

# Vurdering af 5 scenarier for skærpede miljøzoner – effekter på emission og på luftkvalitet

---

Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi

Dato: 30. august 2018

Steen Solvang Jensen, Morten Winther, Matthias Ketzler og Thomas Ellermann

Institut for Miljøvidenskab

Rekvirent:  
Miljø- og Fødevareministeriet, Christian Lange Fogh og Katja Asmussen  
Antal sider: 43

Faglig kommentering:  
Ole Hertel

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>Fem Scenarier for skærpede miljøzoner</b>	<b>11</b>
2.1	Den nuværende miljøzone	11
2.2	Forslag fra oppositionspartier	11
2.3	Fem forslag til skærpede miljøzoner	12
<b>3.</b>	<b>Metode til effektvurdering</b>	<b>15</b>
3.1	Afgrænsning	15
3.2	Vurdering af effekten på emission	15
3.3	Effektvurdering for luftkvaliteten	17
<b>4.</b>	<b>Vurdering for emissionseffekt</b>	<b>20</b>
4.1	Referenceudviklingen	21
4.2	Scenarie A - Skærpede krav til alle dieseldrivelser t.o.m. Euro 4	22
4.3	Scenarie B - Skærpede krav til alle dieseldrivelser t.o.m. Euro 5	22
4.4	Scenarie C - Krav om eftermontering af partikelfilter og SCR for tunge dieseldrivelser (lastbiler og busser) t.o.m. Euro 5	22
4.5	Scenarie D - Krav om eftermontering af partikelfilter og SCR for tunge dieseldrivelser (lastbiler og busser) t.o.m. Euro 5 og skærpede krav til dieseldrivelser t.o.m. Euro 4	22
4.6	Scenarie E - Krav om eftermontering af partikelfilter og SCR for tunge dieseldrivelser (lastbiler og busser) t.o.m. Euro 5 og skærpede krav til dieseldrivelser t.o.m. Euro 5	23
<b>5.</b>	<b>Overslagsvurdering af effekt på luftkvaliteten</b>	<b>27</b>
5.1	Gadebidraget	27
5.2	Forventet reduktion i bybaggrundskoncentrationen	30
<b>6.</b>	<b>Referencer</b>	<b>32</b>
	<b>Bilag 1: Ikrafttrædelse af Euronormer</b>	<b>34</b>
	<b>Bilag 2: Emissionsfaktorer mv.</b>	<b>38</b>
	<b>Bilag 3: Emissioner for H.C. Andersens Boulevard</b>	<b>42</b>
	<b>Bilag 4: Gennemsnitlige km-vægtede emissionsfaktorer for H.C. Andersens Boulevard</b>	<b>43</b>

# 1 Sammenfatning

## Indledning

Miljø- og Fødevareministeriet (MFVM) ønsker DCE's faglige vurdering af effekten på emission og på luftkvalitet af fem af MFVM opstillede scenarier for skærpede miljøzoner.

En miljøzone er defineret som et afgrænset geografisk område - typisk et tætbeholdt byområde - hvor der gælder særlige bestemmelser for trafikens emission. Essensen i miljøzoner er at introducere renere Euronormer tidligere end det ville ske gennem naturlig udskiftning af bilparken. Gevinsten er, at man hurtigere opnår en forbedret luftkvalitet og dermed sparer nogle helbredseffekter i befolkningen. Da Euronormerne løbende er blevet skærpet, kan man opnå en reduktion i emissionen ved at forbyde ældre køretøjer, som er konstrueret efter ældre emissionsnormer. De nuværende miljøzonekrav kræver, at lastbiler og busser skal overholde mindst Euro 4 eller have eftermonteret partikelfilter på tunge køretøjer underlagt ældre Euronormer.

Der er etableret miljøzoner i Københavns Kommune og Frederiksberg Kommune, Aarhus Kommune, Odense Kommune og Aalborg Kommune. Disse zoner blev introduceret i perioden 2008 til 2010, og formålet var at forbedre sundheden for borgerne i de største byer gennem reduktion af luftforureningen med især partikler. Samtidig har miljøzoner dog også en positiv effekt på forureningen med kvælstofdioxid. Miljøzonerne er etableret i de områder, som relativt set har den største belastning fra trafikken, og hvor flest mennesker bor og færdes.

Miljøzonens effekt ebber ud efter nogle år i takt med at den naturlige udskiftning af bilparken gør at flere og flere køretøjer overholder miljøzonekravene. Der var stadigvæk en mindre effekt af miljøzonen i 2015, men i 2020 er der kun marginal forskel på situationen med og uden miljøzone. Der er derfor behov for at skærpe kravene i miljøzonenloven, hvis der fortsat ønskes en effekt af miljøzonen.

## Fem scenarier for skærpede miljøzoner

Miljø- og Fødevareministeriet har fastlagt fem scenarier A, B, C, D og E for skærpede miljøzoner. I disse scenarier reguleres både lette køretøjer (person- og varebiler) og tunge køretøjer (lastbiler og busser) ved at forbyde kørsel med dieselskøretøjer underlagt ældre Euronormer i miljøzonen, med mindre de har eftermonteret rensedstyr. For alle scenarier gælder, at benzindrevne køretøjer uanset alder og euronorm kan fortsætte med at køre i miljøzonen, da disse generelt vurderes at have lavere emissioner. Eftermontering af partikelfilter på ældre dieselskøretøjer omfatter lukkede filtre for tunge køretøjer og åbne filtre for lette køretøjer. Lukkede filtre for tunge køretøjer vil typisk have en effektivitet på minimum 80%, og et vel-fungerende og vedligeholdte filter tæt på 100%. Åbne filtre for lette køretøjer har typisk en renseseffektivitet på omkring 40-50%. Lette køretøjer med eftermonterede åbne filtre vil samtidig slippe for den årlige afgift på 1.000 kr. på lette dieselskøretøjer uden partikelfilter. Alle benzindrevne biler, el-biler, brændselscellebiler og opladningshybrider (el/benzin) kan uhindret køre i miljøzonen.

I nedenstående tabel er vist ikrafttrædelsesdatoer for euronormerne startende fra Euro 3 for lette køretøjer og fra Euro I for tunge køretøjer. Diesel køretøjer er kun vist, da de berøres af miljøzonekravene. En komplet liste er i bilag 1.

Alderen på de køretøjer som berøres af miljøzonekravene kan udledes fra denne tabel. Hvis eksempelvis persondieselmotorer t.o.m Euronorm 5 forbydes i miljøzonen i 2022 vil Euro 5 bilerne være mellem 8-11 år gamle i 2022. Biler som opfylder Euronorm 4 og ældre vil være mere end 11 år gamle.

Kravene til NO<sub>x</sub> emission og partikeludstødning for de forskellige Euronormer er også vist i g/km for lette køretøjer og g/kWh for tunge køretøjer. Emissionskravene skærpes med tiden, og derfor får man generelt en reduktion i emissionen, når køretøjer med ældre Euronormer erstattes med køretøjer, der opfylder nyere Euronormer.

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. Dette er et år senere end normens ikrafttrædelsesdato for nye typegodkendelser. Dette tager højde for, at biler typegodkendt efter den forrige norm, godt må sælges i en toårig periode.

Køretøjskategori	Emissions-teknologi	EU direktiv	Første reg. Dato (implementeret i model)	NOx (g/km)	PM (g/km)
Personbiler (diesel)	Euro 3	98/69	1.1.2001	0,5	0,14
	Euro 4	98/69	1.1.2006	0,25	0,08-0,10 <sup>b</sup>
	Euro 5	715/2007(692/2008)	1.1.2011	0,18	0,05
	Euro 6	715/2007(692/2008)	1.9.2015	0,08	0,025
	Euro 6d-TEMP	2016/646	1.9.2018	0,08 (0,168 <sup>c</sup> )	0,005
	Euro 6d	2016/646	1.1.2021	0,08 (0,12 <sup>c</sup> )	0,005
Varebiler (diesel) <sup>d</sup>	Euro 3	98/69	1.1.2002	0,65	0,19
	Euro 4	98/69	1.1.2007	0,33	0,12-0,14 <sup>b</sup>
	Euro 5	715/2007	1.1.2012	0,235	0,07
	Euro 6	715/2007	1.9.2016	0,105	0,04
	Euro 6d-TEMP	2016/646	1.9.2020	0,105 (0,221 <sup>c</sup> )	0,005
	Euro 6d	2016/646	1.1.2022	0,105 (0,158 <sup>c</sup> )	0,005
Lastbiler og busser				<b>NOx g/kWh</b>	<b>PM g/kWh</b>
	Euro I	91/542	1.10.1993	8	0,36
	Euro II	91/542	1.10.1996	7	0,25
	Euro III	1999/96	1.10.2001	5	0,1
	Euro IV	1999/96	1.10.2006	3,5	0,02
	Euro V	1999/96	1.10.2009	2	0,02
	Euro VI	595/2009	1.10.2013	0,4	0,01

a) Gælder kun benzinbiler med direkte indsprøjtning

b) Dieselmotorer med direkte indsprøjtning har mindre skrappe emissionskrav

c) Not-to-Exceed værdi målt ved RDE test i virkelig trafik (Euro 6d-TEMP = 2,1\*Euro 6; Euro 6d = 1,5\*Euro 6)

d) Tabellen viser emissionsgrænseværdierne for den mellemste varebilkategori (referencevægt 1305-1760 kg)

***Scenarie A - Skærpede krav til alle dieseldkøretøjer t.o.m. Euro 4<sup>1</sup>***

I scenarie A forbydes alle dieseldkøretøjer (person- og varebiler, lastbiler og busser) til og med Euro 4, mens ældre dieseldkøretøjer kan fortsætte med at køre i miljøzonen, hvis de har eftermonteret partikelfilter (DPF – Diesel Particle Filter). Euro 5 og 6 for alle dieseldkøretøjer kan uhindret køre i miljøzonen.

***Scenarie B - Skærpede krav til alle dieseldkøretøjer t.o.m. Euro 5***

I scenarie B forbydes alle dieseldkøretøjer til og med Euro 5 (person- og varebiler, lastbiler og busser), mens ældre tunge dieseldkøretøjer før Euro 5 kan fortsætte med at køre i miljøzonen, hvis de har eftermonteret partikelfilter (DPF – Diesel Particle Filter). Euro 6 for alle dieseldkøretøjer kan uhindret køre i miljøzonen. Scenarie B er således en skærpeelse i forhold til scenarie A.

***Scenarie - C Krav om eftermontering af partikelfilter og SCR for tunge dieseldkøretøjer (lastbiler og busser) t.o.m. Euro 5***

I scenarie C forbydes til og med Euro 5 for tunge dieseldkøretøjer (lastbiler og busser), mens ældre tunge dieseldkøretøjer kan fortsætte med at køre i miljøzonen, hvis de har eftermonteret både partikelfilter og SCR (Selective Catalytic Reduction, dvs. NO<sub>x</sub>-reducerende udstyr). NO<sub>x</sub> er kvælstofoxider bestående af kvælstofmonoxid (NO) og kvælstofdioxid (NO<sub>2</sub>). Euro 6 for tunge dieseldkøretøjer kan uhindret køre i miljøzonen, og det samme gælder alle lette dieseldkøretøjer. I dette scenarie reguleres således kun tunge og ikke lette dieseldkøretøjer. Dette er i modsætning til scenarie A og B, hvor også lette dieseldkøretøjer reguleres.

***Scenarie D - Krav om eftermontering af partikelfilter og SCR for tunge dieseldkøretøjer (lastbiler og busser) t.o.m. Euro 5 og skærpede krav til dieselvarebiler t.o.m. Euro 4***

I scenarie D forbydes til og med Euro 5 for tunge dieseldkøretøjer, mens ældre tunge dieseldkøretøjer kan fortsætte med at køre i miljøzonen, såfremt de har eftermonteret både partikelfilter og SCR (Selective Catalytic Reduction dvs. NO<sub>x</sub> reducerende udstyr). Euro 6 for tunge dieseldkøretøjer kan uhindret køre i miljøzonen. Endvidere forbydes dieselvarebiler t.o.m. Euro 4, således at dieselvarebiler skal være mindst Euro 5 for at køre i miljøzonen. Dieselpersonbiler kan køre uhindret i miljøzonen. Kravene i dette scenarie er det samme som i scenarie C for tunge køretøjer, men derudover forbydes dieselvarebiler t.o.m. Euro 4.

***Scenarie E - Krav om eftermontering af partikelfilter og SCR for tunge dieseldkøretøjer (lastbiler og busser) t.o.m. Euro 5 og skærpede krav til dieselvarebiler t.o.m. Euro 5***

I scenarie E forbydes til og med Euro 5 for tunge dieseldkøretøjer, mens ældre tunge dieseldkøretøjer kan fortsætte med at køre i miljøzonen, såfremt de har eftermonteret både partikelfilter og SCR (Selective Catalytic Reduction dvs. NO<sub>x</sub> reducerende udstyr). Euro 6 for tunge dieseldkøretøjer kan uhindret køre i miljøzonen. Endvidere forbydes dieselvarebiler t.o.m. Euro

---

<sup>1</sup> I EU's emissionslovgivning benævnes tunge køretøjers emissionstrin med romerske kapitæler, og omfatter trinnene Euro I-VI. I dette notat bruges for nemheds skyld benævnelsen Euro 1-6 også for tunge køretøjer.

5, således at dieselvarebiler skal være Euro 6 for at køre i miljøzonen. Dieselpersonbiler kan køre uhindret i miljøzonen. Kravene i dette scenarie er det samme som i scenarie C for tunge køretøjer, og scenariet forbyder herudover dieselvarebiler t.o.m. Euro 5. Scenariet indeholder altså en skærpelse for dieselvarebiler i forhold til scenarie D.

Forskellen mellem scenarie D og E er således, at i scenarie D forbydes dieselvarebiler t.o.m. Euro 4, mens det i scenarie E er t.o.m. Euro 5.

Nedenstående Tabel opsummerer miljøkravene i de fem scenarier. Grøn indikerer, at den pågældende køretøjsgruppe og emissionsklasse må køre i miljøzonen, mens rød indikerer et forbud.

Brændstof	Køretøjstype	Euroklasse	Model A 2022	Model B 2022	Model C 2022	Model D 2022	Model E 2022
Diesel	Personbil	Euro <=4	Undtagen med DPF	Undtagen med DPF			
Diesel	Personbil	Euro 5		Undtagen med DPF			
Diesel	Personbil	Euro 6					
Benzin	Personbil	Euro <=6					
Diesel	Varebil	Euro <=3	Undtagen med DPF	Undtagen med DPF		Undtagen med DPF	Undtagen med DPF
Diesel	Varebil	Euro 4	Undtagen med DPF	Undtagen med DPF		Undtagen med DPF	Undtagen med DPF
Diesel	Varebil	Euro 5		Undtagen med DPF			Undtagen med DPF
Diesel	Varebil	Euro 6					
Benzin	Varebil	Euro <=6					
Diesel	Lastbil og bus	Euro <=IV	Undtagen med DPF	Undtagen med DPF	Undtagen med DPF og SCR	Undtagen med DPF og SCR	Undtagen med DPF og SCR
Diesel	Lastbil og bus	Euro V		Undtagen med DPF	Undtagen med DPF og SCR	Undtagen med DPF og SCR	Undtagen med DPF og SCR
Diesel	Lastbil og bus	Euro VI					

### Metode

Miljø- og Fødevareministeriet (MFVM) har ønsket effektvurderingen foretaget hurtigt og inden for et begrænset budget, hvilket har påvirket valget af metode, detaljeringsgrad og omfang. I tidligere undersøgelser er effektvurdering af de eksisterende miljøzoner samt tidligere diskuterede renluftzoner blevet gennemført ved anvendelse af luftkvalitetsmodeller. Dette er relativt ressourcekrævende, da der skal etableres input data for de valgte scenarieår og gennemføres luftkvalitetsberegninger. Denne mere detaljeret tilgang er ikke en mulighed under de givne rammer.

Effekten på emissionen af de fem scenarier for skærpede miljøzoner tager derfor udgangspunkt i emissionsfaktorer (g/km) fra DCE's nationale emissionsopgørelse for de forskellige køretøjskategorier og scenarieår, og effekten er illustreret for H.C. Andersens Boulevard i København, og afspejler derfor køretøjsfordelingen for denne vej.

Beregningerne er gennemført for referenceåret 2017 og scenarieåret 2022.

Der er ligeledes foretaget en overslagsberegning af betydningen for luftkvaliteten af de reducerede emissionerne. Denne overslagsberegning er foretaget for H.C. Andersens Boulevard med udgangspunkt i en kildeopgørelse for denne gade for 2017, hvor koncentrationsbidraget fra de forskellige køretøjsgrupper er beregnet. For scenarieåret 2022 er koncentrationsbidraget i referenceudviklingen beregnet ved at skalere koncentrationsbidraget for 2017 med emissionsreduktionen i referenceudviklingen fra 2017 til 2022.

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

I scenarie A forbydes alle dieseldkøretøjer med emissionsnormer t.o.m. Euro 4 at køre i miljøzonen, hvis de ikke har eftermonteret partikelfilter. I Scenarie A er det forudsat i beregningerne, at disse køretøjer erstattes med Euro 5 og 6 køretøjer i samme forhold, som fordelingen af Euro 5 og 6 er det pågældende år. I scenarie B forbydes alle dieseldkøretøjer til og med Euro 5, mens ældre tunge dieseldkøretøjer før Euro 5 kan fortsætte med at køre i miljøzonen, hvis de har eftermonteret partikelfilter (DPF - Diesel Particle Filter).

I Scenarie B forudsættes det i beregningerne at disse køretøjer erstattes af Euro 6 køretøjer. Scenarie A og B's metoder benyttes også for dieseldvarebiler i hhv. scenarie D og E. I scenarie C, D og E forbydes tunge dieseldkøretøjer med emissionsnormer t.o.m. Euro 5 at køre i miljøzonen, hvis de ikke har eftermonteret partikelfilter og SCR. Eftermontering af partikelfilter og SCR på et køretøj vil tilnærmelsesvis opgradere køretøjet svarende til Euro 6. De omkring 300 bybusser i Storkøbenhavn som fik eftermonteret SCRT (kombineret SCR og partikelfilter) i 2015/2016 (Jensen et al., 2016) kan uhindret køre i miljøzonen i alle fem scenarier. I Scenarie C, D og E er det forudsat i beregningerne, at tunge køretøjer erstattes med Euro 6 køretøjer.

Vurderingen af effekten på emission omfatter  $\text{NO}_x$ , PM-udstødning og PM ikke-udstødning.  $\text{NO}_x$  er kvælstofoxider, og består af summen af NO (kvælstofmonoxid) og  $\text{NO}_2$  (kvælstofdioxid), som begge er gasser. PM-udstødning refererer til partikeludstødningen, mens ikke-udstødningen omfatter partikler fra vej-, dæk- og bremseslid.

Effektvurderingen for luftkvalitet omfatter  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NO}_2$ , PM-udstødning, PM ikke-udstødning for hhv.  $\text{PM}_{2.5}$  og  $\text{PM}_{10}$  samt total  $\text{PM}_{2.5}$  (summen af PM-udstødningen og PM ikke-udstødning for  $\text{PM}_{2.5}$ ) og total  $\text{PM}_{10}$  (summen af PM-udstødningen, PM ikke-udstødning for  $\text{PM}_{10}$ ).  $\text{PM}_{2.5}$  og  $\text{PM}_{10}$  er hhv. massen af partikler mindre end 2,5 og 10 mikrometer i diameter.

Såvel  $\text{NO}_2$  som PM-udstødning og PM ikke-udstødning bidrager til negative helbredseffekter.

## Resultater

### *Referenceudviklingen*

Som tiden går falder emissionen i referenceudviklingen som følge af indfasningen af mindre forurenende køretøjer gennem den løbende udskiftning af bilparken. Fra 2017 til 2022 forventes  $\text{NO}_x$ -emissionen reduceret med 32%. PM-udstødningen reduceres med 59%, mens ikke-udstødning af  $\text{PM}_{2.5}$  og  $\text{PM}_{10}$  er uændret, da trafikken er holdt konstant i scenarierne, og renere Euronormer alene reducerer udstødningen. Da ikke-udstødningen for partikler udgør en stor del i forhold til partikeludstødningen, så reduceres total  $\text{PM}_{2.5}$  og total  $\text{PM}_{10}$  kun med hhv. 31% 22% fra 2017 til 2022, selvom PM-udstødningen reduceres med 59%.

I referencescenariet falder gadebidraget for  $\text{NO}_2$  kraftigt fra omkring 23  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i 2017 til omkring 16  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i 2022. Dette er resultatet af reduktionerne i  $\text{NO}_x$ -emissionen, der vil finde sted i takt med den løbende udskiftning af bilparken til mindre forurenende køretøjer.

Det procentvise fald er endnu større for partikeludstødningen, som falder fra 1,3 µg/m<sup>3</sup> i 2017 til 0,5 µg/m<sup>3</sup> i 2022, mens det absolutte fald er relativt beskedent. Men da ikke-udstødningsdelen for partikler forbliver uændret, sker der kun et mindre fald i gadebidraget for PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub>.

Referenceudviklingen forventes således at føre til en væsentlig reduktion af koncentrationen af NO<sub>2</sub>, mens koncentrationen af PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub> kun reduceret i mindre grad.

#### ***Scenarie A - Skærpede krav til alle dieselmotorer t.o.m. Euro 4***

I dette scenarie reduceres NO<sub>x</sub>-emissionen med 4% i forhold til referenceberegningen i 2022. PM-udstødningen reduceres 59% i forhold til referencen, mens total PM<sub>2,5</sub> reduceres 19% og total PM<sub>10</sub> med 12%.

Gadebidraget af NO<sub>2</sub> og PM-udstødning reduceres med hhv. 0,6 µg/m<sup>3</sup> og 0,3 µg/m<sup>3</sup> i 2022 i forhold til referencen i 2022. Gadebidraget for total PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub> reduceres svarende til reduktionen i partikeludstødningen.

Scenarie A har samlet set den mindste procentvise reduktion for NO<sub>x</sub> i forhold til referencen sammenlignet med de øvrige scenarier, men scenariet giver den næsthøjeste reduktion i partikeludstødning. Grunden til at NO<sub>x</sub>-emissionen kun reduceres lidt er, at der kun stilles krav om mindst Euro 5, og en større effekt opnås først fra Euro 6 for NO<sub>x</sub>, mens effekten er større for partikeludstødning, da Euro 5 køretøjer vil have partikelfilter.

#### ***Scenarie B - Skærpede krav til alle dieselmotorer t.o.m. Euro 5***

I Scenarie B reduceres NO<sub>x</sub>-emissionen med 21% i forhold til referenceberegningen i 2022. PM-udstødningen reduceres 64% i forhold til referencen, mens total PM<sub>2,5</sub> reduceres 20% og total PM<sub>10</sub> med 13%.

I scenarie B reduceres gadebidraget af NO<sub>2</sub> og PM-udstødning med hhv. 3,3 µg/m<sup>3</sup> og 0,35 µg/m<sup>3</sup> i 2022 i forhold til referencen i 2022. Gadebidraget for total PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub> reduceres svarende til reduktionen i partikeludstødningen.

Scenarie B opnår samlet set den største procentvise reduktion i forhold til referencen for både NO<sub>x</sub> og partikeludstødning i sammenligning med de øvrige scenarier. Det skyldes, at der i dette scenarie kræves Euro 6 for både lette og tunge dieselmotorer.

#### ***Scenarie C - Krav om eftermontering af partikelfilter og SCR for tunge dieselmotorer (lastbiler og busser) t.o.m. Euro 5***

I Scenarie C reduceres NO<sub>x</sub>-emissionen med 5% i forhold til referenceberegningen i 2022. PM-udstødningen reduceres 4% i forhold til referencen, mens både total PM<sub>2,5</sub> og total PM<sub>10</sub> reduceres 1%.

I scenarie C reduceres gadebidraget af NO<sub>2</sub> og PM-udstødning med hhv. 0,8 µg/m<sup>3</sup> og 0,02 µg/m<sup>3</sup> i 2022 i forhold til referencen i 2022. Gadebidraget for total PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub> reduceres svarende til reduktionen i partikeludstødningen.

Scenarie C opnår samlet set den næstmindste procentvise reduktion i NO<sub>x</sub> (sammen med scenarie D) og den mindste reduktion i partikeludstødningen i forhold til referencen sammenlignet med de øvrige scenarier. Det skyldes, at der kun stilles krav til de tunge køretøjer. På trods af at der



stilles krav om Euro 6, er effekten ikke så stor, da omkring 80-90% af de tunge køretøjer allerede er Euro 6 i 2022.

#### **Scenarie D - Krav om eftermontering af partikelfilter og SCR for tunge dieselmotorer (lastbiler og busser) t.o.m. Euro 5 og skærpede krav til dieselmotorer t.o.m. Euro 4**

I Scenarie D reduceres NO<sub>x</sub>-emissionen og PM-udstødningen med hhv. 5% og 25% i forhold til referencen i 2022. De totale PM<sub>2,5</sub>- og PM<sub>10</sub>-emissioner reduceres med hhv. 8% og 5%.

I scenarie D reduceres gadebidraget af NO<sub>2</sub>- og PM-udstødning med hhv. 0,8 µg/m<sup>3</sup> og 0,14 µg/m<sup>3</sup> i 2022 i forhold til referencen i 2022.

Scenarie D har samlet set den næstmindste procentvise reduktion for NO<sub>x</sub> (ligesom scenarie C) og den tredje største reduktion for partikeludstødning (ligesom scenarie E) i forhold til referencen sammenlignet med øvrige scenarier.

Scenarie D har som forventet en større reduktion i partikeludstødning end scenarie C, da scenarie D også stiller krav om mindst Euro 5 for dieselmotorer, og dieselmotorer t.o.m. Euro 4 andrager omkring 80% af partikeludstødningen. Fra og med Euro 5 har dieselmotorer partikelfilter, hvilket reducerer partikeludstødningen med omkring 90% for det enkelte køretøj i forhold til tidligere Euronormer.

Den tilsvarende effekt ses ikke for NO<sub>x</sub>, da væsentligt mindre NO<sub>x</sub>-emission først opnås fra Euro 6.

#### **Scenarie E - Krav om eftermontering af partikelfilter og SCR for tunge dieselmotorer (lastbiler og busser) t.o.m. Euro 5 og skærpede krav til dieselmotorer t.o.m. Euro 5**

I Scenarie E reduceres NO<sub>x</sub>-emissionen og PM-udstødningen med hhv. 11% og 25% i forhold til referencen i 2022. De totale PM<sub>2,5</sub>- og PM<sub>10</sub>-emissioner reduceres med hhv. 8% og 5%.

I scenarie E reduceres gadebidraget af NO<sub>2</sub>- og PM-udstødning med hhv. 1,7 µg/m<sup>3</sup> og 0,14 µg/m<sup>3</sup> i 2022 i forhold til referencen i 2022.

Scenarie E har samlet set den næststørste procentvise reduktion for NO<sub>x</sub> og den tredje største reduktion for partikeludstødning (sammen med scenarie D) i forhold til referencen sammenlignet med øvrige scenarier.

Scenarie E fører, som forventet, til en større reduktion i NO<sub>x</sub> end scenarie D, da scenarie E også stiller krav om mindst Euro 6 for dieselmotorer, mens scenarie D kun stiller krav om mindst Euro 5. Det er først fra Euro 6, at der opnås en væsentlig mindre NO<sub>x</sub>-emission.

Scenarie E har samme procentvise reduktion i partikeludledningen som scenarie D, da både Euro 5 og 6 dieselmotorer har partikelfiltre.

#### **Samlet set**

De fem scenarier viser i forhold til referencen i 2022, at det scenarie, der kun omfatter tunge køretøjer har begrænset miljøeffekt, og at de største reduktioner i emissioner og luftkoncentrationer opnås ved at indføre skærpede krav til både lette og tunge dieselmotorer t.o.m. Euro 5. Scenarie B

har derfor den største miljøeffekt, da lette og tunge dieselskøretøjer t.o.m Euro 5 er forbudt i dette scenarie.

I scenarierne er der mulighed for at opfylde miljøzonekravene ved eftermontering af partikelfilter og i nogle tilfælde desuden med SCR. Eftermontering vurderes ikke at være økonomisk attraktivt i de fleste tilfælde, men vil være effektivt miljømæssigt set i de tilfælde, det vil ske. I beregningerne er det antaget at der ikke sker eftermontering.

Nedenstående tabel opsummerer effekten for emissionen ved de forskellige scenarier i 2022 set i forhold til referencen i 2022.

Procentvis ændring i emissionen for de enkelte scenarier i 2022 i forhold til referencen i 2022.

Scenarie	NO <sub>x</sub>	PM		PM <sub>2.5</sub>		PM <sub>10</sub>	
		Udstødning	Ikke-udstødning	Ikke-udstødning	Ikke-udstødning	Total	Total
Reference 2022	0	0	0	0	0	0	0
Scenarie A	-4	-59	0	0	0	-19	-12
Scenarie B	-21	-64	0	0	0	-20	-13
Scenarie C	-5	-4	0	0	0	-1	-1
Scenarie D	-5	-25	0	0	0	-8	-5
Scenarie E	-11	-25	0	0	0	-8	-5

## 2. Fem Scenarier for skærpede miljøzoner

### 2.1 Den nuværende miljøzone

Den nuværende miljøzonestandard blev vedtaget i 2006 og omfatter 5 kommuner: 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-emissionsstandard eller ældre standarder, og kravene blev yderligere pr. 1. juli 2010 skærpet til at lastbiler og busser skulle overholde Euro 3-emissionsstandard. Lastbiler og busser som var Euro 3 eller ældre kunne dog fortsat køre i miljøzonen, hvis de havde et eftermonteret partikelfilter. Køretøjer efter 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 de må køre ind i miljøzonen.

En miljøzone er defineret som et afgrænset geografisk område - typisk et tætbeholdt byområde - hvor der gælder særlige bestemmelser for trafikens emission. Essensen i miljøzoner er at introducere renere Euronormer tidligere end det ville ske gennem naturlig udskiftning af bilparken. Gevinsten er, at man hurtigere opnår en forbedret luftkvalitet og dermed sparer nogle helbredseffekter i befolkningen. Da Euronormerne løbende er blevet skærpet, kan man opnå en reduktion i emissionen ved at forbyde ældre køretøjer, som er konstrueret efter ældre emissionsnormer. De nuværende miljøzonekrav kræver, at lastbiler og busser skal overholde mindst Euro 4 eller have eftermonteret partikelfilter på tunge køretøjer underlagt ældre Euronormer.

Bilag 1 giver en oversigt over, hvornår de forskellige Euronormer træder i kraft for de forskellige køretøjstyper.

Miljøzonens effekt ebber ud efter nogle år i takt med at den naturlige udskiftning af bilparken gør at flere og flere køretøjer overholder miljøzonekravene. Der var stadigvæk en mindre effekt af miljøzonen i 2015, men i 2020 er der kun marginal forskel på situationen med og uden miljøzone (Jensen et al., 2011). Der er derfor behov for at skærpe kravene i miljøzonestandarden, hvis der fortsat ønskes en effekt af miljøzonen.

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

### 2.2 Forslag fra oppositionspartier og Københavns Kommune

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 indebærer forslaget, at mindre byer ned til 25.000 indbyggere også kan indføre miljøzoner, samt at den københavnske miljøzone kan udvides til at omfatte omegnskommuner (Auken et al., 2017).

I den eksisterende miljøzonestrategi er det fastlagt, 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 miljøzonestrategi, så vil det ikke være muligt at stille miljøkrav gældende allerede fra 1. januar 2019.

Det foreslåede scenarie stiller kun krav til de store varebiler (over 1.760 kg i egenvægt). Det er ikke umiddelbart muligt at beregne effekten af oppositionens forslag vedr. krav til store varebiler, da DCE's emissionsmodel ikke har en underopdeling efter vægtklasser modsvarerende ovenstående vægtklasse. De efterfølgende scenarier opstillet af Miljø- og Fødevarerministeriet, som stiller krav til varebiler omfatter derfor alle varebiler uanset vægtklasse.

I foråret 2018 har Københavns Kommune fået vurderet effekten for emission og luftkvalitet af tre modeller for skærpede miljøzoner, hvor der stilles krav til både lette og tunge køretøjer (Jensen et al., 2016c).

### **2.3 Fem forslag til skærpede miljøzoner**

Miljø- og Fødevarerministeriet har opstillet fem scenarier for skærpede miljøzoner, som beskrives i det følgende.

Forslagene vil kræve en lovændring af miljøzonestrategien for at kunne implementeres.

#### ***Scenarie A - Skærpede krav til alle dieseldrevne køretøjer t.o.m. Euro 4***

I scenarie A forbydes alle dieseldrevne køretøjer til og med Euro 4 med mindre de har eftermonteret partikelfilter (DPF - Diesel Particle Filter). Euro 5 og 6 for alle dieseldrevne køretøjer kan uhindret køre i miljøzonen, og det samme gælder alle benzindrevne køretøjer, elbiler, brændselscellebiler og opladningshybrider (el/benzin).

#### ***Scenarie B - Skærpede krav til alle dieseldrevne køretøjer t.o.m. Euro 5***

I scenarie B forbydes alle dieseldrevne køretøjer til og med Euro 5 med mindre de har eftermonteret partikelfilter (DPF - Diesel Particle Filter). Euro 6 for alle dieseldrevne køretøjer kan uhindret køre i miljøzonen ligesom alle benzindrevne køretøjer, elbiler, brændselscellebiler og opladningshybrider (el/benzin) kan. Scenarie B er således en skærpelse i forhold til scenarie A.

#### ***Scenarie C - Krav om eftermontering af partikelfilter og SCR for tunge dieseldrevne køretøjer (lastbiler og busser) t.o.m. Euro 5***

I scenarie C forbydes til og med Euro 5 for tunge dieseldrevne køretøjer, mens ældre tunge dieseldrevne køretøjer kan fortsætte med at køre i miljøzonen, hvis de har eftermonteret både partikelfilter og SCR (Selective Catalytic Reduction dvs. NO<sub>x</sub> reducerende udstyr). NO<sub>x</sub> er kvælstofoxider bestående af kvælstofmonoxid NO og kvælstofdioxid NO<sub>2</sub>. Euro 6 for tunge dieseldrevne køretøjer kan uhindret køre i miljøzonen. Ligeledes kan alle lette dieseldrevne køretøjer, alle benzindrevne køretøjer, elbiler, brændselscellebiler og opladningshybrider (el/benzin) køre uhindret i miljøzonen. Dette scenarie regulerer altså kun de tunge dieseldrevne køretøjer, og indbefatter ikke lette dieseldrevne køretøjer som i scenarie A og B.

***Scenarie D - Krav om eftermontering af partikelfilter og SCR for tunge dieselkøretøjer (lastbiler og busser) t.o.m. Euro 5 og skærpede krav til dieselvarebiler t.o.m. Euro 4***

I scenarie D forbydes til og med Euro 5 for tunge dieselkøretøjer, mens ældre tunge dieselkøretøjer kan fortsætte med at køre i miljøzonen, hvis de har eftermonteret både partikelfilter og SCR (Selective Catalytic Reduction dvs. NO<sub>x</sub>-reducerende udstyr). Euro 6 for tunge dieselkøretøjer kan uhindret køre i miljøzonen.

Endvidere forbydes dieselvarebiler t.o.m. Euro 4, således at dieselvarebiler skal være mindst Euro 5 for at køre i miljøzonen.

Dieselpersonbiler, alle benzindrevne køretøjer, elbiler, brændselscellebiler og opladningshybrider (el/benzin) kan køre uhindret i miljøzonen.

Kravene i dette scenarie er ligesom i scenarie C for tunge køretøjer, men i dette scenarie forbydes ligeledes dieselvarebiler t.o.m. Euro 4.

***Scenarie E - Krav om eftermontering af partikelfilter og SCR for tunge dieselkøretøjer (lastbiler og busser) t.o.m. Euro 5 og skærpede krav til dieselvarebiler t.o.m. Euro 5***

I scenarie E forbydes til og med Euro 5 for tunge dieselkøretøjer med mindre de har eftermonteret både partikelfilter og SCR (Selective Catalytic Reduction dvs. NO<sub>x</sub> reducerende udstyr). Euro 6 for tunge dieselkøretøjer kan uhindret køre i miljøzonen.

Endvidere forbydes dieselvarebiler t.o.m. Euro 5, således at dieselvarebiler skal være Euro 6 for at køre i miljøzonen.

Dieselpersonbiler, alle benzindrevne køretøjer, elbiler, brændselscellebiler og opladningshybrider (el/benzin) kan køre uhindret i miljøzonen.

Kravene i dette scenarie er ligesom i scenarie C for tunge køretøjer, men i dette scenarie forbydes endvidere dieselvarebiler t.o.m. Euro 5.

Forskellen mellem scenarie D og E er, at scenarie D forbyder dieselvarebiler t.o.m. Euro 4, mens scenarie E forbyder dieselvarebiler t.o.m. Euro 5.

**Opsummering af kravene i de fem scenarier for skærpede miljøzoner**

Tabel 2.1 opsummerer miljøkravene i de fem scenarier. Grøn indikerer, at den pågældende køretøjsgruppe og emissionsklasse må køre i miljøzonen, mens rød indikerer et forbud.

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). Forskellene mellem disse er nærmere beskrevet i Bilag 1.

Brændstof	Køretøjstype	Euroklasse	Model A 2022	Model B 2022	Model C 2022	Model D 2022	Model E 2022
Diesel	Personbil	Euro <=4	Undtagen med DPF	Undtagen med DPF			
Diesel	Personbil	Euro 5		Undtagen med DPF			
Diesel	Personbil	Euro 6					
Diesel	Personbil	Euro 6d-TEMP					
Diesel	Personbil	Euro 6d					
Benzin	Personbil	Euro <=6d					
Diesel	Varebil	Euro <=3	Undtagen med DPF	Undtagen med DPF		Undtagen med DPF	Undtagen med DPF
Diesel	Varebil	Euro 4	Undtagen med DPF	Undtagen med DPF		Undtagen med DPF	Undtagen med DPF
Diesel	Varebil	Euro 5		Undtagen med DPF			Undtagen med DPF
Diesel	Varebil	Euro 6					
Diesel	Varebil	Euro 6d-TEMP					
Diesel	Varebil	Euro 6d					
Benzin	Varebil	Euro <=6d					
Diesel	Lastbil	Euro <=III	Undtagen med DPF	Undtagen med DPF	Undtagen med DPF og SCR	Undtagen med DPF og SCR	Undtagen med DPF og SCR
Diesel	Lastbil	Euro IV	Undtagen med DPF	Undtagen med DPF	Undtagen med DPF og SCR	Undtagen med DPF og SCR	Undtagen med DPF og SCR
Diesel	Lastbil	Euro V		Undtagen med DPF	Undtagen med DPF og SCR	Undtagen med DPF og SCR	Undtagen med DPF og SCR
Diesel	Lastbil	Euro VI					
Diesel	Bus	Euro <=III	Undtagen med DPF	Undtagen med DPF	Undtagen med DPF og SCR	Undtagen med DPF og SCR	Undtagen med DPF og SCR
Diesel	Bus	Euro IV	Undtagen med DPF	Undtagen med DPF	Undtagen med DPF og SCR	Undtagen med DPF og SCR	Undtagen med DPF og SCR
Diesel	Bus	Euro V		Undtagen med DPF	Undtagen med DPF og SCR	Undtagen med DPF og SCR	Undtagen med DPF og SCR
Diesel	Bus	Euro VI					

Tabel 2.1. Oversigt over kravene i de 5 forslag til skærpede miljøzoner.

## 3. Metode til effektvurdering

### 3.1 Afgrænsning

Miljø- og Fødevarerministeriet 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 de 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 detaljerede tilgang er ikke en mulighed under de givne rammer.

Opgaven løses derfor ved at genbruge allerede udførte analyser og relatere disse til de fem foreslåede scenarier samt supplere med nye emissionsdata fra den nationale emissionsmodel for 2017 og 2022.

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

### 3.2 Vurdering af effekten på emission

Effekten af skærpede miljøzoner i henhold til de 5 modeller, tager udgangspunkt i emissionsfaktorer (g/km) fra den nationale emissionsmodel for 2017 og 2022. Effekten på emissionen er illustreret for H.C. Andersens Boulevard i København, og afspejler dermed denne vejs køretøjsfordeling.

Beregningerne er gennemført for scenarieåret 2022. Beregninger er også gennemført for 2017, da luftkvalitetsdata haves for dette årstal for H.C. Andersens Boulevard (Ellermann et al., 2018), og en overslagsvurdering af effekten for luftkvalitet kan dermed gives på baggrund af udviklingen i emissionen mellem 2017 og 2022.

Der er således ikke foretaget en vurdering af effekten på den totale emission over en miljøzones geografiske udstrækning, men effekten er alene illustreret for H.C. Andersens Boulevard. Den totale emission i hele miljøzonen kan dog 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 (se f.eks. Winther (2018) og Nielsen et al. (2018)).

Fra DCE's emissionsmodel hentes 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 opstilles emissionsfaktorer for 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>).

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 (Nielsen et al., 2018; Winther, 2018). Emissions- og trafikdata afspejler kørslen på 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 f.eks. 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 euro-emissionsklasser for hhv. personbiler, varebiler og lastbiler/busser. Euro 6 er den seneste og gældende Euronorm for alle køretøjskategorier. Den skulle overholdes i hhv. 2015 for personbiler, 2016 for varebiler og 2013 for lastbiler og busser.

For at give en fornemmelse af datagrundlaget for emissionen, er der i Bilag 2 præsenteret tabeller for referencen i 2017 og scenarieåret 2022.

### Køretøjsfordeling på H.C. Andersens Boulevard

Den gennemsnitlige døgntrafik (årsdøgntrafikken) er 55.500 på H.C. Andersens Boulevard og køretøjsfordelingen er vist for 2017 i Tabel 3.1 (Ellermann et al., 2018).

Tabel 3.1 Køretøjsfordeling på H.C. Andersens Boulevard i 2017 (%)

	Personbiler	Taxi	Varebiler	Lastbiler < 32t	Lastbiler > 32t	Busser	Totalt
Køretøjsfordeling	76,6	5,03	15,05	1,01	0,90	1,41	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). Fordelingen mellem rutebusser og turistbusser spiller dog ingen rolle for vurdering af de 3 miljøzonsescenarier, da samme miljøkrav gælder for 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 denne køretøjskategori blive lettere overvurderet. Samlet betyder det dog ikke meget, da der er relativt få taxier i forhold til personbiler.

Omkring 44% af kørte km for personbiler er dieslbiler og 56% benzinbiler. Omkring 96% af kørte km for varebiler er dieslbiler og 4% benzinbiler. For tunge køretøjer er alle dieslbiler.

I Bilag 3 er i tabelform for H.C. Andersens Boulevard vist, hvordan emissioner for alle stoffer er fordelt på køretøjsgrupper med underinddeling for brændstoftype for referencen i 2017 samt scenarieåret 2022.



## Forudsætninger omkring implementering

For dieseldrevne personbiler, varebiler og tunge køretøjer er der i Scenarie A et Euro 5 krav i 2022, med mindre køretøjerne har fået et partikelfilter eftermonteret. Graden af eftermontering er ikke umiddelbart mulig at forudsige, men forventes at være meget lille. Derfor implementeres scenariebetingelserne i beregningerne ved at fjerne alle køretøjer før Euro 5, og erstatte dem med de tilladte Euro 5 og 6 køretøjer i den relative fordeling, som deres kørte km har i 2022. I scenarie B erstattes alle køretøjer før Euro 6 med de tilladte Euro 6 køretøjer i den relative fordeling, som deres kørte km var i 2022. Den samme metode benyttes for tunge køretøjer i Scenarie C, D og E. Scenarie A og B's metode benyttes for dieselvarebiler i hhv. scenarie D og E.

### 3.3 Effektvurdering for luftkvaliteten

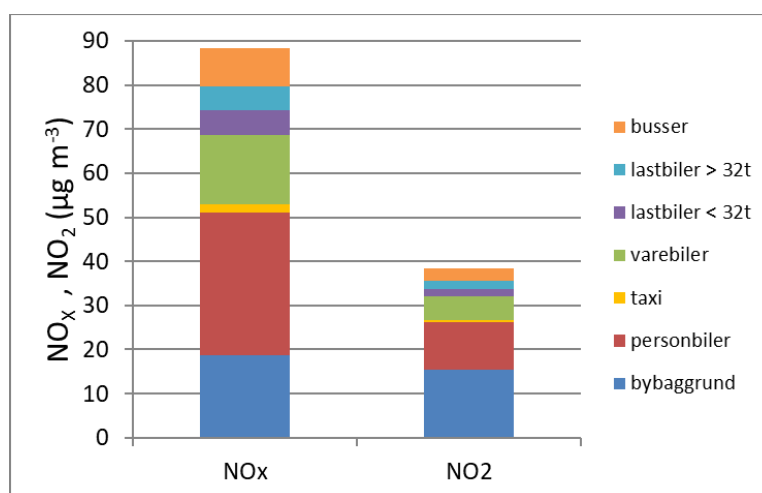
På baggrund af en kildeopgørelse for H.C. Andersens Boulevard for 2017 foretages en overslagsvurdering af effekten af de fem miljøzonescenarier på koncentrationen. Dette gøres på en meget forenklet måde, hvor emissionen i referencescenariet i 2017 relateres til trafikens koncentrationsbidrag for at få et udtryk for, hvor meget emissionen bidrager til koncentrationen. Herefter nedskales koncentrationsbidraget for 2017 med emissionsreduktionen mellem 2017 og 2022 for de fem forskellige miljøzonescenarier. Derved bestemmes koncentrationen i 2022 for de respektive scenarier.

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 fotokemiske reaktioner der involverer ozon, og fordi den direkte andel af NO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub>-emissionen varierer mellem de forskellige køretøjskategorier, brændstoftyper og euroklasser. Endvidere tager metoden ikke hensyn til ændringer i baggrundskoncentrationen i fremtiden. Derfor er metoden at betegne som en overslagsvurdering.

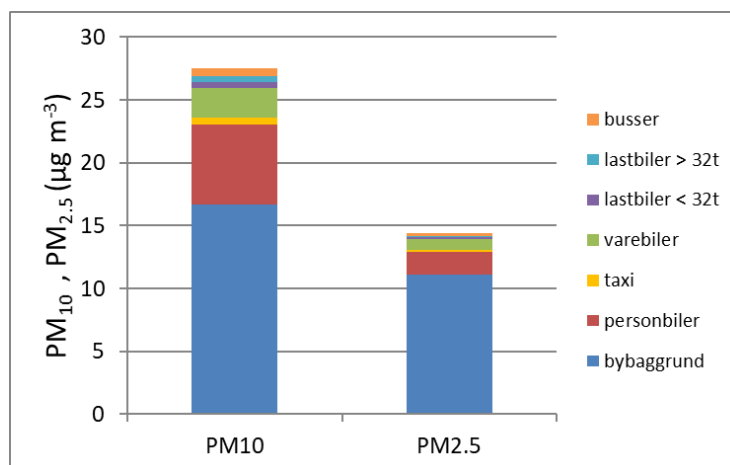
#### Koncentrationsbidrag fra trafikken på H.C. Andersens Boulevard i 2017

Kildeopgørelsen for H.C. Andersens Boulevard for 2017 er genereret på baggrund af NOVANA data (Ellermann et al., 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, og bremseslid). Denne kildeopgørelse er repræsentativ for H.C. Andersens Boulevard i 2017, og resultatet vil være anderledes for andre gader med en anden køretøjsfordelingen. Tilsvarende vil man få et andet resultatet for et fremtidigt år, hvor emissionerne fortsat forventes at falde pga. den løbende udskiftning af bilparken. Bemærk at effekten af 2 at omkring 300 bybusser i Storkøbenhavn fik eftermonteret SCRT i 2015/2016 ikke er indregnet, selvom det 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 Institutet, og gadekoncentrationerne er målinger fra H.C. Andersens Boulevard i 2017. Køretøjernes koncentrationsbidrag til gadebidraget (H.C. Andersens Boulevard minus H.C. Ørsted Institutet) 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  $\text{NO}_x$  og  $\text{NO}_2$ , mens det udgør en relativ mindre del for partikler.



Figur 3.1 Kildebidrag for  $\text{NO}_x$  og  $\text{NO}_2$  for H.C. Andersens Boulevard i 2017.



Figur 3.2 Kildebidrag for  $\text{PM}_{10}$  og  $\text{PM}_{2.5}$  for H.C. Andersens Boulevard i 2017.

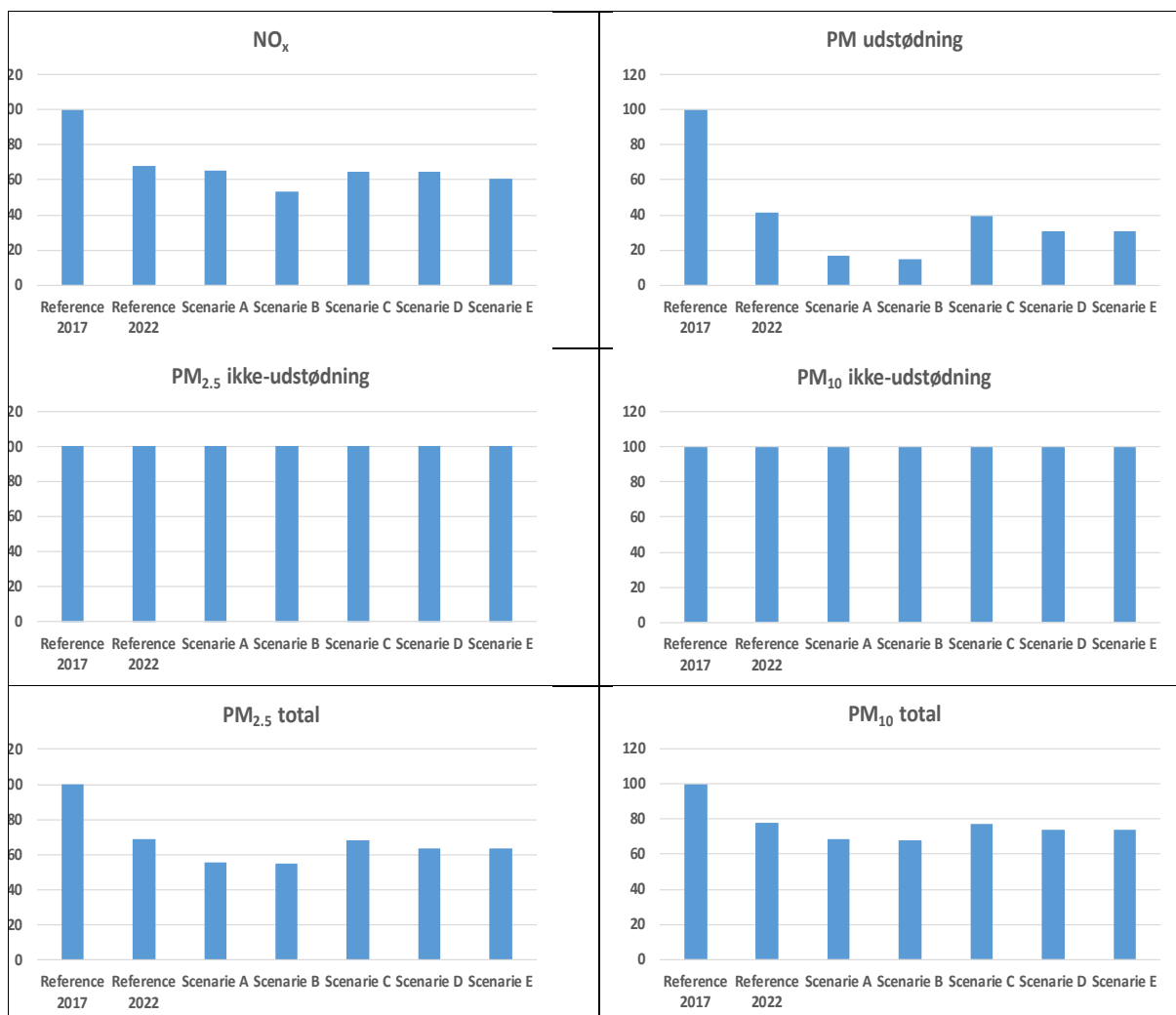
### **Udvikling i baggrundskoncentrationen**

Ovenstående kan sige noget om, hvordan trafikens emission på H.C. Andersens Boulevard 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 p.t. ikke beregninger for andre fremtidige år.

## 4. Vurdering for emissionseffekt

Effekten af de fem modeller for skærpede miljøzoner er grafisk vist i Figur 4.1. Figuren viser effekten på emissionen set i forhold til referencescenariet i 2017. Dette er illustreret som et indeks, hvor referencen i 2017 er sat til 100.



Figur 4.1 Emissionseffekten af de fem modeller for skærpede miljøzoner. Figuren viser effekten på emissionen præsenteret grafisk som indeks i forhold til referencescenariet (referencen i 2017 er sat til 100). Bemærk at partikelemissionen for ikke-udstødning (dæk-, bremse- og vejslid) er uændret i alle år og scenarier, idet trafikmængden og -fordelingen er holdt konstant i beregningerne.

Effekten af de fem modeller for skærpede miljøzoner er vist som den procentvise reduktion i emissionen set i forhold til referencescenariet i 2017 i Tabel 4.1. Dette er i princippet det samme som i ovenstående Figur 4.1 blot vist som en procentvis reduktion i stedet for et indeks.

Tabel 4.1 Procentvis reduktion i emissionen i forhold til referencescenariet i 2017

Scenarie	NO <sub>x</sub>	PM	PM <sub>2.5</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	PM <sub>10</sub>
		Udstødning	Ikke-udstødning	Ikke-udstødning	Total	Total
Reference 2017	0	0	0	0	0	0
Reference 2022	-32	-59	0	0	-31	-22
Scenarie A	-35	-83	0	0	-44	-31
Scenarie B	-46	-85	0	0	-45	-32
Scenarie C	-35	-60	0	0	-32	-23
Scenarie D	-36	-69	0	0	-37	-26
Scenarie E	-40	-69	0	0	-37	-26

Endelig viser Tabel 4.2 den procentvise ændring i emissionen for de enkelte scenarier i 2022 set i forhold til referencen i 2022. Dette er således den emissionsmæssige effekt af de enkelte scenarier i forhold til reference i 2022.

Tabel 4.2. Procentvis ændring i emissionen for de enkelte scenarier i 2022 i forhold til referencen i 2022.

Scenarie	NO <sub>x</sub>	PM	PM <sub>2.5</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	PM <sub>10</sub>
		Udstødning	Ikke-udstødning	Ikke-udstødning	Total	Total
Reference 2022	0	0	0	0	0	0
Scenarie A	-4	-59	0	0	-19	-12
Scenarie B	-21	-64	0	0	-20	-13
Scenarie C	-5	-4	0	0	-1	-1
Scenarie D	-5	-25	0	0	-8	-5
Scenarie E	-11	-25	0	0	-8	-5

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

#### 4.1 Referenceudviklingen

Som det fremgår af ovenstående forventes alle emissioner at falde i referenceperioden som følge af indfasningen af mindre forurenende køretøjer i form af øget andel af Euro 6 køretøjer. Fra 2017 til 2022 forventes NO<sub>x</sub>-emissionen at blive reduceret med 32% og PM-udstødningen med 59%. 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 kun reducerer emissionen fra udstødningen. Da ikke-udstødningen for partikler udgør en stor del i forhold til partikeludstødningen reduceres den totale PM<sub>2.5</sub>- og PM<sub>10</sub>-emission kun med hhv. 31% og 22%.

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 2017, mens effekten er ikke-eksisterende for årstal herafter.

#### **4.2 Scenarie A - Skærpede krav til alle dieselmotorer t.o.m. Euro 4**

I scenarie A reduceres NO<sub>x</sub>-emissionen og PM-udstødningen med hhv. 4% og 59% i forhold til referencen i 2022. De totale PM<sub>2,5</sub>- og PM<sub>10</sub>-emissioner reduceres med hhv. 19% og 12%.

Scenarie A opnår samlet set den mindste procentvise reduktion for NO<sub>x</sub> i forhold til referencen sammenlignet med de øvrige scenarier, men den anden højeste reduktion for partikeludstødning.

#### **4.3 Scenarie B - Skærpede krav til alle dieselmotorer t.o.m. Euro 5**

I scenarie B reduceres NO<sub>x</sub>-emissionen og PM-udstødningen med hhv. 21% og 64% set i forhold til referencen i 2022. De totale PM<sub>2,5</sub>- og PM<sub>10</sub>-emissioner reduceres med hhv. 20% og 13%.

Scenarie B opnår som forventet en større emissionsreduktion end scenarie A, da der for både de lette og tunge dieselmotorer stilles krav om Euro 6 i scenarie B og ikke kun Euro 5 som i scenarie A.

Scenarie B opnår samlet set den største procentvise reduktion set i forhold til referencen for både NO<sub>x</sub>- og partikeludstødning i sammenligning med de øvrige scenarier. Dette skyldes, at der i dette scenarie kræves Euro 6 for både lette og tunge dieselmotorer.

#### **4.4 Scenarie C - Krav om eftermontering af partikelfilter og SCR for tunge dieselmotorer (lastbiler og busser) t.o.m. Euro 5**

I scenarie C reduceres NO<sub>x</sub>-emissionen og PM-udstødningen med hhv. 5% og 4% i forhold til referencen i 2022. De totale PM<sub>2,5</sub>- og PM<sub>10</sub>-emissioner reduceres hver med 1%.

Scenarie C opnår samlet set den næstmindste procentvise reduktion i NO<sub>x</sub> (ligesom scenarie D) og den mindste reduktion i partikeludstødningen i forhold til referencen sammenlignet med øvrige scenarier. Det skyldes, at der kun stilles krav til de tunge motorer. På trods af, at der stilles krav om Euro 6, er effekten begrænset, da 80-90% af de tunge motorer allerede er Euro 6 i 2022 (Bilag 2).

#### **4.5 Scenarie D - Krav om eftermontering af partikelfilter og SCR for tunge dieselmotorer (lastbiler og busser) t.o.m. Euro 5 og skærpede krav til dieseldrager t.o.m. Euro 4**

I scenarie D reduceres NO<sub>x</sub>-emissionen og PM-udstødningen med hhv. 5% og 25% i forhold til referencen i 2022. De totale PM<sub>2,5</sub>- og PM<sub>10</sub>-emissioner reduceres med hhv. 8% og 5%.

Scenarie D opnår samlet set den næstmindste procentvise reduktion for NO<sub>x</sub> (ligesom scenarie C) og den tredje største reduktion for partikeludstødning (ligesom scenarie E) set i forhold til referencen sammenlignet med øvrige scenarier.

Scenarie D opnår som forventet en større reduktion i partikeludstødning end scenarie C, da scenarie D også stiller krav om mindst Euro 5 for dieselvarebiler, og dieselvarebiler t.o.m. Euro 4 andrager omkring 80% af partikeludstødningen (Bilag 2). Fra Euro 5 har dieselvarebiler partikelfilter, hvilket reducerer partikeludstødningen med omkring 90% for det enkelte køretøj.

Den tilsvarende effekt ses ikke for NO<sub>x</sub>, da væsentligt mindre NO<sub>x</sub> emission først opnås med Euro 6.

#### **4.6 Scenarie E - Krav om eftermontering af partikelfilter og SCR for tunge dieselskøretøjer (lastbiler og busser) t.o.m. Euro 5 og skærpede krav til dieselvarebiler t.o.m. Euro 5**

I scenarie E reduceres NO<sub>x</sub>-emissionen og PM-udstødningen med hhv. 11% og 25% set i forhold til referencen i 2022. De totale PM<sub>2,5</sub>- og PM<sub>10</sub>-emissioner reduceres med hhv. 8% og 5%.

Scenarie E opnår samlet set den næststørste procentvise reduktion for NO<sub>x</sub> og den tredje største for partikeludstødning (ligesom scenarie D) set i forhold til referencen sammenlignet med øvrige scenarier.

Scenarie E opnår som forventet en større reduktion i NO<sub>x</sub> end scenarie D, da scenarie E også stiller krav om mindst Euro 6 for dieselvarebiler, hvor scenarie D kun stillede krav om mindst Euro 5. Det er først fra Euro 6, at der opnås en væsentlig mindre NO<sub>x</sub> emission.

Scenarie E har samme procentvise reduktion i partikeludledningen som scenarie D, da både Euro 5 og 6 dieselvarebiler har partikelfiltre.

#### **4.7 Procentvis ændring i emission for de enkelte køretøjskategorier**

Tabel 4.3 viser reduktionen i emissionen i procent for den enkelte køretøjskategori i det enkelte scenarie i forhold til referencen i 2022.

De procentangivelser som er under "Total" er de samme som i Tabel 4.2.

Bemærk at de procentvise ændringer for de enkelte køretøjskategorier er den procentvise ændring i emissionen, som den pågældende køretøjskategori har i et givet scenarie. Eksempelvis har dieselpersonbiler i Scenarie A en reduktion i PM udstødning på 60% i forhold til referencen, mens dieselvarebiler har 80%, og turistbusser har 60%. Summen af procenterne for alle køretøjskategorier summerer altså ikke op til 100% i denne tabel, da formålet med tabellen er at vise, hvor mange procent en given køretøjskategori ændrer sin emission i et scenarie i forhold til referencen.

**Tabel 4.3 Procentvis ændring i emissionen for de enkelte køretøjskategorier for H.C. Andersens Boulevard i forhold til referencen i 2022 (%)**

Scenarie A		2022	NOx (%)	PM udstødning (%)	PM2.5 total (%)	PM10 total (%)
Diesel	Personbil		-3	-60	-28	-18
Benzin	Personbil		0	0	0	0
Diesel	Varebil		-1	-80	-33	-22
Benzin	Varebil		0	0	0	0
Diesel	Lastbil < 32t		-19	-28	-4	-2
Diesel	Lastbil > 32t		-13	-13	-1	-1
Diesel	Rutebus		-27	-28	-4	-3
Diesel	Turistbus		-40	-60	-19	-12
Total			-4	-59	-19	-12
Scenarie B		2022	NOx (%)	PM udstødning (%)	PM2.5 total (%)	PM10 total (%)
Diesel	Personbil		-22	-65	-30	-20
Benzin	Personbil		0	0	0	0
Diesel	Varebil		-21	-80	-33	-22
Benzin	Varebil		0	0	0	0
Diesel	Lastbil < 32t		-58	-57	-8	-5
Diesel	Lastbil > 32t		-42	-36	-4	-2
Diesel	Rutebus		-72	-66	-11	-6
Diesel	Turistbus		-70	-77	-24	-15
Total			-21	-64	-20	-13
Scenarie C		2022	NOx (%)	PM udstødning (%)	PM2.5 total (%)	PM10 total (%)
Diesel	Personbil		0	0	0	0
Benzin	Personbil		0	0	0	0
Diesel	Varebil		0	0	0	0
Benzin	Varebil		0	0	0	0
Diesel	Lastbil < 32t		-58	-57	-8	-5
Diesel	Lastbil > 32t		-42	-36	-4	-2
Diesel	Rutebus		-72	-66	-11	-6
Diesel	Turistbus		-70	-77	-24	-15
Total			-5	-4	-1	-1
Scenarie D		2022	NOx (%)	PM udstødning (%)	PM2.5 total (%)	PM10 total (%)
Diesel	Personbil		0	0	0	0
Benzin	Personbil		0	0	0	0
Diesel	Varebil		-1	-80	-33	-22
Benzin	Varebil		0	0	0	0
Diesel	Lastbil < 32t		-58	-57	-8	-5
Diesel	Lastbil > 32t		-42	-36	-4	-2
Diesel	Rutebus		-72	-66	-11	-6
Diesel	Turistbus		-70	-77	-24	-15
Total			-5	-25	-8	-5
Scenarie E		2022	NOx (%)	PM udstødning (%)	PM2.5 total (%)	PM10 total (%)
Diesel	Personbil		0	0	0	0
Benzin	Personbil		0	0	0	0
Diesel	Varebil		-21	-80	-33	-22
Benzin	Varebil		0	0	0	0
Diesel	Lastbil < 32t		-58	-57	-8	-5
Diesel	Lastbil > 32t		-42	-36	-4	-2
Diesel	Rutebus		-72	-66	-11	-6
Diesel	Turistbus		-70	-77	-24	-15
Total			-11	-25	-8	-5

#### 4.8 Procentvis fordeling på køretøjskategori af den samlede reduktion i emissionen i et scenarie

Tabel 4.4 viser, hvordan den samlede reduktion i emissionen i et scenarie i forhold til referencen er fordelt på de enkelte køretøjskategorier. I denne tabel summerer fordelingen op til 100%.



Eksempelvis har dieselpersonbiler i Scenarie A en andel af den samlede emissionsreduktion for PM udstødning i scenariet på 60,6% og varebiler på 35,5%, mens turistbusser kun har 2,7%. Tabel 4.3 ovenfor viste, at turistbusser reducerer PM udstødningen med 60%, men da turistbusser kun udgør 0,7% af trafikken (kørte km) bliver deres andel ikke til så meget.

Til støtte for at forstå resultaterne er køretøjskategoriernes procentvise fordeling på kørte km også vist.

**Tabel 4.4 Procentvis fordeling på køretøjskategori af den samlede reduktion af emissionen for H.C. Andersens Boulevard i forhold til referencen i 2022 for de forskellige scenarier (%)**

Scenarie A		2022	Kørte km (%)	NOx (%)	PM udstødning (%)	PM2.5 total (%)	PM10 total (%)
Diesel	Personbil		39.3	36.0	60.6	60.6	60.6
Benzin	Personbil		42.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Diesel	Varebil		14.7	6.3	35.3	35.3	35.3
Benzin	Varebil		0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Diesel	Lastbil < 32t		1.0	9.6	0.6	0.6	0.6
Diesel	Lastbil > 32t		0.9	4.3	0.2	0.2	0.2
Diesel	Rutebus		0.7	12.3	0.5	0.5	0.5
Diesel	Turistbus		0.7	31.3	2.7	2.7	2.7
Total			100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Scenarie B		2022	Kørte km (%)	NOx (%)	PM udstødning (%)	PM2.5 total (%)	PM10 total (%)
Diesel	Personbil		39.3	47.7	60.9	60.9	60.9
Benzin	Personbil		42.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Diesel	Varebil		14.7	28.8	32.9	32.9	32.9
Benzin	Varebil		0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Diesel	Lastbil < 32t		1.0	5.1	1.2	1.2	1.2
Diesel	Lastbil > 32t		0.9	2.4	0.6	0.6	0.6
Diesel	Rutebus		0.7	5.9	1.2	1.2	1.2
Diesel	Turistbus		0.7	10.0	3.2	3.2	3.2
Total			100.0	100	100	100	100
Scenarie C		2022	Kørte km (%)	NOx (%)	PM udstødning (%)	PM2.5 total (%)	PM10 total (%)
Diesel	Personbil		39.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Benzin	Personbil		42.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Diesel	Varebil		14.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Benzin	Varebil		0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Diesel	Lastbil < 32t		1.0	21.9	19.6	19.6	19.6
Diesel	Lastbil > 32t		0.9	10.3	9.4	9.4	9.4
Diesel	Rutebus		0.7	25.3	19.2	19.2	19.2
Diesel	Turistbus		0.7	42.5	51.7	51.7	51.7
Total			100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Scenarie D		2022	Kørte km (%)	NOx (%)	PM udstødning (%)	PM2.5 total (%)	PM10 total (%)
Diesel	Personbil		39.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Benzin	Personbil		42.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Diesel	Varebil		14.7	4.6	84.2	84.2	84.2
Benzin	Varebil		0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Diesel	Lastbil < 32t		1.0	20.9	3.1	3.1	3.1
Diesel	Lastbil > 32t		0.9	9.9	1.5	1.5	1.5
Diesel	Rutebus		0.7	24.2	3.0	3.0	3.0
Diesel	Turistbus		0.7	40.5	8.2	8.2	8.2
Total			100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Scenarie E		2022	Kørte km (%)	NOx (%)	PM udstødning (%)	PM2.5 total (%)	PM10 total (%)
Diesel	Personbil		39.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Benzin	Personbil		42.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Diesel	Varebil		14.7	55.1	84.2	84.2	84.2
Benzin	Varebil		0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Diesel	Lastbil < 32t		1.0	9.8	3.1	3.1	3.1
Diesel	Lastbil > 32t		0.9	4.6	1.5	1.5	1.5
Diesel	Rutebus		0.7	11.4	3.0	3.0	3.0
Diesel	Turistbus		0.7	19.0	8.2	8.2	8.2
Total			100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

## 5. Overslagsvurdering af effekt på luftkvaliteten

### 5.1 Gadebidraget

Tabel 5.1 viser koncentrationsbidragene på H.C. Andersens Boulevard baseret på kildeopgørelsen for 2017 (Ellermann et al., 2018). Bybaggrunds-koncentrationen over København er repræsenteret ved resultaterne fra målestationen på H.C. Ørsted Institutet, som inkluderer bidraget fra den regionale baggrund (repræsenteret ved Risø ved Roskilde). Gadebidraget er det koncentrationsbidrag, som emissionen fra trafikken i selve gaden giver anledning til. Gadekoncentrationen er bybaggrund plus gadebidrag.

Det ses f.eks., at gadebidraget for partikeludstødning i 2017 er omkring 1,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Det betyder, at hvis al partikeludstødning blev fjernet, ville koncentrationen af såvel  $\text{PM}_{2.5}$  som  $\text{PM}_{10}$  falde med 1,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dette er et relativt lille fald set i forhold til, at gadekoncentrationerne af  $\text{PM}_{2.5}$  og  $\text{PM}_{10}$  er hhv. 14,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  og 27,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Det fremgår i denne forbindelse, 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 helbredseffekterne at reducere partikeludstødningen, da der er en kraftig dosis-respons mellem partikler og helbredseffekter, og fordi man regner med at direkte udledte partikler har en større helbredseffekt end partikler dannet i atmosfæren.

For  $\text{NO}_2$  er situationen modsat den der gælder for partikelmassen. For  $\text{NO}_2$  er gadebidraget således meget stort og udgør i 2017 23  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dette skal ses i forhold til en gadekoncentration på 38  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Her vil reduktion i  $\text{NO}_x$  således føre til større relativ reduktion i gadekoncentrationen.

Tabel 5.1 Koncentrationsbidrag ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) på H.C. Andersens Boulevard baseret på kildeopgørelse for 2017.

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Risø HCØ*		Per-sonbiler	Taxi	Varebiler	Lastbiler < 32t	Lastbiler > 32t	busser	Gade koncentration	Gadebidrag ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
	Regional baggrund	Bybaggrund								
$\text{NO}_x$	8,0	18,8	32,3	1,8	15,9	5,5	5,3	8,8	88	69,6
$\text{NO}_2$	6,8	15,5	10,7	0,6	5,2	1,8	1,8	2,9	38	23,0
$\text{PM}_{10}$	14,4	16,7	6,3	0,5	2,4	0,5	0,5	0,6	28	10,8
$\text{PM}_{2.5}$	9,4	11,1	1,8	0,1	0,9	0,1	0,1	0,2	14	3,3
$\text{PM}_{10}$ -ikke-udstødn.			5,8	0,5	1,8	0,4	0,4	0,5		9,5
$\text{PM}_{2.5}$ -ikke-udstødn.			1,4	0,1	0,4	0,1	0,1	0,1		2,0
PM-udstødning			0,4	0,0	0,5	0,1	0,1	0,1		1,3

\*HCØ er H.C. Ørsted Institutet

Tabel 5.2 viser et overslag over gadebidraget på H.C. Andersens Boulevard i referencen for 2017 og 2022 samt for de fem miljøzonescenarier i 2022. Koncentrationsbidraget i 2022 for referencen og de fem scenarier er for hver af disse beregnet ved at skalere koncentrationsbidraget for 2017 med reduktionen i emissionen fra referenceåret 2017 til scenarieåret 2022.

Tabel 5.2 Overslag over gadebidraget på H.C. Andersens Boulevard i referencen for 2017 og 2022 samt de fem miljøzonestenarier i 2022 (enhed  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Scenarie	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>		PM <sub>2.5</sub>		PM
			Total	Total	Ikke-udstødning	Ikke-udstødning	Udstødning
Reference 2017	69,6	23,0	10,8	3,3	9,5	2,0	1,3
Reference 2022	47,4	15,6	10,0	2,5	9,5	2,0	0,5
Scenarie A	45,5	15,1	9,7	2,2	9,5	2,0	0,2
Scenarie B	37,3	12,3	9,7	2,2	9,5	2,0	0,2
Scenarie C	45,0	14,9	10,0	2,5	9,5	2,0	0,5
Scenarie D	44,9	14,8	9,9	2,4	9,5	2,0	0,4
Scenarie E	42,1	13,9	9,9	2,4	9,5	2,0	0,4

Tabel 5.3 viser reduktionen i koncentrationsbidraget set i forhold til referencen i 2022. Tallene viser således, hvor mange mikrogram per kubikmeter en skærpet miljøzone sparer set i forhold til referenceudviklingen.

Tabel 5.3 Reduktion i koncentrationsbidraget i forhold til referencen i 2022 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Scenarie	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>		PM <sub>2.5</sub>		PM
			Total	Total	Ikke-udstødning	Ikke-udstødning	Udstødning
Scenarie A	1,8	0,6	0,32	0,32	0,0	0,0	0,32
Scenarie B	10,1	3,3	0,35	0,35	0,0	0,0	0,35
Scenarie C	2,4	0,8	0,021	0,021	0,0	0,0	0,021
Scenarie D	2,5	0,8	0,14	0,14	0,0	0,0	0,14
Scenarie E	5,3	1,7	0,14	0,14	0,0	0,0	0,14

### Referencescenariet

I referencescenariet falder gadebidraget for NO<sub>2</sub> kraftigt fra omkring 23  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i 2017 til omkring 16  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i 2022. Dette fald skyldes reduktionerne i NO<sub>x</sub>-emissionen, som følge af den løbende udskiftning af bilparken til mindre forurenende køretøjer.

Det procentvise fald er endnu større for partikeludstødningen, som falder fra 1,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i 2017 til 0,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i 2022. Da ikke-udstødningsdelen imidlertid ikke reduceres, så sker der kun et mindre fald i gadebidraget for PM<sub>2.5</sub> og PM<sub>10</sub>.

Effekten for gadebidraget af de forskellige scenarier er gennemgået nedenfor og afspejler den emissionsreduktion, som de forskellige scenarier har.

#### *Scenarie - A Skærpede krav til alle dieselskøretøjer t.o.m. Euro 4*

I scenarie A reduceres gadebidraget af NO<sub>2</sub> og PM-udstødning med hhv. 0,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  og 0,32  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i 2022 i forhold til referencen i 2022. Gadebidraget for total PM<sub>2.5</sub> og PM<sub>10</sub> reduceres svarende til reduktionen i partikeludstødningen.

Scenarie A fører til den mindste reduktion i gadebidraget for NO<sub>2</sub> i forhold til referencen sammenlignet med øvrige scenarier, men den næststørste re-

duktion af partikler i forhold til øvrige scenarier. Det er partikeludstødningen, som reduceres, og derfor er reduktionen af partikeludstødning den samme for både PM<sub>2.5</sub> og PM<sub>10</sub>.

***Scenarie B - Skærpede krav til alle dieselmotorer t.o.m. Euro 5***

I scenarie B reduceres gadebidraget af NO<sub>2</sub>- og PM-udstødning med hhv. 3,3 µg/m<sup>3</sup> og 0,35 µg/m<sup>3</sup> i 2022 i forhold til referencen i 2022. Gadebidraget for total PM<sub>2.5</sub> og PM<sub>10</sub> reduceres svarende til reduktionen i partikeludstødningen.

Scenarie B opnår samlet set de største reduktioner i gadebidraget i forhold til referencen sammenlignet med øvrige scenarier.

***Scenarie C - Krav om eftermontering af partikelfilter og SCR for tunge dieselmotorer (lastbiler og busser) t.o.m. Euro 5***

I scenarie C reduceres gadebidraget af NO<sub>2</sub>- og PM-udstødning med hhv. 0,8 µg/m<sup>3</sup> og 0,02 µg/m<sup>3</sup> i 2022 i forhold til referencen i 2022. Gadebidraget for total PM<sub>2.5</sub> og PM<sub>10</sub> reduceres svarende til reduktionen i partikeludstødningen.

Scenarie C fører til den mindste reduktion i gadebidraget for NO<sub>2</sub> og partikler i forhold til referencen sammenlignet med øvrige scenarier.

***Scenarie D - Krav om eftermontering af partikelfilter og SCR for tunge dieselmotorer (lastbiler og busser) t.o.m. Euro 5 og skærpede krav til dieselmotorer t.o.m. Euro 4***

I scenarie D reduceres gadebidraget af NO<sub>2</sub> og PM-udstødning med hhv. 0,8 µg/m<sup>3</sup> og 0,14 µg/m<sup>3</sup> i 2022 i forhold til referencen i 2022.

Scenarie D fører samlet set til den anden mindste reduktion i gadebidraget for NO<sub>2</sub> og partikler i forhold til referencen sammenlignet med øvrige scenarier.

Scenarie D har som forventet lidt større reduktion i gadebidraget for partikler i forhold til scenarie C.

***Scenarie E - Krav om eftermontering af partikelfilter og SCR for tunge dieselmotorer (lastbiler og busser) t.o.m. Euro 5 og krav til dieselmotorer t.o.m. Euro 5***

I scenarie E reduceres gadebidraget af NO<sub>2</sub> og PM-udstødning med hhv. 1,7 µg/m<sup>3</sup> og 0,14 µg/m<sup>3</sup> i 2022 i forhold til referencen i 2022.

Scenarie E fører til den anden største reduktion i gadebidraget for NO<sub>2</sub> og den tredje største for partikler (ligesom scenarie D) i forhold til referencen sammenlignet med øvrige scenarier.

Scenarie E har som forventet lidt større reduktion i gadebidraget for NO<sub>2</sub> i forhold til scenarie D.

## 5.2 Forventet reduktion i bybaggrundskoncentrationen

Det er ikke kun gadebidraget, som reduceres i takt med den løbende udskiftning af bilparken. Bybaggrundskoncentrationen vil også ændre sig over tid pga. regulering af emissionen. Bybaggrundskoncentrationen er et resultat dels af byens emissioner men også af koncentrationsbidrag fra øvrige danske og udenlandske emissionskilder.

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. Resultaterne er baseret på beregninger med den regionale model DEHM og bybaggrundsmodellen UBM. Alle luftforurenende stoffer reduceres undtagen ozon, som stiger pga. faldende NO<sub>x</sub>-emissioner. Det sidste skyldes, at lokale udledninger af kvælstofoxider i nærområdet fører til forbrug af ozon i kemiske reaktioner; længere væk fra kilderne sker der dog en dannelse af ozon. Beregningerne i projektet for Region Hovedstaden tager udgangspunkt i 2014, og der findes ikke for nærværende tilsvarende beregninger for 2017, som er udgangspunkt i dette notat.

Til sammenligning vises ligeledes koncentrationsniveauet på bybaggrundsstationen i København placeret på H.C. Ørsted Institutet (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

\*HCØ er H.C. Ørsted Institutet

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>. I Tabel 5.3 blev det vist at gadebidraget ville blive reduceret mellem 0,6 og 3,3 µg/m<sup>3</sup> for NO<sub>2</sub> og mellem 0,021 og 0,35 for PM<sub>2.5</sub> og PM<sub>10</sub>. Da gadekoncentrationen er summen af bidraget fra bybaggrundskoncentrationen og gadebidraget, kan gadekoncentrationen forventes at falde med mellem 4,6 og 7,4 µg/m<sup>3</sup> for NO<sub>2</sub> og 2,02 og 2,35 µg/m<sup>3</sup> for PM<sub>2.5</sub> og PM<sub>10</sub>.

Bybaggrundskoncentrationen over København vil blive yderligere reduceret ved de foreslåede skærpede miljøzoner, da disse vil reducere trafikens emissioner inden for hele miljøzonens geografiske udstrækning. Ydermere vil der også være emissionsgevinster uden for miljøzonen som følge af kørsel uden for miljøzonen med de køretøjer, som er anskaffet for at leve op til miljøzonekravene.

Tidligere vurderinger baseret på den eksisterende miljøzone (Jensen et al., 2011) tyder dog på, at bybaggrundskoncentrationen kun i begrænset omfang kan forventes at blive reduceret som følge af skærpede miljøzoner. Grunden er, at bybaggrundskoncentrationen over miljøzonen fortsat er

påvirket af emissioner fra andre kilder end trafik inden for miljøzonen, samt af 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 Institut set i forhold til et beregnet gennemsnit for hele Region Hovedstaden. Dette gælder for  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{2.5}$  og  $\text{PM}_{10}$ , mens ozon som forventet er lavere, da ozon forbruges i reaktioner med  $\text{NO}_x$ .

## 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., Ketznel, 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., 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, Scientific Report from DCE No. 281. <http://dce2.au.dk/pub/SR281.pdf>

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., 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., 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.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., Brandt, J., Christensen, J.H., Geels, C., Ketznel, M., Plejdrup, M. S., Nielsen, O.-K. (2018a): Kortlægning af luftforureningens helbredseffekter 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>



Jensen, S.S., Winther, M., Ketznel, 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>.

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

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>.

## Bilag 1: Ikrafttrædelse af Euronormer

Første indregistreringsdato er opsummeret for de forskellige Euroklasser 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 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 trafikken 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 2022 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. september 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 mellem 0-3 år gamle.

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

Køretøjskategori	Emissionsteknologi	EU direktiv	Første reg. Dato (implementeret i model)
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	1.9.2018
	Euro 6d	2016/646	1.1.2021
Personbiler (diesel og LPG)	Konventionel	-	-
	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	1.9.2018
Euro 6d	2016/646	1.1.2021	
Varebiler (benzin og diesel)	Konventionel	-	-
	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	1.1.2022
Lastbiler og busser	Euro 0	88/77	1.10.1990
	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	1.10.2013
Knallert	Konventionel	-	-
	Euro I	97/24	2000
	Euro II	2002/51	2004
	Euro III	2002/51	2014 <sup>f</sup>

Køretøjskategori	Emissionsteknologi	EU direktiv	Første reg. Dato (implementeret i model)
	Euro IV	168/2013	2017
	Euro V	168/2013	2021
Motorcykler	Konventionel	Konventionel	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.

|

I nedenstående tabel er vist ikrafttrædelsesdatoer for euronormerne startende fra Euro 3 for lette køretøjer og fra Euro I for tunge køretøjer. Diesel køretøjer er kun vist, da de berøres af miljøzonekravene. Kravene til NO<sub>x</sub> emission og partikeludstødning for de forskellige Euronormer er også vist i g/km for lette køretøjer og g/kWh for tunge køretøjer. Emissionskravene skærpes med tiden, og derfor får man generelt en reduktion i emissionen, når køretøjer med ældre Euronormer erstattes med køretøjer, der opfylder nyere Euronormer.

Køretøjskategori	Emissionsteknologi	EU direktiv	Første reg. Dato (implementeret i model)	NO <sub>x</sub> (g/km)	PM (g/km)
Personbiler (benzin)	Euro 3	98/69	1.1.2001	0,15	-
	Euro 4	98/69	1.1.2006	0,08	-
	Euro 5	715/2007(692/2008)	1.1.2011	0,06	0,005 <sup>a</sup>
	Euro 6	715/2007(692/2008)	1.9.2015	0,06	0,005 <sup>a</sup>
	Euro 6d-TEMP	2016/646	1.9.2018	0,06	0,005 <sup>a</sup>
	Euro 6d	2016/646	1.1.2021	0,06	0,005 <sup>a</sup>
Personbiler (diesel)	Euro 3	98/69	1.1.2001	0,5	0,14
	Euro 4	98/69	1.1.2006	0,25	0,08-0,10 <sup>b</sup>
	Euro 5	715/2007(692/2008)	1.1.2011	0,18	0,05
	Euro 6	715/2007(692/2008)	1.9.2015	0,08	0,025
	Euro 6d-TEMP	2016/646	1.9.2018	0,08 (0,168 <sup>c</sup> )	0,005
	Euro 6d	2016/646	1.1.2021	0,08 (0,12 <sup>c</sup> )	0,005
Varebiler (benzin) <sup>d</sup>	Euro 3	98/69	1.1.2002	0,18	-
	Euro 4	98/69	1.1.2007	0,1	-
	Euro 5	715/2007	1.1.2012	0,75	0,005 <sup>a</sup>
	Euro 6	715/2007	1.9.2016	0,75	0,005 <sup>a</sup>
	Euro 6d-TEMP	2016/646	1.9.2020	0,75	0,005 <sup>a</sup>
	Euro 6d	2016/646	1.1.2022	0,75	0,005 <sup>a</sup>
Varebiler (diesel) <sup>d</sup>	Euro 3	98/69	1.1.2002	0,65	0,19
	Euro 4	98/69	1.1.2007	0,33	0,12-0,14 <sup>b</sup>
	Euro 5	715/2007	1.1.2012	0,235	0,07
	Euro 6	715/2007	1.9.2016	0,105	0,04
	Euro 6d-TEMP	2016/646	1.9.2020	0,105 (0,221 <sup>c</sup> )	0,005
	Euro 6d	2016/646	1.1.2022	0,105 (0,158 <sup>c</sup> )	0,005
Lastbiler og busser				g/kWh	g/kWh
	Euro I	91/542	1.10.1993	8	0,36
	Euro II	91/542	1.10.1996	7	0,25
	Euro III	1999/96	1.10.2001	5	0,1
	Euro IV	1999/96	1.10.2006	3,5	0,02
	Euro V	1999/96	1.10.2009	2	0,02
	Euro VI	595/2009	1.10.2013	0,4	0,01

a) Gælder kun benzinbiler med direkte indsprøjtning

b) Dieselmotorer med direkte indsprøjtning har mindre skrappe emissionskrav

c) Not-to-Exceed værdi målt ved RDE test i virkelig trafik (Euro 6d-TEMP = 2,1\*Euro 6; Euro 6d = 1,5\*Euro 6)

d) Tabellen viser emissionsgrænseværdierne for den mellemste varebilkategori (referencevægt 1305-1760 kg)

## 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 fire scenarier (inkl. referencen, to scenarieår og seks stoffer med en underopdeling i køretøjsgrupper, brændstoftyper og Euronormer. For at give en fornemmelse af emissionsdatagrundlaget, er det valgt at vise tabeller for referencen i scenarieårene 2017 og 2022, som benyttes for de fem scenarier 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, PM<sub>10</sub>-ikke udstødning og total PM<sub>10</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 2017.

		2017 Gennemsnitlige emissionsfaktorer for køretøjsgrupper (g/km)						
		Kørte 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	37,2	0,73	0,0276	0,0280	0,0147	0,0556	0,0423
Benzin	Personbil	46,5	0,31	0,0017	0,0280	0,0147	0,0297	0,0164
Diesel	Varebil	11,8	1,25	0,0476	0,0390	0,0203	0,0867	0,0680
Benzin	Varebil	0,5	0,65	0,0019	0,0390	0,0203	0,0409	0,0222
Diesel	Lastbil < 32t	0,7	3,61	0,0450	0,1238	0,0644	0,1688	0,1094
Diesel	Lastbil > 32t	0,7	3,63	0,0452	0,1420	0,0772	0,1873	0,1224
Diesel	Rutebus	2,1	4,61	0,0522	0,1318	0,0700	0,1840	0,1222
Diesel	Turistbus	0,4	6,25	0,1181	0,1284	0,0676	0,2465	0,1857
Total (%)/Gennemsnit (g/km)		100,0	0,75	0,0189	0,0335	0,0176	0,0525	0,0365

		2017 Køretøjsgruppernes procentvise bidrag (%)						
		Kørte km (%)	NOx (%)	PM udstødning (%)	PM10 Ikke-udstødning (%)	PM2.5 Ikke-udstødning (%)	PM10 total (%)	PM2.5 total (%)
Diesel	Personbil	37,2	36,5	54,2	31,1	31,0	39,4	43,1
Benzin	Personbil	46,5	19,6	4,1	38,9	38,8	26,3	20,8
Diesel	Varebil	11,8	19,7	29,7	13,7	13,6	19,5	21,9
Benzin	Varebil	0,5	0,4	0,0	0,5	0,5	0,4	0,3
Diesel	Lastbil < 32t	0,7	3,5	1,7	2,7	2,6	2,3	2,2
Diesel	Lastbil > 32t	0,7	3,6	1,8	3,1	3,2	2,6	2,5
Diesel	Rutebus	2,1	13,2	5,9	8,4	8,5	7,5	7,1
Diesel	Turistbus	0,4	3,5	2,6	1,6	1,6	2,0	2,1
Total		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

2017 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	0,1	0,8	0,07	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	1,0
Euro 1	0,1	1,6	0,30	0,07	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	2,1
Euro 2	0,8	5,0	0,34	0,05	0,02	0,01	0,01	0,05	0,08	6,4
Euro 3	4,8	9,1	2,15	0,15	0,08	0,04	0,04	0,29	0,10	16,8
Euro 4	6,0	10,9	2,49	0,09	0,12	0,07	0,07	0,48	0,07	20,3
Euro 5	21,9	15,5	6,15	0,06	0,27	0,28	0,28	0,72	0,07	44,9
Euro 6	3,4	3,6	0,29	0,01	0,22	0,34	0,34	0,57	0,07	8,5
Euro 6d-TEMP	0,0	0,0	0,00	0,00						
Euro 6d	0,0	0,0	0,00	0,00						
Total	37,2	46,5	11,8	0,5	0,7	0,7	2,1	0,4		100,0
2017 Køretøjsgrupperne og euroklassernes procentvise bidrag til NOx (%)										
	Dieselpersonbil	Benzinpersonbil	Dieselvarebil	Benzinvarebil	Lastbil<32t	Lastbil>32t	Rutebus	Turistbus	Total	
Euro 0	0,1	2,7	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	3,5
Euro 1	0,1	2,4	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	3,6
Euro 2	0,9	5,0	0,6	0,1	0,2	0,1	0,1	0,7	0,8	8,4
Euro 3	5,7	3,5	3,3	0,1	0,7	0,5	0,5	3,3	1,0	18,1
Euro 4	5,4	2,5	3,1	0,0	0,7	0,6	0,6	3,5	0,5	16,3
Euro 5	21,5	2,9	11,4	0,0	1,8	2,1	2,1	5,1	0,7	45,5
Euro 6	2,7	0,7	0,4	0,0	0,1	0,2	0,2	0,3	0,1	4,5
Euro 6d-TEMP	0,0	0,0	0,0	0,0						0,0
Euro 6d	0,0	0,0	0,0	0,0						0,0
Total	36,5	19,6	19,7	0,4	3,5	3,6	13,2	3,5		100,0
2017 Køretøjsgrupperne og euroklassernes procentvise bidrag til PM udstødning (%)										
	Dieselpersonbil	Benzinpersonbil	Dieselvarebil	Benzinvarebil	Lastbil<32t	Lastbil>32t	Rutebus	Turistbus	Total	
Euro 0	1,4	0,1	2,5	0,0	0,1	0,0	0,0	0,3	0,7	5,1
Euro 1	1,0	0,3	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	4,4
Euro 2	5,2	0,8	3,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,3	0,5	10,1
Euro 3	17,8	0,6	12,8	0,0	0,6	0,4	0,4	2,1	0,7	35,1
Euro 4	21,5	0,7	7,7	0,0	0,2	0,2	0,2	1,1	0,2	31,6
Euro 5	6,5	1,2	0,9	0,0	0,6	0,9	0,9	1,8	0,2	12,3
Euro 6	0,8	0,3	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	1,4
Euro 6d-TEMP	0,0	0,0	0,0	0,0						0,0
Euro 6d	0,0	0,0	0,0	0,0						0,0
Total	54,2	4,1	29,7	0,0	1,7	1,8	5,9	2,6		100,0
2017 Køretøjsgrupperne og euroklassernes procentvise bidrag til total PM10 (%)										
	Dieselpersonbil	Benzinpersonbil	Dieselvarebil	Benzinvarebil	Lastbil<32t	Lastbil>32t	Rutebus	Turistbus	Total	
Euro 0	0,5	0,5	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	2,5
Euro 1	0,4	0,9	1,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	2,9
Euro 2	2,3	3,0	1,3	0,0	0,1	0,1	0,0	0,3	0,4	7,4
Euro 3	9,0	5,1	6,2	0,1	0,4	0,3	0,3	1,5	0,5	23,1
Euro 4	11,0	6,1	4,6	0,1	0,4	0,3	0,3	1,6	0,2	24,2
Euro 5	14,1	8,7	4,9	0,0	0,9	1,1	1,1	2,5	0,2	32,4
Euro 6	2,1	2,0	0,2	0,0	0,5	1,0	1,0	1,5	0,2	7,5
Euro 6d-TEMP	0,0	0,0	0,0	0,0						0,0
Euro 6d	0,0	0,0	0,0	0,0						0,0
Total	39,4	26,3	19,5	0,4	2,3	2,6	7,5	2,0		100,0



Tabel B2.2 Diverse emissionsdata for byveje for referencen i 2022.

		2022 Gennemsnitlige emissionsfaktorer for køretøjsgrupper (g/km)								
		Kørte 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	40,4	0,59	0,0123	0,0280	0,0147	0,0403	0,0270		
Benzin	Personbil	43,5	0,19	0,0016	0,0280	0,0147	0,0296	0,0163		
Diesel	Varebil	12,2	0,99	0,0145	0,0390	0,0203	0,0535	0,0348		
Benzin	Varebil	0,3	0,32	0,0013	0,0390	0,0203	0,0403	0,0216		
Diesel	Lastbil < 32t	0,7	0,94	0,0110	0,1238	0,0644	0,1347	0,0753		
Diesel	Lastbil > 32t	0,8	0,69	0,0095	0,1420	0,0772	0,1515	0,0866		
Diesel	Rutebus	1,9	1,26	0,0133	0,1318	0,0700	0,1451	0,0833		
Diesel	Turistbus	0,4	2,14	0,0304	0,1284	0,0676	0,1588	0,0980		
Total (%) / Gennemsnit (g/km)		100,0	0,49	0,0079	0,0332	0,0174	0,0411	0,0254		
		2022 Køretøjsgruppernes procentvise bidrag (%)								
		Kørte km (%)	NOx (%)	PM udstødning (%)	PM10 ikke-udstødning (%)	PM2.5 ikke-udstødning (%)	PM10 total (%)	PM2.5 total (%)		
Diesel	Personbil	40,4	48,9	62,7	34,1	34,0	39,6	43,0		
Benzin	Personbil	43,5	17,3	8,6	36,7	36,6	31,3	27,9		
Diesel	Varebil	12,2	24,8	22,3	14,4	14,2	15,9	16,8		
Benzin	Varebil	0,3	0,2	0,0	0,3	0,3	0,3	0,2		
Diesel	Lastbil < 32t	0,7	1,3	0,9	2,5	2,5	2,2	2,0		
Diesel	Lastbil > 32t	0,8	1,1	0,9	3,3	3,4	2,8	2,6		
Diesel	Rutebus	1,9	4,8	3,1	7,4	7,4	6,5	6,1		
Diesel	Turistbus	0,4	1,7	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5		
Total		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0		
2022 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	0,4	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,5
Euro 1	0,0	0,3	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,3
Euro 2	0,1	0,6	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,8
Euro 3	1,2	2,3	0,52	0,04	0,01	0,00	0,03	0,02	0,02	4,2
Euro 4	3,0	5,9	0,98	0,03	0,02	0,01	0,08	0,02	0,02	10,1
Euro 5	14,8	11,4	3,57	0,05	0,05	0,03	0,20	0,03	0,03	30,1
Euro 6	8,7	9,6	3,11	0,06	0,59	0,72	1,54	0,29	0,29	24,6
Euro 6d-TEMP	7,3	7,7	3,09	0,06						18,2
Euro 6d	5,2	5,1	0,82	0,02						11,2
Total	40,4	43,5	12,2	0,3	0,7	0,8	1,9	0,4	0,4	100,0
2022 Køretøjsgrupperne og euroklassernes procentvise bidrag til NOx (%)										
	Dieselpersonbil	Benzinpersonbil	Dieselvarebil	Benzinvarebil	Lastbil<32t	Lastbil>32t	Rutebus	Turistbus	Total	
Euro 0	0,0	2,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	2,5
Euro 1	0,0	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9
Euro 2	0,2	1,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	1,6
Euro 3	2,3	1,3	1,2	0,0	0,1	0,1	0,5	0,3	0,3	5,9
Euro 4	4,1	2,1	1,9	0,0	0,1	0,1	0,9	0,3	0,3	9,5
Euro 5	22,2	3,3	10,1	0,0	0,5	0,3	2,2	0,5	0,5	39,1
Euro 6	10,7	2,8	7,1	0,0	0,5	0,6	1,1	0,4	0,4	23,3
Euro 6d-TEMP	6,9	2,3	3,7	0,0						12,9
Euro 6d	2,4	1,5	0,5	0,0						4,4
Total	48,9	17,3	24,8	0,2	1,3	1,1	4,8	1,7	1,7	100,0
2022 Køretøjsgrupperne og euroklassernes procentvise bidrag til PM udstødning (%)										
	Dieselpersonbil	Benzinpersonbil	Dieselvarebil	Benzinvarebil	Lastbil<32t	Lastbil>32t	Rutebus	Turistbus	Total	
Euro 0	1,6	0,2	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	4,0
Euro 1	0,5	0,1	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	1,6
Euro 2	1,7	0,3	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	3,3
Euro 3	11,1	0,4	7,3	0,0	0,1	0,1	0,5	0,3	0,3	19,9
Euro 4	25,8	1,0	7,2	0,0	0,1	0,0	0,4	0,1	0,1	34,7
Euro 5	10,6	2,1	1,3	0,0	0,3	0,2	1,2	0,2	0,2	16,0
Euro 6	4,7	1,9	1,1	0,0	0,3	0,6	0,9	0,2	0,2	9,7
Euro 6d-TEMP	3,9	1,7	1,1	0,0						6,7
Euro 6d	2,8	1,1	0,3	0,0						4,2
Total	62,7	8,6	22,3	0,0	0,9	0,9	3,1	1,4	1,4	100,0
2022 Køretøjsgrupperne og euroklassernes procentvise bidrag til total PM10 (%)										
	Dieselpersonbil	Benzinpersonbil	Dieselvarebil	Benzinvarebil	Lastbil<32t	Lastbil>32t	Rutebus	Turistbus	Total	
Euro 0	0,3	0,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	1,1
Euro 1	0,1	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6
Euro 2	0,4	0,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	1,2
Euro 3	3,0	1,7	1,9	0,0	0,1	0,0	0,2	0,1	0,1	7,0
Euro 4	7,0	4,2	2,3	0,0	0,1	0,0	0,3	0,1	0,1	14,1
Euro 5	12,1	8,2	3,6	0,0	0,2	0,1	0,9	0,1	0,1	25,3
Euro 6	6,8	6,9	3,2	0,1	1,8	2,6	5,1	1,0	1,0	27,4
Euro 6d-TEMP	5,7	5,6	3,1	0,1						14,5
Euro 6d	4,1	3,7	0,8	0,0						8,7
Total	39,6	31,3	15,9	0,3	2,2	2,8	6,5	1,5	1,5	100,0

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

I dette bilag er for H.C. Andersens Boulevard vist, hvordan emissioner for alle luftforurenende stoffer er fordelt på køretøjsgrupper med underinddeling for brændstoftype for referencen i 2017 og 2022.

Tabel B3.1 Procentvis fordeling af emissioner for alle stoffer for H.C. Andersens Boulevard for referencen i 2017 (øverst) og 2022 (nederst).

<b>H.C. Andersens Boulevard</b>		2017 Køretøjsgruppernes procentvise bidrag (%)						
		Kørte km (%)	NOx (%)	PM udstødning (%)	PM10 Ikke-udstødning (%)	PM2.5 Ikke-udstødning (%)	PM10 total (%)	PM2.5 total (%)
Diesel	Personbil	36,3	36,0	50,7	30,7	30,7	38,2	41,3
Benzin	Personbil	45,4	19,3	3,8	38,4	38,4	25,5	20,0
Diesel	Varebil	14,5	24,5	34,9	17,1	17,0	23,8	26,5
Benzin	Varebil	0,6	0,5	0,1	0,7	0,7	0,4	0,3
Diesel	Lastbil < 32t	1,0	4,9	2,3	3,8	3,7	3,2	3,0
Diesel	Lastbil > 32t	0,9	4,4	2,1	3,9	4,0	3,2	3,0
Diesel	Rutebus	0,7	4,4	1,9	2,8	2,8	2,5	2,3
Diesel	Turistbus	0,7	6,0	4,2	2,7	2,7	3,3	3,5
<b>Total</b>		<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
<b>H.C. Andersens Boulevard</b>		2022 Køretøjsgruppernes procentvise bidrag (%)						
		Kørte km (%)	NOx (%)	PM udstødning (%)	PM10 Ikke-udstødning (%)	PM2.5 Ikke-udstødning (%)	PM10 total (%)	PM2.5 total (%)
Diesel	Personbil	39,3	46,4	59,5	33,3	33,3	38,4	41,6
Benzin	Personbil	42,3	16,4	8,1	35,8	35,8	30,3	27,0
Diesel	Varebil	14,7	29,1	26,1	17,3	17,2	19,1	20,1
Benzin	Varebil	0,3	0,2	0,1	0,4	0,4	0,3	0,3
Diesel	Lastbil < 32t	1,0	1,9	1,4	3,8	3,7	3,3	3,0
Diesel	Lastbil > 32t	0,9	1,2	1,0	3,9	4,0	3,3	3,1
Diesel	Rutebus	0,7	1,8	1,1	2,8	2,8	2,5	2,3
Diesel	Turistbus	0,7	3,0	2,6	2,7	2,7	2,7	2,7
<b>Total</b>		<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

## Bilag 4: Gennemsnitlige km-vægtede emissionsfaktorer for H.C. Andersens Boulevard

Tabel B4.1 Gennemsnitlige km-kørte vægtede emissionsfaktorer for H.C. Andersens Boulevard (g/km) for referencen i 2017 og 2022 samt de fem scenarier for skærpede miljøzoner.

Scenarie	NO <sub>x</sub> g/km	PM udstødning g/km	PM <sub>10</sub> Ikke-udstødning g/km	PM <sub>2,5</sub> Ikke-udstødning g/km	PM <sub>10</sub> total g/km	PM <sub>2,5</sub> total g/km
Reference 2017	0,74	0,0197	0,0331	0,0174	0,0528	0,0371
Reference 2022	0,50	0,0081	0,0331	0,0174	0,0412	0,0255
Scenarie A	0,48	0,0033	0,0331	0,0174	0,0364	0,0207
Scenarie B	0,39	0,0030	0,0331	0,0174	0,0361	0,0203
Scenarie C	0,48	0,0078	0,0331	0,0174	0,0409	0,0252
Scenarie D	0,48	0,0061	0,0331	0,0174	0,0392	0,0235
Scenarie E	0,45	0,0061	0,0331	0,0174	0,0392	0,0235