eksempel:</i> Forværring Flere symptomer Mere medicin	<i>For eksempel:</i> Overvægt Hovedpine Åndenød Utilpashed

Det er allerede dokumenteret, at der er årsags-sammenhæng til en lang række sygdomsområder, sygdomme og lidelser ved eksponering for luftforurening. Tabel 4 er en opstilling af den øgede risiko for sygdom og sygelighed ved sygdom forbundet med luftforurening, hvor der er henholdsvis moderat

til høj evidens, der underbygger en etableret sammenhæng (første kolonne), mistanke om en sammenhæng (anden kolonne), samt udfald inkluderet i de modelberegninger af sundhedskonsekvenser, der er inkluderet i beregningen af helbredseffekterne i København (tredje kolonne).

Tabel 4 / Oversigt over sammenhænge til sygdom og forværring af sygdom i forskning samt inkluderet i beregning af helbredseffekter for Københavns Kommune¹⁴

Moderat til høj evidens (etablerede sammenhænge)	Mistanke om sammenhænge ¹⁵	Udfald inkluderet i beregning af helbredseffekter for Københavns Kommune
– Astma – Forhøjet blodtryk under graviditet – Hjerteranfald – Hjertestop – KOL – Lungebetændelse – Lungekræft – Slagtilfælde (hjerneblødning, blodprop i hjernen)	– Accelereret kognitivt forfald – Angst – Blærekræft – Brystkræft – COVID-19 – Diabetes under graviditet – Demens/Alzheimers – Depression – Dødfødsel – Dårlig mental sundhed	– Bronkitis hos voksne – Hospitalsindlæggelser for åndedrætsbesvær og hjertekarsygdomme – Lungekræft – Sygedage inkl. nedsat aktivitet fx hovedpine¹⁶ – Astma (børn) – Bronkitis (børn)

¹⁴ Tabellen er kvalitetssikret af ekspertgruppemedlemmer professor Zorana J. Andersen og lektor Marie Pedersen fra Københavns Universitet.

¹⁵ Resultater fra et studie eller få studier typisk på grund af, at der ikke er foretaget flere studier, fx fordi der er tale om et nyt sygdomsområde, der undersøges i relation til luftforurening

¹⁶ Indgår også i Kapitel 9

Tabel 4 fortsat/ Oversigt over sammenhænge til sygdom og forværring af sygdom i forskning samt inkluderet i beregning af helbredseffekter for Københavns Kommune¹⁴

Moderat til høj evidens (etablerede sammenhænge)	Mistanke om sammenhænge¹⁵	Udfald inkluderet i beregning af helbredseffekter for Københavns Kommune
- Svangerskabsforgiftning - Type 2-diabetes - Astma og astmarelaterede symptomer (børn) - Lav fødselsvægt (børn) - Lungebetændelse (børn) - Nedsat lungefunktion (børn) - Øget sygelighed pga. luftvejs-sygdomme (børn)	- Dårlig søvnkvalitet - Dårlig trivsel generelt - Efterfødselsdepression - Forhøjet blodtryk - Hjernetumor - Hjerteflimmer - Hovedpine - Leukæmi - Leverkræft - Lymfeknudekræft - Mavekræft - Multipel Sklerose (MS) - Nedsat fertilitet - Nedsat kognitiv funktion - Nedsat produktivitet/aktivitet - Nyrekræft - Overvægt - Parkinsons sygdom - Selvmord - Skizofreni - Spontan abort - Stress - ADHD (børn) - Autisme (børn) - COVID-19 (børn) - Dårlig søvnkvalitet (børn) - For tidlig fødsel (børn) - Forhøjet blodtryk (børn) - Hæmmet kognitiv funktion og udvikling (børn) - Kræft i centralnervesystemet (børn) - Leukæmi (børn) - Lymfeknudekræft (børn)	

Ligesom med for tidlig død er det svært at sige, hvor mange københavnere, der årligt får sygdom, forværring af sygdom eller symptomer eller komplikationer i deres sygdomsforløb som følge af luftforurening i København.

Modelberegninger fra DCE ved Aarhus Universitet viser bl.a., at seks københavnere årligt får lungecancer på grund af luftforurening. Beregningerne viser også, at luftforurening hvert år er skyld i 349 nye episoder med bronkitis hos voksne københavnere, 1487 episoder med bronkitis hos børn i København, samt 37 episoder med astma hos børn i København. Derudover er der også med modelberegningerne regnet på hospitalsindlæggelser knyttet til luftforurening, og fundet frem til, at der årligt er ekstra 504 hospitalsindlæggelser som følge af luftforurening i København. Samt at der blandt københavnere er 449.443 dage med sygdom, nedsat aktivitet (syg/ utilpas) eller delvist nedsat aktivitet.

I runde tal inkluderer baseline for København således seks tilfælde af lungekræft, cirka 350 episoder med bronkitis, cirka 1500 episoder med bronkitis eller astma hos københavnske børn, samt omkring 450.000 dage med helt eller delvist sygdom eller nedsat aktivitet. Dertil kommer alle de sygdomstilfælde mv., som der ikke regnes på i modelberegningerne og derfor ikke er inkluderet i baseline. Det drejer sig fx om lungebetændelse, astma også for voksne og diabetes mv.

Alt dette bør således forstås i en kontekst af, at sundhedskonsekvenser af luftforurening er langt større end forudsætningerne i modelberegninger, og at man derfor er klar over, at tallene reelt må forventes at være betydelig større. Eksempelvis forværrende astmasymptomer, øget brug af astmamedicin, komplikationer af symptomer hos personer med kroniske luftvejs- og hjertekarsygdomme, som kan medføre hospitalsindlæggelser.

6.4 / Opsamling

Luftforurening har de seneste år været faldende i København ifølge de nationale målinger (Aarhus Universitet 2022), men på trods heraf forårsager luftforurening fortsat store sundhedsmæssige udfordringer. Niveauerne af luftforurening i København overskrider WHO's retningslinjer for flere stoffer, herunder fine partikler og kvælstofdioxid.

I Københavns Kommune er vejtransport den største lokale kilde til udledning af kvælstofoxider efterfulgt af kraftvarme- og fjernvarmewærker, mens brændefyring er den største lokale kilde til udledning af både grove partikler og fine partikler.

Luftforurening har alvorlig sundhedsmæssige konsekvenser, og disse kan overordnet inddeles i fire kategorier; øget risiko for død, øget risiko for akut og kronisk sygdom, øget sygelighed ved kronisk sygdom og øget risiko for fysiske og psykiske gener. Helbredsudfaldene for øget risiko for død, akut og kronisk sygdom og beskrevet i tabel 3 og 4 er dokumenteret rent forskningsmæssigt, men ikke alle tilsvarende etableret eller inkluderet som helbredsudfald i modellerne, der beregner sundhedskonsekvenser af luftforurening. De beregningsmodeller, som anvendes til at opgøre sundhedskonsekvenser af luftforurening, benytter (udover de nu forældede anbefalinger fra WHO i 2005) et begrænset sygdomsbillede som grundlag. Sundhedskonsekvenserne af luftforurening er derved formodentlig langt større, end vi ved og kan dokumentere i dag.



7 / Mere viden om luftforurening - og et stort forebyggelsespotential

Kapitlet indeholder resultater fra en supplerende forskningsoversigt, der er udarbejdet af Københavns Universitet (Københavns Universitet 2022), samt en diskussion af potentialet i et ændret fokus på betydning af høje doser af luftforurening for sundheden.

Forrige kapitel peger på, at sundhedskonsekvenser af luftforurening er andet og mere end, at københavnere dør for tidligt. Derudover handler kapitlet om, at den måde, hvorpå man opgør sundhedskonsekvenser af luftforurening er sparsom ift. at inkludere sygdomsudfald af forskellige karakter. I dette kapitel foldes mulige sundhedskonsekvenser af luftforurening endnu mere ud.

7.1 / Luftforurening og øget risiko for fysiske og psykiske gener blandt københavnere

I forrige kapitel er beskrevet, hvordan luftforurening forårsager for tidlig død, øget dødelighed, øget risiko for akut og kronisk sygdom, samt øget risiko for forværring af sygdom. Dertil kommer, at luftforurening også kan være årsag til en lang række sundhedskonsekvenser, der nærmere er at betegne som øget risiko for fysiske og psykiske gener og et dårligt velbefindende (se også Figur 5). Det drejer sig eksempelvis om overvægt, stress, hovedpine, hoste, irriterede øjne, næse og hals, allergiske reaktioner, åndenød, hvæsende åndedræt, utilpashed, inaktivitet mv.

Figur 5 / Fokus for afsnit – risiko for øget sygelighed og fysiske og psykiske gener

 Risiko for død	 Risiko for akut og kronisk sygdom	 Risiko for øget sygelighed ved kronisk sygdom	 Risiko for fysiske og psykiske gener
<i>For eksempel:</i> For tidlig død Øget dødelighed pga. sygdom	<i>For eksempel:</i> Asthma Lungecancer Lungebetændelse	<i>For eksempel:</i> Forværring Flere symptomer Mere medicin	<i>For eksempel:</i> Overvægt Hovedpine Åndenød Utilpashed

I en ny, supplerende forskningsoversigt¹⁷ har Københavns Universitet set på sammenhæng ml. luftforurening og øget risiko for fysiske og psykiske gener og et dårligt velbefindende, herunder sammenhæng til overvægt, søvn, flere udfald knyttet til psykisk og mental sygdom og sundhed, samt faldende produktivitet. I forskningsoversigten finder Københavns Universitet følgende resultater:

Der er et stigende antal undersøgelser, som dokumenterer, at eksponering for luftforurening er forbundet med øget body-mass index og risiko for overvægt/fedme hos både børn og voksne.

Eksisterende litteratur om luftforurening og påvirkning af søvn er, ifølge forskningsoversigten, begrænset, men der er fundet en generel negativ sammenhæng mellem eksponering for forskellige luftforureningskomponenter og negative søvnudfald. Hos børn og unge er luftforurening fx forbundet med øgede søvnrelaterede vejrtrækningsforstyrrelser og andre negative søvnudfald. Hos voksne er eksponering for luftforurening især relateret til søvnforstyrret vejrtrækning.

Forskningsoversigten beskriver desuden, at evidensen for en sammenhæng mellem luftforurening med øget risiko for stress og angstlidelser, er stigende, men antallet af studier sparsomme, og resultaterne er mindre konsistente end for fedme og søvn.

På baggrund af forskningsoversigten konkluderer Københavns Universitet desuden, at eksponering for luftforurening kan nedsætte produktivitet. Effekten synes dog at være særlig udtalt ved markant høje niveauer af luftforurening.

Der er, ifølge Københavns Universitet, ikke udført undersøgelser af de mulige sammenhænge mellem eksponering for luftforurening og ovennævnte risikofaktorer i Danmark, men der er rapporteret signifikante sammenhænge for populationer udsat for koncentrationer af fine partikler og kvælstofdioxid, som er på niveau med dem, der er målt og modelleret i Danmark.

Tabel 5 / Oversigt over sygdomme, lidelser og gener fra den supplerende forskningsoversigt¹⁸

	Moderat til høj evidens (etablerede sammenhænge)	Mistanke om sammenhænge¹⁹
Overvægt	—	Overvægt hos voksne Overvægt (børn)
Søvn	—	Dårlig søvnkvalitet hos voksne Dårlig søvnkvalitet (børn)
Psykisk sygdom	—	Angst Stress
Velbefindende og aktivitet	—	Dårlig trivsel generelt Hovedpine Nedsat produktivitet

¹⁷ Københavns Universitet, 2021 "Ambient air pollution and risk factors of disease and mortality", jf. bilag 1.

¹⁸ Tabellen er kvalitetssikret af ekspertgruppemedlemmer professor Zorana J. Andersen og lektor Marie Pedersen fra Københavns Universitet.

¹⁹ Københavns Universitet, 2021 "Ambient air pollution and risk factors of disease and mortality", jf. bilag 1.

Den eksisterende evidens opsummeret i forskningsoversigten indikerer, at eksponering for luftforurening er forbundet med udvikling af fedme og dårlig søvn hos børn og voksne. Selvom evidensen er sparsom og begrænset, er der også studier, der peger på, at eksponering for luftforurening er forbundet med øget angst, stress og hovedpine. Dette har, ifølge Københavns Universitet, både direkte og indirekte konsekvenser for folkesundheden og livskvalitet også set i lyset af, at vi alle eksponeres for luftforurening hver dag gennem hele livet. På den baggrund konkluderes i forskningsoversigten, at de negative konsekvenser forbundet med eksponering for luftforurening sandsynligvis er meget større end estimeret, og at fordelene ved yderligere forebyggende tiltag, som medfører lavere eksponering for luftforurening og en mere bæredygtig, naturlig, gå- og cykelvenlig by er enorme.

Tabel 5 ovenfor er en oversigt over resultater i den nye, supplerende forskningsoversigt, der er udarbejdet af Københavns Universitet – og kan ses som et supplement til Tabel 3 og Tabel 4 ovenfor. De tre tabeller er i øvrigt samlet i en tabel i bilag 3.

Der er ikke udarbejdet modelberegninger for sundhedskonsekvenser af luftforurening i København, der inkluderer ovenstående udfald. Det eneste udfald fra den supplerende forskningsoversigt, der er inkluderet i baseline, er nedsat produktivitet pga. hovedpine (se bilag 3). Med andre ord indgår denne viden ikke i opgørelser over sundhedskonsekvenser af luftforurening.

Som det fremgår af ovenstående tabel, er forskningsfeltet til stadighed voksende – og rækker langt udover en forståelse af luftforurening som årsagsgivende til kun for tidlig død.

Figur 6 / Kortvarige og langvarige sygdomme, skader og gener som følge af sundhedsskadelig luftforurening



Luftforurening kan således bidrage til en lang større gene og sygdomsbyrde end hidtil estimeret, da det ikke kun forårsager sygdom og for tidlig død, men også forårsager gener, lidelser og tilstande, der i sig selv forårsager anden sygdom. Et eksempel er overvægt. Således peger studier på, at luftforurening forårsager overvægt, der i sig selv tillige forårsager en lang række kroniske og akutte sygdomme fx diabetes og hjertesygdomme. Ligeså kan dårlig trivsel eller gentagne stressepisoder føre til depression og angst. På den måde er der gensidig afhængighed ml. de forhold, der alle induceres af luftforurening og som på både kort og lang sigt fører til væsentlig forringelse af livskvalitet blandt københavnere.

7.2 / Forebyggelsespotentiale for sårbare målgrupper

Hvis man hæver blikket og ser ned på det brede spektrum af død, sygdom mv., der kan tilskrives luftforurening, tegner der sig et billede af et kontinuum, der strækker sig fra livstruende eller langvarige sygdomme eller skader på kroppen på den ene side og mere kortvarige gener eller skader på kroppen på den anden side (se Figur 6).

Førstnævnte er de sygdomsområder, som der er forsket mest i i forhold til de sundhedsmæssige konsekvenser af luftforurening fx lungecancer, diabetes, astma, hjertestop, lungebetændelse etc.

Sidstnævnte er andre typer af gener og skader, der i mindre grad er anvendt som grundlag for beregning af sundhedskonsekvenser af luftforurening og som i hvert fald i mindre grad er tydeligt i hverdagen. Det drejer sig eksempelvis om forværring af eksisterende sygdom (fx KOL), øget medicinbrug, irritation af luftveje, hovedpine, hoste, åndenød, allergisk reaktion, utilpashed etc. Denne type af gener sker ofte ved kortvarig eksponering for høje niveauer af luftforurening, som fx ved færden på gadeniveau i myldretidstrafikken eller børn omkring et bål i daginstitutioner.

Grunden til, at denne sondring er relevant, skyldes forebyggelsespotentialer, herunder muligheden for at fremme initiativer, som beskytter sårbare grupper børn, gravide, borgere med kroniske sygdomme og ældre borgere mod risici forbundet med sundhedsskadelig luftforurening. Grunden er endvidere en øget grad af forståelse for, hvordan hverdagslivet

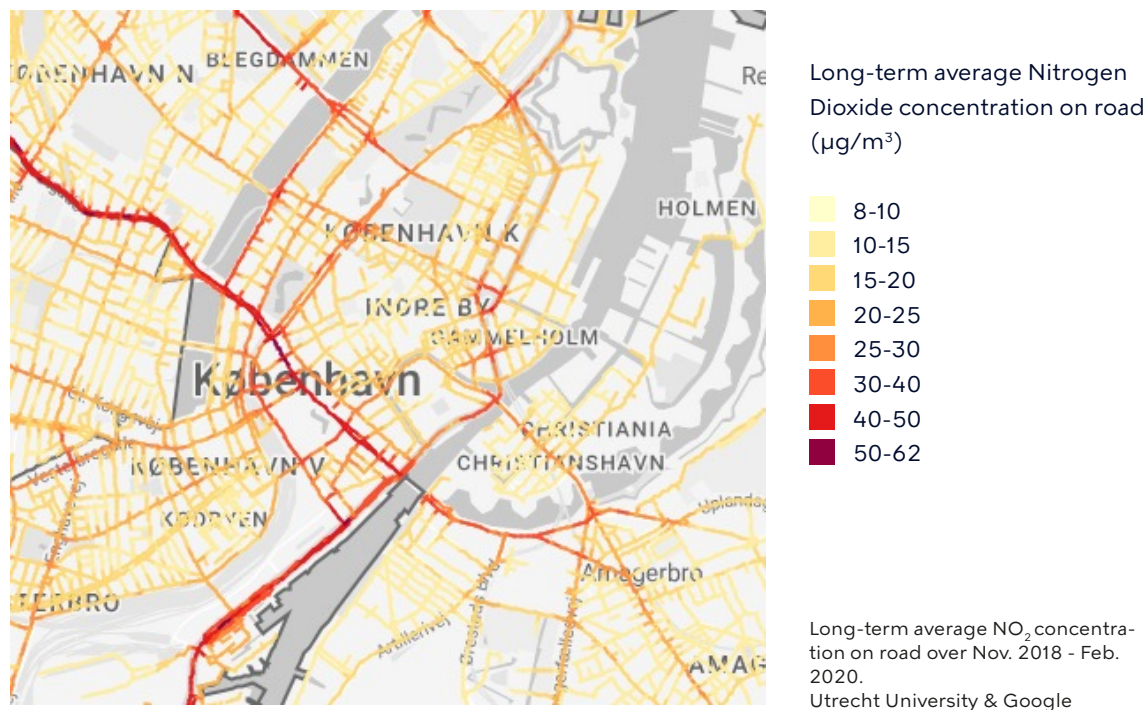
påvirkes strukturelt af luftforurening og bidrager til at skabe endnu mere sygdom senere i livet allerede fra barnsben. Dette diskuteres uddybende i Kapitel 8.

7.3 / Betydningen af dosis af sundhedsskadelige luftforurening

Overordnet set hænger forståelsen af eksponering for luftforurening tæt sammen med betydning af tid og sted. Der er eksempelvis mere forurenede lige ved et udstødningsrør fra en bil på hvilken som helst gade i København end på toppen af Rigshospitalet. Der er også som oftest mere forurenede på cykelstien på Jagtvej kl. kvart i ni en tirsdag morgen end samme sted en søndag formiddag, alene på grund af tidspunktet.

Luftforurening er, som beskrevet tidligere i rapporten, overalt og noget, vi alle er udsat for. Der er dog forskel på den mængde eller koncentration af

Figur 7 / Kort over kvælstofdioxid i København indsamlet med Google Street-view bilen²⁰



²⁰Illustration af kvælstofdioxid fra Copenhagen AirView - <https://insights.sustainability.google/labs/airquality>

luftforurening, som man eksponeres for afhængig af, hvor tæt man er på en given kilde til forurening, og luftforureningen "fortyndes" således, når den bevæger sig væk fra sin oprindelige kilde. Ovenfor er dette illustreret med et udklip fra et kort over kvælstofdioxid i København indsamlet med Google Street View-bilen. Jo rødere farven på vejen er, des højere niveauer af luftforurening.

Figuren viser, at de trafikerede veje (mørkerøde) har væsentlig højere og op til flere gange så høje niveauer af luftforurening (i dette tilfælde kvælstofdioxid) sammenlignet med mindre befærdede veje.

7.4 / Opsamling

Den eksisterende evidens opsummeret i Københavns Universitets supplerende forskningsoversigt indikerer, at eksponering for luftforurening muligvis er forbundet med udvikling af fedme og dårlig søvn hos børn og voksne. Studier peger desuden på, at eksponering for luftforurening er forbundet med øget angst, stress og hovedpine, selvom evidensen er sparsom og begrænset.

Luftforurening kan således bidrage til en lang større gene og sygdomsbyrde end hidtil estimeret, da det ikke kun forårsager sygdom og for tidlig død, men også gener, lidelser og tilstande, der i sig selv kan forårsage anden sygdom eksempelvis overvægt eller dårlig trivsel eller gentagne stressepisoder, der kan føre til depression og angst.

Der er ikke modelberegninger for sundhedskonsekvenser af luftforurening i København, der inkluderer denne type udfald af fysiske og psykiske gener. Det eneste udfald fra den supplerende forskningsoversigt fra Københavns Universitet, der er inkluderet i baseline til beregning af sundhedskonsekvenser af luftforurening jf. tabel 5, er nedsat produktivitet pga. hovedpine (se Bilag 1).

Der er endvidere grupper, der er særligt sårbare overfor sundhedskonsekvenserne af luftforurening, hos hvem de mere akutte fysiske og psykiske gener kan have stor betydning i hverdagen. Heri lægger et stort forebyggelsespotentiale i at nedsætte udsættelse for luftforurening for alle og især blandt de særlig sårbare og mest udsatte grupper af befolkningen, oplyse de særlig sårbare grupper; børn, gravide, borgere med kroniske sygdomme og ældre borgere om risici forbundet med eksponering for sundhedsskadelig luftforurening.

Der kan være stor forskel på den mængde eller dosis af luftforurening, som man eksponeres for afhængig af, hvor tæt man er på en given kilde til luftforurening. I det klassiske folkesundhedsfelt er der ofte fokus på, at mængde eller dosis spiller en væsentlig rolle for sundhedskonsekvenser forbundet med indtag eller brug af fx tobak, alkohol eller andre rusmidler. Laves sammenligningen til luftforurening er en høj dosis fx luftforurening i myldretiden, tæt på en brændeovn, på vejstrækninger med tæt trafik etc. Samtidig er en lav dosis den almindelige luft i København. Der er således stor forskel på den enkeltes eksponering i forhold til tid og sted.

Modelberegninger på baggrund af årsmiddelværdier svarer til at regne på baggrund af den lave dosis (generelle luft i København). Med andre ord tages der i den almindelige beregningsmodel i meget lille grad højde for variationer i tid og sted – og at mennesker udover den almindelige lave, vedvarende dosis af sundhedsskadelig luftforurening også udsættes for høje doser af luftforurening.

8 / Eksponering for sundhedsskadelig luftforurening på gadeniveau

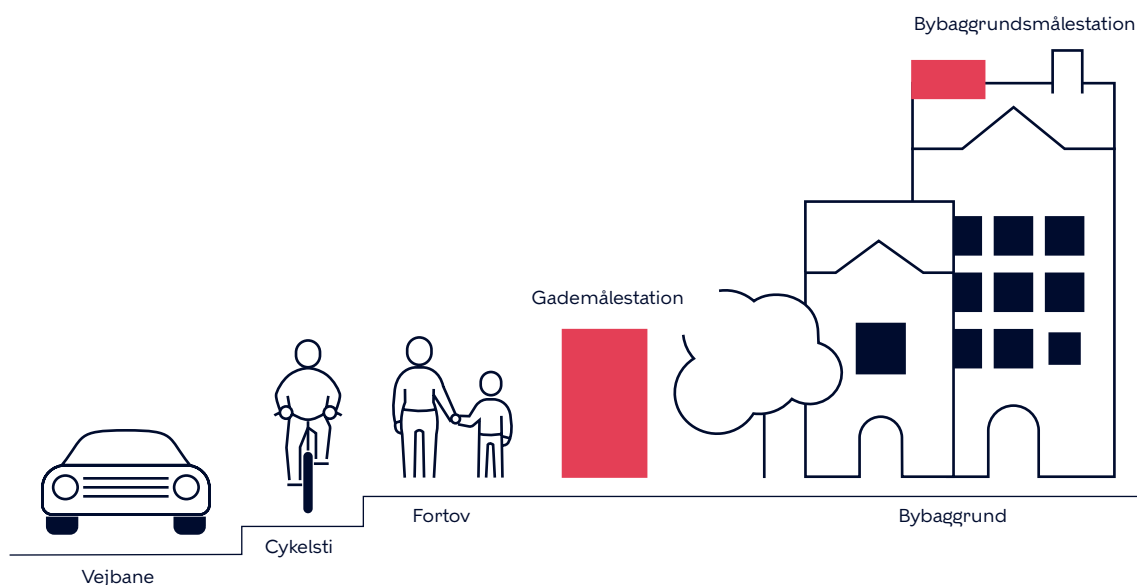
Hvis man som lægmand skal forstå eksponering for sundhedsskadelig luftforurening, kan man forsimplet beskrive det på to måder. Den ene forståelse handler om den almindelige eksponering for sundhedsskadelig luftforurening, som vi alle udsættes for hele tiden. Det er den forurening, der hænger i luften uanset, hvor man befinder sig – og på alle tidspunkter af døgnet. Det er den luftforurening, som (baseret på det vi ved, og den måde vi regner på i dag) forårsager for tidlig død og alvorlig sygdom, som beskrevet i Kapitel 6 og Kapitel 7.

Den anden forståelse handler om den luftforurening, som man oplever, når man står bag en lastbil – eller bevæger sig gennem byen i myldretiden eller udsættes for indendørs luftforurening fra mados, brændefyring eller stearinlys. Det er høje doser af luftforurening, som man kan udsættes for i korte perioder. Det er den luftforurening, der kan genere vejtrækning eller give svie i øjnene eller hovedpine for nogle mennesker – ofte særlige sårbare grupper som fx borgere med kronisk sygdom. Det er ligeledes beskrevet i Kapitel 6 og Kapitel 7.

Nedenstående illustration er en simpel visning af ovenstående to forståelser: Den almindelige luftforurening, som alle københavnere udsættes for hele tiden, er overalt i byen. Høje doser af luftforurening, som københavnere af og til udsættes for, er tæt på kilden fx en bil. Når man sidder i et køretøj på vejbanen, når man cykler på cykelstien – og når man går på fortovet, er man tættere på kilden.

Når der beregnes sundhedskonsekvenser af luftforurening, sker det på baggrund af måling fra en såkaldte bybaggrundsmåler, der fx i København er placeret på taget af H.C. Ørstedts Instituttet. De høje doser af sundhedsskadelig luftforurening er fx på gadeniveau, hvor Københavns Kommunes egne luftmålestationer, samt to nationale målestationer, er placeret. Disse anvendes dog ikke til sundhedskonsekvensberegning.

Figur 8 / Illustration af sondring ml. luftforurening på gadeniveau og bybaggrundsmåling



Illustrationen understreger bl.a. vigtigheden af folkesundhedsperspektivet på luftforurening, hvor der er fokus på den dosis eller mængde luftforurening, man udsættes for, når man som borger færdes i byen. Jo større mængde, jo større potentiel 'sundhedsskade'. Mennesker udsættes således udover den almindelige lave, vedvarende dosis af sundhedsskadelig luftforurening også for høje doser af luftforurening på gadeniveau.

Kapitlet opsummerer indsigter og konklusioner fra en række bidrag, rapporter og projekter, der på forskellige vis berører københavnernes eksponering for luftforurening på gadeniveau. Først og fremmest understreges i kapitlet, at der er meget høje niveauer af luftforurening på gadeniveau i København. Med Googleprojektet og Københavns Universitets cykelstudie tydeliggøres og konkretiseres høje niveauer på hhv. vejbane, cykelsti og langs fortove. Med indsigter fra rapporten 'Ren luft i børnelivszoner' gives et muligt bud på, hvorledes det er muligt at gribe eksponering for sundhedsskadelig luftforurening an i øjenhøjde for en udvalgt målgruppe.

8.1 / Indsamling af luftforureningsdata med Google Street View-bilen (Googleprojektet)

Københavns Kommune har gennem et samarbejdsprojekt med bl.a. Google indsamlet viden om luftforurening via Google Street View-bilen²¹ (i daglig tale Googleprojektet). I perioden 5. november 2018 til 1. marts 2020 kortlagde projektet luftforurening på de københavnske veje ved hjælp af videnskabeligt luftmåleudstyr, der var påmonteret Google Street View-bilen med. Alle vejstrækninger i København er blevet kørt på mindst seks gange²².

På baggrund af projektet er udarbejdet en række offentlige kort over byen (jf. tidligere eksempel Figur 7), hvor det er muligt at se luftforurening i København for henholdsvis kvælstofdioxid, ultrafine partikler og black carbon. Kortene er tilgængelige på <https://insights.sustainability.google/labs/airquality>

Kortene er udarbejdet på basis af målinger i projektet. Kortene indeholder endvidere en modellering, hvor der indgår oplysninger fra bl.a. faste målestationer i København, trafikoplysninger mv. Utrechts Universitet og DCE ved Aarhus Universitet har varetaget målinger, dataevaluering, efterfølgende modelberegninger og de offentliggjorte kort.

De offentlige kort, der udgør projektets afrapportering viser, at det særligt er på indfaldsveje og større, trafikerede veje, hvor der er høje niveauer af luftforurening. WHO's retningslinje for kvælstofdioxid er for døgnmiddelværdi 25 µg/m³, hvilket er overskredet for mange af trafikerede gadestrækninger. De viser desuden, at niveauet af ultrafine partikler i gennemsnit over hele byen er på 14.195 antal/cm³, hvilket ifølge WHO's anslås til at være et højt niveau (WHO 2021).

8.2 / Måleundersøgelse af ultrafine partikler på en cykelrute i København (cykelstudiet)

Måleundersøgelsen af ultrafine partikler på en cykelrute i København (i daglige tale cykelstudiet), der blev udarbejdet af Københavns Universitet i 2020²³, er ligeledes en dokumentation af luftforurening på gadeniveau i København. I det konkrete studie er der tale om luftforurening (i dette tilfælde ultrafine partikler) på en særlig strækning, bl.a. en del af Nørrebrogade, H.C. Andersens boulevard og Jagtvej²⁴.

Undersøgelsen dokumenterer bl.a., at der er betydelige lokale forskelle på niveauer af luftforurening. Koncentrationer af ultrafine partikler er højest de steder på cykelruten, hvor der er lyskryds, meget trafik, vejarbejde eller bygninger, der former en såkaldt "street canyon". De laveste målte niveauer af ultrafine partikler er de steder på cykelruten med mindre vejtrafik, restriktioner for gennemkørsel, eller hvor der langs vejen er mindre tæt bebyggelse. Københavns Universitet har i forbindelse med cykelstudiet supplerende undersøgt data fra kommunale målestationer i København²⁵. Undersøgelsen viser, at der er høje niveauer af ultrafine partikler i løbet af

²¹ Læs mere om projektet her: www.opendata.dk/city-of-copenhagen/airview

²² Blinde gader og veje er i nogle tilfælde blevet målt færre gange

²³ Cykelstudiet er en del af rapporten om gadeforurening, der er beskrevet tidligere

²⁴ Ruten kan ses i årsrapport 2020 side 58 (bilag 1): https://www.kk.dk/sites/default/files/2021-09/aarsrapport_2020_final-a%20%281%29.pdf

²⁵ Data fra kommunale målestationer kan ses på www.erluftensund.kk.dk

dagen, der har sammenhæng med trafikintensiteten. Niveauet af ultrafine partikler stiger således op mod og lidt efter morgenmyldretiden, hvorefter de begynder at falde for igen at stige op mod og lidt efter eftermiddagsmyldretiden.

WHO anslår en kategorisering for 24 times midelværdier for ultrafine partikler, hvor niveauer under 1.000 antal/cm³ er lav og over 10.000 antal/cm³ høj. Timemidelværdier over 20.000 antal/cm³ anslås også for at være i den høje kategori. De målte niveauer af ultrafine partikler på cykelruten i København er flere steder på niveauer omkring 35.000-51.000 antal/cm³.

Forskningsoversigt om gadeforurening

I rapporten om gadeforurening, der er udarbejdet af Københavns Universitet i 2020, er inkluderet en kort forskningsoversigt, der bl.a. dokumenterer, at der er meget høje niveauer af luftforurening på gadeniveau i byer, samt at alle former for transport og færden i gadeniveau (fx gang, cykling, biltransport) medfører eksponering for væsentlig højere niveauer af luftforurening end de niveauer, der måles ved gadestationer og bybaggrundsmålinger.

Den største forskel i målinger er for ultrafine partikler, hvor forskellen ml. målinger målt på fx fortov, cykelsti eller vejbane er en til syv gange højere sammenlignet med målinger på bybaggrundsniveau. For fine partikler er målinger målt på fx fortov, cykelsti eller vejbane 20-40 pct. højere end målinger ved gademålestationer og to til fire gange (svarende til 200-400 pct.) højere end målinger på bybaggrundsniveau (Københavns Universitet 2020).

Der er således stor forskel på den eksponering, man udsættes for, når man bevæger sig gennem byen og her spiller typen af transport således en væsentlig rolle. Der er med andre ord forskel på niveauer af luftforurening, som man eksponeres for alt efter, om man sidder i en bil, cykler eller går. I forskningsoversigten konkluderes, at fodgængere bliver eksponeret for de laveste niveauer af luftforurening i trafikken efterfulgt af cyklister, mens

bilister er den gruppe, der i højeste grad eksponeres for luftforurening i trafikken. Dette skyldes, at bilister befinder sig tættest på vejtrafikken og dermed kilden til forurening.

Københavns Universitet konkluderer endvidere i forskningsoversigten om gadeforurening, at kortvarig eksponering for et højt niveau af luftforurening hos fodgængere og cyklister, har akutte skadelige effekter på en række forskellige biomarkører, der relaterer sig til luftvejs- og hjertesygdomme. Dette indebærer eksempelvis lungefunktion, blodtryk, hjerterytme, inflammatoriske biomarkører og skade på DNA'et. Den hyppigste effekt viser sig at være en reduktion af lungefunktion, hvilket kan medføre ubehag hos raske individer, mens det hos personer med kroniske sygdomme kan forværre allerede eksisterende symptomer (Københavns Universitet 2020).

8.3 / Ren luft i børnelivszoner

Et muligt greb for at skabe fokus på og sætte ind i forhold til at mindske eksponeringen for den høje lokale forurening på gadeniveauer blev udført i Københavns Kommune i 2020.

I 2020 kortlagde Københavns Kommune 43 såkaldte børnelivszoner²⁶. I kortlægningen defineres en børnelivszone som et mindre område i København med en høj densitet af institutioner og faciliteter for børn inden for en kort afstand, dvs. hvor institutioner og faciliteter til børn er placeret særlig tæt på hinanden. Af de 43 børnelivszoner er der udvalgt seks zoner, der alle er kendetegnet ved et højt niveau af luftforurening, i forhold til at identificere mulige tiltag for at mindske børns eksponering for luftforurening i disse zoner.

På baggrund af de seks udvalgte zoner blev der udarbejdet en rapport, der bygger på et overordnet perspektiv om sundhedsfremmende byrum²⁷. Rapporten beskriver bl.a., at tiltag for reduktion af eksponering for luftforurening kan ske med udgangspunkt i forskellige strategier, fx at skabe afstand mellem forureningskilde og mennesker eller at afskærme

²⁶ Link til kort over de 43 kortlagte børnelivszoner: www.kk.dk/sites/default/files/agenda/f87b85f6-8a4d-4442-ab39-de1b-26121dcf/b40d3319-a716-46ee-a1d9-2b0bd32adc19-bilag-2.pdf

²⁷ Link til rapport "Ren luft i børnelivszoner i Københavns Kommune": www.kk.dk/sites/default/files/agenda/f87b85f6-8a4d-4442-ab39-de1b26121dcf/b40d3319-a716-46ee-a1d9-2b0bd32adc19-bilag-3.pdf

opholdsområder og steder for fodgængere fra luftforurening gennem interventioner, der beskytter for sundhedsskadelig luftforurening.

Børnelivszoner er således et muligt greb til at supplere fokus på bybaggrundsmålinger med et fokus på luftforurening i øjenhøjde der, hvor vi alle færdes og hvor vi eksponeres for høje niveauer af luftforurening.

8.4 / Opsamling

Googleprojektet og cykelstudiet dokumenterer, at københavnernes udsættes for højere niveauer af luftforurening på gadeniveau sammenlignet med de niveauer, som traditionelt offentliggøres og anvendes til beregning af sundhedskonsekvenser.

Googleprojektet viser, at det særligt er på indfaldsveje og større, trafikerede veje, hvor der er høje niveauer af luftforurening – både kvælstofdioxid, ultrafine partikler og black carbon. Niveauer af kvælstofdioxid målt overskrider markant WHO's retningslinjer på mange gadestrækninger i København. De målte niveauer af ultrafine partikler i København kan ligeledes anses for at være i den høje kategori, hvis man følger WHO's vejledende kategorisering for niveauer af ultrafine partikler.

Cykelstudiet viser, at der er betydelige lokale forskelle i koncentrationer af ultrafine partikler, når man færdes på cykel i København. De højeste koncentrationer er målt de steder på cykelruten, hvor der er lyskryds, meget trafik, vejarbejde eller bygninger, der former en såkaldt "street canyon". De målte niveauer af ultrafine partikler på cykelruten er flere steder markant højere end den vejledende kategorisering for høje niveauer af ultrafine partikler, som WHO anbefaler.

Forskningsoversigten om gadeforurening dokumenterer bl.a., at kortvarig eksponering for et højt niveau af luftforurening kan have akutte skadelige effekter på en række forskellige biomarkører, der relaterer sig til luftvejs- og hjertesygdomme. Det er eksempelvis lungefunktion, blodtryk, hjerterytme, inflammatoriske biomarkører og skade på DNA. Den hyppigste skadelige effekt viser sig at være en reduktion af lungefunktion, hvilket kan medføre ubehag hos raske mennesker, mens det hos personer med kroniske sygdomme kan forværre allerede eksisterende symptomer.

Et muligt næste skridt i arbejdet med øget viden om sundhedskonsekvenserne af luftforurening er et fokus på, hvor syge københavnernes bliver af de høje doser på gadeniveau og i hvor høj grad de sårbare grupper oplever fysiske og psykiske gener på baggrund heraf.

Et andet muligt skridt med inspiration fra projektet om ren luft i børnelivszoner er, at arbejde med forskellige løsninger for at reducere eksponering for sundhedsskadelig luftforurening i København fx gennem afskærmning, nudging, fredeliggørelse fra trafik i områder, hvor der er meget luftforurening og mange børn og unge færdes.

9 / Opsamling – status på sundhed og luftforurening i København

Københavns Kommunes tredje årsrapport med status på sundhed og luftforurening i København samler op på foregående årsrapporter for 2019 og 2020, og supplerer med ny viden og nye perspektiver på udfordringer med sundhedsskadelig luftforurening i en by som København.

Sundhedskonsekvensberegninger skal opdateres og udbygges væsentligt

Rapporten peger på, at de eksisterende beregninger og beregningsmetoder er utilstrækkelige i forhold til at afdække det fulde billede af de sundhedsmæssige konsekvenser af luftforurening i København.

Luftforurening har over en længere årrække været faldende i København. Det viser bl.a. nationale opgørelser. Niveauerne af luftforurening i København overskrider dog WHO's retningslinjer for flere luftforurenende stoffer. WHO's seneste retningslinjer indeholder væsentlige reduktioner af de anbefalede niveauer. Eksempelvis en reduktion på 50 procent for anbefaling af niveauet af fine partikler i luften.

Endvidere understreger WHO med de nye retningslinjer, at det fulde billede af sundhedskonsekvenser forårsaget af luftforurening fortsat ikke er muligt at afdække endegyldigt. WHO tydeliggør desuden, at sundhedskonsekvenser af luftforurening indtræffer ved markant lavere niveauer end hidtil antaget. Denne konklusion fra WHO understreger vigtigheden af, at man fortsat har fokus på udfordringer med den generelle sundhedsskadelige luftforurening, som vi alle udsættes for hele tiden, selv i en by som København.

De beregningsmodeller, som anvendes til opgøre sundhedskonsekvenser af luftforurening, benytter (udover nu forældede anbefalinger fra WHO) et begrænset sygdomsbillede som grundlag. Det er kritisk, idet det er rimeligt at formode, at sundhedskonsekvenserne af luftforurening er langt større (jf. WHO's udmelding). Eksempelvis inkluderer den beregningsmodel, der benyttes til at estimere helbredskonsekvenserne af luftforurening

i København seks tilfælde af lungekræft, cirka 350 episoder med bronkitis, cirka 1500 episoder med bronkitis eller astma hos københavnske børn, samt omkring 450.000 dage med helt eller delvist sygdom eller nedsat aktivitet blandt københavnernes. Dertil kommer således alle de sygdomstilfælde mv., som der ikke regnes på. Det drejer sig fx om lungebetændelse, astma også for voksne og diabetes mv. Den fulde liste over kendte sundhedskonsekvenser af luftforurening fremgår af bilag 3.

Supplerende anbefaler WHO, at der skabes mere viden om black carbon og ultrafine partikler med henblik på at kunne lave fremtidige studier af helbredskonsekvenserne. På dette område er København allerede i gang, idet der måles ultrafine partikler på alle de fem kommunale målestationer, ligesom to af de kommunale målestationer også måler for black carbon.

Luftforurening er også skyld i øget sygelighed og fysiske og psykiske gener

Et andet væsentligt perspektiv, der fremhæves i rapporten, handler om, hvordan der fremadrettet kan regnes på sundhedskonsekvenser af luftforurening af meget høje doser på gadeniveau herunder betydningen for fx borgere med kroniske sygdomme.

Her fremhæver årsrapporten, at sundhedskonsekvenser af luftforurening kan forstås som for tidlig død, egentlig sygdom (akut eller kronisk), forværring af sygdom eller symptomer og forskellige fysiske og psykiske gener.

Særligt de to sidste områder er underbelyste i en luftforureningssammenhæng, men er yderst relevante i og med, at man som borger ikke kan undgå luftforurening i en by som København. Forværring af sygdom kan fx tage sig ud som øget medicinbrug, hospitalsindlæggelser, flere sygedage knyttet til kronisk sygdom mv., mens fysiske og psykiske gener bl.a. er overvægt, mistrivsel, hovedpine, åndenød, utilpashed mv. Alt sammen noget der også kan medføre ekstra sygedage og mindre produktivitet.



Risiko for død

For eksempel:
 For tidlig død
 Øget dødlighed
 pga. sygdom



Risiko for akut og kronisk sygdom

For eksempel:
 Astma
 Lungecancer
 Lungebetændelse



Risiko for øget sygelighed ved kronisk sygdom

For eksempel:
 Forværring
 Flere symptomer
 Mere medicin



Risiko for fysiske og psykiske gener

For eksempel:
 Overvægt
 Hovedpine
 Åndenød
 Utilpashed

Luftforurening kan potentielt bidrage til lang større gene og sygdomsbyrde end hidtil estimeret, da det ikke kun forårsager sygdom og for tidlig død, men potentielt også gener, lidelser og tilstande, der i sig selv kan forårsage anden sygdom som fx overvægt, dårlig trivsel eller gentagne stressepisoder, der kan føre til depression og angst. Der er ikke modelberegninger for sundhedskonsekvenser af luftforurening i København, der inkluderer denne type udfald af fysiske og psykiske gener.

Der er endvidere borgere, der er særligt sårbare overfor sundhedskonsekvenserne af luftforurening, hos hvem de mere akutte fysiske og psykiske gener kan have stor påvirkning i hverdagen. Heri lægger et stort forebyggelsespotentiale i særligt udsatte grupper; børn, gravide, borgere med kroniske sygdomme og ældre borgere.

Opsamlende kan det konkluderes, at sundhedskonsekvenser af luftforurening i København bør forstås i en kontekst af, at sundhedskonsekvenserne er langt større end forudsætningerne i de eksisterende beregninger, og at man derfor allerede i dag er klar over, at sundhedskonsekvenserne reelt må forventes at være betydelig større.

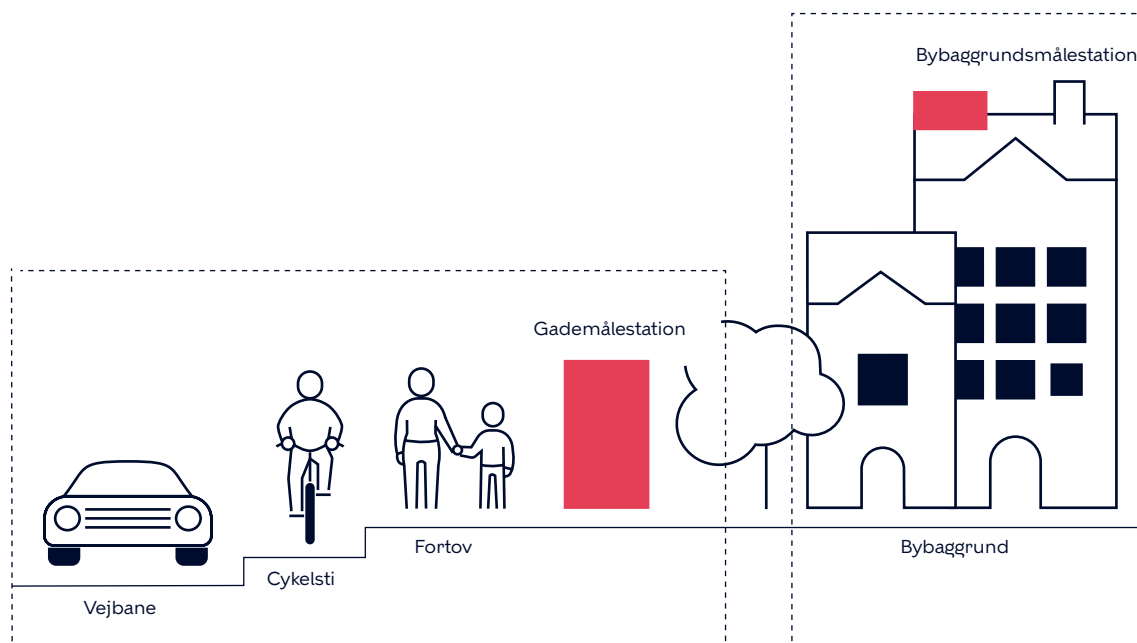
Fremadrettet fokus på de store doser af luftforurening på gadeniveau

Et supplerende perspektiv i rapporten er, når borgere udsættes for store doser af sundhedsskadelig luftforurening. Der kan være stor forskel på den mængde af luftforurening, som man eksponeres for afhængig af, hvor tæt man er på en given kilde. Meget forskning inden for folkesundhed har ofte fokus på, at dosis spiller en væsentlig rolle for sundhedskonsekvenser forbundet med indtag eller brug af fx tobak, alkohol eller andre rusmidler. Laves sammenligningen til luftforurening, er en høj dosis fx luftforurening i myldretiden, tæt på en brændeovn, på vejstrækninger med tæt trafik etc. Samtidig er en lav dosis den almindelige luft i København, som vi alle sammen udsættes for hele tiden. Der er således stor forskel på den enkeltes eksponering i forhold til tid og sted.

Kortvarig eksponering for et højt niveau af luftforurening, som fx de niveauer man udsættes for på gadeniveau, kan have akutte skadelige effekter på en række forskellige biomarkører, der relaterer sig til luftvejs- og hjertesygdomme. Dette indebærer eksempelvis lungefunktion, blodtryk, hjerterytme, inflammatoriske biomarkører og skade på DNAet. Den hyppigste effekt viser sig at være en reducere af lungefunktion, hvilket kan medføre ubehag hos raske individer, mens det hos personer med kroniske sygdomme kan forværre allerede eksisterende symptomer.

Beregninger af sundhedskonsekvenser af luftforurening i København foretages på baggrund af årsmiddelværdier. Det svarer til at regne på en generel lav dosis. Med andre ord tages der i den almindelige beregningsmodel i meget lille grad højde for variationer i tid og sted – og at mennesker

udover den generelle lave, vedvarende dosis af sundhedsskadelig luftforurening også udsættes for høje doser af luftforurening i løbet af en dag – fx i gadeniveau inde i deres biler, på cyklen eller som fodgænger.



Høje doser af sundhedsskadelig luftforurening, som fx er at finde på gadeniveau, indgår ikke i sundhedskonsekvensberegninger

Den almindelige luftforurening, som alle københavnere udsættes for hele tiden, anvendes som grundlag for sundhedskonsekvensberegninger

Googleprojektet (Kapitel 7) dokumenterer, at særligt på indfaldsveje og større, trafikerede veje er der høje niveauer af luftforurening. Cykelstudiet (Kapitel 7) viser endvidere, at der er betydelige lokale forskelle i koncentrationer af ultrafine partikler, når man færdes på cykel i København. De højeste koncentrationer er målt de steder på en cykelrute, hvor der er lyskryds, meget trafik, vejarbejde eller bygninger, der former en såkaldt "street canyon".

Et andet muligt skridt er, med inspiration fra rapport om ren luft i børnelivszoner i Københavns Kommune, at arbejde med forskellige løsninger for at reducere eksponering for sundhedsskadelig luftforurening i København. Det kan fx være i områder med meget luftforurening, og hvor mange børn og unge færdes.

På baggrund af ovenstående er et muligt næste skridt i arbejdet med øget viden om sundhedskonsekvenserne af luftforurening er et fokus på, hvor syge københavnere bliver af de høje doser på gadeniveau og i hvor høj grad sårbare grupper oplever fysiske og psykiske gener på baggrund heraf.



Referencer

Global Burden of Disease Study 2019

Lancet, 2020: "Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019"

Aarhus Universitet 2020

Aarhus Universitets undersøgelse af helbredseffekter af Black Carbon i Københavns Kommune

Københavns Universitet 2020

Københavns Universitet, Institut for Folkesundhedsvidenskab, 2020: "Health effects of outdoor air pollution in Copenhagen".

Aarhus Universitet 2021

Aarhus Universitet, Nationalt Center for Miljø og Energi, 2021: "Helbredseffekter af Black Carbon i Københavns Kommune".

Københavns Universitet 2021

Københavns Universitet, Institut for Folkesundhedsvidenskab, 2021: "Street-level and rush-hour air pollution in Copenhagen, Denmark".

WHO 2021

World Health Organization, 2021: "WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide".

Aarhus Universitet 2022

Aarhus Universitet, Nationalt Center for Miljø og Energi, 2022: "Luftkvalitet 2020 – Status for den nationale luftkvalitetsovervågning i Danmark".

Københavns Universitet 2022

Københavns Universitet, Institut for Folkesundhedsvidenskab, 2022: "Ambient air pollution and risk factors of disease and mortality".

Bilag

Bilagsfortegnelse

Bilag 1

Københavns Universitet – "Ambient air pollution and risk factors of disease and mortality", 2021

Bilag 2

WHO's nye retningslinjer og sammenligning til EU's grænseværdier for luftkvalitet

Bilag 3

Oversigtstabel

Ambient air pollution and risk factors of disease and mortality

WHO's nye retningslinjer og sammenligning til EU's grænseværdier for luftkvalitet

Bilag 2 / WHO's nye retningslinjer og sammenligning til EU's grænseværdier for luftkvalitet

Verdenssundhedsorganisationen (WHO) udgav i september 2021 en rapport med deres nye retningslinjer for seks forurenende stoffer i luften, henholdsvis fine og grove partikler, ozon, kvælstofdioxid, svovldioxid og kulilte. Det er muligt at se retningslinjer og hente rapporten på WHOs hjemmeside her:

www.who.int/news-room/feature-stories/detail/what-are-the-who-air-quality-guidelines

I tabel 6 vises WHO's nye retningslinjer fra 2021 for alle seks stoffer.

Tabel 6 / WHO's nye retningslinjer 2021

Stof	Måleperiode	WHO's retningslinje
Fine partikler (PM _{2,5})	Årsmiddelværdi	5 µg/m ³
	Døgnmiddelværdi	15 µg/m ³
Grove partikler (PM ₁₀)	Årsmiddelværdi	15 µg/m ³
	Døgnmiddelværdi	45 µg/m ³
Ozon (O ₃)	Sæsonmiddelværdi	60 µg/m ³
	8 timers middelværdi	100 µg/m ³
Kvælstofdioxid (NO ₂)	Årsmiddelværdi	10 µg/m ³
	Døgnmiddelværdi	25 µg/m ³
Svovldioxid (SO ₂)	Døgnmiddelværdi	40 µg/m ³
Kulilte (CO)	Døgnmiddelværdi	4 mg/m ³

Sammenligning med tidligere retningslinjer fra WHO

For alle seks stoffer i de nye retningslinjer bortset fra svovldioxid er niveauerne væsentlig reduceret i forhold til de tidligere WHO's retningslinjer fra 2005.

Årsmiddelværdier og døgnmiddelværdi er således væsentlig reduceret for fem af stofferne i de nye retningslinjer. Mens time- og minutmiddelværdier er de samme som de tidligere fra 2005 og dermed ikke medtaget i ovenstående tabel.

Nedenfor sammenlignes WHO's tidligere retningslinjer fra 2005 med de nye retningslinjer fra 2021 for fine partikler og grove partikler, ozon, kvælstofdioxid, samt kulilte og svovldioxid. Derudover ses også den procentvise forskel mellem de tidligere og de nye retningslinjer.

Tabel 7 / Sammenligning af WHO's tidligere og nye retningslinjer

Stof	Måleperiode	WHO's retningslinje 2005	WHO's retningslinjer 2021	Forskel
Fine partikler (PM _{2,5})	Årsmiddelværdi	10 µg/m ³	5 µg/m ³	50 pct. mindre
	Døgnmiddelværdi	25 µg/m ³	15 µg/m ³	40 pct. mindre
Grove partikler (PM ₁₀)	Årsmiddelværdi	20 µg/m ³	15 µg/m ³	25 pct. mindre
	Døgnmiddelværdi	50 µg/m ³	45 µg/m ³	10 pct. mindre
Ozon (O ₃)	8 timers middelværdi	40 µg/m ³	100 µg/m ³	Samme værdi
Kvælstofdioxid (NO ₂)	Årsmiddelværdi	—	10 µg/m ³	75 pct. mindre
	Døgnmiddelværdi		25 µg/m ³	—
Svovldioxid (SO ₂)	Døgnmiddelværdi	—	40 µg/m ³	—
Kulilte (CO)	Døgnmiddelværdi	—	4 mg/m ³	—

Der er væsentlige reduktioner i WHO's anbefalede niveauer af luftforurening til forskel fra 2005 for både fine og grove partikler og kvælstofdioxid. WHO's nye retningslinjer anbefaler fx en årsmiddelværdi for fine partikler, der er 50 procent lavere sammenlignet med tidligere, samt en årsmiddelværdi for kvælstofdioxid, der er 75 procent lavere sammenlignet med tidligere.

Sammenligning med EU's grænseværdier

Tabellen nedenfor viser WHO's nye retningslinjer fra 2021 sammenlignet med EU's grænseværdier for fine og grove partikler, ozon, kvælstofdioxid, samt kulilte. Derudover ses også forskellen mellem WHO's retningslinjer og EU's grænseværdier.

Tabel 8 / Sammenligning ml. WHO's nye retningslinjer og EU's grænseværdier

Stof	Måleperiode	WHO's retningslinjer 2021	EU's grænseværdi	Forskel
Fine partikler (PM _{2,5})	Årsmiddelværdi	5 µg/m ³	25 µg/m ³	WHO: Omkring fem gange lavere niveau
	Døgnmiddelværdi	15 µg/m ³	—	—
Større partikler (PM ₁₀)	Årsmiddelværdi	15 µg/m ³	40 µg/m ³	WHO: Omkring 2,7 gange lavere niveau
	Døgnmiddelværdi	45 µg/m ³	50 µg/m ³	WHO: Omkring 1,1 gange lavere niveau

Tabel 8 fortsat / Sammenligning ml. WHO's nye retningslinjer og EU's grænseværdier

Stof	Måleperiode	WHO's retningslinjer 2021	EU's grænseværdi	Forskel
Ozon (O ₃)	8 timers middelværdi	100 µg/m ³	120 µg/m ³	WHO: Omkring 1,2 gange lavere niveau
Kvælstofdioxid (NO ₂)	Årsmiddelværdi	10 µg/m ³	40 µg/m ³	WHO: Omkring fire gange lavere niveau
	Døgnmiddelværdi	25 µg/m ³	50 µg/m ³	WHO: Omkring to gange lavere niveau
Kulilte (CO)	Døgnmiddelværdi	4 mg/m ³	—	—

WHO's nye retningslinjer er markant lavere end EU's grænseværdier for både fine og grove partikler og kvælstofdioxid. WHO's nye retningslinjer anbefaler fx niveauer af årsmiddelværdier, der er omkring fem gange lavere for fine partikler og omkring fire gange lavere for kvælstofdioxid til sammenligning med EU's grænseværdier.

Nye retningslinjer ift. eksisterende luftmålinger i København

For at forstå betydningen af WHO's nye retningslinjer i København er herunder sammenlignet med data fra de tre nationale målestationer for

fine partikler, grove partikler, samt kvælstofdioxid. Tabellerne viser også den procentvise ønskede reduktion pr. målestation for at nå det anbefalede niveau i WHO's nye retningslinjer.

Nationale målestationer i København

Tabel 4 viser en sammenligning af WHO's nye retningslinjer og årsmiddelværdier, der er målt ved de tre nationale målestationer på H. C. Andersens Boulevard, Jagtvej og H. C. Ørsted Institut (bybaggrund) som led i det nationale måleprogram (data fra 2019).

Tabel 9 / Sammenligning af WHO's tidligere og nye retningslinjer

Stof	Måleperiode	WHO's retningslinje 2021	Nationale målestationer*	Reduktion ift. WHO's. retningslinje
Fine partikler (PM _{2,5})	Årsmiddelværdi	5 µg/m ³	HCAB: 13 Jagtvej: 12 Bybaggrund: 11	HCAB: 61 pct. Jagtvej: 58 pct. Bybaggrund: 54 pct.
Grove partikler (PM ₁₀)	Årsmiddelværdi	15 µg/m ³	HCAB: 26 Jagtvej: 21 Bybaggrund: 17	HCAB: 42 pct. Jagtvej: 28 pct. Bybaggrund: 12 pct.
Kvælstofdioxid (NO ₂)	Årsmiddelværdi	10 µg/m ³	HCAB: 33 Jagtvej: 24 Bybaggrund: 12	HCAB: 70 pct. Jagtvej: 58 pct Bybaggrund: 16 pct.

Tabellen viser bl.a., at det kræver en reduktion af fine partikler og kvælstofdioxid på omkring 50-70 pct. på H. C. Andersens Boulevard og Jagtvej, hvis WHO's retningslinjer skal imødekommes ved de nationale målestationer.

* Kilde: DCE "Luftkvalitet 2019, nr. 410 2021".

Oversigtstabel

Bilag 3 / Oversigtstabel

Oversigtstabellen er en samling af helbredseffekter beskrevet i tabel 3, 4 og 5. Oversigtstabellen viser således det samlede billede af helbredseffekter forårsaget af eksponering for luftforurening. Både helbredsudfald med etableret sammenhæng og de helbredsudfald, hvor der er en mistanke om sammenhæng, samt de inkluderede helbredseffekter i

modelberegningerne af sundhedskonsekvenserne for Københavns Kommune. Indholdet af tabellen er drøftet med ekspertgruppen for sundhed og luftforurening i Københavns Kommune og efterfølgende kvalitetssikret af professor Zorana J. Andersen og lektor Marie Pedersen fra Københavns Universitet.

Tabel 10 / Oversigtstabel

	Moderat til høj evidens (etablerede sammenhænge)	Mistanke om sammenhænge	Udfald inkluderet i beregning af helbreds- effekter for Køben- havns Kommune
Øget dødelighed	– Samlet dødelighed – Øget dødelighed pga. luftvejssygdomme – Øget dødelighed pga. hjertekarsygdomme – Øget dødelighed pga. type 2-diabetes – Øget dødelighed pga. lungekræft – Øget spædbarnsdødelighed (børn)	– Øget dødelighed pga. svangerskabsforgiftning – Øget dødelighed pga. luftvejssygdomme (børn)	– Tabte leveår (kroniske dødsfald som følge af langtidseksponering) – Totale antal dødsfald (kroniske tabte leveår og akutte dødsfald) – Akutte dødsfald (som følge af korttidseksponering)
Øget sygelighed – cancer	– Lungekræft	– Blærekræft – Brystkræft – Hjernetumor – Leukæmi – Leverkræft – Lymfeknudekræft – Mavekræft – Nyrekræft – Leukæmi (børn) – Lymfeknudekræft (børn) – Kræft i centralnervesystemet (børn) – Neuroblastom og Wilms tumor (børn) – Retinoblastom (børn)	– Lungekræft

Tabel 10 fortsat / Oversigtstabel

	Moderat til høj evidens (etablerede sammen- hænge)	Mistanke om sammen- hænge	Udfald inkluderet i beregning af helbreds- effekter for Køben- havns Kommune
Øget sygelighed – Hjerte-, kar- og kreds- løbssygdomme	– Hjerteanfald – Slagtilfælde (hjerneblødning, blodprop i hjernen) – Hjertestop – Forhøjet blodtryk under graviditet – Svangerskabsforgiftning	– Hjerteflimmer – Forhøjet blodtryk – Forhøjet blodtryk (børn)	
Øget sygelighed – luftvejs- og lungesyg- domme	– Astma – KOL – Lungebetændelse (børn og voksne) – Nedsat lungefunktion (børn og voksne) – Øget sygelighed pga. luftvejssygdomme (børn) – Astma og astmarelaterede symptomer (børn)	– COVID-19 (børn og voksne) – Nedre luftvejsinfektioner (børn)	– Hospitalsindlæggelser for åndedrætsbesvær og hjertekarsygdomme – Bronkitis hos voksne – Astma hos børn – Bronkitis hos børn
Øget sygelighed – diabetes	– Type 2-diabetes	– Diabetes under graviditet – Type 1-diabetes (børn)	
Øget sygelighed – neurodegenerative sygdomme og lidelser		– Demens/Alzheimers – Multipel Sklerose (MS) – Parkinsons sygdom – Nedsat kognitiv funktion – Accelereret kognitivt forfald – Hæmmet kognitiv funktion og udvikling (børn)	

Tabel 10 fortsat / Oversigtstabel

	Moderat til høj evidens (etablerede sammen- hænge)	Mistanke om sammen- hænge	Udfald inkluderet i beregning af helbreds- effekter for Køben- havns Kommune
Øget sygelighed – neurologiske og psykologiske syg- domme og lidelser		– Depression – Selvmord – Efterfødsels- depression – Skizofreni – Dårlig mental sundhed – Stress – Angst – ADHD (børn) – Autisme (børn)	
Øget sygelighed – vedr. foster/fødsel	– Lav fødselsvægt (børn)	– Dødfødsel – Spontan abort – Nedsat fertilitet – Reduceret foster- vækst (børn) – Medfødte misdannel- ser (børn) – For tidlig fødsel (børn)	
Øget sygelighed – overvægt		– Overvægt – Overvægt (børn)	
Øget sygelighed – søvn		– Dårlig søvnkvalitet – Dårlig søvnkvalitet (børn)	
Øget sygelighed – velbefindende og almindelige aktivitet		– Nedsat produktivitet/ aktivitet – Hovedpine – Dårlig trivsel generelt	– Sygedage inkl. nedsat aktivitet fx hovedpine