

Denne artikel er publiceret i det elektroniske tidsskrift
Artikler fra Trafikdage på Aalborg Universitet
(Proceedings from the Annual Transport Conference
at Aalborg University)
ISSN 1603-9696
www.trafikdage.dk/artikelarkiv



Effektvurdering af forslag til skærpede miljøzoner i København

Steen Solvang Jensen (ssj@envs.au.dk), Morten Winther (mwi@envs.au.dk), Matthias Ketzler (mke@envs.au.dk), Aarhus Universitet, Institut for Miljøvidenskab, Roskilde

Abstrakt

Der er næsten ikke nogen effekt tilbage af de eksisterende miljøzoner, som blev implementeret i 2008-2010, og som kun stiller miljøkrav til busser og lastbiler. Københavns Kommune har opstillet 3 modeller til skærpede miljøzoner, som på forskellig måde stiller miljøkrav til person- og varebiler, og skærper kravene til busser og lastbiler. DCE-Nationalt Center for Miljø og Energy ved Aarhus Universitet har for Københavns Kommune vurderet effekten af de 3 modeller, og beregnet, hvordan de reducerer trafikens emission og forbedrer luftkvaliteten. De sundhedsskadelige stoffer kvælstofoxider (NO_x), partikler under 2,5 mikrometer (PM_{2.5}) og partikler under 10 mikrometer (PM₁₀) belyses, samt drivhusgassen kuldioxid (CO₂), som bidrager til global opvarmning. Analysen viser, at jo tidligere miljøkravene introduceres, og jo skarpere de er, jo større er effekten for de sundhedsskadelige stoffer, mens CO₂ emissionen vil stige lidt i de tilfælde, hvor dieselpersonbiler forbydes og erstattes af benzinpersonbiler.

1. Introduktion

De nuværende miljøzoner stammer tilbage fra lov om miljøzoner af 20. december 2006 gældende for de 5 største bykommuner. Københavns Kommune og Frederiksberg Kommune indførte miljøzoner den 1. september 2008, Aalborg Kommune den 1. februar 2009, Odense Kommune den 1. juli 2010 og Aarhus Kommune den 1. september 2010. Miljøzoneloven muliggjorde, at miljøzonekommunerne kunne definere et afgrænset byområde, hvor der kræves partikelfiltre på ældre lastbiler og busser, som kører i miljøzonen. Kravene gælder for gamle lastbiler og busser som pr. 1. september 2008 kun levede op til Euro 2 emissionsstandarden eller ældre standarder, og kravene blev yderligere skærpet pr. 1. juli 2010 til at omfatte Euro 3 emissionsstandarden (eller hvis ældre have et eftermonteret partikelfilter). Køretøjer med Euro 3 emissionsstandard blev solgt frem til 30. oktober 2006. Kravet i 2018 er derfor, at lastbilen eller bussen skal være mindst Euro 4 eller have eftermonteret partikelfilter.

Essensen i miljøzoneloven er, at introducere renere Euroklasser tidligere end de ellers vil blive introduceret, som en følge af naturlig udskiftning af bilparken, hvorved der opnås en emissionsgevinst. Da Euronormerne løbende er blevet skærpet, kan man opnå en reduktion i emissionen, hvis ældre emissionsnormer forbydes i miljøzonen, og erstattes af køretøjer med nyere emissionsnormer.

Den tidligere S-R-SF-regering havde i regeringsgrundlaget udpeget ren-luftzoner, som et virkemiddel til at forbedre luftkvaliteten i de større byer, og et virkemiddel til overholdelse af grænseværdien for NO₂, som

var overskredet på daværende tidspunkt. Ren-luftzonerne skulle også regulere person- og varebiler. Forslaget er tidligere effektvurderet mht. emission, luftkvalitet og samfundsøkonomi, men førte ikke til en ændring af miljøzonen (Jensen et al., 2012),

Miljøzonens effekt svarer til at fremskynde Euronormer til ikrafttræden nogle år tidligere end ellers. Effekten af miljøzonen ebber derfor ud med årene. Der er stadigvæk en meget lille effekt af miljøzonen i 2015, men i 2020 er der kun marginal forskel på situationen uden miljøzone og situationen med miljøzone (Jensen et al., 2011). Der er derfor behov for at skærpe miljøzonen, hvis der fortsat ønskes en effekt af miljøzoner som virkemiddel.

En række oppositionspartier har i slutningen af 2017 stillet forslag om skærpelse af de nuværende miljøzoner ved at foreslå at lastbiler, busser og store varebiler (over 1.760 kg) skal opfylde Euro 6 emissionsnormen for at kunne køre i miljøzonerne, hvilket er den skrappeste Euronorm. Endvidere omfatter forslaget at mindre byer ned til 25.000 indbyggere også kan indføre miljøzoner samt at den københavnske miljøzone kan udvides med omegnskommuner. Kravene foreslås at træde i kraft den 1. juli 2019. (Auken et al., 2017).

Frank Jensen, overborgmester for Københavns Kommune har endvidere stillet et forslag om skærpelse af miljøzonen i København (Frank Jensen, 2017):

- Forbyde adgang for nye personbiler på diesel registreret efter 1. januar 2019 (ingen restriktioner for biler registreret før 1.1.2019)
- Krav om Euronorm 4 for varebiler fra 1. januar 2019. Det betyder, at varebiler udelukkes fra miljøzonen, når de er mindst 13 år gamle. Miljøkravene hæves gradvist (som bilerne bliver ældre), konkret indføres Euronorm 5 i 2023 og Euronorm 6 i 2027 for varebiler.
- Fra 1. januar 2019 indføres krav til lastbiler (køretøj over 3,5 ton) om Euronorm 5 (eller tilsvarende reduceret udledning opnået ved filtre eller anden teknologi). I 2023 vil indføres krav om Euronorm 6.

Københavns Kommune har i foråret 2018 fået gennemført en analyse af effekten for emission og luftkvalitet af 3 forskellige modeller til skærpede i København opstillet af Københavns Kommune. Analysen er gennemført af DCE-Nationalt Center for Miljø og Energy ved Aarhus Universitet (Jensen et al., 2018). Denne artikel beskriver metode og resultater fra denne analyse.

2. Metode og forudsætninger

I det følgende er de tre modeller for skærpede miljøzoner i København beskrevet, og metoden for vurdering af emission (udstødning) og luftkvalitet er beskrevet.

2.1 Tre modeller for skærpede miljøzoner

Miljøkravene i de 3 forskellige modeller er kort beskrevet i det følgende:

Model 1 Forbud mod nye persondieslbiler og skærpede krav til varebiler og tunge køretøjer

Personbiler: Forbud mod kørsel med nye dieselpersonbiler fra 1. januar 2019.

Varebiler: Krav om Euronorm 4 for både diesel- og benzindrevne varebiler fra 1. januar 2019, Euronorm 5 i 2023, og Euronorm 6 i 2027.

Lastbiler og busser: Fra 1. januar 2019 indføres krav om, at lastbiler og busser (køretøj over 3,5 ton) skal overholde Euronorm 5, og i 2023 er kravet Euro 6.

Model 2 Udfasning af ældre køretøjer først

Personbiler: Persondieselmotorer skal overholde Euro 5 i 2025. Der er totalt forbud mod persondieselmotorer i 2030.

Varebiler: Både diesel- og benzindrevne varebiler skal overholde Euro 6 i 2019.

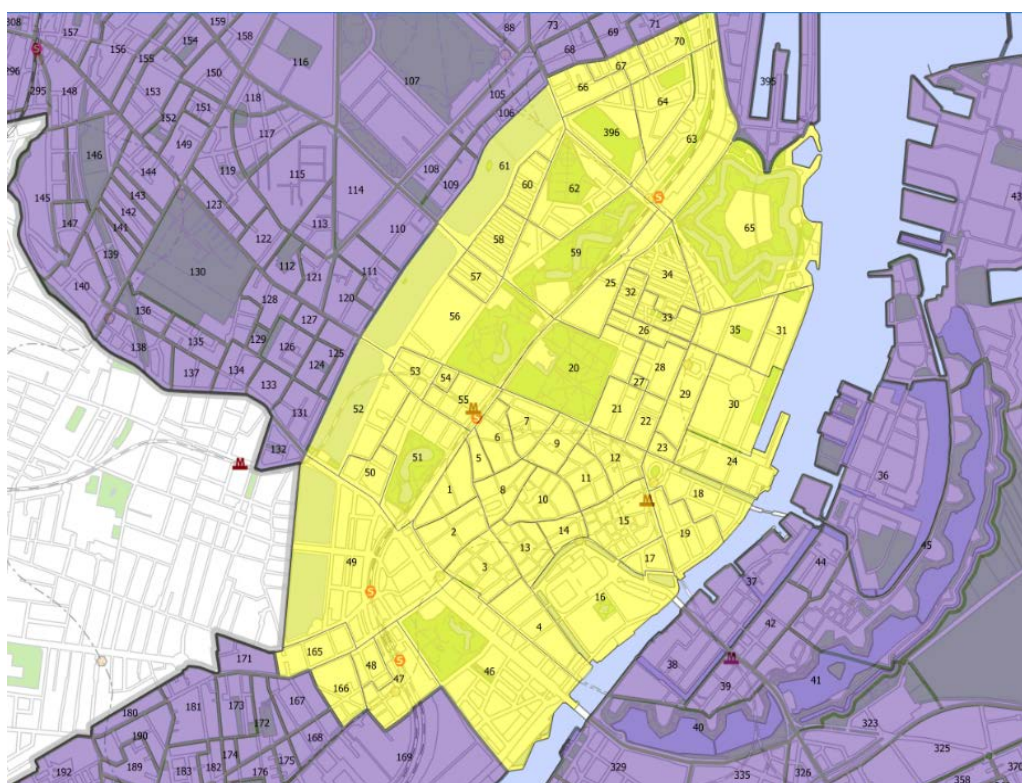
Lastbiler og busser: Lastbiler og busser over 3.500 kg skal overholde Euro 6 i 2019. I 2030 skal de overholde den til enhver tid gældende Euronorm med maks. 5 års forsinkelse.

Model 3 Dieselfri zone i 2025 fra søerne til havneringen

Personbiler: Ingen dieselpersonbiler fra 2025. Det forudsættes, at al kørsel i personbiler er med benzin som brændstof.

Varebiler, lastbiler og busser: Alle varebiler, lastbiler og busser skal overholde Euro 6 i 2025.

Model 3 er således et mindre geografisk område, som strækker sig fra søerne og ind til inderhavnen, mens model 1 og 2 omfatter den geografiske udstrækning af hele Københavns Kommune. Model 3 kunne tænkes sammen med model 1 og 2, hvor miljøkravene i model 1 eller 2 gælder i resten af kommunen uden for den mindre geografiske zone, som model 3 udgør. I Sverige har Transportstyrelsen også foreslået forskellige miljøklasser for miljøzoner, hvor fx den skrappeste kunne omfatte den gamle bydel i Stockholm Transportstyrelsen (2017).



Figur 2.1. Geografisk afgrænsning af miljøzonekravene i model 3 markeret med gult. Det hvide område i venstre del af figuren er dele af Frederiksberg Kommune. Kilde: Københavns Kommune.

Tabel 2.1 opsummerer miljøkravene i de tre forskellige modeller. Grøn indikerer, at den pågældende køretøjsgruppe og emissionsklasse må køre i miljøzonen, mens rød indikerer et forbud. For model 1 indikerer rød dog kun forbud mod nye dieselpersonbiler fra 1. januar 2019.

Tabel 2.1 Opsummering af kravene i de tre modeller for skærpede miljøzoner.

Brændstof	Køretøjstype	Euroklasse	Model 1					Model 2					Model 3				
			2019	2023	2025	2027	2030	2019	2023	2025	2027	2030	2019	2023	2025	2027	2030
Diesel	Personbil	Euro <=4															
Diesel	Personbil	Euro 5															
Diesel	Personbil	Euro 6	Ikke nye	Ikke nye	Ikke nye	Ikke nye	Ikke nye										
Diesel	Personbil	Euro 6d-TEMP	Ikke nye	Ikke nye	Ikke nye	Ikke nye	Ikke nye										
Diesel	Personbil	Euro 6d	Ikke nye	Ikke nye	Ikke nye	Ikke nye	Ikke nye										
Benzin	Personbil	Euro <=6d															
Diesel	Varebil	Euro <=3															
Diesel	Varebil	Euro 4															
Diesel	Varebil	Euro 5															
Diesel	Varebil	Euro 6															
Diesel	Varebil	Euro 6d-TEMP															
Diesel	Varebil	Euro 6d															
Benzin	Varebil	Euro <=3															
Benzin	Varebil	Euro 4															
Benzin	Varebil	Euro 5															
Benzin	Varebil	Euro 6															
Benzin	Varebil	Euro 6d-TEMP															
Benzin	Varebil	Euro 6d															
Diesel	Lastbil	Euro <=IV															
Diesel	Lastbil	Euro V															
Diesel	Lastbil	Euro VI															
Diesel	Bus	Euro <=IV															
Diesel	Bus	Euro V															
Diesel	Bus	Euro VI															

Bemærk at der for Euro 6 person- og varebiler er tre kategorier, som henviser til 3 forskellige emissionskrav (Euro 6, Euro 6d-TEMP, og Euro 6d). Euro 6 henviser til den nuværende regulering, hvor bilerne typegodkendes efter emissionstest i laboratoriet med kørecyklussen NEDC (New European Driving Cycle). Denne test afspejler ikke i tilstrækkelig grad virkelige emissioner ved faktisk kørsel (real driving emissions), og der er derfor udviklet en ny kørecyklus "World-Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure" (WLTP), som i højere grad afspejler faktisk kørsel. Euro 6d betegner regulering, som anvender den nye kørecyklus. I forbindelse med Euro 6d-TEMP er der samtidig krav om, at der udføres emissionsmålinger på vej under virkelige kørselsforhold, som afspejler trafikens tilfældige accelerationer og decelerationer. Målingerne gennemføres med PEMS-udstyr (portable emission measurement systems). Dette kaldes new Real Driving Emission (RDE) test procedure. De målte NO_x-emissioner på vej må ikke overstige emissionskravet for NEDC testen med mere end 110 % i september 2017 for alle nye bilmodeller som typegodkendes, og i september 2019 må der kun sælges biler, som overholder kravet. Fra januar 2020 skærpes kravet for maksimal overskridelse af NO_x-emissionen til 50% for alle nye bilmodeller, og i januar 2021 for alle nye biler som markedsføres. Implementeringsdatoerne er et år senere for varebiler. Reguleringen med kravet om 50% betegnes Euro 6d.

2.2 Effektvurdering for emission

Effekten for emissionen af de tre modeller for skærpede miljøzoner tager udgangspunkt i emissionsfaktorer fra den nationale emissionsopgørelse for byveje for de forskellige scenarieår. Effekten er illustreret for H.C. Andersens Boulevard i København, og afspejler dermed den køretøjsfordeling, som denne vej har.

Beregningerne er gennemført for scenarieårene 2019, 2023, 2025, 2027 og 2030, som er årstal, hvori en eller flere af de tre modeller stiller miljøkrav. Endvidere er der også beregnet for 2035 for at illustrere effekten i et senere år. Beregninger er også gennemført for 2016, da luftkvalitetsdata haves for dette årstal for H.C. Andersens Boulevard, og en overslagsvurdering af effekten for luftkvalitet kan dermed gives på baggrund af emissionsudviklingen fra 2016 og til de forskellige scenarieår.

Der er således ikke foretaget effektvurdering af den totale emission, som kunne reduceres over hele miljøzonens udstrækning, men det er alene illustreret, hvad effekten er for H.C. Andersens Boulevard. Den

total emission kan dog relativt nemt beregnes med de foreliggende emissionsfaktorer, såfremt der foreligger oplysninger om kørte km for køretøjsgrupperne (personbil, varebil, lastbil<32t, lastbil>32t, rutebusser og turistbusser).

Emissionsfaktorer for køretøjer

Emissionsfaktorer (gram/km) for de forskellige køretøjsgrupper og underopdeling i brændstoftype (diesel/benzin) og i Euronormer for de forskellige scenarieår stammer fra DCE's vejtrafikemissionsmodel. Denne emissionsmodel bruges også til beregningen af de årlige nationale emissionsopgørelser og emissionsprognoser, der indleveres til bl.a. FN's klimakonvention, UNECE LRTAP-konventionen, Miljøstyrelsen og Energistyrelsen (se f.eks. Winther (2018) og Nielsen et al. (2018)).

Der er emissionsfaktorer for NO_x (kvælstofoxider), partikeludstødning, samt ikke-udstødning (vej-, dæk- og bremseslid) for PM_{2.5} og PM₁₀ (hvh. massen af partikler under 2,5 mikrometer og 10 mikrometer). Endvidere er total PM_{2.5} (udstødning plus ikke-udstødning PM_{2.5} og total PM₁₀ (udstødning plus ikke-udstødning PM₁₀)) vist. Der er også emissionsfaktorer for CO₂ (kuldioxid). NO_x, PM_{2.5} og PM₁₀ er sundhedsskadelige mens CO₂ er en drivhusgas, som bidrager til global opvarmning.

Emissionsdata for de forskellige køretøjstyper stammer fra den europæiske vejtrafikemissionsmodel COPERT 5 og trafik- og bestandsdata er leveret af DTU Transport på basis af årsdata fra Danmarks Statistiks bilregister og Vejdirektoratet. Emissions- og trafikdata afspejler byveje, og kørte km fordelt på de forskellige køretøjsgrupper og underopdeling i brændstoftype (diesel/benzin) og i Euronormer for de forskellige scenarieår anvendes til at beregne vægtede emissioner for fx en gennemsnitlig dieseldreven personbil. Regulering af emissioner fra køretøjer sker gennem Euronormer, som er blevet skærpet over tid. Euro 6 er den seneste og gældende Euronorm for alle køretøjskategorier. Den skulle overholdes i 2015 for personbiler, 2016 for varebiler og 2013 for lastbiler og busser.

Ved beregning af CO₂-emissionsfaktorerne er der taget hensyn til nye bilers gradvist forbedrede energieffektivitet i henhold til EU's brændstofnorm ved typegodkendelse. Endvidere er der taget hensyn til den stigende afvigelse, der er målt i de senere år mellem EU's normforbrug og forbruget målt ved virkelig kørsel (f.eks. Tietge et al., 2017). Fremtidige køretøjers CO₂-emissionsfaktorer indregner også EU's gennemsnitlige 95 g CO₂-mål for nye køretøjer samt Teknologisk Instituts forventninger til energieffektivitetsforbedringer for nye køretøjer i årene efter 2020. Derudover indregnes også de nationale biobrændstof iblandingsprocenter fra den nationale energistatistik og energiprognose opgjort af Energistyrelsen.

Antallet af elbiler er pt. på et meget lavt niveau, men kan forventes at stige frem til 2030, som er det seneste scenarieår i miljøzonomodel 2. Prognosen for udviklingen i elbiler er ikke trukket ud af emissionsdata-basen, da den ikke forventes at påvirke den indbyrdes effekt mellem de 3 miljøzonomodeller. Kommer der en kraftig udvikling i antallet af elbiler eller andre nuludslibsbiler vil emissionen fra trafikken reduceres yderligere, og emissionen vil blive mindre i referenceudviklingen, hvilket også vil påvirke luftkvaliteten.

Køretøjsfordeling på H.C. Andersens Boulevard

Den gennemsnitlige døgntrafik (årsdøgntrafikken) er 55.500 på H.C. Andersens Boulevard og køretøjsfordelingen er vist for 2016 i Tabel 3.1 (Ellermann et al., 2017).

Tabel 2.2 Køretøjsfordeling på H.C. Andersens Boulevard i 2016 (%)

	Personbiler	Taxi	Varebiler	Lastbiler < 32t	Lastbiler > 32t	Busser	Totalt
Køretøjsfordeling	77,1	4,82	14,9	1,15	0,72	1,34	100

Busser er i emissionsmodellen underopdelt på rutebusser og turistbusser. Tidligere vurderinger har vist, at der er 50% rutebusser og 50% turistbusser på H.C. Andersens Boulevard, hvilket afviger noget fra et gennemsnit for 98 gader i København, hvor fordelingen var omkring 80% rutebusser og 20% turistbusser (Jensen et al., 2016). I beregningerne er der forudsat 50% rutebusser og 50% turistbusser. Fordelingen mellem rutebusser og turistbusser spiller dog ingen rolle for vurdering af de 3 miljøzonomodeller, da miljøkravene gælder alle busser.

Endvidere er taxier i beregningerne regnet som personbiler. Da taxi er underlagt krav om at være Euro 6 ifølge den grønne taxilov (Transport- og Bygningsministeriet, 2015) vil emissionen fra dem blive lidt overvurderet, men samlet betyder det ikke så meget, da der er relativt få taxier i forhold til alle personbiler.

Forudsætninger omkring implementering af de 3 miljøzonomodeller

Model 1

Forbud mod nye dieselpersonbiler fra 1. januar 2019 er implementeret på følgende måde. Forbuddet gør, at nye dieselpersonbiler indregistreret den 1. januar 2019 og fremefter ikke må køre i miljøzonen, hvilket i 2019 gælder Euro 6 køretøjer.

Der er 3 forskellige emissionskrav knyttet til Euro 6, som omfatter: Euro 6, Euro 6d-TEMP, og Euro 6d. For 2019 betyder det, at nogle dieselpersonbiler er Euro 6 og nogle er Euro 6d-TEMP (Euro 6d er endnu ikke gældende på dette tidspunkt). Ud fra bestandsdata i den nationale emissionsmodel er 77% af Euro 6d-TEMP i 2019 nye siden 1. januar 2019. Det forudsættes, at de nye dieselpersonbiler som forbydes, erstattes af nye benzindrevne personbiler med den samme fordeling mellem Euro 6, Euro 6d-TEMP og Euro 6d, som dieselpersonbiler ville have de pågældende år.

For varebiler er der krav om Euro 4 for både diesel- og benzindrevne varebiler fra 1. januar 2019, Euro 5 i 2023, og Euro 6 i 2027. Dette implementeres ved at fjerne de euroklasser, som ikke er tilladte et givent år, og erstatte dem med tilladte euroklasser i den relative fordeling, som de har det pågældende år. Den samme metode benyttes for tunge køretøjer.

Model 2

Dieselpersonbiler skal overholde Euro 5 i 2025. Dette implementeres ved at fjerne de euroklasser, som ikke er tilladte i 2025, og erstatte dem med tilladte euroklasser i den relative fordeling, som de har i 2025. Der er totalt forbud mod dieselpersonbiler i 2030, som erstattes af benzinpersonbiler efter samme fordeling som dieselpersonbiler i 2030 - dog således at dieslbiler til og med Euro 5 bliver Euro 5-benzinpersonbiler. Varebiler og tunge køretøjer skal overholde Euro 6 i 2019. Dette implementeres efter samme metode, som beskrevet for varebiler og tunge køretøjer under model 1.

Model 3

Ingen dieselpersonbiler fra 2025, som erstattes af benzinpersonbiler efter samme fordeling som dieselpersonbiler de pågældende år.

Alle varebiler, lastbiler og busser skal overholde Euro 6 i 2025. Dette implementeres efter samme metode, som beskrevet for varebiler og tunge køretøjer under model 1.

2.3 Effektvurdering for luftkvalitet

På baggrund af en tidligere kildeopgørelse for H.C. Andersens Boulevard for 2016 (Jensen & Ketznel, 2018). foretages en overslagsvurdering af, hvad effekten er af de 3 miljøzonomodeller for koncentrationen. Dette gøres på en meget forenklet måde, hvor emissionen i referencescenariet i 2016 relateres til trafikens koncentrationsbidrag for at få et udtryk for, hvor meget emissionen bidrager til koncentrationen. Herefter nedskaleres koncentrationsbidraget i 2016 med emissionsreduktionen i de forskellige miljøzonomodeller for de forskellige scenarieår for at få koncentrationen.

Metoden er forenklet i forhold til egentlige beregninger med en luftkvalitetsmodel, fordi den forudsætter en lineær sammenhæng mellem emission og koncentration. For NO₂ er dette en forsimpning, da NO og NO₂ fra trafikken indgår i fotokemi med ozon, og fordi den direkte andel af NO₂ i NO_x-emissionen varierer for de forskellige køretøjskategorier, brændstoftype og euroklasse. Endvidere tager metoden ikke hensyn til ændringer i baggrundskoncentrationen i fremtiden. Derfor er metoden at betegne som en overslagsvurdering.

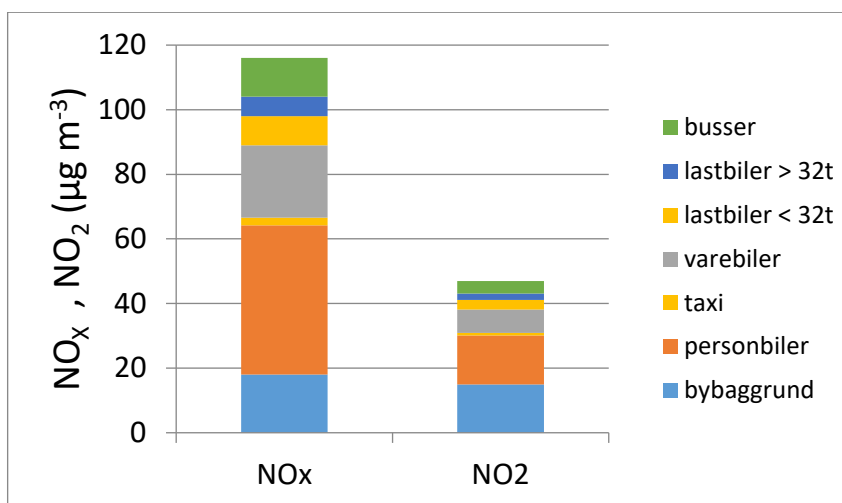
Koncentrationsbidrag fra trafikken på H.C. Andersens Boulevard i 2016

I februar 2018 blev der udgivet en kildeopgørelse for H.C. Andersens Boulevard (HCAB) for 2016 i form af et kort DCE notat (Jensen & Ketzel, 2018). Denne opgørelse giver emissionsfordelingen på køretøjskategorier, herunder opdelt på Euroklasser og brændstoftype (diesel, benzin), samt hvor meget de forskellige køretøjskategorier bidrager til koncentrationen af NO_x, NO₂, PM_{2.5} og PM₁₀. Bidraget til ikke-udstødning er også belyst (vejslid, dækslid, bremseslid og re-suspension). Denne kildeopgørelse er repræsentativ for H.C. Andersens Boulevard i 2016, og det vil være anderledes for andre gader, hvis køretøjsfordelingen afviger herfra, samt for et fremtidsår, hvor emissionerne fortsat forventes at falde pga. den løbende udskiftning af bilparken.

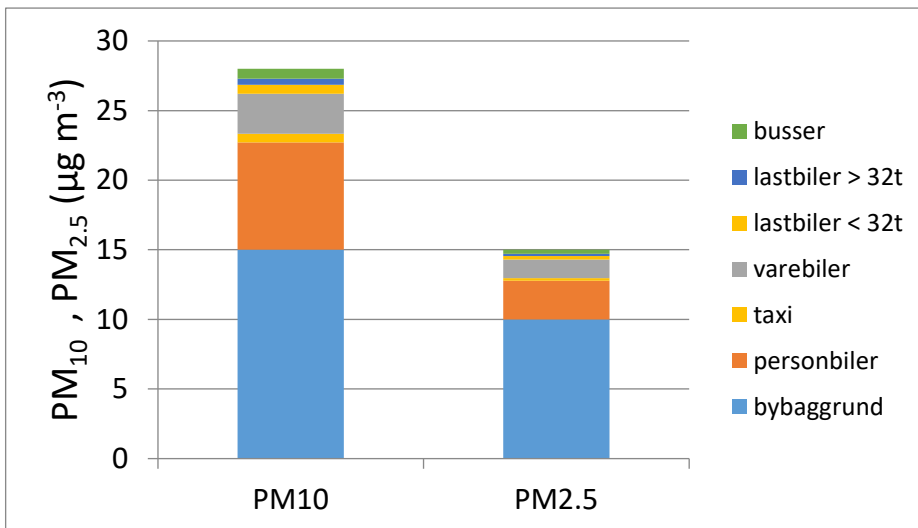
Bemærk at effekten af at omkring 300 bybusser i Storkøbenhavn fik eftermonteret SCRT i 2015/2016 ikke er indregnet, hvilket også berørte H.C. Andersens Boulevard. Effekten for H.C. Andersens Boulevard er beregnet til 1,3 µg/m³ for koncentrationen af NO₂ og 0,02 µg/m³ for partikler (Jensen et al., 2016). SCRT (Selective Catalytic Reduction & Trap) reducerer både NO_x og partikeludstødning.

Kildebidragene for hovedkøretøjskategorierne til gadekoncentrationen er vist for kvælstofoxider i Figur 2.2, og for partikelmasse i Figur 2.3. I partikelmassen indgår både partikeludstødning og ikke-udstødning. De viste bybaggrundskoncentrationer er baseret på målinger på taget af H.C. Ørsted Institutet (HCØ) i København, og gadekoncentrationerne er målinger fra HCAB i 2016 fra overvågningsprogrammet. Køretøjernes koncentrationsbidrag, også kaldet gadebidraget, er koncentrationen på HCAB minus koncentrationen på HCØ). Dette gadebidrag er fordelt på køretøjskategorierne på basis af modellerede emissioner i gadeluftkvalitetsmodellen Operational Street Pollution Model (OSPM) (Ketzel et al., 2012; Kakosimos et al., 2011).

Det ses, at gadebidraget udgør en stor del af gadekoncentrationerne for NO_x og NO₂, mens det udgør en relativ mindre del for partikler. Grænseværdien på 40 µg/m³ for årsmiddelværdien er overskredet i 2016 for HCAB, da gadekoncentrationen er 47 µg/m³.



Figur 2.2 Kildebidrag for NO_x og NO₂ for H.C. Andersens Boulevard i 2016. Fra (Jensen & Ketzel, 2018).



Figur 2.3 Kildebidrag for PM_{10} og $\text{PM}_{2.5}$ for H.C. Andersens Boulevard i 2016. Fra (Jensen & Ketznel, 2018).

I oktober 2016 blev målestationen flyttet omkring 3 m længere væk fra trafikken for at kompensere for ændringer i vejbaneoplægninger, som havde ført til, at trafikken kom omkring 3 m tættere på målestationen. Dette havde ført til et omkring $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ spring i NO_2 -koncentrationen (Ellermann et al., 2017). Måledata fra 2017 indikerer, at dette spring som forventet er reduceret kraftigt. NO_2 årsmiddelværdier er faldet til $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og dermed under grænseværdien på $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Ellermann et al., 2018). Nærværende artikel tager udgangspunkt i måledata fra 2016, og det har ikke været muligt at tage udgangspunkt i data fra 2017, da disse data ikke var publiceret, da projektet blev udført.

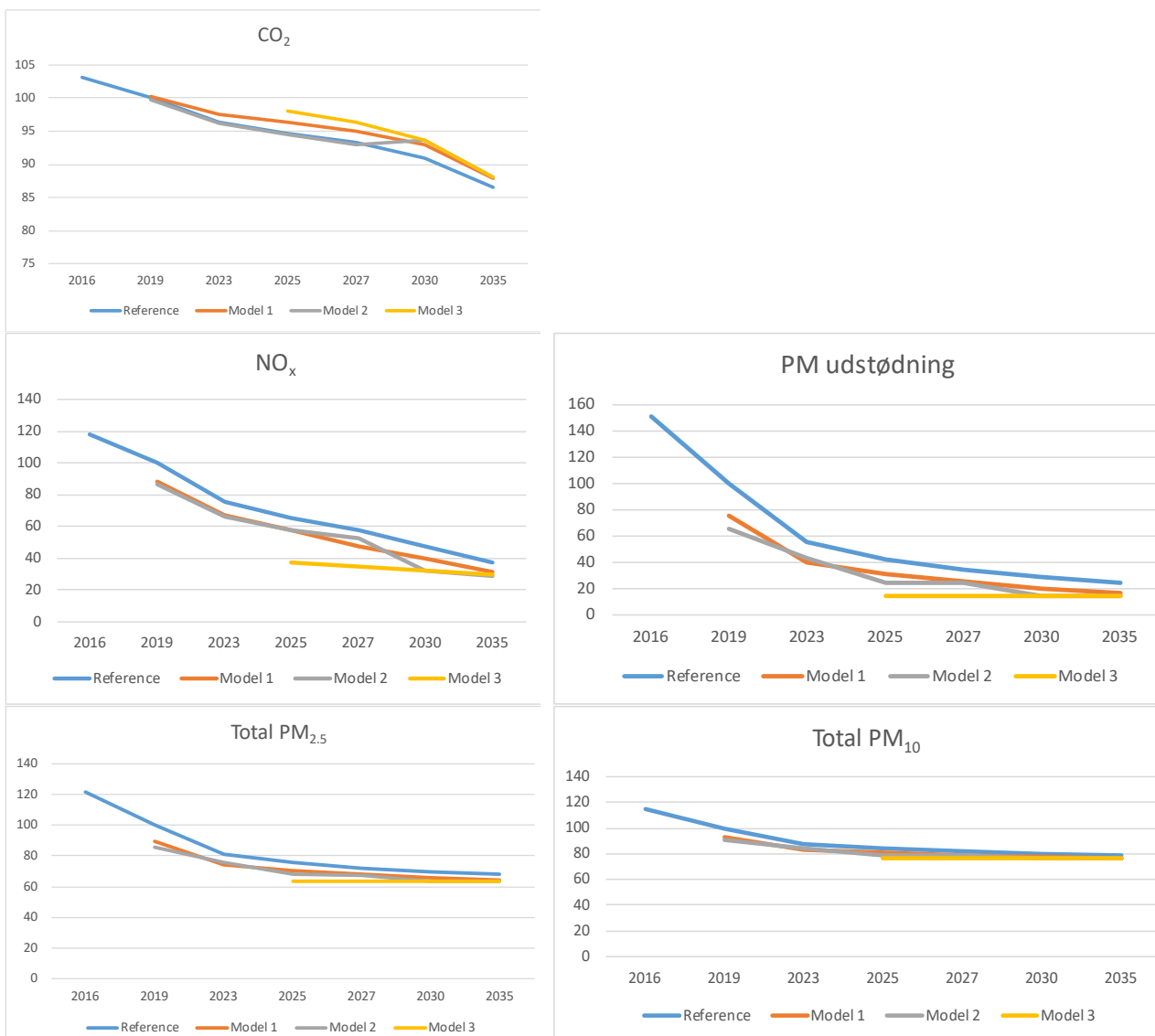
Udvikling i baggrundskoncentrationen

Ovenstående kan sige noget om, hvordan trafikens emission på HCAB påvirker trafikens koncentrationsbidrag til gadekoncentrationen over tid. Imidlertid vil bybaggrundskoncentrationen også ændre sig over tid, da den er bestemt af byens emissioner samt koncentrationsbidrag fra øvrige danske og udenlandske emissioner. Disse emissioner vil også blive reduceret i fremtiden som følge af regulering. DCE har udarbejdet en kortlægning af luftforureningen og udarbejdet et virkemiddelkatalog for Region Hovedstaden (Jensen et al., 2018a;b). I forbindelse med dette arbejde er der foretaget luftkvalitetsberegninger af bybaggrundskoncentrationen i 2025 som gennemsnit over Region Hovedstaden, og vist hvordan den er blevet reduceret i forhold til 2014. Denne beregning kan derfor sige noget om, hvordan bybaggrundskoncentrationen forventes at ændre sig frem til 2025. Der foreligger pt. ikke beregninger for andre fremtidige år.

3. Resultater og diskussion

3.1 Vurdering af emissionseffekt

Effekten for emissionen af de tre modeller for skærpede miljøzoner er grafisk vist i Figur 3.1 i forhold til referencescenariet. Det er illustreret som et indeks, hvor referencen i 2019 er sat til 100. Denne fremstilling viser udviklingen i forhold til 2019.



Figur 3.1 Emissionseffekten af de tre modeller for skærpede miljøzoner vist grafisk som indeks i forhold til referencescenariet (referencen i 2019 er sat til 100). Bemærk at y-aksen for CO₂ starter i 75 og ikke i nul som øvrige figurer for at kunne illustrere de mindre ændringer for CO₂. Bemærk også at model 2 og 3 er sammenfaldende for alle stoffer for 2030 og 2035, og Model 2 (grå) kan derfor ikke ses, da den overtegnes af Model 3 (gul).

Table 3.1 Procentwise reduktion i emissionen i forhold til referencescenariet i 2019.

CO ₂	2016	2019	2023	2025	2027	2030	2035
Reference	3	0	-4	-5	-7	-9	-13
Model 1		0	-2	-4	-5	-7	-12
Model 2		0	-4	-6	-7	-6	-12
Model 3				-2	-4	-6	-12
NO_x							
Reference	17	0	-24	-35	-43	-52	-62
Model 1		-12	-33	-42	-52	-60	-69
Model 2		-14	-33	-42	-48	-68	-71
Model 3				-63	-65	-68	-71
PM-udstødning							
Reference	51	0	-45	-58	-65	-72	-75
Model 1		-24	-60	-69	-75	-80	-84
Model 2		-34	-57	-76	-76	-85	-85
Model 3				-85	-85	-85	-85
PM_{2,5} ikke-udstødning							
Reference	0	0	0	0	0	0	0
Model 1		0	0	0	0	0	0
Model 2		0	0	0	0	0	0
Model 3				0	0	0	0
PM₁₀ ikke-udstødning							
Reference	0	0	0	0	0	0	0
Model 1		0	0	0	0	0	0
Model 2		0	0	0	0	0	0
Model 3				0	0	0	0
Total PM_{2,5}							
Reference	22	0	-19	-24	-28	-30	-32
Model 1		-10	-26	-29	-32	-34	-36
Model 2		-14	-24	-32	-32	-36	-36
Model 3				-36	-36	-36	-36
Total PM₁₀							
Reference	14	0	-12	-16	-18	-20	-21
Model 1		-7	-17	-19	-21	-22	-23
Model 2		-10	-16	-21	-21	-24	-24
Model 3				-24	-24	-24	-24

Emissionseffekten af de tre modeller for skærpede miljøzoner er vist som den procentvise reduktion i forhold til referencescenariet i 2019 i Tabel 3.1 Dette er i princippet det samme som i ovenstående figur blot vist som en procentvis reduktion i stedet for et indeks.

Endelig vises den procentvise ændring i emissionen i forhold til det givne scenarieår i Table 3.2. Dette viser således den procentvise ændring i forhold til referencen i et givent år, fx forskellen mellem referencen i 2025 og en af de tre modeller for skærpede miljøzoner ligeledes i 2025.

Tabel 3.2 Procentvis ændring i emissionen i forhold til det givne scenarieår

CO ₂	2016	2019	2023	2025	2027	2030	2035
Reference	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Model 1		0,3	1,2	1,7	1,9	2,2	1,5
Model 2		-0,2	-0,2	-0,3	-0,2	3,0	1,7
Model 3				3,5	3,4	3,1	1,7
NO _x	2016	2019	2023	2025	2027	2030	2035
Reference	0	0	0	0	0	0	0
Model 1		-12	-12	-12	-17	-17	-17
Model 2		-14	-12	-11	-9	-32	-22
Model 3				-43	-39	-32	-22
PM-udstødning	2016	2019	2023	2025	2027	2030	2035
Reference	0	0	0	0	0	0	0
Model 1		-24	-28	-27	-27	-30	-34
Model 2		-34	-23	-42	-30	-47	-41
Model 3				-65	-57	-47	-41
PM _{2,5} ikke-udstødning	2016	2019	2023	2025	2027	2030	2035
Reference	0	0	0	0	0	0	0
Model 1		0	0	0	0	0	0
Model 2		0	0	0	0	0	0
Model 3				0	0	0	0
PM ₁₀ ikke-udstødning	2016	2019	2023	2025	2027	2030	2035
Reference	0	0	0	0	0	0	0
Model 1		0	0	0	0	0	0
Model 2		0	0	0	0	0	0
Model 3				0	0	0	0
Total PM _{2,5}	2016	2019	2023	2025	2027	2030	2035
Reference	0	0	0	0	0	0	0
Model 1		-10	-8	-6	-6	-5	-5
Model 2		-14	-7	-10	-6	-8	-6
Model 3				-16	-12	-8	-6
Total PM ₁₀	2016	2019	2023	2025	2027	2030	2035
Reference	0	0	0	0	0	0	0
Model 1		-7	-5	-4	-3	-3	-3
Model 2		-10	-4	-6	-4	-5	-4
Model 3				-9	-7	-5	-4

3.1.1 Referenceudviklingen

Som det fremgår af ovenstående forventes alle emissioner at falde i referenceudviklingen, hvilket skyldes indfasningen af renere køretøjer. Fra 2019 og frem til 2035 forventes CO₂-emissionen at blive reduceret med 13% og NO_x emissionen med 62%. PM-udstødningen reduceres med 75%, mens ikke-udstødning af PM_{2,5} og PM₁₀ er uændret, da trafikken er holdt konstant i scenarierne, og renere Euronormer reducerer kun udstødningen. Da ikke-udstødningen for partikler udgør en stor del i forhold til partikeludstødningen reduceres total PM_{2,5} kun med 32% og total PM₁₀ kun med 21%.

Bemærk at emissionerne er lidt overvurderet for de tunge køretøjer, fordi effekten af den eksisterende miljøzone ikke er indregnet, da emissionsdata afspejler et nationalt gennemsnit for byveje. Dette har dog kun meget lille betydning for data i 2016, mens effekten af de eksisterende miljøzoner i 2020 er marginal, og ikke-eksisterende for årstal herefter.

3.1.2 Model 1 Forbud mod nye personbiler og skærpede krav til varebiler og tunge køretøjer

I dette scenarie vil CO₂-emissionen være lidt højere end referencen, hvilket skyldes, at nye diesel-personbiler forbydes og erstattes af tilsvarende benzinpersonbiler, som har lidt højere CO₂-emission pr. kørt km. CO₂-emissionen er 0,3% til 2,2% højere end referencen afhængig af scenarieår. NO_x-emissionen reduceres 12% til 17% afhængig af scenarieår i forhold til referencen. PM-udstødningen reduceres 24% til 34% afhængig af scenarieår i forhold til referencen, mens total PM_{2.5} reduceres mellem 5% til 10% og total PM₁₀ mellem 3% til 7%.

Model 1 har samlet set de mindste procentvise reduktioner i forhold til referencen sammenlignet med model 2 og 3.

3.1.3 Model 2 Udfasning af ældre køretøjer først

I dette scenarie falder CO₂-emissionen først lidt frem til 2027 (0,2% til 0,3%), fordi ældre køretøjer med lavere energieffektivitet udfases. I 2030 stiger det så lidt (3%), da dieselpersonbiler forbydes i 2030 og erstattes af lidt mere CO₂-emitterende benzinpersonbiler i forhold til referencen. NO_x-emissionen reduceres 9% til 32% afhængig af scenarieår i forhold til referencen. PM-udstødningen reduceres 23% til 47% afhængig af scenarieår, mens total PM_{2.5} reduceres mellem 6% til 14% og total PM₁₀ mellem 4% til 10% i forhold til referencen.

Model 2 har samlet set en mellemløst position i procentvise reduktioner i forhold til referencen sammenlignet med model 1 og 3.

3.1.4 Model 3 Dieselfri zone i 2025 fra søerne til havneringen

I dette scenarie stiger CO₂-emissionen mellem 1,7% og 3,5% afhængig af scenarieår i forhold til referencen, fordi dieselpersonbiler forbydes i 2025, og erstattes af lidt mere CO₂-emitterende benzinpersonbiler. NO_x-emissionen reduceres 22% til 43% afhængig af scenarieår i forhold til referencen. PM-udstødningen reduceres 41% til 65% afhængig af scenarieår i forhold til referencen, mens total PM_{2.5} reduceres mellem 6% til 16% og total PM₁₀ mellem 4% til 9%.

Model 3 har samlet set den største procentvise reduktion i forhold til referencen sammenlignet med model 1 og 2.

3.2 Overslagsvurdering af effekt for luftkvalitet

3.2.1 Gadebidraget

I Tabel 3.3 er vist koncentrationsbidragene på H.C. Andersens Boulevard baseret på kildeopgørelsen for 2016 (Jensen & Ketzler, 2018). Bybaggrundskoncentrationen over København er repræsenteret ved målestationen på H.C. Ørsted Instituttet (HCØ). Gadebidraget er det koncentrationsbidrag, som emissionen fra trafikken giver anledning til. Gadekoncentrationen er således bybaggrund plus gadebidrag.

Det ses fx at gadebidraget for partikeludstødning i 2016 er omkring 1,8 µg/m³, dvs. hvis al partikeludstødning blev fjernet ville koncentrationen af PM_{2.5} og PM₁₀ falde med 1,8 µg/m³. Dette er relativt lidt i forhold til, at gadekoncentrationerne af PM_{2.5} og PM₁₀ er hhv. 15 µg/m³ og 28 µg/m³. Det ses også, at ikke-udstødning for partikler udgør en meget stor del af koncentrationen af PM_{2.5} og PM₁₀. Selvom partikeludstødningen ikke udgør en stor del af gadekoncentrationen, vil det stadigvæk have relativ stor betydning for reduktion af helbredseffekterne at reducere partikeludstødningen, da der er en kraftig dosis-respons mellem partikler og helbredseffekter.

Modsat for NO₂ er gadebidraget meget stort i 2016 og udgør 32 µg/m³ ud af gadekoncentrationen på 47 µg/m³. Her vil reduktion i NO_x føre til større relativ reduktion i gadekoncentrationen.

Tabel 3.3 Koncentrationsbidrag (µg/m³) på H.C. Andersens Boulevard baseret på kildeopgørelse for 2016.

µg/m ³	Risø HCØ		Regional Bybagg Personbil						Gade Gadebidrag	
	baggrund	rund	er	Taxi	Varebiler	Lastbiler < 32t	Lastbiler > 32t	busser	koncentration	(µg/m ³)
NO _x	9,0	18,0	46,2	2,4	22,4	9,0	6,1	12,0	116,0	98,0
NO ₂	7,0	15,0	15,1	0,8	7,3	2,9	2,0	3,9	47,0	32,0
PM ₁₀	14,0	15,0	7,7	0,6	2,9	0,6	0,4	0,7	28,0	13,0
PM _{2.5}	9,0	10,0	2,8	1,3	0,2	0,2	0,2	0,3	15,0	5,0
PM ₁₀ -ikke-udstødn.			7,0	2,1	0,6	0,5	0,4	0,6		11,2
PM _{2.5} -ikke-udstødn.			2,1	0,6	0,2	0,1	0,1	0,1		3,2
PM-udstødning			0,7	0,7	0,0	0,1	0,1	0,1		1,8

I Tabel 3.4 er gadebidraget i 2016 skaleret med emissionsreduktionen set i forhold til 2016 for referencescenariet og de tre modeller for at beregne gadebidraget i de forskellige scenarieår.

Table 3.4 Overslag over gadebidraget på H.C. Andersens Boulevard i referencen og for de tre modeller for skærpede miljøzoner (enhed $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Reference $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Reference 2016 Gadebidrag	Reference 2019 Gadebidrag	Reference 2023 Gadebidrag	Reference 2025 Gadebidrag	Reference 2027 Gadebidrag	Reference 2030 Gadebidrag	Reference 2035 Gadebidrag
NO _x	98	83	63	55	48	40	31
NO ₂	32	27	21	18	16	13	10
PM ₁₀	13,0	12,4	11,9	11,7	11,6	11,6	11,5
PM _{2,5}	5,0	4,4	3,9	3,7	3,6	3,6	3,5
PM ₁₀ ikke-udstødning	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2
PM _{2,5} ikke-udstødning	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
PM-udstødning	1,8	1,2	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3
Model 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Model 1 2016 Gadebidrag	Model 1 2019 Gadebidrag	Model 1 2023 Gadebidrag	Model 1 2025 Gadebidrag	Model 1 2027 Gadebidrag	Model 1 2030 Gadebidrag	Model 1 2035 Gadebidrag
NO _x	98	73	56	48	40	33	26
NO ₂	32	24	18	16	13	11	9
PM ₁₀	13,0	12,1	11,7	11,6	11,5	11,5	11,4
PM _{2,5}	5,0	4,1	3,7	3,6	3,5	3,5	3,4
PM ₁₀ ikke-udstødning	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2
PM _{2,5} ikke-udstødning	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
PM-udstødning	1,8	0,9	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2
Model 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Model 2 2016 Gadebidrag	Model 2 2019 Gadebidrag	Model 2 2023 Gadebidrag	Model 2 2025 Gadebidrag	Model 2 2027 Gadebidrag	Model 2 2030 Gadebidrag	Model 2 2035 Gadebidrag
NO _x	98	72	55	48	44	27	24
NO ₂	32	24	18	16	14	9	8
PM ₁₀	13,0	12,0	11,7	11,5	11,5	11,4	11,4
PM _{2,5}	5,0	4,0	3,7	3,5	3,5	3,4	3,4
PM ₁₀ ikke-udstødning	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2
PM _{2,5} ikke-udstødning	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
PM-udstødning	1,8	0,8	0,5	0,3	0,3	0,2	0,2
Model 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Model 3 2016 Gadebidrag	Model 3 2019 Gadebidrag	Model 3 2023 Gadebidrag	Model 3 2025 Gadebidrag	Model 3 2027 Gadebidrag	Model 3 2030 Gadebidrag	Model 3 2035 Gadebidrag
NO _x	98			31	29	27	24
NO ₂	32			10	9	9	8
PM ₁₀	13,0			11,4	11,4	11,4	11,4
PM _{2,5}	5,0			3,4	3,4	3,4	3,4
PM ₁₀ ikke-udstødning	11,2			11,2	11,2	11,2	11,2
PM _{2,5} ikke-udstødning	3,2			3,2	3,2	3,2	3,2
PM-udstødning	1,8			0,2	0,2	0,2	0,2

Som tidligere beskrevet er målte koncentrationer i 2016 påvirket af, at trafikken pga. ændringer i vejbaneomlægninger er omkring 3 m tættere på målestationen end før vejbaneomlægninger. Dette havde ført til et omkring 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ spring i NO₂-koncentrationen (Ellermann et al., 2017). Dette spring er reduceret efter flytning af målestationen, og re-etablering af oprindelig afstand mellem vej og målestation. Gadebidraget er derfor overvurderet i årene efter 2016, mest i årene umiddelbart efter 2016 og derefter aftagende. Det er ikke muligt præcist at kvantificere dette, og derfor er springet heller ikke forsøgt

fratrullet gadebidraget. Det betyder samtidigt, at effekten af referencescenariet og de tre modeller for skærpede miljøzoner overvurderer reduktionen i gadebidraget særligt de første år.

I Tabel 3.5 er vist reduktionen i koncentrationsbidraget set i forhold til referencen i det pågældende scenarieår. Det er altså, hvor mange mikrogram en skærpet miljøzone sparer i forhold til referenceudviklingen.

Tabel 3.5 Reduktion i koncentrationsbidraget i forhold til referencen i de pågældende scenarieår ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Model 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Model 1 2016 Reduktion	Model 1 2019 Reduktion	Model 1 2023 Reduktion	Model 1 2025 Reduktion	Model 1 2027 Reduktion	Model 1 2030 Reduktion	Model 1 2035 Reduktion
NO _x	0	10	7	6	8	7	5
NO ₂	0	3,3	2,4	2,1	2,7	2,2	1,8
PM ₁₀	0	0,28	0,18	0,13	0,11	0,10	0,10
PM _{2,5}	0	0,28	0,18	0,13	0,11	0,10	0,10
PM ₁₀ Ikke-udstødn	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PM _{2,5} Ikke-udstødn	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PM udstødning	0	0,28	0,18	0,13	0,11	0,10	0,10
Model 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Model 2 2016 Reduktion	Model 2 2019 Reduktion	Model 2 2023 Reduktion	Model 2 2025 Reduktion	Model 2 2027 Reduktion	Model 2 2030 Reduktion	Model 2 2035 Reduktion
NO _x	0	11	8	6	4	13	7
NO ₂	0	3,7	2,5	2,0	1,4	4,2	2,3
PM ₁₀	0	0,40	0,15	0,21	0,12	0,16	0,12
PM _{2,5}	0	0,40	0,15	0,21	0,12	0,16	0,12
PM ₁₀ Ikke-udstødn	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PM _{2,5} Ikke-udstødn	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PM udstødning	0	0,40	0,15	0,21	0,12	0,16	0,12
Model 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Model 3 2016 Reduktion	Model 3 2019 Reduktion	Model 3 2023 Reduktion	Model 3 2025 Reduktion	Model 3 2027 Reduktion	Model 3 2030 Reduktion	Model 3 2035 Reduktion
NO _x	0			24	19	13	7
NO ₂	0			7,7	6,1	4,2	2,3
PM ₁₀	0			0,32	0,23	0,16	0,12
PM _{2,5}	0			0,32	0,23	0,16	0,12
PM ₁₀ Ikke-udstødn	0			0,00	0,00	0,00	0,00
PM _{2,5} Ikke-udstødn	0			0,00	0,00	0,00	0,00
PM udstødning	0			0,32	0,23	0,16	0,12

Referencescenariet

I referencescenariet falder gadebidraget for NO₂ kraftigt fra omkring 32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i 2016 til 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i 2035 grundet reduktionerne i NO_x-emissionen, som følge af den løbende udskiftning af bilparken til renere køretøjer.

Det procentvise fald er endnu større for partikeludstødningen, som falder fra 1,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i 2016 til 0,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i 2035. Man da ikke-udstødningsdelen ikke reduceres, er der kun et mindre fald i gadebidraget for PM_{2,5} og PM₁₀, da disse kun reduceres svarende til reduktionen i partikeludstødningen.

Tabel 3.6 Bybaggrundsforureningen som middel over Region Hovedstaden i 2014 og 2025 beregnet med DEHM/UBM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Årstal	NO _x	NO ₂	O ₃	PM ₁₀	PM _{2.5}
2014	16	14	66	14	11
2025	11	10	68	12	10
Forskel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-5	-4	3	-2	-2
HCØ 2014	21	16	54	19	13

Bybaggrundskoncentrationen over København kan forventes at falde med omkring samme niveauer. Dvs. at NO₂-koncentrationen kan forventes at falde med omkring 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ og PM_{2.5} og PM₁₀ med omkring 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mens ozon vil stige med omkring 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Bybaggrundskoncentrationen over København vil blive yderligere reduceret som følge af de skærpede miljøzoner, da disse vil reducere trafikens emissioner inden for et mindre (model 3) eller større geografisk område (model 1 og 2). Ydermere vil der også være emissionsgevinster uden for miljøzonen som følge af kørsel uden for miljøzonen af de køretøjer, som er anskaffet for at opfylde miljøzonekravene.

Tidligere vurderinger tyder dog på at bybaggrundskoncentrationen kun reducere relativt lidt (Jensen et al., 2011), da den fortsat er påvirket af emissioner fra andre kilder end trafik inden for miljøzonen, og emissioner fra det øvrige Danmark og udland uden for miljøzonen.

Som forventet er koncentrationsniveauet i 2014 højere på bybaggrundsstationen i København placeret på H.C. Ørsted Institutet i forhold til et beregnet gennemsnit over hele Region Hovedstaden. Dette gælder for NO_x, NO₂, PM_{2.5} og PM₁₀, mens ozon som forventet er lavere, da ozon forbruges i reaktioner med NO_x.

Gadekoncentrationerne på H.C. Andersens Boulevard vil i de forskellige scenarier blive reduceret som følge af reduktion i gadebidraget som effekt af miljøzonekrav og reduktionen i bybaggrundskoncentrationen.

4. Konklusion

Der er næsten ikke nogen effekt tilbage af de eksisterende miljøzoner, som blev implementeret i 2008-2010, og som kun stiller miljøkrav til busser og lastbiler. De tunge køretøjer skal mindst overholde Euronorm 4 eller have eftermonteret et partikelfilter. Københavns Kommune har opstillet 3 modeller til skærpede miljøzoner for forskellige scenarieår, som på forskellig måde stiller miljøkrav til person- og varebiler, og skærper kravene til busser og lastbiler ved at skærpe kravene til mindst Euronorm 5 eller 6, hvor Euronorm 6 er den skarpeste. En af modellerne forbyder nye dieselpersonbiler fra starten, mens de to andre modeller forbyder alle persondieselmotorer i et senere scenarieår. De 3 modeller er vurderet mht. emission baseret på DCE's nationale emissionsmodel og målinger fra 2016 af luftkvaliteten på H.C. Andersens Boulevard i København med efterfølgende kildeopgørelse af emissionen på de forskellige køretøjskategorier.

Referenceudviklingen dvs. reduktionen i emissionen som følge af den naturlige udskiftning af bilparken vil markant reducere emissionerne i takt med at flere og flere biler opfylder Euronorm 6. Fra 2019 og frem til 2035 forventes CO₂-emissionen at blive reduceret med 13% og NO_x emissionen med 62%. Partikeludstødningen reduceres med 75%, mens ikke-udstødning (slid af vej, dæk og bremses) af PM_{2.5} og PM₁₀ er uændret, da trafikken er holdt konstant i scenarierne, og renere Euronormer reducerer kun udstødningen.

Analysen viser endvidere, at effekten for de sundhedsskadelige stoffer af miljøzonekravene i forhold til referenceudviklingen er størst jo tidligere miljøkravene introduceres, og jo skarpere de er. NO_x emissionen vil reduceres med 9-43% og partikeludstødningen med 24-65% afhængig af model og scenarieår.

Anderledes for CO₂ emissionen, som generelt vil stige lidt i de tilfælde, hvor dieselpersonbiler forbydes og erstattes af benzinpersonbiler (-0,2 til 3,4% afhængig af model og scenarieår).

Reduktionen i emissionen vil føre til forbedring af luftkvaliteten med lavere koncentrationer af NO₂, PM_{2.5} og PM₁₀. Den største absolutte ændring vil være for NO₂. Der vil være mindre reduktioner for partikkelkoncentrationerne, da miljøzonekravene kun reducerer partikeludstødningen, som udgør en mindre del i forhold til ikke-udstødning.

Taksigelse

Projektet har fået økonomisk støtte fra Københavns Kommune.

Referencer

Auken et al., 2017: Forslag til folketingsbeslutning om opdatering af reglerne for miljøzoner i Danmark. Fremsat den 15. december 2017 af Ida Auken (RV), Morten Østergaard (RV), Maria Reumert Gjerding (EL), Henning Hyllested (EL), Roger Courage Matthisen (ALT), Christian Poll (ALT), Pia Olsen Dyhr (SF) og Trine Torp (SF). Beslutningsforslag nr. B 53 Folketinget 2017-18.

Ellermann, T., Nygaard, J., Nøjgaard, J.K., Nordstrøm, C., Brandt, J., Christensen, J., Ketznel, M., Massling, A., Bossi, R. & Jensen, S.S. 2017. The Danish Air Quality Monitoring Programme. Annual Summary for 2016. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 78 pp. Scientific Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy No. 234. <http://dce2.au.dk/pub/SR234.pdf>

Ellermann, T., Nygaard, J., Nøjgaard, J.K., Nordstrøm, C., Brandt, J., Christensen, J., Ketznel, M., Massling, A., Bossi, R. & Jensen, S.S. 2018. The Danish Air Quality Monitoring Programme. Annual Summary for 2017. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 83 pp. Scientific Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy No. 281. <http://dce2.au.dk/pub/SR281.pdf>

Frank Jensen, 2017: <https://frank-jensen.dk/ren-luft-i-byen/>

Jensen, S.S., Ketznel, M., Nøjgaard, J. K. & Becker, T. (2011): Hvad er effekten af miljøzoner for luftkvaliteten? - Vurdering for København, Frederiksberg, Aarhus, Odense, og Aalborg. Slutrapport. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet 110 s. –Faglig rapport nr. 830. <http://www.dmu.dk/Pub/FR830.pdf>.

Jensen, S.S., Ketznel, M., Brandt, J., Winther, M. (2012): Luftkvalitetsvurdering af ren-luftzone i København. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 86 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 25 <http://www.dmu.dk/Pub/SR25.pdf>.

Jensen, S.S., Ketznel, M. (2018): Kildeopgørelse for H.C. Andersens Boulevard i 2016. 28. februar 2018, 8 s. DCE notat.

Jensen, S.S., Winther, M., Ketznel, M., Plejdrup, M.S. (2018): Virkemiddelkatalog for luftforurening i Region Hovedstaden, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 105 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 268. <http://dce2.au.dk/pub/SR268.pdf>

Jensen, S.S. & Winther, M. (2018): Effektvurdering af skærpede miljøzoner i København for emission og luftkvalitet. DCE-notat. 21. maj 2018.

Kakosimos, K.E., Hertel, O., Ketznel, M., Berkowicz, R., 2011. Operational Street Pollution Model (OSPM) - a review of performed validation studies, and future prospects. Environ. Chem. 7, 485–503 (<http://dx.doi.org/10.1071/EN10070>).

Ketzel M, Jensen SS, Brandt J, Ellermann T, Olesen HR, Berkowicz R and Hertel O (2012): Evaluation of the Street Pollution Model OSPM for Measurements at 12 Streets Stations Using a Newly Developed and Freely Available Evaluation Tool. *J Civil Environ Eng*, S1:004. (<http://dx.doi.org/10.4172/2165-784X.S1-004>).

Nielsen, O.-K., Plejdrup, M.S., Winther, M., Hjelgaard, K., Nielsen, M., Mikkelsen, M.H., Albrektsen, R., Gyldenkerne, S. & Thomsen, M. (2018): Projection of greenhouse gases 2017-2040. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy (under udarbejdelse).

Tietge, U., Mock, P., German, J., Bandivadekar, A., Ligterink, N., 2017: From laboratory to road. A 2017 update of official and “real world” fuel consumption and CO₂ values for passenger cars in Europe, ICCT White paper, 62 pp., International Council on Clean Transportation, 2017.

Transport- og Bygningsministeriet (2015): Bekendtgørelse om energi- og miljøkrav til taxier m.v.1). BEK nr 1085 af 11/09/2015 (Gældende) Udskriftsdato: 16. september 2015.

Transportstyrelsen (2017): Miljözoner för lätta fordon Redovisning av regeringsuppdrag. 2016-11-22.

Winther, M. 2018: Danish emission inventories for road transport and other mobile sources. Inventories until the year 2016. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 127pp. Scientific Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy No. 277. <http://dce2.au.dk/pub/SR277.pdf>.