

# Effektvurdering af skærpede miljøzoner i København for emission og luftkvalitet

---

Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi

Dato: 18. juni 2018

Steen Solvang Jensen og Morten Winther

Institut for Miljøvidenskab

Rekvirent:

Københavns Kommune, Casper Harboe og Greta Nedergaard

Antal sider: 37

Faglig kommentering:

Matthias Ketzler, Institut for Miljøvidenskab

Kvalitetssikring, DCE:

Vibeke Vestergaard Nielsen



**AARHUS  
UNIVERSITET**

DCE - NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Tel.: +45 8715 0000

E-mail: [dce@au.dk](mailto:dce@au.dk)

<http://dce.au.dk>

# Indhold

<b>1</b>	<b>Sammenfatning</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Tre modeller for skærpede miljøzoner</b>	<b>8</b>
2.1	Den nuværende miljøzone	8
2.2	Tre forslag til skærpede miljøzoner	8
<b>3.</b>	<b>Metode for effektvurdering</b>	<b>13</b>
3.1	Afgrænsning	13
3.2	Effektvurdering for emission	13
3.3	Effektvurdering for luftkvaliteten	16
<b>4.</b>	<b>Vurdering for emissionseffekt</b>	<b>18</b>
4.1	Referenceudviklingen	20
4.2	Model 1 Forbud mod nye persondieselbiler og skærpede krav til varebiler og tunge køretøjer	21
4.3	Model 2 Udfasning af ældre køretøjer først	21
4.4	Model 3 Dieselfri zone i 2025 fra søerne til havneringen	21
<b>5.</b>	<b>Overslagsvurdering af effekt for luftkvaliteten</b>	<b>22</b>
5.1	Gadebidraget	22
5.2	Forventet reduktion i bybaggrundskoncentrationen	25
<b>6.</b>	<b>Referencer</b>	<b>27</b>
	<b>Bilag 1: Indregistreringsdatoer for Euroemissionsnormer</b>	<b>29</b>
	<b>Bilag 2: Emissionsfaktorer mv.</b>	<b>32</b>
	<b>Bilag 3: Emissioner for H.C. Andersens Boulevard</b>	<b>36</b>
	<b>Bilag 4: Gns. vægtede emissionsfaktorer</b>	<b>37</b>

# 1 Sammenfatning

## Indledning

Københavns Kommune har opstillet 3 forskellige modeller for skærpede miljøzoner i Københavns Kommune, og har ønsket DCE's faglige effektvurdering af disse.

Effektvurderingen er gennemført i løbet af en relativ kort periode i foråret 2018.

En miljøzone er et afgrænset geografisk område typisk et tætbeholdt byområde med særlige bestemmelser, som skal bidrage til at reducere emissionen fra trafikken. Essensen er, at introducere renere Euronormer 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 nuværende miljøzonestrategi har siden 2010 stillet krav om, at lastbiler og busser mindst skal overholde Euro 4 (eller have eftermonteret et partikelfilter). Effekten af miljøzonen ebber derfor ud med årene pga. den løbende udskiftning af bilparken. Der var stadigvæk en mindre effekt af miljøzonen i 2015, men i 2020 er der kun marginal forskel på situationen uden miljøzone og situationen med miljøzone. Der er derfor behov for at skærpe kravene i miljøzonestrategien, hvis der fortsat ønskes en effekt af miljøzonen.

## Tre modeller for skærpede miljøzoner

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

### *Model 1 Forbud mod nye persondieselmotorer 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.

#### **Metode**

Københavns Kommune har ønsket effektvurderingen foretaget meget hurtigt og inden for et begrænset budget, hvilket har påvirket den valgte metode, detaljeringsgrad og omfang. I tidligere undersøgelser er effektvurdering af de eksisterende miljøzoner samt tidligere diskuterede ren-luftzoner blevet gennemført ved anvendelse af luftkvalitetsmodeller. Dette er relativt ressourcekrævende, da der skal etableres input data for de pågældende scenarieår og gennemføres luftkvalitetsberegninger. Denne mere detaljerede tilgang er ikke en mulighed under de givne rammer.

Effekten for emissionen af de tre modeller for skærpede miljøzoner tager derfor udgangspunkt i emissionsfaktorer fra DCE's nationale emissionsopgørelse for de forskellige køretøjskategorier og scenarieår, og 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.

Der er også foretaget en overslagsvurdering af betydningen for luftkvaliteten af reduktion i emissionerne. Dette er gjort for H.C. Andersens Boulevard med udgangspunkt i en tidligere kildeopgørelse for denne gade for 2016, hvor koncentrationsbidraget fra de forskellige køretøjsgrupper er beregnet. For fremtidige scenarieår er koncentrationsbidraget i 2016 skaleret med emissionsreduktionen i referenceudviklingen for de tre modeller for at give et bud på, hvordan koncentrationen ændres.

Effekterne for både emission og luftkvalitet er angivet i forhold til referenceudviklingen, dvs. den udvikling som den almindelige udskiftning af bilparken med renere køretøjer giver anledning til.

Alle tre modeller opererer med forbud mod dieselpersonbiler men i forskellige årstal. I beregningerne er det forudsat, at disse biler erstattes af tilsvarende benzinpersonbiler.

Effektvurderingen for emission omfatter CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM-udstødning og ikke-udstødning. CO<sub>2</sub> er kuldioxid, som er en gas, som bidrager til klimaforandringer. NO<sub>x</sub> er kvælstofoxider, og består af summen af NO (kvælstofmonoxid) og NO<sub>2</sub> (kvælstofdioxid). Disse er også gasser. PM-udstødningen er partikeludstødningen. Ikke-udstødningen for partikler omfatter vej-, dæk- og bremseslid.

Effektvurderingen for luftkvalitet omfatter NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>, PM-udstødning, ikke-udstødning for hhv. PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub> samt total PM<sub>2,5</sub> (summen af PM-udstødningen og ikke-udstødning for PM<sub>2,5</sub>) og total PM<sub>10</sub> (summen af PM-udstødningen, ikke-udstødning for PM<sub>10</sub>). PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub> er hhv. massen af partikler mindre end 2,5 og 10 mikrometer i diameter.

NO<sub>2</sub> og PM-udstødning samt ikke-udstødning bidrager til helbredseffekter.

## Resultater

### *Referenceudviklingen*

Som tiden går vil alle emissioner falde i referenceudviklingen, hvilket skyldes indfasningen af renere køretøjer. Fra 2019 og frem til 2035 forventes CO<sub>2</sub>-emissionen at blive reduceret med 13% og NO<sub>x</sub>-emissionen med 62%. PM-udstødningen reduceres med 75%, mens ikke-udstødning af PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub> 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<sub>2,5</sub> kun med 32% og total PM<sub>10</sub> kun med 21% fra 2019 og frem til 2035.

I referencescenariet falder koncentrationsbidraget fra trafikken for NO<sub>2</sub> kraftigt fra omkring 32 µg/m<sup>3</sup> i 2016 til 10 µg/m<sup>3</sup> i 2035 grundet reduktionerne i NO<sub>x</sub>-emissionen. Det procentvise fald er endnu større for partikeludstødningen, som falder fra 1,8 µg/m<sup>3</sup> i 2016 til 0,3 µg/m<sup>3</sup> i 2035. Men da ikke-udstødningsdelen ikke reduceres, er der kun et mindre fald i koncentrationsbidraget for PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub>, da disse kun reduceres svarende til reduktionen i partikeludstødningen.

Referenceudviklingen forventes således væsentligt at reducere koncentrationen af NO<sub>2</sub> og i langt mindre grad koncentrationen af PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub>.

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

I dette scenarie vil CO<sub>2</sub>-emissionen være lidt højere end referencen, hvilket skyldes, at nye dieselpersonbiler forbydes og erstattes af tilsvarende benzinpersionbiler, som har lidt højere CO<sub>2</sub> emission pr. kørt km. CO<sub>2</sub>-emissionen er 0,3% til 2,2% højere end referencen afhængig af scenarieår.

NO<sub>x</sub>-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<sub>2,5</sub> reduceres mellem 5% og 10% og total PM<sub>10</sub> mellem 3% og 7%.

I international sammenhæng er det specielt, at forbyde nye dieselpersonbiler i en miljøzone, da miljøkrav typisk handler om at forbyde køretøjer med ældre Euronormer. I 2019 er alle nye dieselpersonbiler Euro 6 biler, og dermed biler med de laveste emissioner, og reguleret med stort set samme emissionskrav som benzinerbiler. Der er samme krav til partikeludstødning (0,05 g/km), mens dieslbiler kan have lidt højere emissioner end benzin hhv. 0,8 og 0,6 g/km (www.dieselnet.com). I praksis har dieselpersonbiler dog vist sig at have højere NO<sub>x</sub>-emissioner end benzinbiler. Denne forskel formodes dog at blive mindre i forbindelse med de skærpede krav til Euro 6, hvor der stilles krav om test af emissioner med en mere realistisk kørecyklus i laboratoriet samt mobile målinger af emissioner under virkelige kørselsforhold. Disse krav sker i to trin benævnt hhv. Euro 6d-TEMP og Euro 6d, som er nærmere forklaret i bilag 1. Dieselpersonbiler forudsættes stadigvæk at have omkring

tre gange så høj NO<sub>x</sub>-emission som benzinpersonbiler for Euro 6d-TEMP og dobbelt så højt for Euro 6d, men dog på et lavt niveau. Hvis den skærpede regulering med Euro 6d holder, hvad den lover, vil gevinsten ved at skifte til benzin i forhold til diesel ikke være så stor for nye biler til den tid.

Model 1 reducerer koncentrationsbidraget af NO<sub>2</sub> med omkring 3 µg/m<sup>3</sup> de første år efter 2019 faldende ned til 2 µg/m<sup>3</sup> i 2035 i forhold til referencescenariet.

Koncentrationsbidraget for partikeludstødningen reduceres med omkring 0,3 µg/m<sup>3</sup> i 2019, og derefter til 0,1 µg/m<sup>3</sup> for efterfølgende år frem til 2035 i forhold til referencescenariet. PM<sub>2.5</sub> og PM<sub>10</sub> reduceres svarende til reduktionen i partikeludstødningen.

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

#### ***Model 2 Udfasning af ældre køretøjer først***

I dette scenarie falder CO<sub>2</sub>-emissionen først lidt frem til 2027 (0,2% til 0,3%), fordi ældre køretøjer med lavere energieffektivitet udfases i forhold til referencen. I 2030 stiger det så lidt (3%), da dieselpersonbiler forbydes i 2030 og erstattes af lidt mere CO<sub>2</sub>-emitterende benzinpersonbiler.

NO<sub>x</sub>-emissionen reduceres 9% til 32% afhængig af scenarieår i forhold til referencen. PM-udstødningen reduceres 23% til 47% afhængig af scenarieår, mens total PM<sub>2.5</sub> reduceres mellem 6% til 14% og total PM<sub>10</sub> mellem 4% til 10% i forhold til referencen.

Model 2 reducerer koncentrationsbidraget af NO<sub>2</sub> med omkring 4 µg/m<sup>3</sup> de første år efter 2019 faldende ned til 2 µg/m<sup>3</sup> i 2035 i forhold til referencescenariet.

Koncentrationsbidraget for partikeludstødningen reduceres med omkring 0,4 µg/m<sup>3</sup> i 2019, og derefter til 0,1 µg/m<sup>3</sup> for efterfølgende år frem til 2035 i forhold til referencescenariet. PM<sub>2.5</sub> og PM<sub>10</sub> reduceres svarende til reduktionen i partikeludstødningen.

Model 2 opnår samlet set en mellemposition i procentvise reduktioner i forhold til referencen sammenlignet med model 1 og 3.

#### ***Model 3 Dieselfri zone i 2025 fra søerne til havneringen***

I dette scenarie stiger CO<sub>2</sub>-emissionen mellem 1,7% og 3,5% afhængig af scenarieår i forhold til referencen, fordi dieselpersonbiler forbydes i 2025, og erstattes af lidt mere CO<sub>2</sub>-emitterende benzinpersonbiler.

NO<sub>x</sub>-emissionen reduceres 22% til 43% afhængig af scenarieår i forhold til referencen. PM-udstødningen reduceres 41% til 63% afhængig af scenarieår i forhold til referencen, mens total PM<sub>2.5</sub> reduceres mellem 6% til 16% og total PM<sub>10</sub> mellem 4% til 9%.

Model 3 reducerer koncentrationsbidraget af NO<sub>2</sub> med omkring 8 µg/m<sup>3</sup> i 2025 faldende ned til 2 µg/m<sup>3</sup> i 2035 i forhold til referencescenariet.

Koncentrationsbidraget for partikeludstødningen reduceres med omkring 0,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i 2025, ned til 0,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i 2035 i forhold til referencescenariet.  $\text{PM}_{2.5}$  og  $\text{PM}_{10}$  reduceres svarende til reduktionen i partikeludstødningen.

Model 3 opnår samlet set den største procentvise reduktion i forhold til referencen sammenlignet med model 1 og 2, men inden for et mindre geografisk område.

De tre modeller viser i forhold til referencen, at jo før der stilles krav om den nyeste Euronorm (Euro 6) og jo flere køretøjsgrupper det omfatter, jo før og jo større reduktion i emissionen opnås med tilsvarende reduktion i koncentrationen og dermed en gevinst for folkesundheden.

## 2. Tre modeller for skærpede miljøzoner

### 2.1 Den nuværende miljøzone

Den nuværende miljøzonestandard blev vedtaget i 2006 og omfatter 5 kommuner, som er Københavns Kommune og Frederiksberg Kommune samt kommunerne med landets øvrige største byer Aarhus, Odense og Aalborg. Forbuddet mod at køre ind i miljøzonen 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 lastbiler og busser med Euro 3-emissionsstandarden. Lastbiler og busser som var Euro 3 eller ældre kunne dog fortsat køre i miljøzone, hvis de havde et eftermonteret partikelfilter. Køretøjer med Euro 3-emissionsstandard blev solgt frem til 30. oktober 2006. Kravet i 2018 er, at lastbilen eller bussen skal være mindst Euro 4 eller have eftermonteret partikelfilter for at må køre ind i miljøzonen.

En miljøzone er et afgrænset geografisk område - typisk et tætbeholdt byområde med særlige bestemmelser, som skal bidrage til at reducere emissionen. Meningen med miljøzonestandarden 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. Bilag 1 giver en oversigt over, hvornår de forskellige Euronormer træder i kraft for de forskellige køretøjstyper.

Miljøzonens effekt svarer til at fremskynde Euronormer til ikrafttræden nogle år tidligere end ellers. Effekten af miljøzonen ebber derfor ud med årene. I 2015 er der stadigvæk en mindre effekt af miljøzonen, 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 miljøzonestandarden, hvis der fortsat ønskes en effekt af miljøzoner som virkemiddel.

Miljøzoner som virkemiddel er nærmere beskrevet i *Jensen et al. (2018b)* sammen med andre virkemidler over for trafik.

### 2.2 Tre forslag til skærpede miljøzoner

Københavns Kommune har opstillet 3 forskellige modeller for skærpede miljøzoner, som beskrives i det følgende.

Fælles for alle tre modeller er, at alle elektriske køretøjer eller andre nuludslipskøretøjer (fx brændselscellebiler) uhindret kan køre i miljøzonen.

Forslagene vil endvidere kræve en lovændring af miljøzonestandarden for at Københavns Kommune kan gennemføre kravene.

I forbindelse med den eksisterende miljøzonestandard, blev det fastlagt i loven, at der skal gå 14 måneder fra offentliggørelsen af kommunalbestyrelsens beslutning om at etablere en miljøzone, til den får virkning. Hvis en tilsvarende lang varslingsperiode indskrives i en evt. kommende skærpet miljøzonestandardgivning vil det ikke være muligt at stille miljøkrav gældende allerede for 1. januar 2019, som nedenstående model 1 og 2 opererer med.



## **Model 1 Forbud mod nye persondieselmotorer og skærpede krav til varebiler og tunge køretøjer**

### *Personbiler*

Forbud mod 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.

Kravene kan også opfyldes ved eftermontering af SCRT på Euro 3-5, som derefter vil svare til Euro 6 kravene. SCRT står for Selective Catalytic Reduction and Trap, som en kombineret NO<sub>x</sub>-katalysator og partikelfilter, som er i stand til at reducere NO<sub>x</sub> og partikler til et niveau, der modsvarer Euro 6 kravene.

### *Bemærkninger til scenariet*

Ovenstående er stort set identisk med det forslag som Frank Jensen, overborgmester for Københavns Kommune har stillet i forbindelse med valgkampen til kommunevalget i 2017 (Frank Jensen, 2017).

Eneste forskel er muligheden for at opfylde kravene for tunge køretøjer med eftermontering af SCRT. Dette betyder, at de omkring 300 bybusser i Storkøbenhavn, som fik eftermonteret SCRT i 2015/2016 kan fortsætte med at køre i miljøzonen (Jensen et al., 2016). Endvidere kunne det være økonomisk attraktivt med eftermontering af SCRT på dyre specialkøretøjer i stedet for udskiftning til nyt Euro 6 køretøj.

Forslaget bryder på flere punkter med tidligere tilgang til miljøzoneregulering ved at forbyde *nye* dieselpersonbiler, som i 2019 alle er Euro 6 biler, og dermed biler med de laveste emissioner, og reguleret med samme emissionskrav som benzinerbiler. I praksis har dieselpersonbiler dog vist sig at have højere NO<sub>x</sub>-emissioner end benzinerbiler. Denne forskel formodes dog at blive mindre i forbindelse med de skærpede krav til Euro 6, hvor der stilles krav om test af emissioner med en mere realistisk kørecyklus i laboratoriet samt mobile målinger af emissioner under virkelige kørselsforhold. Disse krav sker i to trin benævnt hhv. Euro 6d-TEMP og Euro 6d, og nærmere forklaret i bilag 1. Men dieselpersonbiler forudsættes stadigvæk at have omkring tre gange så høj NO<sub>x</sub>-emission som benzinerbiler for Euro 6d-TEMP og dobbelt så højt for Euro 6d, men dog på et lavt niveau. Hvis den skærpede regulering med Euro 6d holder, hvad den lover, vil gevinsten ved benzin i forhold til diesel ikke være så stor for nye biler til den tid.

Et forslag om at forbyde *nye* personbiler på diesel registreret efter 1. januar 2019 i miljøzonen har den fordel for bilisterne, at de uhindret kan fortsætte med at benytte eksisterende biler, og de ved køb af ny bil efter 1. januar 2019 kan tage stilling til, om det skal være en bil, som må køre i miljøzonen. Dette formodes, at give anledning til køb af flere benzinerbiler.

Dieselpersonbiler købt før 1. januar 2019 kan fortsat køre i miljøzonen, og de biler, som forurener mest, vil derfor fortsat kunne køre i miljøzonen. Reguleringen vil dog på længere sigt i takt med udskiftning i bilparken helt udfase dieselpersonbiler.

Et andet element, som er indbygget i forslaget, er ideen om en dynamisk miljøzone, hvor kravene skærpes over tid. Det gælder for varebiler, lastbiler og busser. Her følger reguleringen ideen om at forbyde ældre køretøjer først, og skærpe indtil alle varebiler, lastbiler og busser er Euro 6.

Københavns Kommune har allerede taget en principbeslutning om at stille krav om elbusser (eller lignende teknologi) i alle nye kontrakter for rutebusser. Det vil betyde fuld eldrift allersenest i 2031. Men Frank Jensen har i forbindelse med kommunevalget i 2017 foreslået en hurtigere implementering, hvor eksisterende kontrakter om nødvendigt kan opsiges, så den sidste dieselbus udfases i 2023-2025.

## **Model 2 Udfasning af ældre køretøjer først**

### *Personbiler*

Persondieselbiler skal overholde Euro 5 i 2025. Der er totalt forbud mod persondieselbiler 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.

### Bemærkninger til scenariet

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 i egenvægt) skal opfylde Euro 6 for at kunne køre i miljøzonerne. Kravene foreslås at træde i kraft den 1. juli 2019. Endvidere omfatter forslaget, at mindre byer ned til 25.000 indbyggere også kan indføre miljøzoner, samt at den københavnske miljøzone kan udvides med omegnskommuner (Auken et al., 2017).

Det foreståede scenarie stiller derfor de samme krav for lastbiler og busser, men scenariet omfatter alle varebiler og ikke kun de store varebiler (over 1.760 kg i egenvægt), som foreslået af en række af oppositionspartierne. Det er ikke umiddelbart muligt at beregne effekten af oppositionens forslag vedr. krav til store varebiler, da DCE's emissionsmodel ikke har en underopdeling i vægtklasser, som modsvarer ovenstående vægtklasse.

Oppositionspartierne har ikke kravet om, at lastbiler og busser i 2030 skal overholde den til enhver tid gældende Euronorm med maks. 5 års forsinkelse. Ideen i dette krav er, at miljøzonekravene hele tiden følger udviklingen i fremtidige Euronormer. Der er ikke defineret en Euro 7 for lastbiler og busser, men hvis en sådan blev defineret i fremtiden, vil det have en betydning for emissionerne, at have et krav om at lastbiler og busser skal 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 overgår til benzindrift for personbiler.

#### *Varebiler, lastbiler og busser*

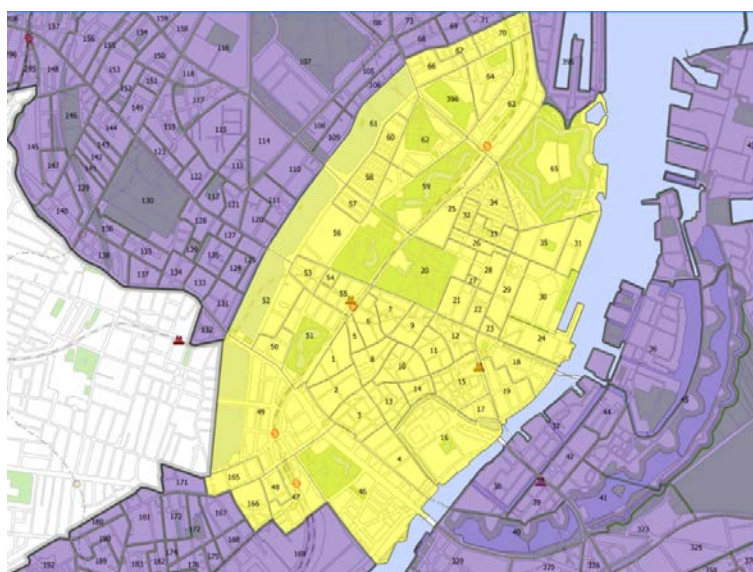
Alle varebiler, lastbiler og busser skal overholde Euro 6 i 2025.

#### *Dispensation*

Dispensation til særlige køretøjer som f.eks. handicap- og udrykningskøretøjer.

#### *Geografisk afgrænsning*

Kravene gælder for et afgrænset område, som strækker sig fra søerne og ind til inderhavnen jævnfør Figur 2.1.



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.

#### *Bemærkninger til scenariet*

I dette scenarie omfatter kravene kun et mindre afgrænset geografisk område, men der stilles høje miljøkrav, som skal opfyldes inden for en kortere årrække.

### Opsummering af kravene i de tre modeller for skærpede miljøzoner

Figur 2.2 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.

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															

Figur 2.2 Opsummering af kravene i de tre modeller for skærpede miljøzoner.

## 3. Metode for effektvurdering

### 3.1 Afgrænsning

Københavns Kommune har ønsket effektvurderingen foretaget meget hurtigt og inden for et begrænset budget, hvilket har påvirket den valgte metode, detaljeringsgrad og omfang.

I tidligere undersøgelser for Miljøstyrelsen er effektvurdering af den eksisterende miljøzoner samt tidligere diskuterede ren-luftzoner blevet gennemført med anvendelse af luftkvalitetsmodeller for forskellige scenarieår for omkring 100 gader i København (Jensen et al., 2011; Jensen et al., 2012). Dette er relativt ressourcekrævende, da der skal etableres input data for de pågældende scenarieår og gennemføres luftkvalitetsberegninger. Denne mere detaljeret tilgang er ikke en mulighed under de givne rammer.

Opgaven løses derfor ved at genbruge allerede udførte analyser og relatere disse til de 3 foreslåede modeller samt supplere med nye emissionsdata fra den nationale emissionsopgørelse for fremtidige scenarieår.

I det følgende beskrives, hvordan vurderingerne er foretaget for emissionen, samt hvordan overslagsvurderinger af effekten af de tre modeller er foretaget for luftkvaliteten.

### 3.2 Effektvurdering for emission

Effekten for emissionen af de tre modeller for skærpede miljøzoner tager udgangspunkt i emissionsfaktorer fra den nationale emissionsopgørelse for de forskellige scenarieår, og 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. Dette 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<sub>x</sub> (kvælstofoxider), partikeludstødning, samt ikke-udstødning (vej-, dæk- og bremseslid) for PM<sub>2.5</sub> og PM<sub>10</sub> (hhv. massen af partikler under 2,5 mikrometer og 10 mikrometer). Endvidere er total PM<sub>2.5</sub> (udstødning plus ikke-udstødning PM<sub>2.5</sub> og total PM<sub>10</sub> (udstødning plus ikke-udstødning PM<sub>10</sub>) vist. Der er også emissionsfaktorer for CO<sub>2</sub>.

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. I bilag 1 er vist første indregistreringsdato for de forskellige euroemissionsklasser for hhv. personbiler, varebiler og lastbiler/busser. 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.

For at give en fornemmelse af emissionsdatagrundlaget, er der valgt i Bilag 2 at vise tabeller for referencen i scenarieårene 2019, 2025 og 2030, som er vigtige scenarieår for de tre modeller for skærpede miljøzoner.

Ved beregning af CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-emissionsfaktorer indregner også EU's gennemsnitlige 95 g CO<sub>2</sub>-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 energi-prognose 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 miljøzonenmodel 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 miljøzone-modeller. Kommer der en kraftig udvikling i antallet af elbiler eller andre nuludslippsbiler 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 3.1 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, 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.

I Bilag 3 er i tabelform for H.C. Andersens Boulevard vist, hvordan emissioner for alle stofferne er fordelt på køretøjsgrupper med underinddeling for brændstoftype for referencen i 2016 samt scenarieårene 2019, 2025 og 2030.

### **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, se detaljeret beskrivelse i Bilag 1. For 2019 betyder det, at nogle dieselpersonbiler er Euro 6 og nogle er Euro 6d-TEMP (Euro 6d er endnu ikke gældende). 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 dieselpersonbiler 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.

### 3.3 Effektvurdering for luftkvaliteten

På baggrund af en tidligere kildeopgørelse for H.C. Andersens Boulevard for 2016 foretages en overslagsvurdering af, hvad effekten er af de 3 miljøzonermodeller 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 miljøzonermodeller 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 NO<sub>2</sub> er dette en forsimpning, da NO og NO<sub>2</sub> fra trafikken indgår i fotokemi med ozon, og fordi den direkte andel af NO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub>-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

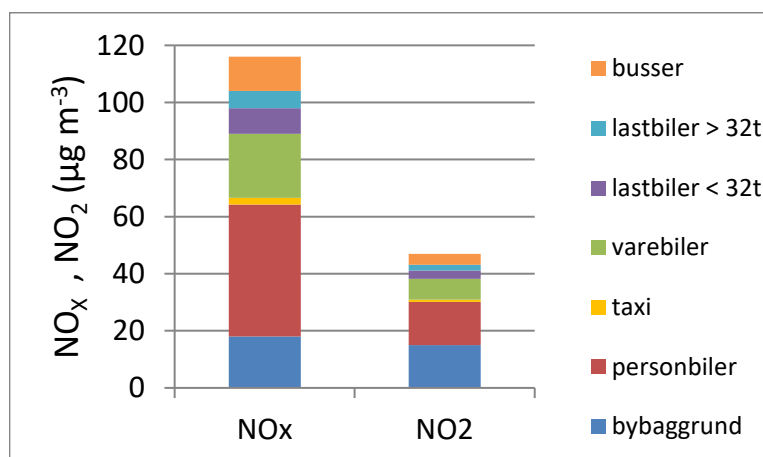
I februar 2018 blev der udgivet en kildeopgørelse for H.C. Andersens Boulevard (HCAB) for 2016 i form af et kort DCE notat (Jensen & Ketznel, 2018). Denne opgørelse giver emissionsfordelingen på køretøjskategorier, herunder opdelt på Euroklasser og brændstoftype (diesel, benzin), samt hvor meget de forskellige køretøjskategorier bidrager til koncentrationen af NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>2.5</sub> og PM<sub>10</sub>. 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/m<sup>3</sup> for koncentrationen af NO<sub>2</sub> og 0,02 µg/m<sup>3</sup> for partikler (Jensen et al., 2016). SCRT reducerer både NO<sub>x</sub> og partikeludstødning.

Kildebidragene for hovedkøretøjskategorierne til gadekoncentrationen er vist for kvælstofoxider i Figur 3.1, og for partikelmasse i Figur 3.2. I partikelmassen indgår både partikeludstødning og ikke-udstødning. De viste bybaggrundskoncentrationer er baseret på målinger på taget af H.C. Ørsted Institut (HCØ), og gadekoncentrationerne er målinger fra HCAB i 2016 fra overvågningsprogrammet. Køretøjernes koncentrationsbidrag til gadebidraget (HCAB minus HCØ) er fordelt på basis af modellerede emissioner i gadeluftkvalitetsmodellen Operational Street Pollution Model (OSPM).

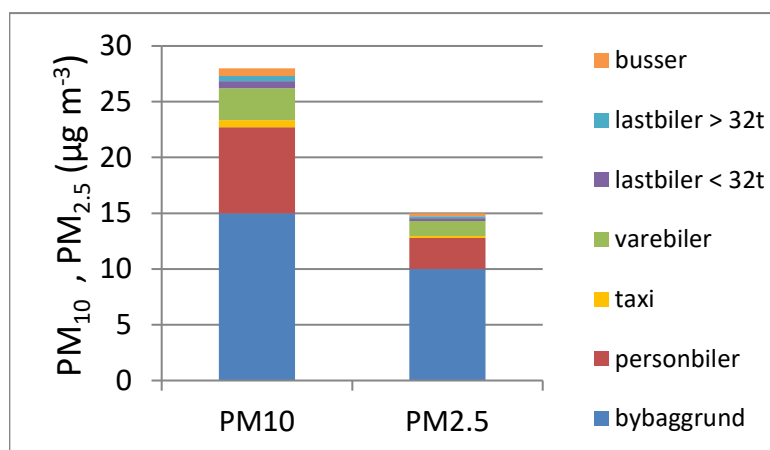
Det ses, at gadebidraget udgør en stor del af gadekoncentrationerne for NO<sub>x</sub> og NO<sub>2</sub>, mens det udgør en relativ mindre del for partikler. Grænseværdien på 40 µg/m<sup>3</sup> for årsmiddelværdien er overskredet i 2016 for HCAB, da gadekoncentrationen er 47 µg/m<sup>3</sup>.



I oktober 2016 blev målestation flyttet omkring 3 m længere væk fra trafikken for at kompensere for ændringer i vejbaneomlægninger, 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  $\text{NO}_2$ -koncentrationen (Ellermann et al., 2017). Dette spring forventes at blive reduceret kraftigt i efterfølgende år.



Figur 3.1 Kildebidrag for  $\text{NO}_x$  og  $\text{NO}_2$  for H.C. Andersens Boulevard i 2016.



Figur 3.2 Kildebidrag for  $\text{PM}_{10}$  og  $\text{PM}_{2.5}$  for H.C. Andersens Boulevard i 2016.

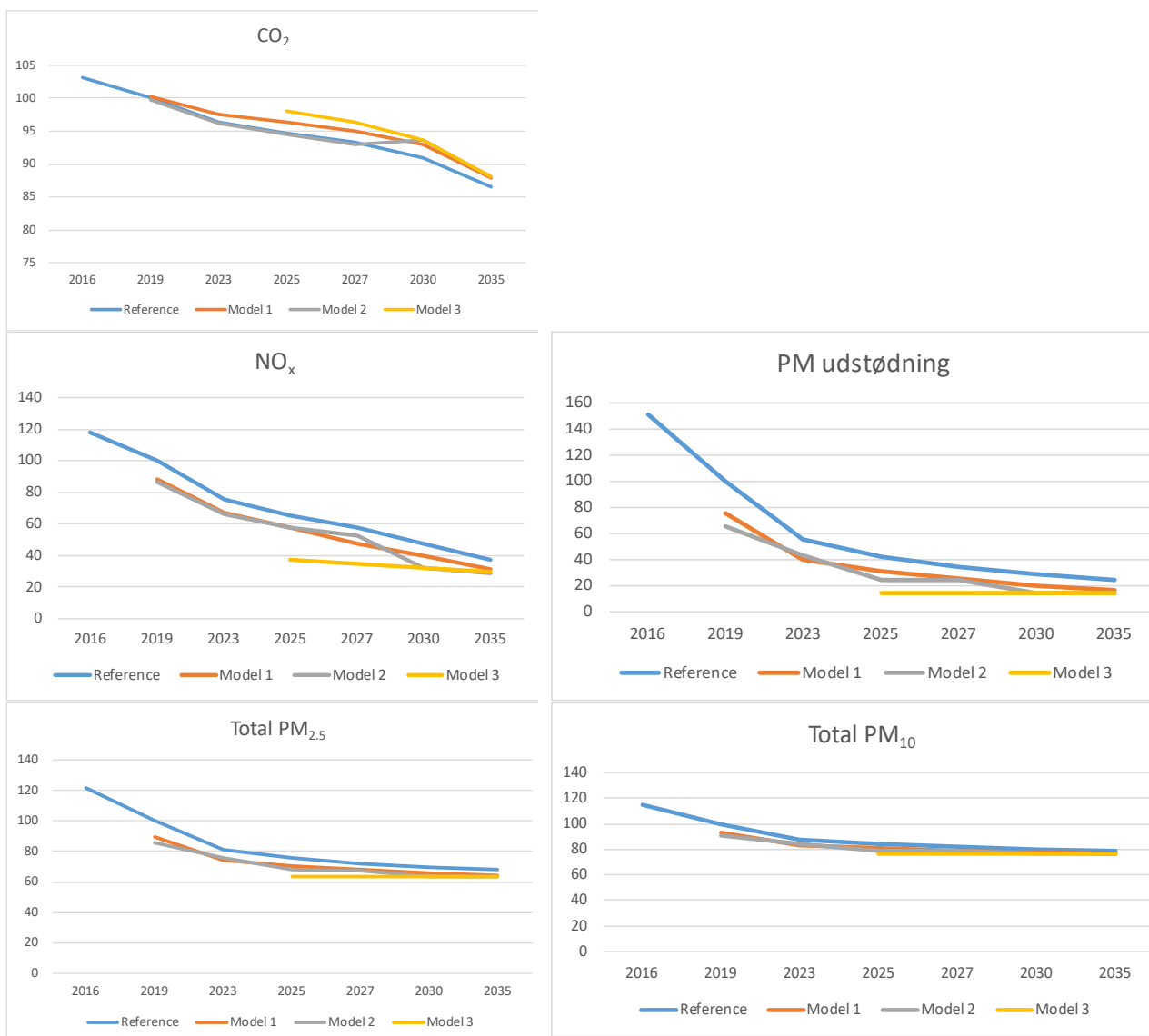
### Udvikling i baggrundskoncentrationen

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.

## 4. Vurdering for emissionseffekt

Emissionseffekten af de tre modeller for skærpede miljøzoner er grafisk vist i Figur 4.1 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 4.1 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 CO<sub>2</sub> starter i 75 og ikke i nul som øvrige figurer. 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).

Emissionseffekten af de tre modeller for skærpede miljøzoner er vist som den procentvise reduktion i forhold til referencescenariet i 2019 i Tabel 4.1. Dette er i princippet det samme som i ovenstående figur blot vist som en procentvis reduktion i stedet for et indeks.

Tabel 4.1 Procentvise reduktion i emissionen i forhold til referencescenariet i 2019.

CO <sub>2</sub>	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
<b>NO<sub>x</sub></b>							
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
<b>PM-udstødning</b>							
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
<b>PM<sub>2,5</sub> ikke-udstødning</b>							
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
<b>PM<sub>10</sub> ikke-udstødning</b>							
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
<b>Total PM<sub>2,5</sub></b>							
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
<b>Total PM<sub>10</sub></b>							
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

Endelig vises den procentvise ændring i emissionen i forhold til det givne scenarieår i Tabel 4.2. 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 4.2 Procentvis ændring i emissionen i forhold til det givne scenarieår

CO <sub>2</sub>	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 <sub>x</sub>	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 <sub>2,5</sub> 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 <sub>10</sub> 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 <sub>2,5</sub>	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 <sub>10</sub>	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

De gennemsnitlige emissionsfaktorer som absolutte tal som ligger bag ovenstående er vist i bilag 4.

#### 4.1 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 CO<sub>2</sub>-emissionen at blive reduceret med 13% og NO<sub>x</sub> emissionen med 62%. PM-udstødningen reduceres med 75%, mens ikke-udstødning af PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub> 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<sub>2,5</sub> kun med 32% og total PM<sub>10</sub> 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.

#### **4.2 Model 1 Forbud mod nye persondieselbiler og skærpede krav til varebiler og tunge køretøjer**

I dette scenarie vil CO<sub>2</sub>-emissionen være lidt højere end referencen, hvilket skyldes, at nye dieselpersonbiler forbydes og erstattes af tilsvarende benzinpersionbiler, som har lidt højere CO<sub>2</sub>-emission pr. kørt km. CO<sub>2</sub>-emissionen er 0,3% til 2,2% højere end referencen afhængig af scenarieår.

NO<sub>x</sub>-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<sub>2.5</sub> reduceres mellem 5% til 10% og total PM<sub>10</sub> mellem 3% til 7%.

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

#### **4.3 Model 2 Udfasning af ældre køretøjer først**

I dette scenarie falder CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-emitterende benzinpersionbiler i forhold til referencen.

NO<sub>x</sub>-emissionen reduceres 9% til 32% afhængig af scenarieår i forhold til referencen.

PM-udstødningen reduceres 23% til 47% afhængig af scenarieår, mens total PM<sub>2.5</sub> reduceres mellem 6% til 14% og total PM<sub>10</sub> mellem 4% til 10% i forhold til referencen.

Model 2 opnår samlet set en mellemposition i procentvise reduktioner i forhold til referencen sammenlignet med model 1 og 3.

#### **4.4 Model 3 Dieselfri zone i 2025 fra søerne til havneringen**

I dette scenarie stiger CO<sub>2</sub>-emissionen mellem 1,7% og 3,5% afhængig af scenarieår i forhold til referencen, fordi dieselpersonbiler forbydes i 2025, og erstattes af lidt mere CO<sub>2</sub>-emitterende benzinpersionbiler.

NO<sub>x</sub>-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<sub>2.5</sub> reduceres mellem 6% til 16% og total PM<sub>10</sub> mellem 4% til 9%.

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

## 5. Overslagsvurdering af effekt for luftkvaliteten

### 5.1 Gadebidraget

I Tabel 5.1 er vist koncentrationsbidragene på H.C. Andersens Boulevard baseret på kildeopgørelsen for 2016 (Jensen & Ketznel, 2018). Bybaggrundskoncentrationen over København er repræsenteret ved målestationen på H.C. Ørsted Institutet (HCØ), som indeholder bidraget fra den regionale baggrund (repræsenteret ved Risø ved Roskilde). Gadebidraget er det koncentrationsbidrag, som emissionen fra trafikken giver anledning til. Gadekoncentrationen er bybaggrund plus gadebidrag.

Det ses fx at gadebidraget for partikeludstødning i 2016 er omkring  $1,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , dvs. hvis al partikeludstødning blev fjernet ville koncentrationen af  $\text{PM}_{2,5}$  og  $\text{PM}_{10}$  falde med  $1,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dette er relativt lidt i forhold til, at gadekoncentrationerne af  $\text{PM}_{2,5}$  og  $\text{PM}_{10}$  er hhv.  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Det ses også, at ikke-udstødning for partikler udgør en meget stor del af koncentrationen af  $\text{PM}_{2,5}$  og  $\text{PM}_{10}$ . 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  $\text{NO}_2$  er gadebidraget meget stort i 2016 og udgør  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ud af gadekoncentrationen på  $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Her vil reduktion i  $\text{NO}_x$  føre til større relativ reduktion i gadekoncentrationen. Reduktioner i  $\text{NO}_x$  vil kunne bidrage til at overholde grænseværdien på  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Tabel 5.1 Koncentrationsbidrag ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) på H.C. Andersens Boulevard baseret på kildeopgørelse for 2016.

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Risø	HCØ	Per-						Gade	Gadebidrag
	Regional baggrund	Bybaggrund	sonbiler	Taxi	Varebiler	Lastbiler < 32t	Lastbiler > 32t	busser	koncentration	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
$\text{NO}_x$	9,0	18,0	46,2	2,4	22,4	9,0	6,1	12,0	116,0	98,0
$\text{NO}_2$	7,0	15,0	15,1	0,8	7,3	2,9	2,0	3,9	47,0	32,0
$\text{PM}_{10}$	14,0	15,0	7,7	0,6	2,9	0,6	0,4	0,7	28,0	13,0
$\text{PM}_{2,5}$	9,0	10,0	2,8	1,3	0,2	0,2	0,2	0,3	15,0	5,0
$\text{PM}_{10}$ -ikke-udstødn.			7,0	2,1	0,6	0,5	0,4	0,6		11,2
$\text{PM}_{2,5}$ -ikke-udstødn.			2,1	0,6	0,2	0,1	0,1	0,1		3,2
$\text{PM}$ -udstødning			0,7	0,7	0,0	0,1	0,1	0,1		1,8

I Tabel 5.2 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.

Tabel 5.2 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 <sub>x</sub>	98	83	63	55	48	40	31
NO <sub>2</sub>	32	27	21	18	16	13	10
PM <sub>10</sub>	13,0	12,4	11,9	11,7	11,6	11,6	11,5
PM <sub>2,5</sub>	5,0	4,4	3,9	3,7	3,6	3,6	3,5
PM <sub>10</sub> ikke-udstødning	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2
PM <sub>2,5</sub> 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 <sub>x</sub>	98	73	56	48	40	33	26
NO <sub>2</sub>	32	24	18	16	13	11	9
PM <sub>10</sub>	13,0	12,1	11,7	11,6	11,5	11,5	11,4
PM <sub>2,5</sub>	5,0	4,1	3,7	3,6	3,5	3,5	3,4
PM <sub>10</sub> ikke-udstødning	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2
PM <sub>2,5</sub> 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 <sub>x</sub>	98	72	55	48	44	27	24
NO <sub>2</sub>	32	24	18	16	14	9	8
PM <sub>10</sub>	13,0	12,0	11,7	11,5	11,5	11,4	11,4
PM <sub>2,5</sub>	5,0	4,0	3,7	3,5	3,5	3,4	3,4
PM <sub>10</sub> ikke-udstødning	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2
PM <sub>2,5</sub> 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 <sub>x</sub>	98			31	29	27	24
NO <sub>2</sub>	32			10	9	9	8
PM <sub>10</sub>	13,0			11,4	11,4	11,4	11,4
PM <sub>2,5</sub>	5,0			3,4	3,4	3,4	3,4
PM <sub>10</sub> ikke-udstødning	11,2			11,2	11,2	11,2	11,2
PM <sub>2,5</sub> 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 NO<sub>2</sub>-koncentrationen (Ellermann et al., 2017). Dette spring forventes, at blive reduceret kraftigt i efterfølgende år efter at afstanden mellem trafikken og målestationen blev reetableret i slutningen af 2016. 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 fratrukket 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 5.3 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 5.3 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 <sub>x</sub>	0	10	7	6	8	7	5
NO <sub>2</sub>	0	3,3	2,4	2,1	2,7	2,2	1,8
PM <sub>10</sub>	0	0,28	0,18	0,13	0,11	0,10	0,10
PM <sub>2,5</sub>	0	0,28	0,18	0,13	0,11	0,10	0,10
PM <sub>10</sub> Ikke-udstødn	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PM <sub>2,5</sub> 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 <sub>x</sub>	0	11	8	6	4	13	7
NO <sub>2</sub>	0	3,7	2,5	2,0	1,4	4,2	2,3
PM <sub>10</sub>	0	0,40	0,15	0,21	0,12	0,16	0,12
PM <sub>2,5</sub>	0	0,40	0,15	0,21	0,12	0,16	0,12
PM <sub>10</sub> Ikke-udstødn	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PM <sub>2,5</sub> 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 <sub>x</sub>	0			24	19	13	7
NO <sub>2</sub>	0			7,7	6,1	4,2	2,3
PM <sub>10</sub>	0			0,32	0,23	0,16	0,12
PM <sub>2,5</sub>	0			0,32	0,23	0,16	0,12
PM <sub>10</sub> Ikke-udstødn	0			0,00	0,00	0,00	0,00
PM <sub>2,5</sub> 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 NO<sub>2</sub> 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<sub>x</sub>-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  $\text{PM}_{2,5}$  og  $\text{PM}_{10}$ , da disse kun reduceres svarende til reduktionen i partikeludstødningen.

#### **Model 1 Forbud mod nye persondieselmotorer og skærpede krav til varebiler og tunge køretøjer**

Model 1 reducerer gadebidraget af  $\text{NO}_2$  med omkring 3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de første år efter 2019 faldende ned til omkring 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i 2035 i forhold til referencescenariet.

Gadebidraget for partikeludstødningen reduceres med omkring 0,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i 2019, og derefter til 0,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  for efterfølgende år frem til 2035 i forhold til referencescenariet.  $\text{PM}_{2,5}$  og  $\text{PM}_{10}$  reduceres svarende til reduktionen i partikeludstødningen.

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

#### **Model 2 Udfasning af ældre køretøjer først**

Model 2 reducerer gadebidraget af  $\text{NO}_2$  med omkring 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de første år efter 2019 faldende ned til 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i 2035 i forhold til referencescenariet.

Gadebidraget for partikeludstødningen reduceres med omkring 0,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i 2019, og derefter til 0,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  for efterfølgende år frem til 2035 i forhold til referencescenariet.  $\text{PM}_{2,5}$  og  $\text{PM}_{10}$  reduceres svarende til reduktionen i partikeludstødningen.

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

#### **Model 3 Dieselfri zone i 2025 fra søerne til havneringen**

Model 3 reducerer gadebidraget af  $\text{NO}_2$  med omkring 8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i 2025 faldende ned til 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i 2035 i forhold til referencescenariet.

Gadebidraget for partikeludstødningen reduceres med omkring 0,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i 2025, ned til 0,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i 2035 i forhold til referencescenariet.  $\text{PM}_{2,5}$  og  $\text{PM}_{10}$  reduceres svarende til reduktionen i partikeludstødningen.

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

## **5.2 Forventet reduktion i bybaggrundskoncentrationen**

Det er ikke kun gadebidraget som vil blive reduceret i fremtiden grundet den løbende udskiftning af bilparken, bybaggrundskoncentrationen også vil ændre sig over tid pga. emissionsregulering. Bybaggrundskoncentrationen er bestemt af byens emissioner samt koncentrationsbidrag fra øvrige danske og udenlandske emissioner.

I et projekt for Region Hovedstaden er der tidligere gennemført modelberegninger for bybaggrundskoncentrationen over Region Hovedstaden i 2025 (Jensen et al., 2018a). Udviklingen fra 2014 til 2025 i bybaggrundsforureningen som middel over Region Hovedstaden er vist i Tabel 5.4, baseret på beregnin-

ger med luftkvalitetsmodeller (den regionale model DEHM og bybaggrundsmodellen UBM). Alle stoffer reduceres undtagen årsmiddelkoncentrationen af ozon, som stiger pga. faldende NO<sub>x</sub>-emissioner.

Til sammenligning er endvidere vist koncentrationsniveauet på bybaggrundsstationen i København placeret på H.C. Ørsted Instituttet (HCØ) (Ellermann et al., 2015).

Tabel 5.4 Bybaggrundsforureningen som middel over Region Hovedstaden i 2014 og 2025 beregnet med DEHM/UBM (µg/m<sup>3</sup>).

Årstal	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>
2014	16	14	66	14	11
2025	11	10	68	12	10
Forskel (µg/m <sup>3</sup> )	-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 NO<sub>2</sub>-koncentrationen kan forventes at falde med omkring 4 µg/m<sup>3</sup> og PM<sub>2.5</sub> og PM<sub>10</sub> med omkring 2 µg/m<sup>3</sup>, mens ozon vil stige med omkring 3 µg/m<sup>3</sup>.

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 Instituttet i forhold til et beregnet gennemsnit over hele Region Hovedstaden. Dette gælder for NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>2.5</sub> og PM<sub>10</sub>, mens ozon som forventet er lavere, da ozon forbruges i reaktioner med NO<sub>x</sub>.

## 6. 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., Nøjgaard, J.K., Nordstrøm, C., Brandt, J., Christensen, J., Ketzel, M., Massling, A. & Jensen, S.S. 2015. The Danish Air Quality Monitoring Programme. Annual Summary for 2014. Aarhus University, DCE - Danish Centre for Environment and Energy, 64 pp. Scientific Report from DCE - Danish Centre for Environment and Energy No. 162.  
<http://dce2.au.dk/pub/SR162.pdf>

Ellermann, T., Nygaard, J., Nøjgaard, J.K., Nordstrøm, C., Brandt, J., Christensen, J., Ketzel, 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>

Jensen, S.S., Ketzel, 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., Ketzel, 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., Ketzel, 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., Ketzel, M., Ellermann, T., Winther, M., (2016): Luftkvalitetsvurdering af SCRT på bybusser i København. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 32 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 192. <http://dce2.au.dk/pub/SR192.pfd>

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

Jensen, S.S., Brandt, J., Christensen, J.H., Geels, C., Ketzel, M., Plejdrup, M. S., Nielsen, O.-K. (2018a): Kortlægning af luftforureningens helbreds- og miljøeffekter i Region Hovedstaden, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 127 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 254, <http://www.dmu.dk/Pub/SR254.pdf> (forventet udgivelse 24. april 2018).

Jensen, S.S., Winther, M., Ketzler, M., Plejdrup, M.S. (2018b): 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://www.dmu.dk/Pub/SR268.pdf> (forventet udgivelse 24. april 2018).

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 CO<sub>2</sub> values for passenger cars in Europe, ICCT White paper, 62 pp., International Council on Clean Transportation, 2017.

Winther, M. (2018): Danish emission inventories for road transport and other mobile sources. Inventories until the year 2016. National Environmental Research Institute, University of Aarhus. DCE Scientific Report (to be published).

## Bilag 1: Indregistreringsdatoer for Euroemissionsnormer

Første indregistreringsdato er opsummeret for de forskellige Euroemissionsklasser i nedenstående tabeller for hhv. personbiler, varebiler og lastbiler/busser (Winther, 2018). Alle solgte biler skal opfylde den pågældende Euronorm efter første indregistreringsdato. Euronormerne træder derfor juridisk i kraft ved denne dato.

En given Euroklasse skal senest typegodkendes et år tidligere end første indregistreringsdato. Det betyder i praksis, at en given Euroklasse også sælges før første indregistreringsdato. I de oplysninger om bilparken, som ligger til grund for efterfølgende emissionsberegninger, er det muligt at tage hensyn til dette for tunge køretøjer, mens der for lette køretøjer er anvendt direktivdatoerne for 1. registreringsår.

Betegnelserne "konventionel, PRE ECE, ECE" etc. henviser til emissionsregulering før introduktion af Euroklasse-reguleringer.

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 kørecyklisten 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<sub>x</sub>-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<sub>x</sub>-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.

I emissionsmodellen er implementeringsdatoerne for Euro 6d-TEMP sat til 1. september 2018 for personbiler og 1. september 2019 for varebiler. For Euro 6d er implementeringsdatoerne for personbiler sat til 1. januar 2021 og 1. januar 2022 for varebiler.

Eksempelvis er første indregistreringsdato for en Euro 6 dieseldreven personbil 1. september 2015, dvs. alle solgte biler efter 1. september 2015 skal være Euro 6, og Euro 6 kan sælges frem til 1.9.2019, hvor Euro 6d-TEMP starter, som kan sælges frem til 1. januar 2022, hvor Euro 6d starter. I 2018 vil Euro 6 dieseldrevne personbiler derfor kunne være omkring 0-3 år.

Tabel B1 Overblik over eksisterende EU direktiver om emissioner for vejtransport.

Køretøjskategori	Emissionsteknologi	EU direktiv	Første reg. dato
Personbiler (benzin)	PRE ECE	-	-
	ECE 15/00-01	70/220 - 74/290	1972 <sup>a</sup>
	ECE 15/02	77/102	1981 <sup>b</sup>
	ECE 15/03	78/665	1982 <sup>c</sup>
	ECE 15/04	83/351	1987 <sup>d</sup>
	Euro 1	91/441	1.10.1990 <sup>e</sup>
	Euro 2	94/12	1.1.1997
	Euro 3	98/69	1.1.2001
	Euro 4	98/69	1.1.2006
	Euro 5	715/2007(692/2008)	1.1.2011
	Euro 6	715/2007(692/2008)	1.9.2015
	Euro 6d-TEMP	2016/646	1.9.2019
Euro 6d	2016/646	1.1.2022	
Personbiler (diesel og LPG)	Konventional	-	-
	ECE 15/04	83/351	1987 <sup>d</sup>
	Euro 1	91/441	1.10.1990 <sup>e</sup>
	Euro 2	94/12	1.1.1997
	Euro 3	98/69	1.1.2001
	Euro 4	98/69	1.1.2006
	Euro 5	715/2007(692/2008)	1.1.2011
	Euro 6	715/2007(692/2008)	1.9.2015
	Euro 6d-TEMP	2016/646	1.9.2019
	Euro 6d	2016/646	1.1.2022
Varebiler (benzin og diesel)	Konventional	-	-
	ECE 15/00-01	70/220 - 74/290	1972 <sup>a</sup>
	ECE 15/02	77/102	1981 <sup>b</sup>
	ECE 15/03	78/665	1982 <sup>c</sup>
	ECE 15/04	83/351	1987 <sup>d</sup>
	Euro 1	93/59	1.10.1994
	Euro 2	96/69	1.10.1998
	Euro 3	98/69	1.1.2002
	Euro 4	98/69	1.1.2007
	Euro 5	715/2007	1.1.2012
	Euro 6	715/2007	1.9.2016
	Euro 6d-TEMP	2016/646	1.9.2020
	Euro 6d	2016/646	1.1.2023
	Lastbiler og busser	Euro 0	88/77
Euro I		91/542	1.10.1993
Euro II		91/542	1.10.1996
Euro III		1999/96	1.10.2001
Euro IV		1999/96	1.10.2006
Euro V		1999/96	1.10.2009
Euro VI		595/2009	1.1.2014
Knallert	Konventional	-	-
	Euro I	97/24	2000
	Euro II	2002/51	2004
	Euro III	2002/51	2014 <sup>f</sup>
	Euro IV	168/2013	2017
	Euro V	168/2013	2021

<b>Køretøjskategori</b>	<b>Emissionsteknologi</b>	<b>EU direktiv</b>	<b>Første reg. dato</b>
Motorcykler	Konventional	Konventional	0
	Euro I	97/24	2000
	Euro II	2002/51	2004
	Euro III	2002/51	2007
	Euro IV	168/2013	2017
	Euro V	168/2013	2021

a,b,c,d: Ekspertvurderinger tyder på, at danske køretøjer sælges før første indregistreringsdato i EU direktivet. De effektive startår i emissionsopgørelsen er a: 1970; b: 1979; c: 1981; d: 1986. e: Direktivet trådte i kraft i Danmark i 1991 (EU startår 1993). f: Gælder kun for nye typer. Indtil 2017 kan knallerter med en eksisterende Euro II typegodkendelse sælges.

## Bilag 2: Emissionsfaktorer mv.

Emissionsdata for referenceudviklingen og beregning af emissionseffekten for de 3 skærpede miljøzoner er gennemført i et stort Excel-regneark. Komplexiteten og detaljeringsgraden er stor, da der er tale om 4 modeller (inkl. referencen, 6 scenarieår, 7 stoffer med en underopdeling i køretøjsgrupper, brændstoftyper og Euronormer. Det er ikke muligt, at afrapportere alt dette data. For at give en fornemmelse af emissionsdatagrundlaget, er der valgt at vise tabeller for referencen i scenarieårene 2019, 2025 og 2030, som er vigtige scenarieår for de tre modeller for skærpede miljøzoner.

Tabellerne viser følgende data for byveje i Danmark:

- Emissionsfaktorer (g/km) for køretøjsgrupperne inkl. brændstoftype for alle stofferne. Disse kan benyttes til at beregne den totale emission inden for geografisk område, hvis antal kørte km er kendt for de forskellige køretøjsgrupper.
- Den procentvise fordeling af emissionen for alle stoffer fordelt på køretøjsgrupperne inkl. brændstoftype. Dette illustrerer potentialet for emissionsreduktion for de forskellige køretøjsgrupper
- Den procentvise fordeling af kørte km fordelt på køretøjsgrupperne inkl. brændstoftype med underopdeling på Euronormer. Dette er et indirekte mål for antallet af køretøjer fordelt på Euronormer.
- Den procentvise fordeling af emissionen for hhv. NO<sub>x</sub>, PM-udstødning, total PM<sub>10</sub> samt CO<sub>2</sub> fordelt på køretøjsgrupperne inkl. brændstoftype med underopdeling på Euronormer. Dette illustrerer potentialet for emissionsreduktion for de forskellige køretøjsgrupper med underopdeling på Euronorm.



Tabel B2.1 Diverse emissionsdata for byveje for referencen i 2019.

2019 Gennemsnitlige emissionsfaktorer for køretøjsgrupper (g/km)											
		Kørte km (%)	CO2 g/km	NOx g/km	PM udstødning g/km	PM10 Ikke-udstødning g/km	PM2.5 Ikke-udstødning g/km	PM10 total g/km	PM2.5 total g/km		
Diesel	Personbil	39.5	183	0.68	0.0186	0.0280	0.0147	0.0467	0.0333		
Benzin	Personbil	44.4	215	0.23	0.0016	0.0280	0.0147	0.0296	0.0163		
Diesel	Varebil	11.9	261	1.21	0.0267	0.0390	0.0203	0.0658	0.0471		
Benzin	Varebil	0.3	350	0.45	0.0015	0.0390	0.0203	0.0406	0.0219		
Diesel	Lastbil < 32t	0.7	686	2.01	0.0238	0.1238	0.0644	0.1476	0.0882		
Diesel	Lastbil > 32t	0.8	1007	1.57	0.0200	0.1420	0.0772	0.1620	0.0971		
Diesel	Rutebus	2.0	767	2.75	0.0291	0.1318	0.0700	0.1608	0.0990		
Diesel	Turistbus	0.4	853	4.07	0.0668	0.1284	0.0676	0.1952	0.1344		
Total (%)	Gennemsnit (g/km)	100.0	231	0.61	0.0124	0.0333	0.0175	0.0457	0.0299		
2019 Køretøjsgruppernes procentvise bidrag (%)											
		Kørte km (%)	CO2 (%)	NOx (%)	PM udstødning (%)	PM10 Ikke-udstødning (%)	PM2.5 Ikke-udstødning (%)	PM10 total (%)	PM2.5 total (%)		
Diesel	Personbil	39.5	31.3	43.9	59.4	33.2	33.2	40.3	44.0		
Benzin	Personbil	44.4	41.3	16.8	5.6	37.3	37.3	28.7	24.1		
Diesel	Varebil	11.9	13.5	23.5	25.7	14.0	13.9	17.2	18.8		
Benzin	Varebil	0.3	0.5	0.3	0.0	0.4	0.4	0.3	0.2		
Diesel	Lastbil < 32t	0.7	2.0	2.2	1.3	2.5	2.5	2.2	2.0		
Diesel	Lastbil > 32t	0.8	3.4	2.0	1.2	3.3	3.4	2.7	2.5		
Diesel	Rutebus	2.0	6.6	8.9	4.7	7.9	7.9	7.0	6.6		
Diesel	Turistbus	0.4	1.4	2.5	2.0	1.5	1.5	1.6	1.7		
Total		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0		
2019 Den procentvise fordeling af kørte km for de forskellige Euroklasser for byveje (%)											
	Dieselpersonbil	Benzinpersonbil	Dieselvarebil	Benzinvarebil	Lastbil<32t	Lastbil>32t	Rutebus	Turistbus	Total		
Euro 0	0.0	0.6	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.7		
Euro 1	0.1	0.6	0.11	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.8		
Euro 2	0.3	1.8	0.14	0.02	0.01	0.00	0.02	0.03	2.4		
Euro 3	2.8	5.3	1.16	0.08	0.03	0.01	0.12	0.05	9.6		
Euro 4	4.7	8.7	1.67	0.06	0.05	0.03	0.26	0.05	15.5		
Euro 5	18.3	13.4	5.03	0.06	0.14	0.11	0.47	0.05	37.5		
Euro 6	10.3	10.9	3.56	0.07	0.44	0.62	1.12	0.18	27.2		
Euro 6d-TEMP	3.1	3.1	0.23	0.00					6.4		
Euro 6d	0.0	0.0	0.00	0.00					0.0		
Total	39.5	44.4	11.9	0.3	0.7	0.8	2.0	0.4	100.0		
2019 Køretøjsgrupperne og euroklassernes procentvise bidrag til NOx (%)											
	Dieselpersonbil	Benzinpersonbil	Dieselvarebil	Benzinvarebil	Lastbil<32t	Lastbil>32t	Rutebus	Turistbus	Total		
Euro 0	0.0	2.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	2.8		
Euro 1	0.1	1.1	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	1.6		
Euro 2	0.4	2.2	0.3	0.0	0.1	0.0	0.3	0.4	3.8		
Euro 3	4.1	2.4	2.2	0.0	0.3	0.2	1.6	0.6	11.5		
Euro 4	5.1	2.4	2.6	0.0	0.4	0.3	2.2	0.4	13.4		
Euro 5	21.8	3.1	11.3	0.0	1.1	1.0	4.0	0.6	43.0		
Euro 6	10.1	2.5	6.5	0.0	0.3	0.4	0.7	0.2	20.7		
Euro 6d-TEMP	2.3	0.7	0.2	0.0					3.2		
Euro 6d	0.0	0.0	0.0	0.0					0.0		
Total	43.9	16.8	23.5	0.3	2.2	2.0	8.9	2.5	100.00		
2019 Køretøjsgrupperne og euroklassernes procentvise bidrag til PM udstødning (%)											
	Dieselpersonbil	Benzinpersonbil	Dieselvarebil	Benzinvarebil	Lastbil<32t	Lastbil>32t	Rutebus	Turistbus	Total		
Euro 0	1.4	0.2	1.9	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	4.0		
Euro 1	0.6	0.2	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	2.5		
Euro 2	3.1	0.5	1.9	0.0	0.1	0.0	0.2	0.3	6.0		
Euro 3	15.9	0.5	10.5	0.0	0.3	0.2	1.3	0.6	29.4		
Euro 4	25.5	0.9	7.9	0.0	0.1	0.1	0.9	0.2	35.6		
Euro 5	8.4	1.6	1.2	0.0	0.5	0.6	1.8	0.2	14.2		
Euro 6	3.5	1.4	0.8	0.0	0.2	0.3	0.4	0.1	6.7		
Euro 6d-TEMP	1.1	0.4	0.1	0.0					1.5		
Euro 6d	0.0	0.0	0.0	0.0					0.0		
Total	59.4	5.6	25.7	0.0	1.3	1.2	4.7	2.0	100.00		
2019 Køretøjsgrupperne og euroklassernes procentvise bidrag til total PM10 (%)											
	Dieselpersonbil	Benzinpersonbil	Dieselvarebil	Benzinvarebil	Lastbil<32t	Lastbil>32t	Rutebus	Turistbus	Total		
Euro 0	0.4	0.4	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.5		
Euro 1	0.2	0.4	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.2		
Euro 2	1.0	1.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	3.3		
Euro 3	6.0	3.4	3.8	0.1	0.2	0.1	0.7	0.3	14.6		
Euro 4	9.8	5.6	3.6	0.1	0.2	0.1	1.0	0.2	20.5		
Euro 5	13.4	8.7	4.6	0.1	0.5	0.5	1.8	0.2	29.8		
Euro 6	7.2	7.0	3.3	0.1	1.2	2.0	3.4	0.5	24.7		
Euro 6d-TEMP	2.2	2.0	0.2	0.0					4.4		
Euro 6d	0.0	0.0	0.0	0.0					0.0		
Total	40.3	28.7	17.2	0.3	2.2	2.7	7.0	1.6	100.00		
2019 Køretøjsgrupperne og euroklassernes procentvise bidrag til CO2 (%)											
	Dieselpersonbil	Benzinpersonbil	Dieselvarebil	Benzinvarebil	Lastbil<32t	Lastbil>32t	Rutebus	Turistbus	Total		
Euro 0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9		
Euro 1	0.0	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9		
Euro 2	0.3	2.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	2.7		
Euro 3	2.4	5.8	1.3	0.1	0.1	0.1	0.5	0.2	10.5		
Euro 4	3.7	8.3	1.9	0.1	0.1	0.1	0.9	0.2	15.4		
Euro 5	14.3	11.6	5.7	0.1	0.4	0.5	1.5	0.2	34.3		
Euro 6	8.2	9.6	4.0	0.1	1.3	2.7	3.6	0.7	30.2		
Euro 6d-TEMP	2.3	2.6	0.2	0.0					5.2		
Euro 6d	0.0	0.0	0.0	0.0					0.0		
Total	31.3	41.3	13.5	0.5	2.0	3.4	6.6	1.4	100.00		

Tabel B2.2 Diverse emissionsdata for byveje for referencen i 2025.

2025 Gennemsnitlige emissionsfaktorer for køretøjsgrupper (g/km)										
	Kørte km (%)	CO2 g/km	NOx g/km	PM udstødning g/km	PM10 Ikke-udstødning g/km	PM2.5 Ikke-udstødning g/km	PM10 total g/km	PM2.5 total g/km		
Diesel	Personbil	40.3	176	0.49	0.0082	0.0280	0.0147	0.0362	0.0229	
Benzin	Personbil	43.4	199	0.18	0.0016	0.0280	0.0147	0.0296	0.0163	
Diesel	Varebil	12.5	253	0.74	0.0081	0.0390	0.0203	0.0471	0.0284	
Benzin	Varebil	0.3	272	0.25	0.0011	0.0390	0.0203	0.0402	0.0215	
Diesel	Lastbil < 32t	0.6	674	0.70	0.0082	0.1238	0.0644	0.1320	0.0726	
Diesel	Lastbil > 32t	0.7	967	0.54	0.0077	0.1420	0.0772	0.1498	0.0849	
Diesel	Rutebus	1.8	735	0.85	0.0092	0.1318	0.0700	0.1410	0.0792	
Diesel	Turistbus	0.4	893	1.66	0.0220	0.1284	0.0676	0.1504	0.0896	
Total (%)	Gennemsnit (g/km)	100.0	217	0.40	0.0053	0.0331	0.0174	0.0384	0.0227	
2025 Køretøjsgruppernes procentvise bidrag (%)										
	Kørte km (%)	CO2 (%)	NOx (%)	PM udstødning (%)	PM10 Ikke-udstødning (%)	PM2.5 Ikke-udstødning (%)	PM10 total (%)	PM2.5 total (%)		
Diesel	Personbil	40.3	32.7	49.9	61.5	34.1	34.1	37.9	40.6	
Benzin	Personbil	43.4	39.7	19.3	13.0	36.8	36.8	33.5	31.2	
Diesel	Varebil	12.5	14.5	23.2	18.8	14.7	14.6	15.3	15.6	
Benzin	Varebil	0.3	0.3	0.2	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	
Diesel	Lastbil < 32t	0.6	2.0	1.1	1.0	2.4	2.4	2.2	2.1	
Diesel	Lastbil > 32t	0.7	3.3	1.0	1.1	3.2	3.3	2.9	2.8	
Diesel	Rutebus	1.8	6.0	3.8	3.0	7.0	7.1	6.5	6.1	
Diesel	Turistbus	0.4	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	
Total		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
2025 Den procentvise fordeling af kørte km for de forskellige Euroklasser for byveje (%)										
	Dieselpersonbil	Benzinpersonbil	Dieselvarebil	Benzinvarobil	Lastbil<32t	Lastbil>32t	Rutebus	Turistbus	Total	
Euro 0	0.0	0.3	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.4	
Euro 1	0.0	0.2	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.2	
Euro 2	0.0	0.3	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.3	
Euro 3	0.5	0.8	0.20	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	1.5	
Euro 4	1.5	3.1	0.48	0.02	0.01	0.00	0.04	0.02	5.1	
Euro 5	10.7	9.0	2.27	0.03	0.03	0.01	0.11	0.02	22.2	
Euro 6	7.4	8.3	2.28	0.05	0.60	0.72	1.59	0.30	21.2	
Euro 6d-TEMP	6.3	6.8	2.35	0.05					15.5	
Euro 6d	14.0	14.6	4.86	0.10					33.5	
Total	40.3	43.4	12.5	0.3	0.6	0.7	1.8	0.4	100.0	
2025 Køretøjsgrupperne og euroklassernes procentvise bidrag til NOx (%)										
	Dieselpersonbil	Benzinpersonbil	Dieselvarebil	Benzinvarobil	Lastbil<32t	Lastbil>32t	Rutebus	Turistbus	Total	
Euro 0	0.0	2.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	
Euro 1	0.0	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	
Euro 2	0.1	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.8	
Euro 3	1.0	0.6	0.6	0.0	0.1	0.0	0.3	0.2	2.8	
Euro 4	2.4	1.3	1.1	0.0	0.1	0.0	0.6	0.2	5.8	
Euro 5	19.7	3.2	7.9	0.0	0.3	0.2	1.5	0.4	33.3	
Euro 6	11.3	3.0	6.4	0.0	0.6	0.7	1.4	0.5	24.0	
Euro 6d-TEMP	7.3	2.6	3.4	0.0					13.3	
Euro 6d	7.9	5.4	3.6	0.0					16.9	
Total	49.9	19.3	23.2	0.2	1.1	1.0	3.8	1.5	100.0	
2025 Køretøjsgrupperne og euroklassernes procentvise bidrag til PM udstødning (%)										
	Dieselpersonbil	Benzinpersonbil	Dieselvarebil	Benzinvarobil	Lastbil<32t	Lastbil>32t	Rutebus	Turistbus	Total	
Euro 0	1.8	0.2	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	4.2	
Euro 1	0.4	0.1	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.3	
Euro 2	1.0	0.2	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	2.0	
Euro 3	6.0	0.2	4.1	0.0	0.1	0.0	0.3	0.3	11.2	
Euro 4	18.4	0.7	5.2	0.0	0.1	0.0	0.3	0.1	24.9	
Euro 5	11.5	2.5	1.2	0.0	0.2	0.2	1.0	0.3	16.8	
Euro 6	6.0	2.4	1.2	0.0	0.5	0.8	1.3	0.4	12.7	
Euro 6d-TEMP	5.0	2.2	1.3	0.0					8.5	
Euro 6d	11.3	4.6	2.6	0.0					18.5	
Total	61.5	13.0	18.8	0.1	1.0	1.1	3.0	1.5	100.0	
2025 Køretøjsgrupperne og euroklassernes procentvise bidrag til total PM10 (%)										
	Dieselpersonbil	Benzinpersonbil	Dieselvarebil	Benzinvarobil	Lastbil<32t	Lastbil>32t	Rutebus	Turistbus	Total	
Euro 0	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	
Euro 1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	
Euro 2	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	
Euro 3	1.2	0.6	0.8	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	2.8	
Euro 4	3.6	2.4	1.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	7.5	
Euro 5	9.4	6.9	2.5	0.0	0.1	0.1	0.5	0.1	19.6	
Euro 6	6.2	6.4	2.5	0.0	2.0	2.8	5.7	1.1	26.6	
Euro 6d-TEMP	5.3	5.3	2.6	0.0					13.2	
Euro 6d	11.8	11.3	5.3	0.1					28.5	
Total	37.9	33.5	15.3	0.3	2.2	2.9	6.5	1.4	100.0	
2025 Køretøjsgrupperne og euroklassernes procentvise bidrag til CO2 (%)										
	Dieselpersonbil	Benzinpersonbil	Dieselvarebil	Benzinvarobil	Lastbil<32t	Lastbil>32t	Rutebus	Turistbus	Total	
Euro 0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	
Euro 1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	
Euro 2	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	
Euro 3	0.4	1.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	1.8	
Euro 4	1.2	3.1	0.6	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	5.2	
Euro 5	9.0	8.4	2.7	0.0	0.1	0.1	0.4	0.1	20.7	
Euro 6	6.3	7.8	2.7	0.1	1.9	3.2	5.3	1.3	28.5	
Euro 6d-TEMP	5.0	6.1	2.7	0.1					13.8	
Euro 6d	10.8	12.5	5.5	0.1					28.9	
Total	32.7	39.7	14.5	0.3	2.0	3.3	6.0	1.5	100.0	

Tabel B2.3 Diverse emissionsdata for byveje for referencen i 2030.

2030 Gennemsnitlige emissionsfaktorer for køretøjsgrupper (g/km)										
	Kørte km (%)	CO2 g/km	NOx g/km	PM udstødning g/km	PM10 Ikke-udstødning g/km	PM2.5 Ikke-udstødning g/km	PM10 total g/km	PM2.5 total g/km		
Diesel	Personbil	39.6	170	0.35	0.0054	0.0280	0.0147	0.0334	0.0200	
Benzin	Personbil	44.5	188	0.16	0.0016	0.0280	0.0147	0.0296	0.0163	
Diesel	Varebil	12.2	245	0.48	0.0045	0.0390	0.0203	0.0435	0.0248	
Benzin	Varebil	0.3	247	0.19	0.0011	0.0390	0.0203	0.0401	0.0214	
Diesel	Lastbil < 32t	0.6	650	0.46	0.0056	0.1238	0.0644	0.1293	0.0699	
Diesel	Lastbil > 32t	0.7	929	0.42	0.0064	0.1420	0.0772	0.1484	0.0835	
Diesel	Rutebus	1.7	715	0.44	0.0053	0.1318	0.0700	0.1371	0.0753	
Diesel	Turistbus	0.3	889	1.00	0.0117	0.1284	0.0676	0.1401	0.0793	
Total (%) / Gennemsnit (g/km)		100.0	207	0.29	0.0036	0.0329	0.0173	0.0365	0.0209	
2030 Køretøjsgruppernes procentvise bidrag (%)										
	Kørte km (%)	CO2 (%)	NOx (%)	PM udstødning (%)	PM10 Ikke-udstødning (%)	PM2.5 Ikke-udstødning (%)	PM10 total (%)	PM2.5 total (%)		
Diesel	Personbil	39.6	32.4	48.6	58.9	33.8	33.7	36.2	38.1	
Benzin	Personbil	44.5	40.4	25.0	20.2	37.9	37.9	36.2	34.8	
Diesel	Varebil	12.2	14.4	20.4	15.1	14.5	14.4	14.5	14.5	
Benzin	Varebil	0.3	0.3	0.2	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	
Diesel	Lastbil < 32t	0.6	2.0	1.0	1.0	2.4	2.3	2.2	2.1	
Diesel	Lastbil > 32t	0.7	3.3	1.1	1.3	3.2	3.3	3.0	2.9	
Diesel	Rutebus	1.7	5.7	2.6	2.5	6.7	6.7	6.2	6.0	
Diesel	Turistbus	0.3	1.4	1.2	1.1	1.3	1.3	1.3	1.3	
Total		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
2030 Den procentvise fordeling af kørte km for de forskellige Euroklasser for byveje (%)										
	Dieselpersonbil	Benzinpersonbil	Dieselvarebil	Benzinvarobil	Lastbil<32t	Lastbil>32t	Rutebus	Turistbus	Total	
Euro 0	0.0	0.2	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.3
Euro 1	0.0	0.1	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.1
Euro 2	0.0	0.1	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.1
Euro 3	0.1	0.2	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.3
Euro 4	0.3	0.6	0.11	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	1.0
Euro 5	3.8	3.8	0.80	0.01	0.01	0.00	0.02	0.01	0.01	8.4
Euro 6	4.8	5.5	1.16	0.03	0.62	0.73	1.63	0.32	0.32	14.8
Euro 6d-TEMP	4.8	5.3	1.41	0.03						11.5
Euro 6d	25.9	28.8	8.64	0.17						63.5
Total	39.6	44.5	12.2	0.26	0.63	0.73	1.66	0.34	0.34	100.0
2030 Køretøjsgrupperne og euroklassernes procentvise bidrag til NOx (%)										
	Dieselpersonbil	Benzinpersonbil	Dieselvarebil	Benzinvarobil	Lastbil<32t	Lastbil>32t	Rutebus	Turistbus	Total	
Euro 0	0.0	1.9	0.1	0.05	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	2.1
Euro 1	0.0	0.4	0.1	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.5
Euro 2	0.1	0.3	0.0	0.00	0.01	0.00	0.00	0.06	0.06	0.4
Euro 3	0.3	0.2	0.2	0.00	0.02	0.01	0.03	0.08	0.08	0.8
Euro 4	0.6	0.4	0.3	0.00	0.02	0.01	0.10	0.08	0.08	1.6
Euro 5	9.6	1.9	3.8	0.01	0.10	0.04	0.41	0.22	0.22	16.1
Euro 6	10.2	2.8	4.5	0.01	0.85	1.01	2.01	0.70	0.70	22.0
Euro 6d-TEMP	7.6	2.7	2.8	0.01						13.2
Euro 6d	20.1	14.4	8.7	0.07						43.3
Total	48.6	25.0	20.4	0.17	1.01	1.07	2.55	1.16	1.16	100.00
2030 Køretøjsgrupperne og euroklassernes procentvise bidrag til PM udstødning (%)										
	Dieselpersonbil	Benzinpersonbil	Dieselvarebil	Benzinvarobil	Lastbil<32t	Lastbil>32t	Rutebus	Turistbus	Total	
Euro 0	1.8	0.2	1.7	0.00	0.01	0.00	0.00	0.07	0.07	3.8
Euro 1	0.4	0.1	0.5	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.03	1.1
Euro 2	0.6	0.1	0.3	0.00	0.01	0.00	0.00	0.07	0.07	1.1
Euro 3	2.0	0.1	1.4	0.00	0.04	0.01	0.03	0.12	0.12	3.6
Euro 4	5.3	0.2	1.7	0.00	0.02	0.01	0.07	0.05	0.05	7.4
Euro 5	6.1	1.5	0.6	0.00	0.07	0.04	0.30	0.14	0.14	8.8
Euro 6	5.8	2.3	0.9	0.01	0.81	1.23	2.05	0.61	0.61	13.8
Euro 6d-TEMP	5.7	2.5	1.1	0.01						9.3
Euro 6d	31.1	13.1	6.8	0.05						51.1
Total	58.9	20.2	15.1	0.1	1.0	1.3	2.5	1.1	1.1	100.00
2030 Køretøjsgrupperne og euroklassernes procentvise bidrag til total PM10 (%)										
	Dieselpersonbil	Benzinpersonbil	Dieselvarebil	Benzinvarobil	Lastbil<32t	Lastbil>32t	Rutebus	Turistbus	Total	
Euro 0	0.2	0.2	0.2	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.6
Euro 1	0.0	0.1	0.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.2
Euro 2	0.1	0.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.2
Euro 3	0.3	0.1	0.2	0.00	0.01	0.00	0.01	0.02	0.02	0.6
Euro 4	0.7	0.5	0.3	0.00	0.01	0.00	0.03	0.02	0.02	1.6
Euro 5	3.5	3.1	0.9	0.01	0.03	0.01	0.11	0.04	0.04	7.7
Euro 6	4.3	4.4	1.3	0.03	2.18	2.96	6.10	1.18	1.18	22.5
Euro 6d-TEMP	4.2	4.3	1.6	0.03						10.2
Euro 6d	22.9	23.4	9.9	0.19						56.4
Total	36.2	36.2	14.5	0.28	2.23	2.98	6.24	1.30	1.30	100.00
2030 Køretøjsgrupperne og euroklassernes procentvise bidrag til CO2 (%)										
	Dieselpersonbil	Benzinpersonbil	Dieselvarebil	Benzinvarobil	Lastbil<32t	Lastbil>32t	Rutebus	Turistbus	Total	
Euro 0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
Euro 1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
Euro 2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
Euro 3	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
Euro 4	0.2	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1
Euro 5	3.3	3.7	1.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	8.2
Euro 6	4.3	5.4	1.4	0.0	1.9	3.3	5.6	1.4	1.4	23.3
Euro 6d-TEMP	4.0	4.9	1.7	0.0						10.6
Euro 6d	20.5	25.0	10.1	0.2						55.7
Total	32.4	40.4	14.4	0.3	2.0	3.3	5.7	1.4	1.4	100.00

## Bilag 3: Emissioner for H.C. Andersens Boulevard

I dette bilag er for H.C. Andersens Boulevard vist, hvordan emissioner for alle stofferne er fordelt på køretøjsgrupper med underinddeling for brændstoftype for referencen i 2016 samt scenarieårene 2019, 2025 og 2030.

Tabel B3.1 Procentvis fordeling af emissioner for alle stoffer for H.C. Andersens Boulevard for referencen i 2016 (øverst), 2019 (2. øverst), 2025 (2. nederst) og 2030 (nederst).

H.C. Andersens Boulevard		2016 Køretøjsgruppernes procentvise bidrag (%)								
		Kørte km (%)	CO2 (%)	NOx (%)	PM udstødning (%)	PM10 Ikke-udstødning (%)	PM2.5 Ikke-udstødning (%)	PM10 total (%)	PM2.5 total (%)	
Diesel	Personbil	36.4		28.3	36.3	51.0	30.9	30.9	38.4	41.5
Benzin	Personbil	45.5		44.1	19.5	3.9	38.7	38.7	25.8	20.3
Diesel	Varebil	14.3		15.9	24.4	34.8	17.0	16.9	23.6	26.3
Benzin	Varebil	0.6		0.9	0.5	0.1	0.7	0.7	0.4	0.3
Diesel	Lastbil < 32t	1.2		3.3	5.7	2.7	4.3	4.3	3.7	3.4
Diesel	Lastbil > 32t	0.7		3.1	3.6	1.7	3.1	3.2	2.6	2.4
Diesel	Rutebus	0.7		2.2	4.2	1.8	2.7	2.7	2.4	2.2
Diesel	Turistbus	0.7		2.3	5.7	4.1	2.6	2.6	3.2	3.4
Total		100.0		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
H.C. Andersens Boulevard		2019 Køretøjsgruppernes procentvise bidrag (%)								
		Kørte km (%)	CO2 (%)	NOx (%)	PM udstødning (%)	PM10 Ikke-udstødning (%)	PM2.5 Ikke-udstødning (%)	PM10 total (%)	PM2.5 total (%)	
Diesel	Personbil	38.5	30.8	42.4	56.1	32.8	32.8	39.3	42.7	
Benzin	Personbil	43.4	40.7	16.3	5.3	36.9	36.9	28.0	23.4	
Diesel	Varebil	14.5	16.5	28.2	30.3	17.2	17.1	20.8	22.7	
Benzin	Varebil	0.4	0.6	0.3	0.0	0.5	0.5	0.4	0.3	
Diesel	Lastbil < 32t	1.2	3.4	3.7	2.1	4.3	4.3	3.7	3.4	
Diesel	Lastbil > 32t	0.7	3.2	1.8	1.1	3.1	3.2	2.6	2.3	
Diesel	Rutebus	0.7	2.2	3.0	1.5	2.7	2.7	2.4	2.2	
Diesel	Turistbus	0.7	2.5	4.4	3.5	2.6	2.6	2.9	3.0	
Total		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
H.C. Andersens Boulevard		2025 Køretøjsgruppernes procentvise bidrag (%)								
		Kørte km (%)	CO2 (%)	NOx (%)	PM udstødning (%)	PM10 Ikke-udstødning (%)	PM2.5 Ikke-udstødning (%)	PM10 total (%)	PM2.5 total (%)	
Diesel	Personbil	39.4	31.9	47.8	59.2	33.5	33.5	37.1	39.6	
Benzin	Personbil	42.5	38.9	18.4	12.5	36.1	36.1	32.8	30.5	
Diesel	Varebil	14.6	17.0	26.5	21.6	17.3	17.2	17.9	18.2	
Benzin	Varebil	0.3	0.4	0.2	0.1	0.4	0.4	0.3	0.3	
Diesel	Lastbil < 32t	1.2	3.6	2.0	1.7	4.3	4.3	4.0	3.7	
Diesel	Lastbil > 32t	0.7	3.2	1.0	1.0	3.1	3.2	2.8	2.7	
Diesel	Rutebus	0.7	2.3	1.4	1.1	2.7	2.7	2.5	2.3	
Diesel	Turistbus	0.7	2.8	2.7	2.7	2.6	2.6	2.6	2.6	
Total		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
H.C. Andersens Boulevard		2030 Køretøjsgruppernes procentvise bidrag (%)								
		Kørte km (%)	CO2 (%)	NOx (%)	PM udstødning (%)	PM10 Ikke-udstødning (%)	PM2.5 Ikke-udstødning (%)	PM10 total (%)	PM2.5 total (%)	
Diesel	Personbil	38.6	31.4	46.1	56.6	32.8	32.8	35.2	36.9	
Benzin	Personbil	43.3	39.1	23.7	19.4	36.8	36.8	35.1	33.8	
Diesel	Varebil	14.6	17.2	23.9	17.8	17.3	17.2	17.3	17.3	
Benzin	Varebil	0.3	0.4	0.2	0.1	0.4	0.4	0.3	0.3	
Diesel	Lastbil < 32t	1.2	3.6	1.8	1.8	4.3	4.3	4.1	3.8	
Diesel	Lastbil > 32t	0.7	3.2	1.0	1.3	3.1	3.2	2.9	2.9	
Diesel	Rutebus	0.7	2.3	1.0	1.0	2.7	2.7	2.5	2.4	
Diesel	Turistbus	0.7	2.9	2.3	2.1	2.6	2.6	2.6	2.5	
Total		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	

## Bilag 4: Gns. vægtede emissionsfaktorer

Table B4.1 Gennemsnitlige emissionsfaktorer for H.C. Andersens Boulevard (g/km) for de forskellige scenarieår og modeller for skærpede miljøzoner.

Gennemsnitlige km-kørte vægtede emissionsfaktorer for HCAB (g/km)							
	2016	2019	2023	2025	2027	2030	2035
CO2							
Reference	236	229	221	217	214	208	198
Model 1		230	224	221	218	213	201
Model 2		229	220	217	213	215	202
Model 3				225	221	215	202
NOx							
Reference	0.73	0.62	0.47	0.41	0.36	0.30	0.23
Model 1		0.55	0.41	0.36	0.29	0.25	0.19
Model 2		0.54	0.41	0.36	0.32	0.20	0.18
Model 3				0.23	0.22	0.20	0.18
PM udstødning							
Reference	0.0194	0.0128	0.0071	0.0054	0.0044	0.0036	0.0032
Model 1		0.0097	0.0051	0.0040	0.0032	0.0026	0.0021
Model 2		0.0085	0.0055	0.0031	0.0031	0.0019	0.0019
Model 3				0.0019	0.0019	0.0019	0.0019
PM2.5 ikke-udstødning							
Reference	0.0173	0.0173	0.0173	0.0173	0.0173	0.0173	0.0173
Model 1		0.0173	0.0173	0.0173	0.0173	0.0173	0.0173
Model 2		0.0173	0.0173	0.0173	0.0173	0.0173	0.0173
Model 3				0.0173	0.0173	0.0173	0.0173
PM10 ikke-udstødning							
Reference	0.0329	0.0329	0.0329	0.0329	0.0329	0.0329	0.0329
Model 1		0.0329	0.0329	0.0329	0.0329	0.0329	0.0329
Model 2		0.0329	0.0329	0.0329	0.0329	0.0329	0.0329
Model 3				0.0329	0.0329	0.0329	0.0329
Total PM2.5							
Reference	0.0367	0.0301	0.0244	0.0227	0.0217	0.0209	0.0205
Model 1		0.0270	0.0224	0.0213	0.0205	0.0198	0.0194
Model 2		0.0257	0.0228	0.0204	0.0204	0.0192	0.0192
Model 3				0.0192	0.0192	0.0192	0.0192
Total PM10							
Reference	0.0523	0.0457	0.0400	0.0384	0.0374	0.0366	0.0361
Model 1		0.0426	0.0380	0.0369	0.0362	0.0355	0.0350
Model 2		0.0414	0.0384	0.0361	0.0360	0.0349	0.0348
Model 3				0.0348	0.0349	0.0349	0.0348