



# HVAD ER EFFEKTEN AF MILJØZONER FOR LUFTKVALITETEN?

Vurdering for København, Frederiksberg, Aarhus, Odense og Aalborg.  
Slutrapport

Faglig rapport fra DMU nr. 830 2011

[Tom side]

# HVAD ER EFFEKTEN AF MILJØZONER FOR LUFTKVALITETEN?

Vurdering for København, Frederiksberg, Aarhus, Odense og Aalborg.  
Slutrapport

---

Faglig rapport fra DMU nr. 830 2011

Steen Solvang Jensen  
Matthias Ketzel  
Jacob Klenø Nøjgaard  
Thomas Becher



# Datablad

- Serietitel og nummer: Faglig rapport fra DMU nr. 830
- Titel: Hvad er effekten af miljøzoner for luftkvaliteten?
- Undertitel: Vurdering for København, Frederiksberg, Aarhus, Odense, og Aalborg. Slutrapport
- Forfattere: Steen Solvang Jensen  
Matthias Ketzel  
Jacob Klønø Nøjgaard  
Thomas Becker
- Afdeling: Afdeling for Atmosfærisk Miljø
- Udgiver: Danmarks Miljøundersøgelser©  
Aarhus Universitet
- URL: <http://www.dmu.dk>
- Udgivelsesår: Juni 2011 (rettelser på side 22 og 23 – 5. august 2011)
- Redaktion afsluttet: Juni 2011
- Faglig kommentering: Thomas Ellermand
- Finansiel støtte: Miljøstyrelsen.
- Bedes citeret: Jensen, S.S., Ketzel, M., Nøjgaard, J. K. & Becker, T. 2011: Hvad er effekten af miljøzoner for luftkvaliteten? - Vurdering for København, Frederiksberg, Aarhus, Odense, og Aalborg. Slutrapport. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet 110 s. –Faglig rapport nr. 830. <http://www.dmu.dk/Pub/FR830.pdf>
- Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
- Sammenfatning: Rapporten er en slutrapport, der præsenterer resultater og vurderinger af indførelse af miljøzoner i Danmark med fokus på at kvantificere effekterne for luftkvaliteten i København, Frederiksberg, Aarhus, Odense og Aalborg. Rapporten indeholder en analyse af målinger af luftkvalitet på H.C. Andersens Boulevard i København før og efter indførelse af miljøzonekravene med det formål at isolere effekten af miljøzonekravene ud fra målingerne. Målingerne er udført i Partikelprojektet og luftovervågningsprogrammet under NOVANA. Miljøzonens påvirkning af bilparken er belyst ud fra analyse af nummerpladeinformation og kobling til motorregisteret. Endvidere redegør rapporten for resultater fra en sammenligning af modelberegninger og målinger på gade- og byggrundsstationer i miljøzonebyerne for at belyse usikkerheden på det anvendte modelsystem. Der er endvidere gennemført en analyse af modelresultater under forskellige forudsætninger for H.C. Andersens Boulevard for at belyse følsomheden af resultaterne overfor forskellige antagelser. Der er foretaget en effektvurdering af miljøzonekravene for luftkvaliteten ud fra modelberegninger for 138 trafikerede gader i København og på Frederiksberg, 55 gader i Aarhus, 40 gader i Odense, og 31 gader i Aalborg.
- Emneord: Miljøzone, luftkvalitet, partikler, NO<sub>2</sub>
- ISBN: 978-87-7073-239-0
- ISSN (elektronisk): 1600-0048
- Sideantal: 110
- Internetversion: Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) på DMU's hjemmeside <http://www.dmu.dk/Pub/FR830.pdf>



# Indhold

## Forord 5

## Sammenfatning 7

Baggrund og formål 7

Undersøgelsen 7

Hovedkonklusioner 9

Projektræsultater 12

## Summary in English 16

Background and Purpose 16

Methodology 16

Main conclusions 18

Project Results 21

## 1 Miljøzoner 24

1.1 Miljøzonenloven 24

1.2 Miljøzonerne i de 5 kommuner 27

## 2 Effektvurdering ud fra målinger på H.C. Andersens Boulevard i København 31

2.1 Udvalgte parametre til analyse af Miljøzonens effekt på luftkvalitet 31

2.2 Metode til analyse af miljøzonens effekt på luftkvalitet 32

2.3 Sammenfatning og diskussion af måleresultater 42

## 3 Miljøzonens påvirkning af bilparken belyst ud fra nummerpladeinformationer 45

3.1 Nummerpladeregistrering på Åboulevard i 2008 og 2010 45

3.2 Oplysninger i motorregister til emissionsbestemmelse 47

3.3 Klassificering i euroklasser og evaluering heraf 50

3.4 Forudsætninger omkring bilparkens sammensætning før og efter miljøzonekravene 55

3.5 Nye antagelser om miljøkravenes påvirkning af bilparken 64

## 4 Sammenligning af modelberegninger og målinger for målestationer i miljøzonebyerne 66

4.1 Modelsystem og forudsætninger 66

4.2 Sammenligning mellem modelberegninger og målinger i miljøzonebyerne 69

4.3 Følsomhedsanalyse for H.C. Andersens Boulevard under forskellige forudsætninger 73

## 5 Effektvurdering i de 5 miljøzonebyer 75

5.1 Metode og forudsætninger 75

5.2 Effekten af miljøzonen for partikelemissionen 76

5.3 Effekten af miljøzonekravene for koncentrationen af PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub> 79

5.4 Effekten af miljøzonen for NO<sub>x</sub> emissionen 80

5.5 Effekten af miljøzonerne på NO<sub>2</sub> luftkvaliteten ved gademålestationerne 83

5.6 Effekten af miljøzonerne for NO<sub>2</sub> luftkvaliteten på de udvalgte gader i miljøzonebyerne 84

## Referencer 96

**Appendix A Trafikdata 99**

**Appendix B Koncentrationsberegninger 104**

**Appendix C Kontrol og overholdelse af miljøzonereglerne 109**

## Forord

Denne rapport præsenterer resultater og vurderinger af indførelse af miljøzoner i Danmark med fokus på at kvantificere effekterne for den opnåede forbedring af luftkvaliteten i alle miljøzonebyerne.

Den 20. december 2006 vedtog Folketinget enstemmigt en lov om miljøzoner gældende for de 5 største bykommuner. Siden har Københavns Kommune og Frederiksberg Kommune indført miljøzoner den 1. september 2008, Aalborg Kommune den 1. februar 2009, Odense Kommune den 1. juli 2010 og Aarhus Kommune den 1. september 2010.

Formålet med etableringen af en miljøzone var at forbedre sundheden for borgerne i de største byer ved at reducere luftforureningen med partikler. Endvidere har miljøzoner en positiv effekt på forureningen med kvælstofdioxid. Miljøzonerne fokuserer på de områder, som relativt set har den største belastning fra trafikken, og hvor flest mennesker bliver udsat for luftforureningen, fordi der bor og færdes mange mennesker i området.

Miljøzonenloven muliggør, at miljøzonekommunerne kan definere et afgrænset byområde, hvor der kræves partikelfiltre på ældre lastbiler og busser, som kører i miljøzonen. Kravene gælder for lastbiler og busser, der er så gamle, at de pr. 1. september 2008 kun lever op til Euro 2 emissionsstandarden eller ældre standarder, og kravene blev yderligere skærpet pr. 1. juli 2010 til at omfatte Euro 3 emissionsstandarden. Køretøjer med Euro 3 emissionsstandard blev solgt frem til 30. oktober 2006.

Miljøstyrelsen har iværksat og finansieret evalueringsprogrammet for miljøzonerne. Formålet er at vurdere effekten med fokus på reduktion i befolkningens eksponering for luftforurening – især partikler, men også kvælstofdioxid – og den deraf følgende reduktion i negative sundhedseffekter.

DMU har stået for at gennemføre evalueringen af miljøzonernes effekt på luftkvaliteten. Der er tidligere udgivet en midtvejsrapport i 2010 (Jensen et al. 2010), som fokuserede på vurdering af miljøzonekravenes effekt på luftkvaliteten i København og Frederiksberg, som var de første kommuner som indførte miljøzoner.

I den nærværende slutrapport er effekterne for luftkvaliteten genvurderet i København og Frederiksberg på baggrund af opdaterede trafikinformationer og emissionsforudsætninger, og der er foretaget nye vurderinger for Aarhus, Odense og Aalborg. Rapporten indeholder en analyse af målinger af luftkvalitet på H.C. Andersens Boulevard i København før og efter indførelse af miljøzonekravene med det formål at isolere effekten af miljøzonekravene ud fra målingerne. Målingerne er udført i Partikelprojektet (en bevilling under Miljøministeriets pulje til Miljø- og Sundhed) og luftovervågningsprogrammet under NOVANA. Miljøzonens påvirkning af bilparken er belyst ud fra analyse af nummerpladeinformation og kobling til motorregisteret. Endvidere

redegør rapporten for resultater fra en sammenligning af modelberegninger og målinger på gade- og bybaggrundsstationer i miljøzonebyerne for at belyse usikkerheden på det anvendte modelsystem. Der er endvidere gennemført en analyse af modelresultater under forskellige forudsætninger for H.C. Andersens Boulevard for at belyse følsomheden af resultaterne over for forskellige antagelser. Der er foretaget en effektivvurdering af miljøzonekravene for luftkvaliteten ud fra modelberegninger for 138 trafikerede gader i København og på Frederiksberg, 55 gader i Aarhus, 40 gader i Odense, og 31 gader i Aalborg.

Projektet er udført i et samarbejde mellem Miljøstyrelsen, Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet og de involverede kommuner. Liana Wolfsberg fra Københavns Kommune har bidraget med Appendix C omkring kontrol og overholdelse af miljøzonereglene.

Evalueringsprogrammet har en følgegruppe tilknyttet som består af følgende medlemmer:

Christian Lange Fogh, Miljøstyrelsen (formand)  
Katja Asmussen, Miljøstyrelsen  
Marianne Christensen, Miljøstyrelsen  
Mathilde Thisted Petersen, Miljøstyrelsen  
Steen Solvang Jensen, DMU, AU  
Matthias Ketzler, DMU, AU  
Jacob Klenø Nøjgaard, DMU, AU  
Thomas Becker, DMU, AU  
Tanja Ballhorn Provstgaard, Københavns Kommune  
Faris Salim Abdali, Københavns Kommune  
Liana Wolfsberg, Københavns Kommune  
Birte Busch Thomsen, Københavns Kommune  
Lone Pedersen, Københavns Kommune  
Niels Kaalund, Frederiksberg Kommune  
Pablo Celis, Aarhus Kommune  
Birte Nielsen, Aarhus Kommune  
Annette Krøyer, Odense Kommune  
Linda Poulsen, Odense Kommune  
Leyla Hassanpour, Odense Kommune  
Kaj Boye Frandsen, Odense Kommune  
Gustav Friis, Aalborg Kommune  
Anna Alice Wust, Aalborg Kommune  
Gerd Jungdal, Aalborg Kommune  
Ove Holm, Dansk Transport og Logistik  
Rune Noack, DI Transport  
Lasse Repsholt, Danske Busvognmænd



# Sammenfatning

## Baggrund og formål

Formålet med etableringen af en miljøzone er at forbedre sundheden for borgerne i de største byer ved at reducere luftforureningen med partikler. Der er endvidere en positiv sideeffekt i form af reduceret forurening med kvælstofdioxid (NO<sub>2</sub>).

Miljøzonen stiller krav om partikelfilter på lastbiler og busser, som kører i miljøzonen. Kravene gælder for lastbiler og busser, der er så gamle, at de pr. 1. september 2008 kun lever op til Euro 2 emissionsstandarden eller ældre standarder, og kravene blev skærpet yderligere pr. 1. juli 2010 til at omfatte Euro 3 emissionsstandarden.

Københavns Kommune og Frederiksberg Kommune indførte miljøzoner den 1. september 2008, Aalborg Kommune den 1. februar 2009, Odense Kommune den 1. juli 2010 og Aarhus Kommune den 1. september 2010.

DMU under Aarhus Universitet har stået for at gennemføre evalueringen af miljøzonernes effekt på luftkvaliteten. Der er tidligere udgivet en Midtvejsrapport i 2010 (Jensen et al. 2010), som fokuserede på vurdering af miljøzonekravenes effekt på luftkvaliteten i København og på Frederiksberg, som var de første kommuner som implementerede miljøzonekravene. I nærværende slutrapport er effekterne for luftkvaliteten genvurderet i København og Frederiksberg på baggrund af opdaterede trafikinformationer og emissionsforudsætninger, og der er foretaget nye vurderinger for Aarhus, Odense og Aalborg.

## Undersøgelsen

Evaluering af effekterne af miljøzonerne for luftforureningen er primært baseret på modelberegninger, da det her er muligt at adskille effekten af miljøzonerne fra andre ændringer som fx den generelle reduktion i emissioner fra bilparken og ændringer i luftforureningen, som fx skyldes ændringer i vind og vejr. Effektvurderingen er yderligere understøttet af analyse af målinger, hvor det dog metodisk er vanskeligere at isolere effekten af miljøzoner.

### Effektvurdering ud fra målinger på H.C. Andersens Boulevard

Der er foretaget en analyse af målinger af luftkvaliteten på H.C. Andersens Boulevard i København før og efter indførelse af miljøzonekravene baseret på omfattende målinger udført i Partikelprojektet med det formål at isolere effekten af miljøzonekravene ud fra analyse af målingerne. Ideen i analysen er at sammenholde en observeret reduktion i forskellen mellem gade- og bybaggrundskoncentrationer (gadebidraget) med en modelleret emissionsændring med OSPM's emissionsmodul uden at indregne effekten af miljøzone. Hvis der observeres en større koncentrationsændring for gadebidraget end den beregnede emissionsændring vil dette være et tegn på en effekt af miljøzonekravene.

### **Miljøzonens påvirkning af bilparken ud fra analyse af nummerpladeinformationer koblet til motorregisteret**

I forbindelse med Midtvejsrapporten for evaluering af miljøzonerne blev der opstillet antagelser om, hvordan bilparken for lastbiler og busser kunne tænkes at reagere på miljøzonekravene. Hvor mange tunge køretøjer får partikelfiltre og hvilke udskiftes til nyere emissionsnormer pga. miljøzonekravene er afgørende for de beregnede effekter for emissionen og luftkvaliteten. En af måderne hvorpå disse antagelser kan testes er gennem nummerpladeregistrering og kobling til motorregisteret. Der er gennemført videoregistrering af nummerplader på Åboulevard i København i sammenhængende perioder i 2008/09 (3 måneder) og 2010/11 (2 måneder), og disse nummerpladedata er koblet til motorregisteret. Motorregisteret indeholder oplysninger, som gør det muligt at bestemme emissionsklassen (Euronormen) for de enkelte køretøjer. Hovedformålet med nummerpladeregistrering og kobling til motorregisteret er at foretage en evaluering af de antagelser, som DMU må gøre for at kunne beregne effekten af miljøzonerne for luftkvaliteten.

### **Evaluering af modelberegninger i forhold til målinger**

Der er foretaget modelberegninger i miljøzonebyerne for 4 bybaggrundsstationer og 5 gadestationer for 2010 for sammenligning med de tilsvarende målinger fra luftovervågningsprogrammet (NOVANA). Formålet er at kunne beskrive afvigelser mellem målte og beregnede koncentrationer for at belyse usikkerheden på de efterfølgende modelberegninger på udvalgte gader i miljøzonebyerne.

### **Beregningernes følsomhed ved forskellige antagelser om input**

Der er endvidere gennemført en analyse af modelresultater for NO<sub>2</sub> under forskellige forudsætninger for H.C. Andersens Boulevard i 2015 for at belyse følsomheden af resultaterne ved forskellige antagelser om inputdata.

### **Effektvurdering på udvalgte gader i miljøzonebyerne**

Der er foretaget en effektvurdering af miljøzonekravene for luftkvaliteten ud fra modelberegninger for 138 trafikerede gader i København og på Frederiksberg, 55 gader i Aarhus, 40 gader i Odense, og 31 gader i Aalborg. Koncentrationsberegninger er gennemført uden og med miljøzonekravene i 2010, 2015 og 2020.

### **Modelsystem til luftkvalitetsberegninger**

Luftkvalitetsberegninger foregår med et koblet modellsystem bestående af en regional langtransportmodel (DEHM), en bybaggrundsmodel (UBM) og en gadeluftkvalitetsmodel (OSPM) og tilhørende meteorologi- og emissionsdata. AirGIS systemet er blevet brugt til automatisk at generere gadegeometri og trafikinput til OSPM modellen ud fra digitale kort og muliggør derfor effektiv beregning for mange lokaliteter.

Der anvendes modellerede meteorologiske data fra den meteorologiske model MM5, og emissionsdata til DEHM modellen er baseret på en række europæiske og globale emissionsopgørelser.

Emissioner til UBM modellen er baseret på en ny emissionsdatabase (SPREAD), som DMU har udviklet, og som foretager en geografisk fordeling af nationale emissioner på et 1km x 1km gitternet. Denne

database indeholder emissioner fra alle kilder (trafik, industri, energi mv.), hvor tidligere vurderinger alene var baseret på trafikskilder.

Trafikkens emissioner på gadeniveau bestemmes med OSPM's emissionsmodul, som er baseret på EU COPERT 4 emissionsmodel, som kræver information om bilparken og dens fordeling på køretøjskategorier, brændstoftype og emissionsnormer. Den seneste revision af COPERT 4 er implementeret, og den indeholder en yderligere underopdeling af emissionsklasserne i vægtstørrelser for busser og lastbiler i forhold til den tidligere udgave.

Via kommunerne er der indsamlet opdaterede trafikdata for København og Frederiksberg og nye trafikdata for Aarhus, Odense og Aalborg. Trafikdata omfatter årsdøgntrafik (ÅDT), køretøjsfordeling (person-, vare- og lastbiler samt busser) og rejsehastigheder.

## Hovedkonklusioner

### Effektvurdering ud fra målinger på H.C. Andersens Boulevard

I analysen af målinger er reduktionen i EC (elementært kulstof), benzo(a)pyren (PAH), PM<sub>2.5</sub>, N (antal partikler), NO<sub>x</sub>, CO, benzen og toluen beregnet ved regressionsanalyse ud fra et lineært fit over en treårig periode fra 2008 - 2010.

Effektvurdering af miljøzonen er en måleteknisk vanskelig opgave, hvor små koncentrationsændringer skal vurderes over en relativ kort tidsperiode på 3 år, der påvirkes af andre parametre, herunder meteorologi, usikkerheden ved målinger og dataanalyse samt en generel reduktion i emissionerne som følge af en løbende udskiftning af bilparken. Indførelsen af miljøzonen vurderes under disse forbehold at have reduceret PM<sub>2.5</sub> gadebidraget på H.C. Andersens Boulevard med omkring 0,7 µg/m<sup>3</sup> i perioden 02.01.2008 – 15.12.2010. Dette skal sammenholdes med en gadekoncentration på omkring 14,3 µg/m<sup>3</sup> og et gadebidrag på 5,8 µg/m<sup>3</sup> svarende til begyndelsen af 2008. Reduktionen ud fra analysen af måledata er således omkring 5% i forhold til gadekoncentrationen og omkring 12% i forhold til gadebidraget. PM<sub>2.5</sub> er her målt med TEOM metoden og gadekoncentrationen er derfor omkring 30% lavere end den sande koncentration. Ses reduktionen i forhold til den sande gadekoncentration af PM<sub>2.5</sub> svarer reduktionen til omkring 4%. Reduktionen for PM<sub>2.5</sub> understøttes yderligere af, at der også ses reduktioner på de beslægtede målte parametre EC, PAH og partikelantal. Som vi senere skal se understøttes den observerede reduktion også af, at modelberegninger viser reduktion i partikelkoncentrationen som følge af miljøzonereglerne.

### Miljøzonens påvirkning af bilparken ud fra analyse af nummerpladeinformationer koblet til motorregisteret

I forbindelse med modellering af effekten af miljøzoner er det særligt bilparkens fordeling på emissionsklasser, der har interesse, og hvorvidt et køretøj har eftermonteret et partikelfilter. Motorregisteret kan indeholde disse oplysninger, men de er ikke konsekvent registreret. Eksempelvis er emissionsklassen kun registreret i 2% af tilfældene for alle køretøjer, som dækker over 5% for person- og varebiler men omkring 65% for busser og 97% for lastbiler. Inddeling af de registrerede

køretøjer er derfor foretaget ud fra køretøjets indregistreringsdato og emissionsnormernes ikrafttrædelsesdatoer.

Analyser af de registreringer, hvor emissionsklassen var registreret i motorregisteret viser, at i de fleste tilfælde matcher indregistreringsdato med den forudsatte Euronorm, men det er også tydeligt, at der er en del registreringer, hvor indregistreringsdatoen er før den lovpligtige Euronorms ikrafttrædelse. Dette svarer til at en ny emissionsnorm sælges før den bliver lovpligtig. Det er ikke muligt ud fra de foreliggende data at indregne denne effekt i beskrivelsen af bilparken.

I forbindelse med miljøzonenloven blev der opstillet antagelser om hvordan bilparken for den tunge trafik kunne tænkes at reagere på miljøzonekravene. Disse antagelser blev anvendt i Midtvejsrapporten for evaluering af miljøzonerne. Antagelserne er nu blevet testet gennem analyse af nummerpladedata. For busserne var antagelsen at alle Euro 3 busser og 50% af Euro 2 busser ville få eftermonteret partikelfiltre, og øvrige busser ville blive erstattet af nyere busser (Euro 5 eller nyere). Det blev antaget, at alle Euro 3 lastbiler ville få eftermonteret partikelfiltre, og ældre lastbiler ville blive erstattet af nyere lastbiler (Euro 5 eller nyere). Nummerpladeanalysen bekræfter i store træk de generelle tendenser og størrelsesforhold for udvikling i bilparken, som blev opstillet for implementering af miljøzonen og dens betydning for fordelingen af euroklasser for tunge køretøjer.

På baggrund af erfaringer med nummerpladedata og kobling til motorregisteret er der opnået ny viden om aldersfordeling for både tunge køretøjer, der er omfattet af miljøzonestregninger, og for person- og varebiler. På den baggrund er der opstillet nye forudsætninger for, hvordan miljøzonekravene påvirker hele bilparken for hhv. 2010, 2015 og 2020. Disse forudsætninger anvendes i de reviderede beregninger af effekten af miljøzonekravenes betydning for luftkvaliteten.

Erfaringerne med videoregistrering af nummerplader og kobling til motorregisteret viser et stærkt potentiale for denne metode til forbedring af grundlaget for bestemmelse af trafikens emissionsforhold. Metoden kunne blive endnu bedre, hvis oplysninger om fx emissionsklasse og eftermontering af partikelfiltre var mere komplette i motorregisteret.

#### **Evaluering af modelberegninger i forhold til målinger**

Der er foretaget en sammenligning af modelberegninger og målinger på gade- og bybaggrundsstationer i 2010 i miljøzonebyerne for at belyse usikkerheden på det anvendte modelsystem og inputdata.

Sammenligningen viser, at der er god overensstemmelse mellem målte og beregnede niveauer for  $PM_{2.5}$  og  $PM_{10}$  i regional baggrund (efter opskalering af undervurderede niveauer), og bybaggrunds-niveauerne ligger inden for minus 4% til plus 10%, hvis der ses bort fra Aalborg, hvor bybaggrundsstationen formodes at være påvirket af byggeri ved havnefronten. Gadekoncentrationerne af  $PM_{2.5}$  og  $PM_{10}$  ligger inden for minus 7% til plus 11%, hvis der igen ses bort fra Aalborg.

Sammenligningen for  $NO_2$  viser, at beregnede bybaggrunds-koncentrationer ligger inden for -21% til 19% af målingerne på bybaggrundsstationerne i miljøzonebyerne med et gennemsnit tæt på



nul. Beregninger af gadekoncentrationer afviger med -16% til 12% for gadestationerne i miljøzonebyerne, hvor der her er en mere systematisk undervurdering af modelsystemet, idet fire ud af fem gader har undervurdering af NO<sub>2</sub>. Det er derfor mere sandsynligt, at modelsystemet vil undervurdere NO<sub>2</sub> koncentrationerne end overestimere. Der ses endvidere en systematisk undervurdering af NO<sub>x</sub>, som igen kunne tyde på at trafikemissionerne er undervurderet.

#### **Beregningernes følsomhed ved forskellige antagelser om input**

Der er gennemført en analyse af modelresultater under forskellige forudsætninger for H.C. Andersens Boulevard i 2015 for at belyse følsomheden af resultaterne ved forskellige antagelser om inputdata. På H.C. Andersens Boulevard er der en fast målestation. Analysen bygger på beregninger, som er gennemført inden for de sidste par år i forskellige sammenhænge.

For NO<sub>2</sub> viser beregningerne et spænd fra lige over 40 µg/m<sup>3</sup> til lige over 46 µg/m<sup>3</sup> afhængig af forudsætningerne. Den seneste vurdering af NO<sub>2</sub> koncentrationen i 2015 på H.C. Andersens Boulevard er 40,45 µg/m<sup>3</sup> dvs. lige under grænseværdien. En overskridelse registreres, når koncentrationen overskrider 40,5 µg/m<sup>3</sup>. Denne vurdering indeholder de seneste forudsætninger, som DMU vurderer som de mest sandsynlige ud fra det eksisterende videngrundlag.

#### **Modelberegninger for udvalgte gader i miljøzonebyerne**

Effekten af miljøzonekravene for partikelemissionen er særskilt vurderet for H.C. Andersens Boulevard i 2010, 2015 og 2020. Partikeludstødningen fra den tunge trafik reduceres i 2010 med 60% som en kombinationseffekt af miljøzonekravene i 2010 og generelle miljøkrav til busser i København. Reduktionen er omtrent ligeligt fordelt på lastbiler og busser. Reduktionen for busser er ikke kun styret af miljøzonekrav, da der i udbud af busdrift i København generelt stilles minimumskrav til emissionsstandarder og yderligere incitamenter til at benytte nyere emissionsstandarder. En del af den forbedring af luftkvaliteten, som er beregnet, ville således være opnået alligevel som følge af miljøkrav i forbindelse med busdrift. Det er imidlertid ikke muligt ud fra det foreliggende grundlag at adskille effekten af miljøzoner og miljøkrav til busser.

Reduktionen i partikelemissionen er et resultat af, at nogle Euro 3 og ældre køretøjer får partikelfilter og at nogle bliver udskiftet til nyere Euro 5 køretøjer, som også har lavere partikelemission. Reduktionen i udstødningen er 16% i forhold til udstødningen fra alle køretøjskategorier for H.C. Andersens Boulevard i 2010. Den samlede reduktion i emissionen af PM<sub>10</sub> (udstødning og ikke-udstødning) og for PM<sub>2.5</sub> (udstødning og ikke-udstødning) er hhv. 4% og 8%. Reduktionen er mindre for PM<sub>10</sub> end for PM<sub>2.5</sub>, fordi udstødningsdelen udgør en mindre del af den samlede emission (udstødning og ikke-udstødning). Ikke-udstødning omfatter vej-, dæk- og bremseslid og ophvirvling af dette støv. Reduktionerne er noget mindre end i Midtvejsrapporten, da der er forskellige antagelser om bilpark, emissionsfaktorer og trafikdata.

Den gennemsnitlige effekt for luftkvaliteten af PM<sub>2.5</sub> og PM<sub>10</sub> er omkring 0,2 µg/m<sup>3</sup> for alle gaderne i alle miljøzonebyerne i 2010, og den

maksimale effekt er op til  $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dette svarer til en gennemsnitlig reduktion i gadekoncentrationen af  $\text{PM}_{2,5}$  på 1,5% og på 1% for  $\text{PM}_{10}$ . Grunden til, at reduktionen er lidt større for  $\text{PM}_{2,5}$  end for  $\text{PM}_{10}$ , er at ikke-udstødning udgør en mindre del af den samlede partikelemission for  $\text{PM}_{2,5}$  i forhold til  $\text{PM}_{10}$ . Grunden til, at den procentvise reduktion i gadekoncentrationen er mindre end den procentvise reduktion i partikelemissionen er, at der er et stort regionalt koncentrationsbidrag til partikkelkoncentrationen i byerne. Ovenstående effekter er mindre end estimeret i Midtvejsrapporten. Det skyldes, at antagelserne i Midtvejsrapporten havde relativt flere ældre køretøjer og højere emissionsfaktorer end i de opdaterede forudsætninger, og at der også er ændringer i antagelserne om bilparkens sammensætning samt i trafikken. Den gennemsnitlige effekt i 2015 er kun omkring  $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og endnu mindre i 2020.

Selvom miljøzonekravene ikke er målrettet reduktion af  $\text{NO}_x$  emission har de alligevel en reducerende effekt for  $\text{NO}_x$  emissionen. For H.C. Andersens Boulevard reduceres  $\text{NO}_x$  emissionen med omkring 17% for mindre lastbiler (<32t) og 8% for store lastbiler (>32t) samt 40% for busser som følge af miljøzonekravene i 2010 pga. skift fra ældre til nyere tunge køretøjer (lastbiler og busser). Samlet reduceres  $\text{NO}_x$  emissionen med 25% for de tunge køretøjer. Den samlede reduktion i  $\text{NO}_x$  emissionen er 8% for alle køretøjsgrupper under ét. Dette er lidt lavere end skønnet i Midtvejsrapporten. Reduktionen på 40% i  $\text{NO}_x$  emissionen for busser er ikke kun styret af miljøzonekrav, men også af udbudskrav til busdrift, som beskrevet ovenfor.

Gader med målestationer indgår som en del af de udvalgte gader i miljøzonebyerne. Den beregnede reduktion i  $\text{NO}_2$  koncentrationen er omkring  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for H.C. Andersens Boulevard og Jagtvej i København,  $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for Banegårdsvej i Aarhus,  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for Albanigade i Odense, og  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for Vesterbro i Aalborg. Den procentvise effekt af miljøzonerne i 2010 er reduktioner på hhv. 4% for HCAB og 3% for Jagtvej i København, 11% for Banegårdsvej i Aarhus, 4% for Albanigade i Odense og 7% for Vesterbro i Aalborg. Forskellene skyldes primært forskellige andele af tung trafik, som er den del af trafikken, der påvirkes af miljøzonereglerne. Forskellene mellem uden og med miljøzone mindskes i 2015 til  $1-2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og er tæt på nul i 2020.

Miljøzonens effekt svarer til at fremskynde Euronormer til ikrafttræden nogle år tidligere end ellers. Effekten af miljøzonen ebber derfor ud med årene. Der er stadigvæk en mindre effekt af miljøzonen i 2015, men i 2020 er der kun marginal forskel på situationen uden miljøzone og situationen med miljøzone.

## Projektræsultater

Der er foretaget en effektvurdering af miljøzonekravene for luftkvaliteten ud fra modelberegninger for 138 trafikerede gader i København og på Frederiksberg, 55 gader i Aarhus, 40 gader i Odense og 31 gader i Aalborg for partikler ( $\text{PM}_{2,5}$  og  $\text{PM}_{10}$ ) og  $\text{NO}_2$ .

Effekten af miljøzonerne er opsummeret i Tabel 1 for NO<sub>2</sub>. I København reducerer miljøzonen antallet af overskridelser af NO<sub>2</sub> grænseværdien fra 47 til 29 overskridelser i 2010 ud af de 138 udvalgte gader. I Aarhus reduceres antallet af overskridelser fra 20 til 11 ud af de 55 udvalgte gader og i Odense fra 1 til 0 overskridelser ud af 40 udvalgte gader, mens der ikke er overskridelser i Aalborg. Samlet bliver antallet af overskridelser reduceret fra 68 til 40 i 2010 ud af de i alt 264 gadestrækninger i miljøzonebyerne.

I 2015 reducerer miljøzonen antallet af overskridelser fra 8 til 6 overskridelser i København og fra 2 til 0 i Aarhus, mens Odense og Aalborg ikke har overskridelser. Disse beregninger inkluderer miljøzonekravene og nye krav om grønne taxier. Der er ingen overskridelser i 2020.

Estimering af antallet af overskridelser er behæftet med en betydelig usikkerhed pga. usikkerhed i modelsystem og inputdata.

I forhold til Midtvejsrapporten beregnes der færre overskridelser i 2010 og 2015, da opdatering af bilpark og emissionsdatabasen samt antagelser om konstant trafik giver lidt lavere emission.

**Tabel 1.** Antallet af overskridelser af grænseværdien for NO<sub>2</sub> samt gns., max. og min. NO<sub>2</sub> koncentrationer i 2010, 2015 og 2020 hhv. uden og med miljøzone.

		NO <sub>2</sub> gns. (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> max. (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> min. (µg/m <sup>3</sup> )	Antal Overskridelser <sup>1</sup>
<b>København</b>	<b>138 gader</b>				
	Uden miljøzone 2010	38	66	19	47
	Med miljøzone 2010	36	63	19	29
	Uden miljøzone 2015	31	54	15	8
	Med miljøzone 2015	30	53	15	6
	Uden miljøzone 2020	21	35	12	0
	Med miljøzone 2020	21	35	12	0
<b>Aalborg</b>	<b>31 gader</b>				
	Uden miljøzone 2010	31	39	19	0
	Med miljøzone 2010	30	37	18	0
	Uden miljøzone 2015	24	30	15	0
	Med miljøzone 2015	24	30	15	0
	Uden miljøzone 2020	16	20	11	0
	Med miljøzone 2020	16	20	11	0
<b>Aarhus</b>	<b>55 gader</b>				
	Uden miljøzone 2010	34	52	16	20
	Med miljøzone 2010	32	49	16	11
	Uden miljøzone 2015	27	41	14	2
	Med miljøzone 2015	27	40	14	0
	Uden miljøzone 2020	19	27	10	0
	Med miljøzone 2020	18	27	10	0
<b>Odense</b>	<b>40 gader</b>				
	Uden miljøzone 2010	27	43	15	1
	Med miljøzone 2010	26	40	15	0
	Uden miljøzone 2015	22	34	13	0
	Med miljøzone 2015	21	33	13	0
	Uden miljøzone 2020	16	24	11	0
	Med miljøzone 2020	16	24	11	0

<sup>1</sup> Antal overskridelser af NO<sub>2</sub> grænseværdi på 40 µg/m<sup>3</sup> er opgjort som overskridelser over 40,5 µg/m<sup>3</sup>.

Der er ikke beregnet overskridelser af grænseværdierne for PM<sub>2.5</sub> (25 µg/m<sup>3</sup> i 2015) og PM<sub>10</sub> (40 µg/m<sup>3</sup> i 2005), se Tabel 2.



**Table 2.** Modellerede koncentrationer af PM<sub>2.5</sub> og PM<sub>10</sub> i 2010, 2015 og 2020 hhv. uden og med miljøzone.

		PM <sub>2.5</sub> gns. (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2.5</sub> max. (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> gns. (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> max. (µg/m <sup>3</sup> )
<b>København</b>	<b>138 gader</b>				
	Uden miljøzone 2010	18,1	22,1	27,1	35,1
	Med miljøzone 2010	17,9	21,5	26,8	34,5
	Uden miljøzone 2015	17,7	20,9	26,6	33,9
	Med miljøzone 2015	17,6	20,7	26,5	33,7
	Uden miljøzone 2020	17,3	19,9	26,2	32,8
	Med miljøzone 2020	17,3	19,8	26,2	32,8
<b>Aalborg</b>	<b>31 gader</b>				
	Uden miljøzone 2010	13,3	14,3	22,4	24,6
	Med miljøzone 2010	13,0	14,0	22,1	24,3
	Uden miljøzone 2015	12,9	13,8	22,1	24,1
	Med miljøzone 2015	12,8	13,7	22,0	24,0
	Uden miljøzone 2020	12,7	13,4	21,8	23,7
	Med miljøzone 2020	12,7	13,4	21,8	23,7
<b>Aarhus</b>	<b>55 gader</b>				
	Uden miljøzone 2010	15,5	18,0	23,6	28,6
	Med miljøzone 2010	15,2	17,2	23,3	27,9
	Uden miljøzone 2015	15,0	17,0	23,2	27,7
	Med miljøzone 2015	14,9	16,7	23,1	27,4
	Uden miljøzone 2020	14,7	16,2	22,9	26,9
	Med miljøzone 2020	14,7	16,1	22,8	26,8
<b>Odense</b>	<b>40 gader</b>				
	Uden miljøzone 2010	16,5	18,3	25,0	28,4
	Med miljøzone 2010	16,3	17,9	24,8	28,1
	Uden miljøzone 2015	16,2	17,7	24,7	27,9
	Med miljøzone 2015	16,2	17,6	24,7	27,8
	Uden miljøzone 2020	16,0	17,3	24,5	27,5
	Med miljøzone 2020	16,0	17,3	24,5	27,5

# Summary in English

## Background and Purpose

The purpose of establishing the low emission zones is to improve the health of citizens in the largest cities in Denmark by reducing air pollution from particulates. The low emission zone Act requires trucks and buses in a low emission zone to be equipped with particle filters. The requirements apply to trucks and buses that per September 1, 2008 only meet the Euro 2 emission standard (or older standards) and the requirements were tightened further per July 1, 2010 to include the Euro 3 emission standard. The Municipality of Copenhagen and the Municipality of Frederiksberg introduced a common low emission zone from September 1, 2008, Municipality of Aalborg from February 1, 2009, Municipality of Odense from July 1, 2010 and Municipality of Aarhus from September 1, 2010. The National Environmental Research Institute (NERI), Aarhus University has been responsible for conducting an evaluation of the effects on air quality of the low emission zones financed by the Danish Environmental Protection Agency. A Mid-term report has been published in 2010 (Jensen et al. 2010), which focused on assessing the effect on air quality of the low emission zones in Copenhagen and Frederiksberg, that were the first municipalities to implement the low emission zone requirements. In the present final report, the effects on air quality are re-evaluated for Copenhagen in light of updated vehicle fleet and traffic information and emission assumptions, and new assessments are carried out for Aarhus, Odense and Aalborg.

## Methodology

### **Effect Assessment based on measurements from H.C. Andersens Boulevard**

An analysis of measurements of air quality at H.C. Andersens Boulevard in Copenhagen before and after introduction of the low emission zone has been carried out. The analysis is based on extensive measurements from the Particle Project with the aim to isolate the effect of the low emission zone. H.C. Andersens Boulevard is one of the busiest streets in Copenhagen and the Particle Project has carried out measurements of different parameters for particulate matter at H.C. Andersens Boulevard and at an urban background location and a regional background. The idea of the study is to compare an observed reduction in the difference between street and urban background concentrations (street contribution) with a modelled emission change calculated with the emission module of the OSPM model without including the impact of the low emission zone. If the observed concentration change of the street contribution is greater than the modelled emission change then this difference is an indication of an effect of the low emission zone on air quality.

### **The effects of the low emission zone on composition of the car fleet based on license plate information coupled to the Motor Registry**

For the evaluation of effects of the low emission zones in the Mid-term report, assumptions were established on how the fleet of heavy-duty

vehicles most likely would respond to the low emission zone requirements. How many heavy-duty vehicles would be equipped with particle filters? and how many would be replaced with newer emission standards due to the low emission zone? These assumptions are crucial for estimation of the effects for emissions and air quality. One of the ways in which these assumptions can be tested is through registration of license plates coupled to the Motor Registry. Video recording of license plates at the street of Åboulevard in Copenhagen was carried out for long periods in 2008 and 2010, and these license plate data is coupled to the Motor Registry. The Motor Registry includes data which makes it possible to determine the emission category (Euro emission standard) of each vehicle. The main purpose of recording of license plates was to evaluate the assumptions that NERI has to set up in order to calculate the effect of low emission zones for air quality.

#### **Comparison of modelled and observed concentrations**

Comparison of modelled and observed concentrations for 2010 for four urban background monitor stations and five street monitor stations under the Danish Air Quality Monitoring Program (NOVANA) was carried out in order to illustrate the uncertainty in the subsequent model calculations on selected streets in the low emission zones.

#### **Sensitivity analysis of impacts of different input assumptions on predicted concentrations**

An analysis of model results under different input assumptions for H.C. Andersens Boulevard in 2015 has been conducted to illustrate the sensitivity of different input assumptions on predicted concentrations.

#### **Modelled concentrations at selected streets in the low emission zones**

Model calculations have been performed for 138 busy streets in Copenhagen and Frederiksberg, 55 streets in Aarhus, 40 streets in Odense, and 31 streets in Aalborg. Calculations are carried out without and with the low emission zone requirements in 2010, 2015 and 2020.

#### **Applied air quality model system**

Air quality calculations have been carried out with an inter-linked model system consisting of a regional long-range transport model (DEHM), an urban background model (UBM) and a street air quality model (OSPM) and associated meteorological and emission data. The AirGIS system has been used to automatically generate street geometry and traffic input to the OSPM model based on digital maps for roads and buildings, enabling efficient calculations for many locations.

Modelled meteorological data from the meteorological model MM5 is applied, and emission data for the DEHM model is based on a number of European and global emission inventories.

Emissions for the UBM model are based on a new emission database (SPREAD) developed by NERI which makes a geographical distribution of national emissions on a 1km x 1km grid. The database includes emissions from all sources (traffic, industry, energy, etc.) whereas previous assessments were based solely on traffic sources.

Traffic emissions at street level are calculated by the emission module of the OSPM model which is based on the EU COPERT 4 emission model.

The emission model requires information about the car fleet and its distribution by vehicle category, fuel type and emission standards. The latest updated version of the COPERT 4 model is implemented, and provides a further breakdown of the emission categories into weight sizes for buses and trucks compared to former versions. The municipalities of the low emission zones have provided updated traffic data for Copenhagen and Frederiksberg and new traffic data for Aarhus, Odense and Aalborg. Traffic data includes Average Daily Traffic (ADT), vehicle composition (passenger cars, vans, trucks and buses), and travel speeds.

## **Main conclusions**

### **Assessments based on measurements on H.C. Andersens Boulevard**

In the analysis of measurements, the reduction in EC (elemental carbon), benzo(a)pyrene (PAHs), PM<sub>2.5</sub>, N (number of particles), NO<sub>x</sub>, CO, benzene and toluene was calculated by linear regression analysis over a three-year period from 2008 to 2010. To isolate the effect of the low emission zone based on analysis of measurements is technically a difficult task. Small concentration changes have to be assessed over a relatively short time period of three years that is affected by factors like meteorology, uncertainty of measurements and data analysis, and an overall reduction in emissions resulting from the continuous renewal of the car fleet. Under these reservations, the introduction of the low emission zone is assessed to have reduced the PM<sub>2.5</sub> street contribution at H.C. Andersens Boulevard by about 0.7 µg/m<sup>3</sup> during the period January 2, 2008 to December 15, 2010. For comparison, the street concentration is about 14.3 µg/m<sup>3</sup> and the street contribution is about 5.8 µg/m<sup>3</sup> in the beginning of 2008. PM<sub>2.5</sub> is measured with the TEOM method and the street concentrations are therefore about 30% lower than the true concentrations. The observed reduction in PM<sub>2.5</sub> is further supported by the fact that related parameters like EC, PAH and particle number also are reduced.

### **The impacts of the low emission zone on the car fleet based on license plate information coupled to the Motor Registry**

In assessing the impacts of low emission zones, it is of particular interest to know how the low emission zone affects the emission classes of the car fleet and the number of heavy-duty vehicles with retrofitted particle filters. Although the Motor Registry in principle should include this information, it turns out that the information is not consistently recorded. For example, the emission class is only registered in 2% of all cases, 5% for passenger cars and vans, 65% for buses and 97% for trucks. Therefore, it has been necessary to group the registered vehicles into emission classes based on information about the registration date of the vehicle and start and end dates of the different emission standards.

Analysis of the subset of vehicles that were registered by emission class in the Motor Registry shows that in most cases there was a match between the registration date of the vehicle and the assumed Euro class, but it was also clear that there are some registrations where the registration date was before the entry date of the Euro class. This indicates that a new emission standard is sold before it becomes



mandatory. It is not possible from the available data to include this effect in the description of the car fleet.

In the Mid-term report, the impacts of the low emission zone were established based on assumptions of how the vehicle fleet for the heavy-duty vehicles was likely to respond to the requirements of the low emission zone. Based on the new license plate information it is now possible to test these assumptions. For buses it was assumed that all Euro 3 buses and 50% of the Euro 2 buses would be retrofitted with particle filters and other buses would be replaced by newer buses with the Euro 5 or later.) For trucks it was assumed that all Euro 3 trucks would be retrofitted with particle filters and older trucks would be replaced by newer vehicles (Euro 5 or later). The analysis of the license plate information broadly confirmed these assumptions.

Based on the new information from the recorded license plates and information from the Motor Registry new assumptions for the vehicle fleet with and without the low emission zone was established for 2010, 2015 and 2020. These new assumptions are used in the revised calculations of the effect of the low emission zone on air quality.

#### **Comparison of modelled and observed concentrations**

A comparison of modelled annual concentrations of PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> and NO<sub>2</sub> and measurements was carried out at street and urban background monitor stations in 2010 for the cities with the low emission zones to illustrate the uncertainty of the applied model system and input data.

The comparison shows that there is a good agreement between calculated and measured levels of PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> in the regional background (after up-scaling of underestimated regional levels), and modelled urban background concentrations are within -4% to 10% of observed concentrations disregarding Aalborg where measured urban background concentrations are likely to be affected by temporary construction at the harbour front. Street concentrations of PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> are within -7% and 11%, again disregarding Aalborg.

The comparison for NO<sub>2</sub> shows that calculated urban background concentrations are within -21% to 19% of the measurements at urban background stations with an average close to zero. Calculations of street concentrations differ between -16% and 12% with a more systematic underestimation by the model system, since four out of five streets have underestimation of NO<sub>2</sub>. Therefore, it is more likely that the model system will underestimate NO<sub>2</sub> concentrations than overestimate. There is a systematic underestimation of NO<sub>x</sub> which suggest that traffic emissions are underestimated.

#### **Sensitivity analysis of the impacts of different input assumptions on predicted concentrations**

An analysis of model results under different input assumptions for H.C. Andersens Boulevard in 2015 has been conducted to illustrate the sensitivity of different input assumptions on predicted concentrations. The analysis is based on calculations carried out within the last few years in different projects. The calculations show a range of NO<sub>2</sub> concentrations from about 40 µg/m<sup>3</sup> to 46 µg/m<sup>3</sup> depending on the assumptions. The latest assessment of annual NO<sub>2</sub> concentration in 2015

for H.C. Andersens Boulevard is  $40.45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  which is just below the threshold value which must exceed  $40.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  to be recorded as an exceedance. This assessment includes the latest assumptions for the vehicle fleet, emission factors and traffic and is the most likely based of the existing knowledge.

#### **Modelled concentrations at selected streets in the low emission zones**

Effects of the low emission zone on particle emissions were assessed for H.C. Andersens Boulevard in 2010, 2015 and 2020. Tail-pipe emissions from heavy-duty vehicles were reduced by 60% in 2010 due to a combination of the low emission zone in 2010 and environmental requirements to public bus service. This is a result of some Euro 3 and older vehicles being retrofitted with particle filters and some being replaced with newer Euro 5 vehicles which have lower emission standards. The reduction in exhaust emissions are 16% compared to total emissions from all vehicle categories. The total reduction in emission of  $\text{PM}_{10}$  (exhaust and non-exhaust) and  $\text{PM}_{2.5}$  (exhaust and non-exhaust) are 4% and 8%, respectively. The reduction is less for  $\text{PM}_{10}$  compared to  $\text{PM}_{2.5}$  since exhaust emissions for  $\text{PM}_{10}$  constitutes a smaller proportion of the total emission (exhaust and non-exhaust). Non-exhaust includes road, tire and brake wear and re-suspension of particles. The reductions are smaller than predicted in the Mid-term report due to different assumptions about the vehicle fleet, emission factors and traffic data.

The average effect on air quality of  $\text{PM}_{2.5}$  and  $\text{PM}_{10}$  are about  $0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for all streets in all the cities with low emission zones in 2010, and the maximum effect is up to  $0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . The average reduction in street concentrations of  $\text{PM}_{2.5}$  is equivalent to 1.5% and 1% for  $\text{PM}_{10}$ . The reason why the reduction is larger for  $\text{PM}_{2.5}$  compared to  $\text{PM}_{10}$  is due to the fact that none-exhaust emission is a smaller fraction of total particulate emissions for  $\text{PM}_{2.5}$  compared to  $\text{PM}_{10}$ . These estimates are lower than estimated in the Mid-term report since assumptions of the Mid-term report had relatively older vehicles and higher emission factors in the vehicle fleet than in the updated version, and the assumptions about the car fleet and traffic are also different.

The average effect in 2015 is only about  $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  and even less in 2020. This is expected as the low emission zone corresponds to an earlier introduction of Euro standards for heavy-duty vehicles than otherwise would have taken place and this effect will level off in time.

Although reduction of  $\text{NO}_x$  emissions is not the primary objective of the low emission zone, these emissions are reduced due to a shift in emission classes of the heavy-duty vehicles. For H.C. Andersens Boulevard,  $\text{NO}_x$  emissions are reduced by about 17% for smaller trucks (<32t), 8% for larger trucks (>32t) and 40% for buses due to the low emission zone in 2010 due to a shift from older to newer trucks and buses. Total  $\text{NO}_x$  emission from heavy-duty vehicles is reduced by 25%. The total reduction in  $\text{NO}_x$  emissions is 8% when considering all vehicle categories. This is slightly lower than estimated in the Mid-term report due to the same reasons as stated for particle emissions. The reduction of  $\text{NO}_x$  emissions of 40% for buses is not only driven by the requirements of the low emission zone but also environmental requirements to urban bus services as part of public procurement. These may be minimum requirements for emission standards and additional incentives to use

newer emission standards. It is not possible to separate the impact of the low emission zone requirements and the environmental requirements to bus services based on the existing data collected.

The effects of the low emission zone for NO<sub>2</sub> concentrations were assessed for all the streets where air quality monitoring is carried out. The reduction was about 1 µg/m<sup>3</sup> for H.C. Andersens Boulevard and Jagtvej in Copenhagen, 4 µg/m<sup>3</sup> for Banegårdsvej in Aarhus, 2 µg/m<sup>3</sup> for Albanigade in Odense, and 3 µg/m<sup>3</sup> for Vesterbro in Aalborg. The percentage effect of the low emission zones in 2010 are reductions of 4% for H.C. Andersens Boulevard and 3% for Jagtvej in Copenhagen, 11% for Banegårdsvej in Aarhus, 4% for Albanigade in Odense, and 7% for Vesterbro in Aalborg. Differences are primarily due to different shares of heavy-duty vehicles.

The differences between with and without low emission zone is reduced to 1-2 µg/m<sup>3</sup> in 2015 and close to zero in 2020 for NO<sub>2</sub> concentrations. The effect of a low emission zone corresponds to an accelerated introduction of newer Euro emission standards than otherwise would be the case. This effect diminishes in time. There is still a minor effect of the low emission zone in 2015 but in 2020 there is only a marginal difference between without and with the low emission zone.

## **Project Results**

An impact assessment of the low emission zone on for air quality has been carried out based on model calculations for 138 busy streets in the cities of Copenhagen and Frederiksberg, 55 streets in Aarhus, 40 streets in Odense, and 31 streets in Aalborg.

The effects of the low emission zones are summarized in Table 1 for NO<sub>2</sub>. In Copenhagen the low emission zone reduces the number of exceedances of the NO<sub>2</sub> limit value from 47 to 29 in 2010 out of 138 selected streets. In Aarhus the low emission zone reduces the number of exceedances from 20 to 11 out of 55 selected streets and in Odense from 1 to 0 exceedances out of 40 selected streets, and none exceedances are seen in Aalborg.

In 2015 the low emission zone reduces the number of exceedances from 8 to 6 and from 2 to 0 in Aarhus while there are no exceedances in Odense and Aalborg. These calculations include the effects of the low emission zone and also new regulation of taxis that requires all new taxis in 2011 to comply with the Euro 6 emission standard. There are no exceedances in 2020.

Estimation of the number of exceedances is subject to considerable uncertainty due to uncertainty in the model system and input data.

Compared to the Mid-term report, fewer exceedances are calculated in 2010 and 2015 due to the updated information about the vehicle fleet, emission factors, and traffic data, and further the assumption about constant traffic that all in all give slightly lower emissions.

**Table 1.** Number of exceedances of the limit value of NO<sub>2</sub>, and average, maximum and minimum modelled NO<sub>2</sub> concentrations in 2010, 2015 and 2020 without and with the low emission zone (LEZ).

		NO <sub>2</sub> ave. (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> max. (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> min. (µg/m <sup>3</sup> )	Number of Exceedances <sup>1</sup>
<b>Copenhagen</b>	<b>138 streets</b>				
	Reference 2010	38	66	19	47
	LEZ 2010	36	63	19	29
	Reference 2015	31	54	15	8
	LEZ 2015	30	53	15	6
	Reference 2020	21	35	12	0
	LEZ 2020	21	35	12	0
<b>Aalborg</b>	<b>31 streets</b>				
	Reference 2010	31	39	19	0
	LEZ 2010	30	37	18	0
	Reference 2015	24	30	15	0
	LEZ 2015	24	30	15	0
	Reference 2020	16	20	11	0
	LEZ 2020	16	20	11	0
<b>Aarhus</b>	<b>55 streets</b>				
	Reference 2010	34	52	16	20
	LEZ 2010	32	49	16	11
	Reference 2015	27	41	14	2
	LEZ 2015	27	40	14	0
	Reference 2020	19	27	10	0
	LEZ 2020	18	27	10	0
<b>Odense</b>	<b>40 streets</b>				
	Reference 2010	27	43	15	1
	LEZ 2010	26	40	15	0
	Reference 2015	22	34	13	0
	LEZ 2015	21	33	13	0
	Reference 2020	16	24	11	0
	LEZ 2020	16	24	11	0

<sup>1</sup> Number of exceedances of NO<sub>2</sub> limit value of 40 µg/m<sup>3</sup> counted as exceedances of the value 40.5 µg/m<sup>3</sup>.  
‘Reference’ is without LEZ requirements.

There are not calculated any exceedances of the air quality limit values for PM<sub>2.5</sub> (25 µg/m<sup>3</sup> in 2015) and PM<sub>10</sub> (40 µg/m<sup>3</sup> in 2005), see Table 2.

**Table 2.** Modelled concentrations of PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> in 2010, 2015 and 2020 without and with low emission zones (LEZ).

		PM <sub>2.5</sub> ave. (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2.5</sub> max. (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> ave. (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> max. (µg/m <sup>3</sup> )
<b>Copenhagen</b>	<b>138 streets</b>				
	Reference 2010	18.1	22.1	27.1	35.1
	LEZ 2010	17.9	21.5	26.8	34.5
	Reference 2015	17.7	20.9	26.6	33.9
	LEZ 2015	17.6	20.7	26.5	33.7
	Reference 2020	17.3	19.9	26.2	32.8
	LEZ 2020	17.3	19.8	26.2	32.8
<b>Aalborg</b>	<b>31 streets</b>				
	Reference 2010	13.3	14.3	22.4	24.6
	LEZ 2010	13.0	14.0	22.1	24.3
	Reference 2015	12.9	13.8	22.1	24.1
	LEZ 2015	12.8	13.7	22.0	24.0
	Reference 2020	12.7	13.4	21.8	23.7
	LEZ 2020	12.7	13.4	21.8	23.7
<b>Aarhus</b>	<b>55 streets</b>				
	Reference 2010	15.5	18.0	23.6	28.6
	LEZ 2010	15.2	17.2	23.3	27.9
	Reference 2015	15.0	17.0	23.2	27.7
	LEZ 2015	14.9	16.7	23.1	27.4
	Reference 2020	14.7	16.2	22.9	26.9
	LEZ 2020	14.7	16.1	22.8	26.8
<b>Odense</b>	<b>40 streets</b>				
	Reference 2010	16.5	18.3	25.0	28.4
	LEZ 2010	16.3	17.9	24.8	28.1
	Reference 2015	16.2	17.7	24.7	27.9
	LEZ 2015	16.2	17.6	24.7	27.8
	Reference 2020	16.0	17.3	24.5	27.5
	LEZ 2020	16.0	17.3	24.5	27.5

# 1 Miljøzoner

I dette kapitel redegøres der kort for indholdet i miljøzonenloven og for, hvordan de 5 bykommuner har implementeret kravene.

## 1.1 Miljøzonenloven

Der blev med en ændring af Miljøbeskyttelsesloven den 20. december 2006 (Folketinget 2006) indført mulighed for at kommunerne kunne lave miljøzoner med miljøkrav (herefter kaldet miljøzonenloven).

Formålet med etablering af en miljøzone er at forbedre sundheden for borgerne i de største byer ved at reducere luftforureningen med partikler. Miljøzonerne fokuserer på de områder, som relativt set har den største belastning fra trafikken, og hvor flest mennesker bliver udsat for luftforureningen, fordi der bor og færdes mange mennesker i området.

### **Miljøzoner i 5 bykommuner**

Loven giver mulighed for, at kommunalbestyrelserne i de 5 største kommuner kan indføre miljøzoner. De kommuner som er omfattet af loven, er København, Frederiksberg, Aarhus, Odense og Aalborg.

En miljøzone er et større sammenhængende byområde inden for en kommune, hvor miljøzonekravene er gældende. Miljøzonens geografiske udstrækning kan maksimalt være hele kommunen. En vej langs med en miljøzone, som afgrænser denne, er ikke omfattet af miljøzonekravene. Der er endvidere mulighed for at definere en transitroute igennem eller ind i en miljøzone, hvor kravene ikke gælder fx for at sikre international transport.

Afgrænsning af miljøzonen skal være markeret med tydelig skiltning (figur 1.1).



Figur 1.1. Miljøzonestilt ved indkørsel til miljøzone

### Miljøzonekravene

Kravene i en miljøzone omfatter indenlandske og udenlandske diesellastbiler og busser over 3,5 tons, som kører i miljøzonen. Udenlandske køretøjer skal opfylde miljøzonekravene, men skal ikke have miljøzonestilt.

Miljøzonekravene blev indført i to trin.

- 1) Efter den 1. juli 2008 skal der på lastbiler og busser være monteret et effektivt partikelfilter medmindre køretøjet opfylder udstødningsnormerne for Euro 3. Dvs. alle lastbiler og busser som opfylder udstødningsnormerne for Euro 2 eller ældre er omfattet, mens lastbiler og busser der opfylder Euro 3, 4 og 5 ikke er omfattet.
- 2) Efter den 1. juli 2010 skal der på lastbiler og busser være monteret et effektivt partikelfilter medmindre køretøjet opfylder udstødningsnormerne for Euro 4 eller 5. Dvs. alle lastbiler og busser som opfylder udstødningsnormerne for Euro 3 eller ældre er omfattet, mens lastbiler og busser der opfylder Euro 4 og 5 ikke er omfattet.

Kommunalbestyrelsen skal offentliggøre afgørelser om etablering, udvidelse, indskrænkning eller ophævelse af en miljøzone. Der skal gå mindst 14 måneder fra offentliggørelsen til det tidspunkt, hvor miljøzonen har virkning.

En række tunge køretøjer er ikke omfattet af miljøzonekravene. Det gælder for køretøjer, der benyttes af forsvaret, politiet, redningsberedskabet eller lignende nødtjenester, såfremt disse køretøjer sædvanligvis ikke kører i en miljøzone, og der er opstået et ekstraordinært behov for anvendelse af køretøjet i en miljøzone eller køretøjet her anvendes ved øvelsesvirksomhed. Kravene gælder heller ikke for køretøjer, der er registreret i Danmark eller udlandet til veterankørsel og som er mere end 30 år gamle. Dokumentation herfor skal foreligge.

Der er mulighed for at søge om dispensation for miljøzonekravene, hvilket gives af Miljøstyrelsen. Der gælder en række særlige krav for at kunne få dispensation, som er beskrevet i bekendtgørelsen. Køretøjer med dispensation har et særligt dispensationsmiljøzonenmærke.

Loven giver mulighed for, at Miljøministeren kan fastsætte miljøzonekrav for varebiler i miljøzoner, hvilket dog endnu ikke er udmøntet.

#### **Miljøzonenmærke**

Bekendtgørelsen fastsætter endvidere regler om at lastbiler og busser skal være forsynet med et miljøzonenmærke i forruden.

Der findes tre typer miljøzonenmærker:

- Det grønne mærke gives til køretøjer, der har et lavt udslip af partikler - dvs. køretøjer med principgodkendt partikelfilter, Euro 4 eller bedre.
- Det hvid-grønne mærke gælder for køretøjer med Euro 3 motor indtil 1. juli 2010 og er nu udgået.
- Det røde mærke viser, at køretøjet har dispensation til at køre i miljøzonen uden partikelfilter. Denne dispensation skal søges hos Miljøstyrelsen.



Figur 1.2. De forskellige miljømærker (Provstgaard 2007)

#### **Kontrol af overholdelse af miljøzonekravene**

I bekendtgørelsen er der fastsat nærmere regler for effektiviteten af partikelfiltre og om kontrol heraf. Krav til partikelfiltrene er udarbejdet af Færdselsstyrelsen og indgår i en teknisk bekendtgørelse fra Miljøstyrelsen. For at få tilladelse til at køre i miljøzonen skal køretøjet synes hos en bilsynsvirksomhed, der har tilladelse til syn af tunge køretøjer. Køretøjerne kontrolleres også én gang om året i forbindelse med bilsyn. Miljøzonenmærke udleveres af synsvirksomhederne.

Kontrol af overholdelse af miljøzonekravene udføres af parkeringsvagterne (holdende køretøjer på offentlig vej) og politiet (rullende køretøjer i forbindelse med vejsidekontrol - lastbilkontrol), som kontrollerer om køretøjerne har et gyldigt miljøzonenmærke i forruden. Kommunale miljømedarbejdere kontrollerer danske og udenlandske



køretøjer på virksomhedsområder, og miljøcentrene (nu Miljøstyrelsens regionale enheder) kontrollerer listevirksomheder og kommunens køretøjer.

Politiet udskrifer bødeudlæg ved ulovligt kørsel i miljøzonen, som giver en bøde på ca. 15.000 kr. til vognmanden samt yderligere 5.000 kr. til chaufføren af køretøjet. Bødestørrelsen er fastlagt af Domstolene.

I Appendix C er der en oversigt over miljøzonekommunernes erfaringer med kontrol og overholdelse af miljøzonereglerne.

#### **Revideret miljøzonestov i 2010**

Folketinget vedtog en revideret miljøzonestov den 4. juni 2010 (L210).

Loven åbner mulighed for regulering af ældre varebiler både diesel og benzin. For dieseldrevne varebiler er der mulighed for at stille krav om åbne eller lukkede partikelfiltre og for benzindrevne varebiler tænkes på regulering af køretøjer uden katalysator.

Det er et krav i loven, at en af partikelgrænseværdierne ( $PM_{10}$  eller  $PM_{2.5}$ ) skal være overskredet for at de eksisterende miljøzonebyer kan indføre miljøkrav til varebiler. Da ingen af disse grænseværdier har været overskredet siden 2008 har de eksisterende miljøzonebyer indtil videre ikke haft mulighed for at skærpe miljøkravene til varebiler. Andre mindre byer har heller ikke mulighed for at indføre miljøzoner, da de sandsynligvis ikke overskrider partikelgrænseværdierne.

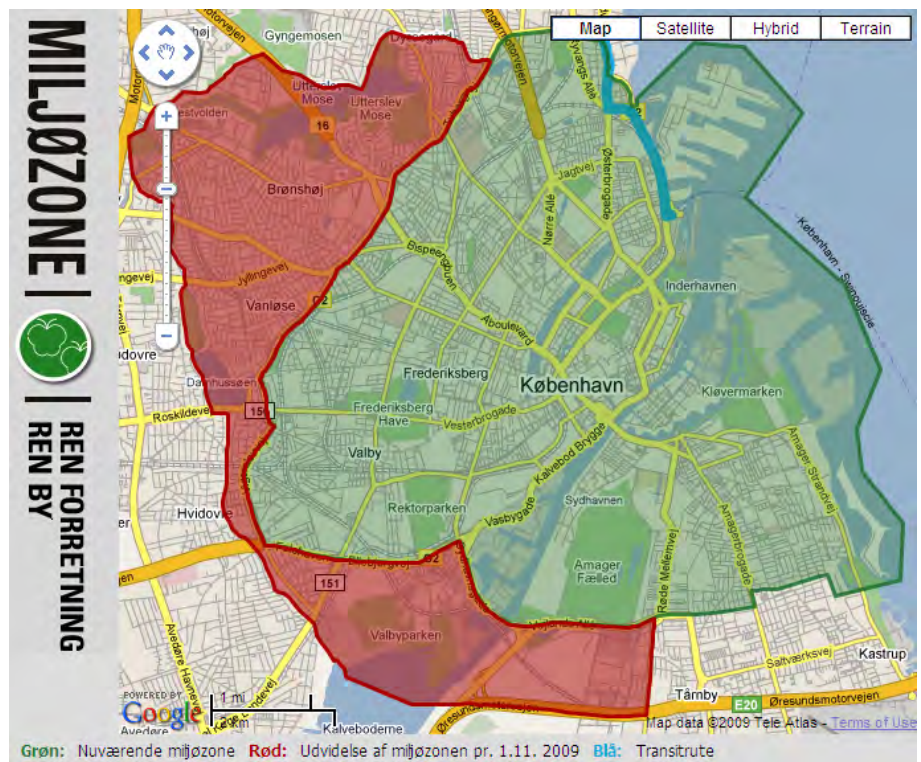
Miljøzonestoven ophævede endvidere udenlandske køretøjers fritagelse fra kravet om miljøzonestovmærke. Dette træder i kraft den 1. november 2011.

## **1.2 Miljøzonerne i de 5 kommuner**

Miljøzonekravene er ens i de 5 kommuner, som er omfattet af miljøzonestoven, og det er alene størrelsen af den geografiske udstrækning, transitruer samt indførelsestidspunkterne som varierer.

#### **København og Frederiksberg**

Københavns Kommune og Frederiksberg Kommune indførte en miljøzone fra den 1. september 2008, og den geografiske udstrækning blev udvidet fra 1. november 2009, som det fremgår af Figur 1.3. Der er en transitruete fra  $O_2$  ned til Nordhavnen, som er markeret med blå.



Figur 1.3. Miljøzonens geografiske udstrækning i København og Frederiksberg. Grøn indtil 31. oktober 2009, og udvidelsen i rød fra 1. november 2009 ([www.miljoezone.dk](http://www.miljoezone.dk)). Transitruten er angivet med blå.

### Aalborg

Aalborg Kommune indførte miljøzone fra den 1. februar 2009. Den geografiske udstrækning af miljøzonen i Aalborg fremgår af Figur 1.4.

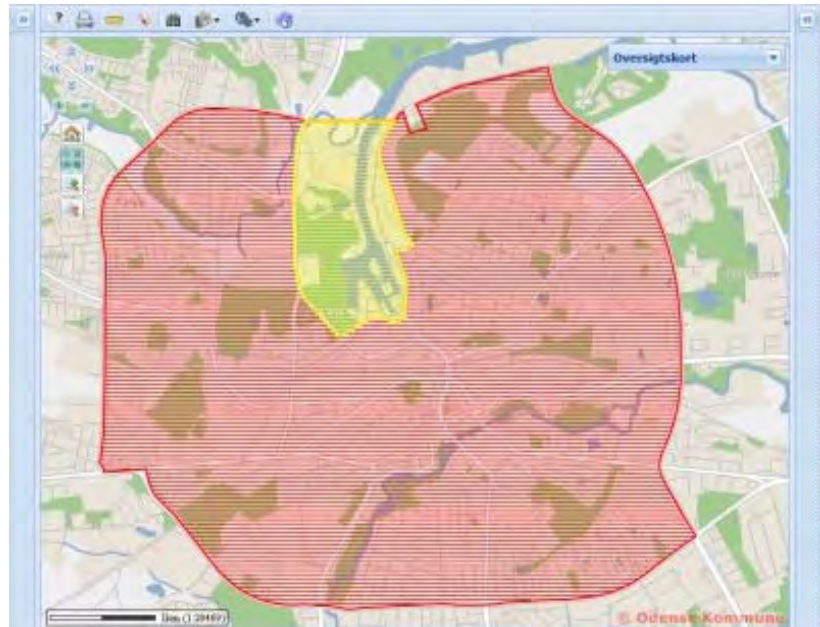
I Aalborg er der to transitruter, som muliggør gennemkørende trafik til Limfjordsbroen.



Figur 1.4. Miljøzonens geografiske udstrækning i Aalborg ([www.aalborgkommune.dk](http://www.aalborgkommune.dk)). Transitruterne er angivet med rødt.

### Odense

Miljøzonen i Odense trådte i kraft den 1. juli 2010 med en afgrænsning ved Ring 2 og rundt om havnen (Første etape, rød zone), se Figur 1.5. Den 1. juli 2014 vil miljøzonen udvides med en afgrænsning ved Ring 2 med den nye Kanalforbindelsen – Odins Bro (Anden etape, gul zone) ([www.odense.dk](http://www.odense.dk)). Miljøzonen i Odense er den eneste blandt miljøzonebyerne som ikke har transitrute.



**Figur 1.5.** Miljøzonens geografiske udstrækning i Odense. Rød zone er første etape fra 1. juli 2010, og anden etape inkluderer gul zone, når Kanalforbindelsen Odins Bro etableres ([www.odense.dk](http://www.odense.dk))

### Aarhus

Miljøzonen i Aarhus trådte i kraft pr. 1. september 2010.

Den geografiske udstrækning fremgår af Figur 1.6. Der er en transitrute til og fra Molslinien på en rute ad Nørrebrogade og Nørreport. ([www.aarhuskommune.dk](http://www.aarhuskommune.dk))



**Figur 1.6.** Miljøzonens geografiske udstrækning i Århus ([www.aarhuskommune.dk](http://www.aarhuskommune.dk)). Transitruen er angivet med hvidt.

#### **Miljøzoner i udlandet**

En række lande har etableret miljøzoner med forskellige miljøzonekrav. Eksempler på andre lande som har indført miljøzoner er Sverige, Tyskland, Holland, England, Italien, Østrig og Tjekkiet. Norge og Ungarn planlægger at indføre miljøzoner ([www.lowemissionzones.eu](http://www.lowemissionzones.eu)).

Det er et nationalt anliggende at definere miljøzonekrav, som dermed kan variere fra land til land. De nationale miljøzonekrav må ikke være konkurrenceforvridende eller hindre den frie bevægelighed af varer i EU's indre marked.

## 2 Effektvurdering ud fra målinger på H.C. Andersens Boulevard i København

Med henblik på at vurdere effekten af miljøzonen ud fra målinger analyseres i det følgende udviklingen i en række kemiske og fysiske parametre i perioden omkring indførelsen af miljøzonens 1. og 2. etape i København.

I midtvejsevalueringen af miljøzoneprojektet blev det konkluderet, at de projekterede målekampagner af ca. én måneds varighed før og efter miljøzonens 2 etaper ikke var tilstrækkelige til at måle effekter af miljøzonen. Det skyldes, at teknologiske fremskridt i bilparken, eks. katalysatorer og partikelfiltre, kombineret med en løbende udskiftning af ældre og mere forurenende biler, løbende reducerer emissionen af gasser, flygtige stoffer og partikler fra trafikken. Hertil kommer ikke mindst variationer i meteorologi og trafik. Eks. påvirker temperaturen gas/partikelfaseligevægten for semiflygtige stoffer, vindhastigheden påvirker fortyndingen af luften i gaderummet og grænselagshøjden afgør rumfanget af luft, som emissionerne opblandes i. Endelig påvirker trafikmængder og køretøjssammensætningen direkte emissionerne. I denne rapport er der derfor valgt en anden tilgang til analysen af måledata, hvor udvalgte parametre analyseres over en treårig periode fra 2008 – 2010. Input hertil er målinger fra Partikelprojektet 2008-2010 (Massling et al 2011), overvågning af luftkvaliteten under NOVANA samt ekstra analyser af elementært kulstof.

I Midtvejsevalueringen af miljøzoneprojektet (Jensen et al. 2010) blev effekten af miljøzonen evalueret ud fra kampagnemålinger på Åboulevard, da denne gade havde en stor andel af tung trafik, som berøres af miljøzonen. I denne rapport er fokus flyttet fra Åboulevard til H.C. Andersens Boulevard (HCAB). På HCAB ligger den bedst udrustede gademålestation i København med en lang historik af relevante forureningsparametre.

Samtidig med indførelsen af miljøzonen, blev der skiftet asfalt på HCAB i august 2008. Den ændrede vejbelægning vil primært påvirke PM<sub>10</sub>, men også PM<sub>2.5</sub> kan tænkes påvirket i mindre grad (Ellermann et al. 2009a,b). Effekten heraf forventes ikke umiddelbart at kunne adskilles fra effekten af miljøzonen.

### 2.1 Udvalgte parametre til analyse af Miljøzonens effekt på luftkvalitet

Til brug for analysen er der udvalgt parametre, der påvirkes særligt af miljøzonen, dvs. emitteres fra dieselmotorer, hvilket er den dominerende motortype for de regulerede køretøjer.

- Elementært kulstof (EC) kan sidestilles med "sod", hvor dieselmotorer tegner sig for hovedparten af emissionerne fra trafikken (Maricq, 2007). EC er siden 2009 målt rutinemæssigt i PM<sub>2.5</sub> partikelfraktion i landlig baggrund (Lille Valby). EC er målt på

HCAB i samme periode, men ikke kontinuerligt. I forbindelse med miljøzoneprojektet er der bevilget supplerende analyser af partikelfiltre opsamlet fra 2008.

- Partikelbundne polycykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), herunder den carcinogene benzo(a)pyren, dannes ved flere typer forbrændingsprocesser, blandt andet fra benzin- og dieseltrafik. Sidstnævnte bidrager hovedsageligt til de mindre PAH'er, hvor benzintrafikken tegner sig for størstedelen af de tungere PAH (Maricq, 2007). PAH'er findes også i selve brændstoffet, i både benzin og diesel. Flere studier har foreslået kildeprofiler for fossile brændsler, diesel og benzintrafik (Sing et al., 2008; Li et al., 1993), men der mangler tidssvarende studier, der er repræsentative for danske forhold. I dette arbejde fokuseres på benzo(a)pyren, der emitteres både fra diesel og benzintrafik (Miguel et al., 1998).
- Trafikgenererede forbrændingspartikler findes hovedsageligt i PM<sub>2.5</sub>. PM<sub>2.5</sub> er partikler mindre end 2,5 mikrometer og kaldes også fine partikler). Da miljøzonen netop omhandler emissioner relateret til udstødning, fokuseres derfor på PM<sub>2.5</sub> i denne rapport, og PM<sub>10</sub> evalueres ikke (partikler mindre end 10 mikrometer). PM fra dieseltrafik er generelt større end for den benzindrevne del (Maricq, 2007). For at kunne differentiere imellem bl.a myldretid og øvrig tid benyttes TEOM målinger, hvor en andel af partiklerne vides at fordampe i instrumentet og medbestemmes således ikke. Dette kan føre til en underestimering af trafikgenereret PM<sub>2.5</sub>.
- Partikelantalskoncentrationen (N) i størrelsesintervallet 10-700 nm omfatter forbrændingspartikler, herunder sodpartikler fra dieseltrafikken, og antages at være et mere specifikt mål for direkte trafikgenererede forbrændingspartikler. N supplerer analysen af PM<sub>2.5</sub> sammen med EC og PAH.
- NO<sub>x</sub>, der er summen af kvælstofoxiderne NO og NO<sub>2</sub>, udledes forholdsvist mere fra diesel- end benzintrafik.
- Benzen og toluen er naturligt forekommende i råolie. De udledes derfor fra trafik, industrielle processer, vulkaner, biomasseafbrænding, fordampning og spild fra tankstationer. Benzen og toluen, der er flygtige organiske stoffer (VOC) og således ikke befinder sig i partikelfractionen, emitteres sammen med CO (kulmonoxid) primært fra den benzindrevne del af trafikken. Disse forventes således ikke at blive reduceret som følge af indførelsen af miljøzonen, men derimod pga. generelle teknologiske forbedringer i bilparken. Benzen, toluen og CO medtages til sammenligning af den generelle teknologiske forbedring af bilparken.

## 2.2 Metode til analyse af miljøzonens effekt på luftkvalitet

Efter den indledende dataanalyse stod det klart, at effekten af en miljøzoneetape ikke med tilstrækkelig sikkerhed kunne vurderes for eksempel som forskellen mellem en forureningsparameters koncentration 1-6 måneder før/efter indførelsen af en etape. Effekten ved indførelsen af miljøzonen er lille i forhold til den naturlige variation i meteorologi og emissioner, hvortil kommer en løbende reduktion i forureningsparametrene som følge af den generelle teknologiske udvikling og udskiftning i bilparken.

I denne rapport er valgt en tilgang, hvor de enkelte parametre vurderes over en treårig periode med fire kvartaler pr. år begyndende fra 2. januar 2008 til 15. december 2010 på HCAB i København. Ud fra data tilpasses en lineær regressionslinje, hvorved variation og usikkerhed på hvert enkelt målepunkt reduceres. Ved at aflæse koncentrationerne i primo 2008 og ultimo 2010 kan der beregnes en reduktion ud fra målingerne af de enkelte parametre. Hvor koncentrationen i bybaggrund er kendt, udregnes et gadebidrag som forskellen mellem gadekoncentrationen på HCAB og koncentrationen på H.C. Ørstedsinstituttet i København (HCØ). Det er tilfældet for PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, mens gadebidraget estimeres for benzen og EC. Den målte reduktion i gadebidraget fra 2008-2010 sammenlignes herefter med en beregnet reduktion i emissionsfaktorerne for bilparken fra 2008-2010, modelleret med OSPM's emissionsmodul uden hensyntagen til indførelsen af miljøzonen. Er der overensstemmelse mellem den målte reduktion i gadebidraget og den beregnede reduktion i emissionsfaktorer, vurderes det at miljøzonen ikke påvirker den pågældende parameter, eks. benzen. Er den målte reduktion i gadebidraget derimod større end den beregnede reduktion i emissionen (uden hensyntagen til miljøzonen), vurderes det at skyldes andre faktorer end den generelle udvikling i bilparken, dvs. indførelsen af miljøzonen med forbehold for den generelle usikkerhed ved analysen.

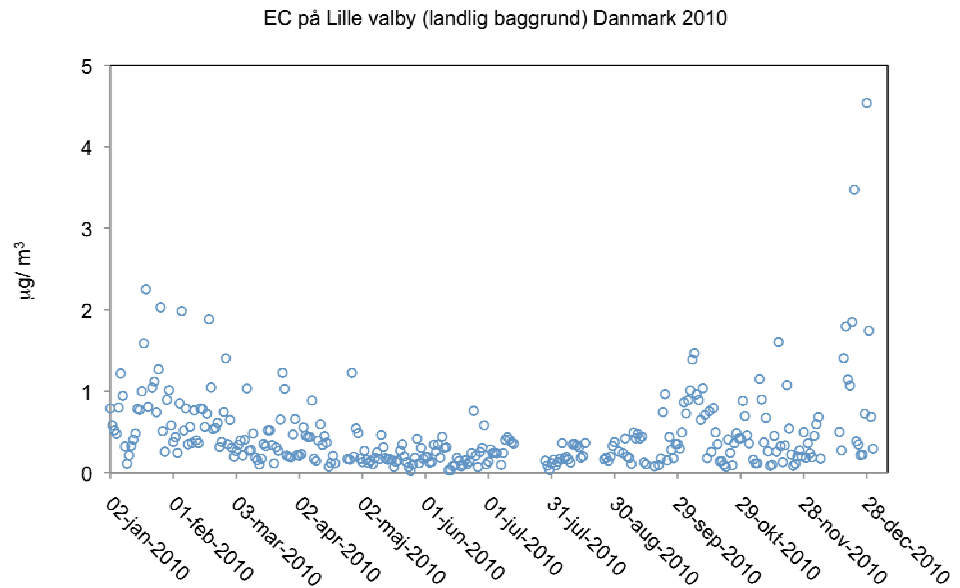
I beregningerne er måledata anvendt efter følgende kriterier, med mindre andet er angivet. Ferie relateret til jul og sommer er udeladt med en passende sikkerhedsmargin, da disse perioder ikke tænkes repræsentative for trafikken resten af året. Således deles året som minimum op i én periode fra 2. januar til 15. juni, og én periode fra 1. september til 15. december. I hovedparten af analyserne er årene kvartalsopdelt svarende til (1. kvartal) 2. januar til 15. marts; (2. kvartal) 15. marts til 15. juni; (4. kvartal) 1. september til 15. december. Der analyseres ikke på de sidste 2 uger af august, trods et forventet normalt kørselsmønster, idet data ensartes med 2008, hvor stationen var lukket pga. etablering af ny asfalt på HCAB. Hvor det er muligt eller giver mening er data opsplittet i hverdage (mandag-fredag) og weekend (lørdag-søndag). Der er ikke taget hensyn til alm. helligdage uden for perioden 15. december til 1. januar samt 15. juni til 31. august. Ved beregning af gadebidraget (HCAB-HCØ) ses der bort fra negative resultater. For benzo(a)pyren og benzen observeres en udtalt årsvariation med minimum i juni-juli måned. I disse tilfælde kan lineær regressionsanalyse af koncentrationerne midlet over kvartaler ikke nødvendigvis anvendes. Her er de analyserede koncentrationer midlet over halvår. Ligeledes er udviklingen i gadekoncentrationen på HCAB i nogen grad påvirket af årsvariation, hvor de største koncentrationer målet i foråret. Dette påvirker ikke gadebidraget og dermed effektvurderingen af miljøzonen, hvor baggrundskoncentrationen allerede er fratrukket.

Der henvises til NOVANA årsrapporten (Ellermann et al. 2010;2011) og slutrapporten for partikelprojektet 2008-2010 (Massling et al. 2011) for en beskrivelse af prøveopsamling, relevante analysemetoder og kvalitetskontrol for de enkelte parametre.



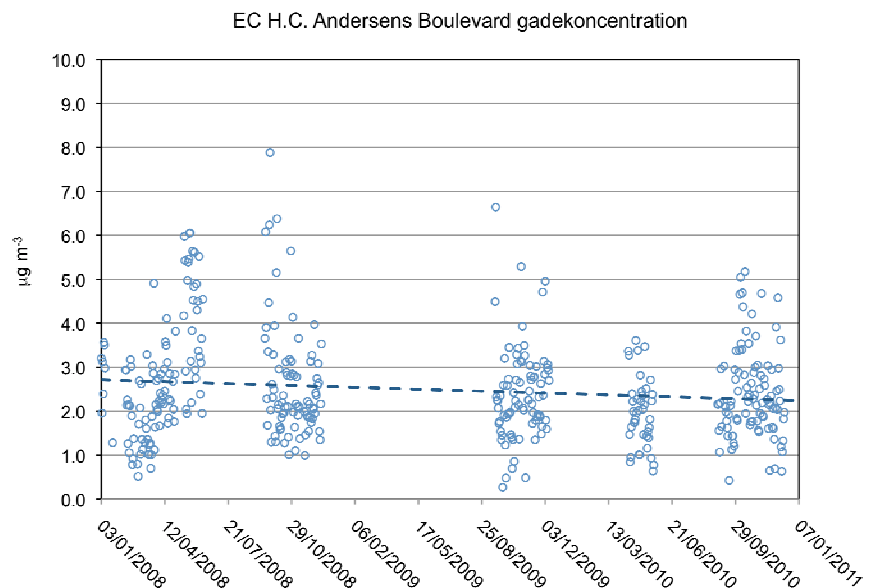
### Elementært kulstof (EC)

EC udviser en tydelig årsvariation i landlig baggrundsluft med lavere koncentrationer om sommeren og med et maksimum i vintermånederne (Figur 2.1a).



Figur 2.1a. Årsvariationen af EC på Lille Valby 2010.

skyldes bl.a. et lavere beliggende grænselag om vinteren, hvorved opblandingsvolumenet reduceres. Hertil kommer biomasseafbrænding i vintermånederne, der er udbredt i Skandinavien. EC dannes i flere forskellige typer forbrændingsprocesser udover biomasseafbrænding, eks. ved afbrænding af fossile brændstoffer som kul og olie, men også emissioner fra trafikken. EC måles i PM<sub>2.5</sub> fraktionen. På gadestationen HCAB, hvor EC er mere end 5 gange højere end for landlig baggrund, er EC domineret af trafikemissioner, og der ses ikke samme tydelige årsvariation (Figur 2.1b). Det må dog bemærkes, at data ikke er tilstrækkelige til at konkludere på årsvariation.



Figur 2.1b. EC på HCAB 2008-2010.



EC på HCAB er støt aftagende med 13% i perioden 02.01.2008 – 15.12.2010 (Tabel 2.1). Tallet er ikke korrigeret for bybaggrund, da denne ikke er bestemt. Antages EC i bybaggrund at være sammenlignelig med EC i landlig baggrund (20% af gadekoncentrationen), kan gadebidraget estimeres til 16%, forudsat koncentrationen i bybaggrund er uændret i perioden 2008 - 2010. Målingerne på landlig baggrund viser imidlertid en mindre stigning i EC fra 2009-2010, således at reduktionen på HCAB samlet kan estimeres til at være en nedre grænse for gadebidraget.

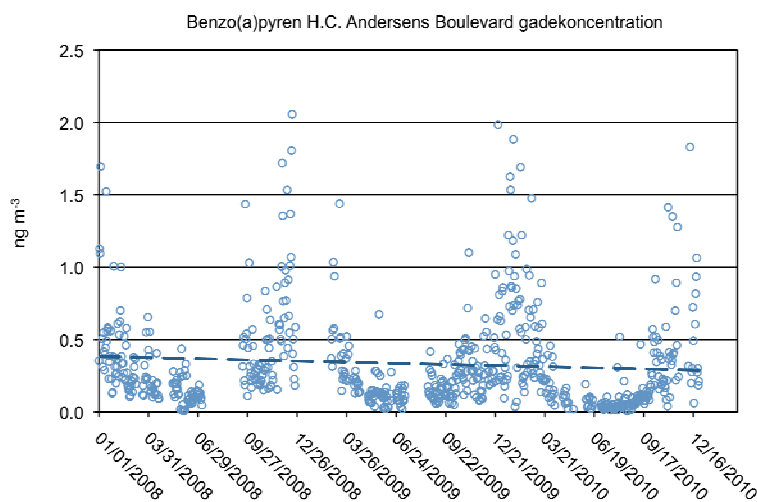
**Tabel 2.1.** EC på H.C. Andersens Boulevard.

Måleperiode	Koncentration ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
02.01.2008 - 15.03.2008	2,0
15.03.2008 - 15.06.2008	3,1
01.09.2008 - 15.12.2008	2,6
01.09.2009 - 15.12.2009	2,4
15.03.2010 - 15.06.2010	2,0
01.09.2010 - 15.12.2010	2,4
Reduktion 02.01.2008 - 15.12.2010	13%

EC og organisk kulstof (OC) er siden september 2009 monitoreret på HCAB med ophold fra januar-april 2010 samt maj-juli 2010. I indeværende projekt er der bevilget ekstraanalyser af eksisterende filtre fra 2008, hvilket giver oplysning om udviklingen af EC fra 2008 til 2010. OC kan dog ikke udledes fra analysen af 2008-filtrene, der i denne periode består af enkelte filtre, som ikke kan bruges til korrektion for positive artefakter i form af adsorption af VOC til partikelfiltre. Denne korrektion foretages med to lag quartzfiltre og er standard fra og med indførelsen af analysen i 2009. I perioden 2009-2010 observeres en stigning i OC, modsat EC. Betydningen af stigningen i OC for miljøzonen kræver en længere dataserie at konkludere ud fra, men vil være relevant at tage op ifm. fremtidige forskningsprojekter i atmosfæriske partikler. Forklaringen på stigningen i OC kunne skyldes en stigning i andre OC kilder eks. brændeovne, idet stigningen i OC også observeres i landlig baggrund 2009 - 2010. Alternativt kan stigningen i OC 2008 – 2010 skyldes udstødningsrelateret PM, hvilket OSPM's emissionsmodul beregner, som følge af stigningen i dieselpersonbiler. Endelig kan stigning blot skyldes de naturlige variationer i de meteorologiske forhold

#### **Benzo(a)pyren**

Benzo(a)pyren er en carcinogen 5-ringet PAH med en grænseværdi i EU på  $1 \text{ ng}/\text{m}^3$ . I Danmark er der rutinemæssigt målt partikelbundne PAH'er fra juni 2007 på HCAB med 24-timers opløsning, 7 dage om ugen. Benzo(a)pyren har ligesom de andre partikelbundne PAH'er en udpræget årsvariation med lave værdier om sommeren og højeste værdier om vinteren (Figur 2.2), bestemt af bl.a. meteorologiske og trafikmæssige forhold, men også andre kilder som eks. brændeovne (Li et al., 1993). Benzo(a)pyren er på HCAB aftaget med 21% i perioden 02.01.2008 – 31.12.2010 (Tabel 2.2).



Figur 2.2. Benzo(a)pyren 2008-2010 på HCAB, København.

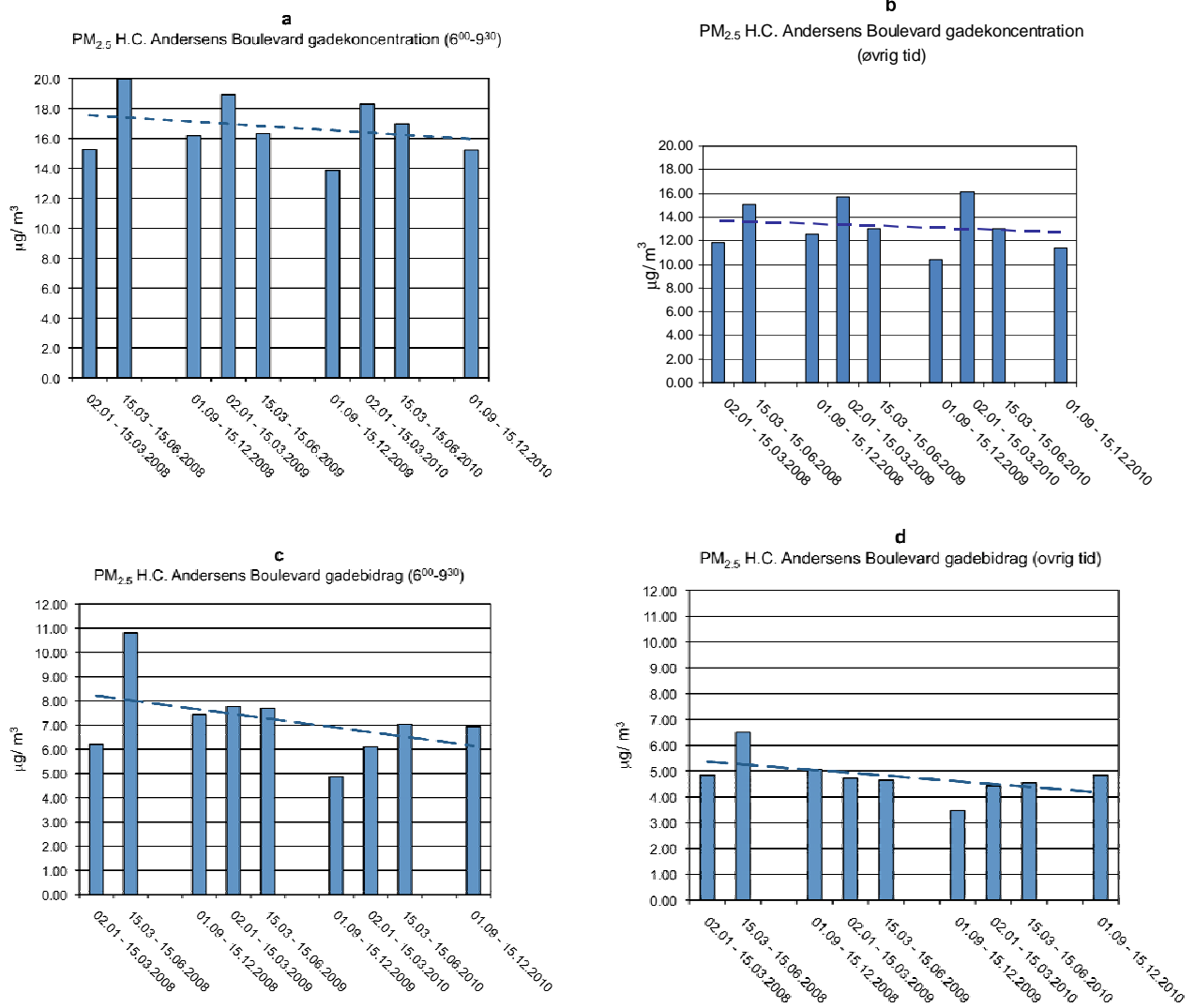
I Tabel 2.2 nedenfor er vist sæsonopgørelserne for benzo(a)pyren 2008-2010. På grund af den udtalte årsvariation med minimum om sommeren og maksimum om vinteren opgøres koncentrationerne halvårligt og ikke kvartalsvist, således at sæsonvariationen vægtes omtrentlig ens i de to halvår.

Tabel 2.2. Benzo(a)pyren 2008-2010 på HCAB, København.

Måleperiode	benzo(a)pyren (ng/m <sup>3</sup> )
02.01.2008 - 01.07.2008	0,33
01.07.2008 - 15.12.2008	0,51
02.01.2009 - 01.07.2009	0,24
01.07.2009 - 15.12.2009	0,23
02.01.2010 - 01.07.2010	0,46
01.07.2010 - 15.12.2010	0,21
Reduktion 02.01.2008 - 15.12.2010	21%

#### Den fine partikelfraktion – PM<sub>2.5</sub>

Koncentrationen af PM<sub>2.5</sub> målt med TEOM reduceres med 1,1 µg/m<sup>3</sup> på HCAB i perioden 2008-2010 (Figur 2.3a-b), midlet over hele døgnet. Isoleres morgenmyldretiden på hverdage (her er valgt tidsrummet 06-09.30) ses en reduktion på 1,6 µg/m<sup>3</sup> over den treårige periode (Tabel 2.3). Ved beregning af gadebidraget til PM<sub>2.5</sub> reduceres den trafikgenererede PM<sub>2.5</sub> med 1,3 µg/m<sup>3</sup> fra 2008 -2010, svarende til 23% af trafikrelateret PM<sub>2.5</sub>, dvs. summen af udstødning og ikke-udstødning, midlet over hele døgnet. For at teste følsomheden ved analysen er reduktionen i PM<sub>2.5</sub> beregnet uden datapunkterne 15.03-15.06.2008 samt 01.09-15.12.2010. Det første datapunkt er markant højere end de øvrige, mens det sidste kan være influeret af lokale forhold i form af vejarbejde og byggeri (se afsnit om NO<sub>x</sub>). Herved bliver reduktionen 19%, dvs. uændret. I samme periode er koncentrationerne af NO<sub>x</sub> og CO reduceret med hhv. 8 % og 9%, beregnet under de samme forudsætninger.



**Figur 2a-d.** TEOM Gadekoncentrationen og gadebidrag af PM<sub>2.5</sub> på H.C. Andersens Boulevard 2008-2010 beregnet for morgenmyldretid (06<sup>00</sup>-09<sup>30</sup>) samt det øvrige tidsinterval (00<sup>00</sup>-06<sup>30</sup> samt 09<sup>30</sup>-00<sup>00</sup>).

Til sammenligning blev PM<sub>2.5</sub> gadebidraget reduceret med 21%, når der tages højde for forskelle i vindhastighed fra 2004-2008 i målinger på Åboulevard i Midtvejsrapporten (Jensen et al., 2010), men her var der også en væsentlig reduktion i den tunge trafik, som også har bidraget til reduktionen i PM<sub>2.5</sub> gadebidraget.

Koncentrationen af PM<sub>2.5</sub> (TEOM) på H.C. Andersens Boulevard 2008-2010 beregnet som gadekoncentration og gadebidrag er vist i Tabel 2.3.

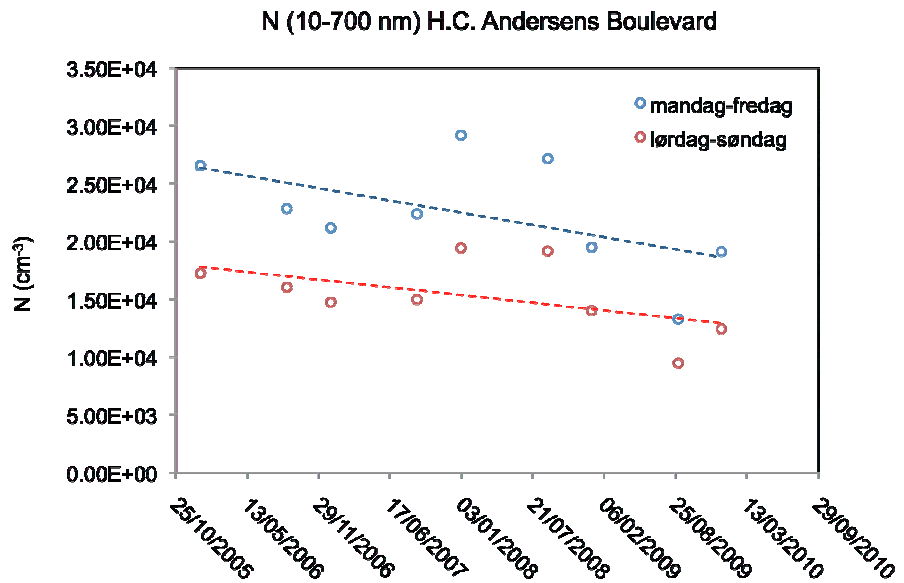
**Tabel 2.3.** PM<sub>2.5</sub> på HCAB 2008-2010 beregnet med og uden baggrundskorrektion (gadebidrag; HCAB-HCØ). PM<sub>2.5</sub> er målt med TEOM og gadekoncentrationen er derfor omkring 30% lavere end den sande koncentration

PM <sub>2.5</sub>	Gadekoncentration HCAB 06 <sup>00</sup> -9 <sup>30</sup>	Gadekoncentration HCAB øvrig tidsrum	Gadebidrag (HCAB-HCØ) 06 <sup>00</sup> -9 <sup>30</sup>	Gadebidrag (HCAB-HCØ) øvrig tidsrum
02.01.2008 -15.03.2008	15,3	12,7	6,2	4,8
15.03.2008 -15.06.2008	20,0	15,6	10,8	6,5
01.09.2008 -15.12.2008	16,2	13,2	7,4	5,1
02.01.2009 -15.03.2009	18,9	15,8	7,8	4,7
15.03.2009 -15.06.2009	16,3	13,4	7,7	4,7
01.09.2009 -15.12.2009	13,9	11,5	4,9	3,5
02.01.2010 -15.03.2010	18,3	17,0	6,1	4,4
15.03.2010 -15.06.2010	17,0	13,4	7,0	4,6
01.09.2010 -15.12.2010	15,2	12,3	6,9	4,8
Reduktion	1,6 µg/m <sup>3</sup>	1,0 µg/m <sup>3</sup>	2,1 µg/m <sup>3</sup>	1,2 µg/m <sup>3</sup>
02.01.2008 -15.12.2010	(9%)	(7%)	(26%)	(22%)

#### Antalskoncentration af partikler

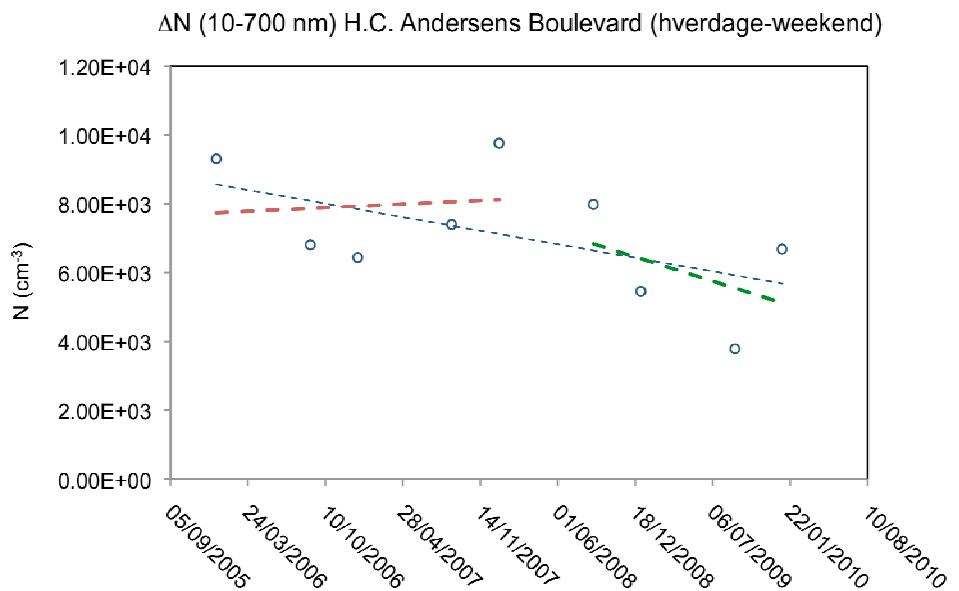
Idet reduktionen i PM<sub>2.5</sub> er større end beregnet ud fra den generelle teknologiske udvikling i bilparken, er antalskoncentrationen af partikler (N; 10-700 nm) ligeledes analyseret. Omtrent de samme effekter ses i størrelsesintervallerne 10-700 nm, og 40-80 nm hvor sod er hyppigt forekommende (ikke vist). Nedenfor analyseres partikelantal og størrelsesfordeling i perioden 2006-2010. Årene 2006 og 2007 er medtaget, da der i 2008 blev målt markant højere antal partikler end i 2009 og 2010, hvilket kan give en fejlagtig udvikling i N fra 2008-2010, hvis der kun tages udgangspunkt i den treårige periode. N er ikke korrigeret for bybaggrund.

N aftager ligesom PM<sub>2.5</sub> i perioden 2008-2010, og hovedsageligt i ugedagene (17%) sammenlignet med weekenden (9%), hvor der er mindre trafik og især mindre tung trafik (Figur 2.4a).



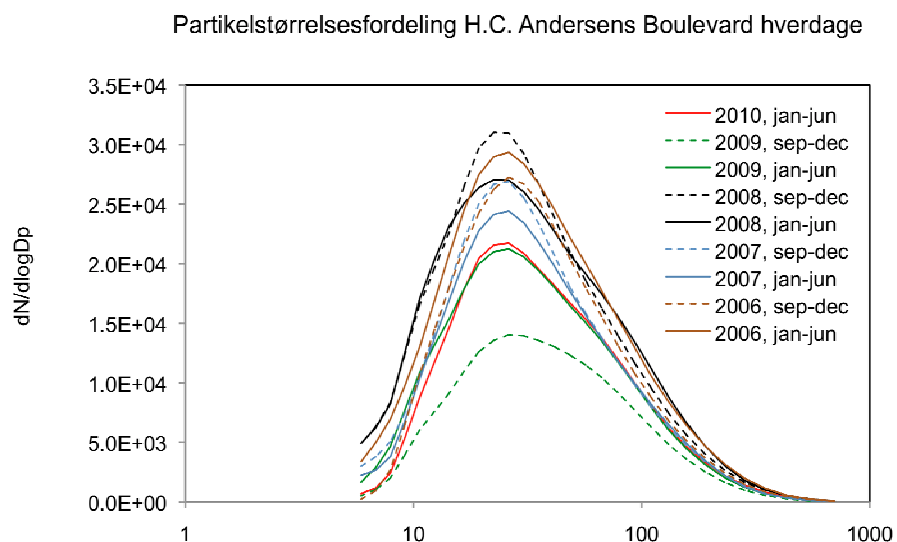
**Figur 2.4a.** Partikelkoncentrationen (N) i størrelsesintervallet 10-700 nm på H.C. Andersens Boulevard 2006-2010 opgjort på døgnbasis. I perioden aftager N mere på hverdage end i weekenden.

For at se om det skyldes indførelsen af miljøzonen, afbilledes forskellen mellem N på ugedage og weekend opdelt før/efter indførelsen af miljøzonen (Figur 2.4b). Det ses, at forskellen er let stigende op til indførelsen af miljøzonen og mindskes efter indførelsen. Dette skyldes dog primært de høje partikelniveauer i 2008 i begge halvår. Hvorvidt den faldende tendens er reel, kan kun afgøres af længere tidsserier.



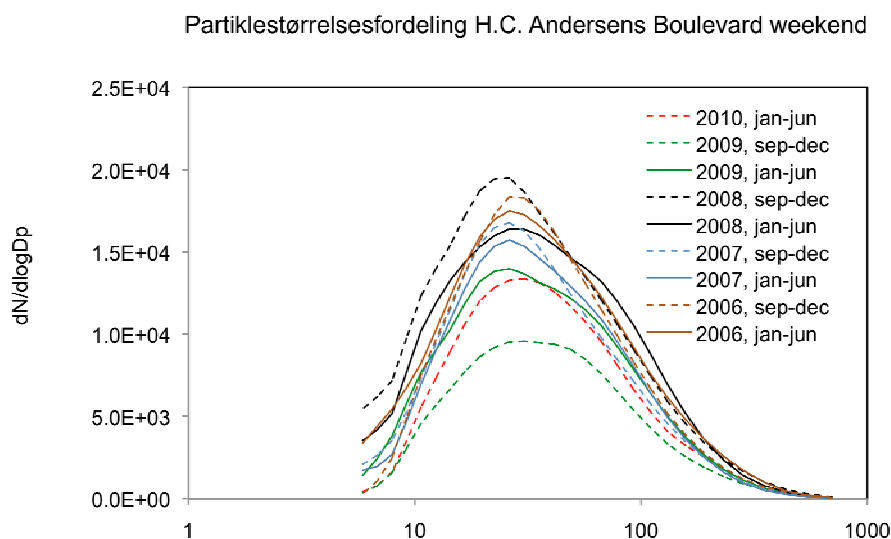
**Figur 2.4b.** Forskellen mellem partikelantalskoncentrationen (N) mandag-fredag og lørdag-søndag i størrelsesintervallet 10-700 nm på HCAB, opgjort på døgnbasis i perioden 2006-2010. Forskellen er let stigende op til 2. kvartal 2008 og aftager efter Miljøzonen er trådt i kraft pr. august 2008.

I midtvejsrapporten for miljøzoneprojektet, viste vi en "skulder" i partikelstørrelsesfordelingen ved ca. 10 nm, der har været fremtrædende i tiden før 2004/2005, hvor dieselbrændstof til biler havde et svovlindhold på 50 ppm. En mulig forklaring på fænomenet kunne være en ændret størrelsesfordeling af partikler fra lastbiler med nyere Euro norm.



Figur 2.4 c. Partikelstørrelsesfordeling N (10-700 nm) på HCAB 2006 - 2010 (hverdage).

Denne skulder forsvandt efter svovlindholdet blev sat ned til 10 ppm i 2004/2005, men blev synlig i partikelstørrelsesfordelingerne i 2008, og kan muligvis sammenkædes med indførelsen af partikelfiltre på den tunge trafik ifm. miljøzonen.

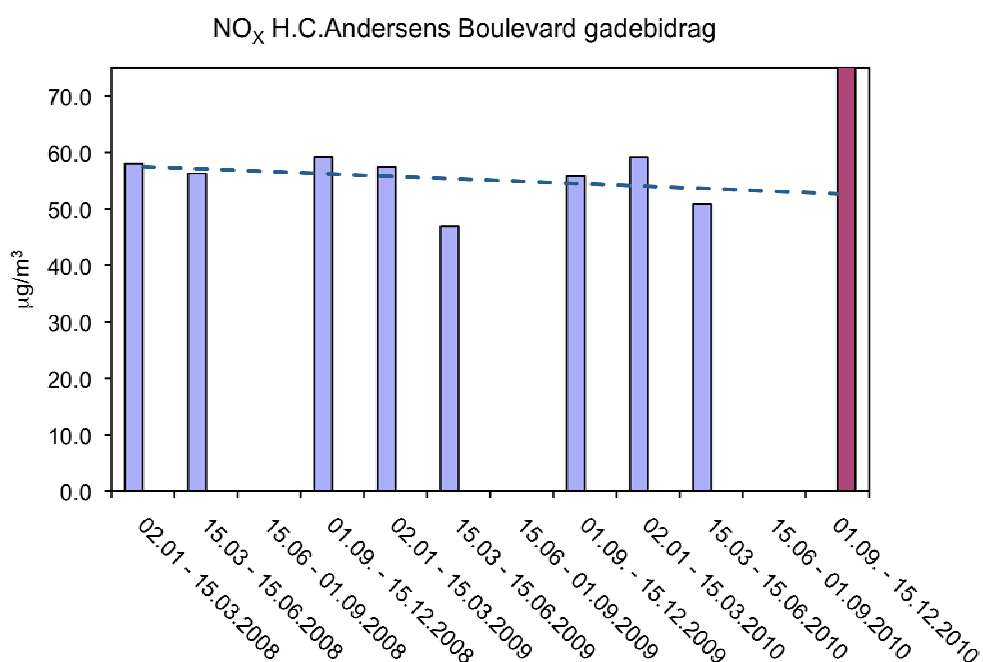


Figur 2.4 d. Partikelstørrelsesfordeling N (10-700 nm) på HCAB weekend 2006 2010.

“Skulderen” ses også i spektrene for 2009, tydelig i hverdag og weekend, men bliver svagere i 2010 (Figur 2.4c, 2.4d). Forholdet at “skulderen” bliver svagere i 2010, tyder således ikke på at miljøzonen har andel heri, da miljøzonen blot skærpes med 2. etape i juli 2010, hvilket forventeligt skulle øge “skulderen”.

#### Kvælstofoxider (NO<sub>x</sub>) og kulstofmonooxid (CO)

Reduktionen i NO<sub>x</sub> gadebidraget fra 1. kvartal 2008 til 2. kvartal 2010 udgør 8% (Figur 2.5). I 4. kvartal stiger NO<sub>x</sub> voldsomt, muligvis som følge af et lokalt byggeri ved Industriens Hus ca. 200 meter fra målestationen samt vejarbejde på Vester Voldgade ca. 80 meter fra målestationen. Fjerde kvartal er derfor ikke medtaget i analysen.



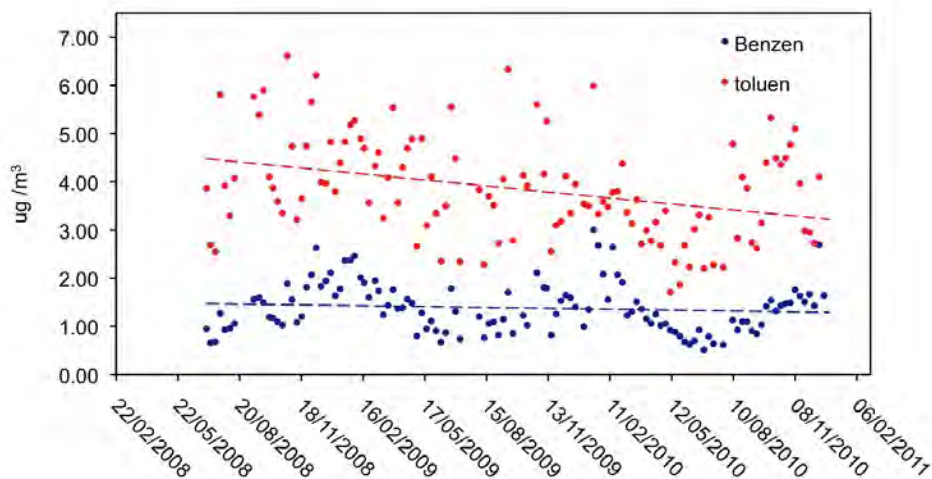
**Figur 2.5.** NO<sub>x</sub> gadebidraget på HCAB 2008-2010. NO<sub>x</sub> i 4. kvartal 2010 (rød) er ikke medtaget i analysen, se tekst.

Gadebidraget til CO er reduceret med 9% i perioden 02.01.2008 - 15.12.2010 (ikke vist). Den primære trafikkilde til CO er benzindrevne biler, hvorfor CO ikke forventes reduceret væsentligt som følge af miljøzonen.

#### Benzen og toluen

Benzen er i modsætning til toluen en carcinogen VOC med en EU-grænseværdi på 5 µg/m<sup>3</sup>. I landlige/øde områder ses et toluen/benzen forhold på 1-2, modsat et forhold på 3-5 i bymiljøer. Her emitteres benzen og toluen hovedsageligt fra den benzindrevne del af trafikken og forventes derfor ikke at blive påvirket af miljøzonen. Toluen udviser ikke helt samme variation som benzen (Figur 2.6), hvilket kan tyde på flere kilder udover dem for benzen, ligesom de to stoffer heller ikke reduceres ens.

### Benzen og Toluen H.C. Andersens Boulevard gadekoncentration



Figur 2.6. Benzen og toluen på HCAB, København 2008-2010.

Benzen og toluen er reduceret med hhv. 10% og 29% i perioden 02.01.2008 – 15.12.2010. Benzen er ikke målt i bybaggrund i 2008, men kan estimeres ud fra 2009 og 2010, hvor årsgennemsnittet for benzen i bybaggrund blev målt til hhv. 0,77 og 0,75  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Antages denne at være konstant, haves således en bybaggrund på 0,76  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  og et gadebidrag på 0,81  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pr. 02.01.2008.

Tabel 2.4. Benzen og toluen på H.C. Andersens Boulevard

Måleperiode	Benzen ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Toluene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
02.01.2008 -15.06.2008	ingen data	ingen data
01.09.2008 -15.12.2008	1,53	4,77
02.01.2009 -15.06.2009	1,58	4,21
01.09.2009 -15.12.2009	1,38	3,99
02.01.2010 -15.06.2010	1,41	3,21
01.09.2010 -15.12.2010	1,45	3,88
Reduktion 01.09.2008 - 15.12.2010	10%	29%

### 2.3 Sammenfatning og diskussion af måleresultater

I analysen af målinger er reduktionen i EC, benzo(a)pyren (PAH),  $\text{PM}_{2.5}$ , N,  $\text{NO}_x$ , CO, benzen og toluen beregnet ud fra et lineært fit over en treårig periode fra 2008 - 2010. For  $\text{PM}_{2.5}$ ,  $\text{NO}_x$  og CO er der beregnet et egentligt gadebidrag, hvor en reduktion i gadebidraget kan sammenlignes med en beregnet reduktion i emissionsfaktorerne ved hjælp af OSPM's emissionsmodul (Tabel 2.5). Tilsvarende er det for benzen muligt at beregne et gadebidrag ud fra bybaggrundskoncentrationen i 2009 og 2010. Ifølge OSPM emissionsberegninger reduceres gadebidraget for benzen med 24% som følge af generelle teknologiske forbedringer af bilparken. Det målte benzen gadebidrag er 0,65  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pr. 15.12.2010, hvilket er ækvivalent med en reduktion i benzen gadekoncentrationen på 10% (Tabel 2.4) eller 20% i gadebidraget. For benzen er der således ingen effekt af Miljøzonen i perioden 2008-2010. For EC måles en reduktion på 13% af gadekoncentration, hvor reduktionen i gadebidraget kan estimeres til 16%. Benzo(a)pyren og N,



for hvilke der ikke er beregnet et gadebidrag, supplerer PM<sub>2.5</sub> målingerne.

I Tabel 2.5 ses de beregnede reduktioner i emissionen i NO<sub>x</sub>, CO, benzen og PM udstødning beregnet med OSPM emissionsmodul. For PM<sub>2.5</sub> er udstødningsandelen reduceret med 19%, mens ikke-udstødningsrelaterede partikler er uændret. Den totale trafikrelaterede PM<sub>2.5</sub> emissionsreduktion er heraf 11%, når der ikke tages hensyn til effekten af miljøzonen. Den målte reduktion i trafikrelateret PM<sub>2.5</sub> udgør imidlertid 23% eller 1,3 µg/m<sup>3</sup>, hvilket indikerer at miljøzonen har ført til en reduktion af gadebidraget med 12%, svt. 0,7 µg/m<sup>3</sup> i perioden 02.01.2008 – 15.12.2010. EC "sod" kan primært relateres til dieseltrafik, hvor emissionsfaktorerne for den tunge dieseltrafik (HDV) er væsentligt højere (Laschober et al., 2004) end den lette (LDV) andel. EC gadekoncentrationen er fra 2008-2010 faldet 13%, mens gadebidraget estimeres til at være reduceret med 16%. En stor del af reduktionen skyldes formodentligt udskiftning af ældre Euro 2 og Euro 3 lastbiler og busser. I samme periode er andelen af dieslbiler imidlertid øget fra 20% - 23% (Tabel 2.5), hvilket har bidraget til potentielt flere sodpartikler fra dieseltrafikken, da ikke alle disse biler har partikelfilter. Samtidig er mere forurenende motorer udskiftet med nye motorer opfyldende nyere euro-normer og evt. dieselpartikelfiltre, der igen reducerer EC.

Antallet af partikler N i størrelsesområdet 10-700 nm reduceres i samme niveau som PM<sub>2.5</sub>, EC og PAH. Alle parametre inkluderer under de angivne forhold forbrændingspartikler, der kan påvirkes af miljøzonen, og understøtter den observerede reduktion i PM<sub>2.5</sub>. EC og PAH modelleres ikke direkte med OSPM's emissionsmodul, hvorfor det ikke direkte kan vurderes om reduktionen heri kan forklares ved indførelsen af miljøzonen. Dette vil blive afklaret ud fra de kommende års måleserier.

Ud fra målingerne reduceres benzen som forventet ud fra OSPM modellens emissionsberegninger for perioden 2008-2010. Den målte reduktion af NO<sub>x</sub> og CO var derimod mindre end forventet ud fra emissionsberegningerne (Tabel 2.5). Mht. NO<sub>x</sub> var det nødvendigt at udelade andet halvår af 2010 fra analysen, hvilket måske kan forklare forskellen. For både CO og NO<sub>x</sub> kan dårligt fungerende katalysatorer muligvis forklare de lavere målte reduktioner end beregnet med OSPM modellen emissionsmodul. Herudover kan afvigelserne skyldes usikkerheden ved OSPM's emissionsmodul, der ikke skal opfattes som en sand værdi, men det bedst mulige sammenligningsgrundlag til vurdering af effekten ved miljøzonen.

**Table 2.5.** Sammenligning af atmosfæriske målinger og emissionsberegninger (ikke korrigeret for effekten af miljøzonen)

Parameter	Målinger		Emissionsberegninger						
	gadekoncentration	gadebidrag	I alt	Personbil	Taxi	Varebil	Lastbil <32t	Lastbil >32t	Bus
NO <sub>x</sub>		-8%	-12%	-11%	-29%	-5%	-14%	-16%	-13%
CO		-9%	-22%	-23%	-2%	-19%	-21%	-35%	-21%
Benzen	-10%	-20%	-24%	-24%	-10%	-24%	-24%	-37%	-23%
N (10-700 nm)	-17%								
PM <sub>2.5</sub> udstødning			-19%	2%	-91%	-14%	-26%	-31%	-24%
PM <sub>2.5</sub> total		-23%	-11%						
EC	-13%	-16%							
PAH	-21%								

Effektvurdering af miljøzonen er en måleteknisk vanskelig opgave, hvor små koncentrationsændringer skal vurderes over en relativ kort tidsperiode på 3 år, der påvirkes af andre parametre, herunder meteorologi, usikkerheden ved målinger og dataanalyse samt en generel reduktion i emissionerne som følge af en løbende udskiftning af bilparken. Indførelsen af miljøzonen vurderes under disse forbehold at have reduceret PM<sub>2.5</sub> gadebidraget på HCAB med omkring 0,7 µg/m<sup>3</sup> i perioden 02.01.2008 – 15.12.2010. Dette skal sammenholdes med en gadekoncentration på omkring 14,3 µg/m<sup>3</sup> og et gadebidrag på 5,8 µg/m<sup>3</sup> svarende til begyndelsen af 2008. Reduktionen ud fra analysen af måledata er således omkring 5% i forhold til gadekoncentrationen og omkring 12% i forhold til gadebidraget. PM<sub>2.5</sub> er målt med TEOM metoden og gadekoncentrationen er derfor omkring 30% lavere end den sande koncentration. Ses reduktionen i forhold til den sande gadekoncentration af PM<sub>2.5</sub> svarer reduktionen til omkring 4%. Reduktionen for PM<sub>2.5</sub> understøttes yderligere af, at der ses reduktioner for de beslægtede parametre EC, PAH og partikelantal.

### **3 Miljøzonens påvirkning af bilparken belyst ud fra nummerpladeinformationer**

I forbindelse med miljøzoneprojektet er der gennemført registrering af nummerplader på Åboulevard i København i længerevarende perioder i 2008/09 efter at trin 1 af miljøzonereglerne var trådt i kraft og i efteråret 2010 efter at trin 2 var trådt i kraft, og disse nummerpladedata er koblet til motorregisteret. Motorregisteret indeholder oplysninger, som gør det muligt at bestemme emissionsklassen (Euronormen) for de enkelte køretøjer. Formålet med nummerpladeregistrering og kobling til motorregisteret er at foretage en evaluering af de antagelser, som DMU må gøre for at kunne beregne effekten af miljøzonerne for luftkvaliteten. I forbindelse med Midtvejsrapporten for evaluering af miljøzonerne blev der i samarbejde med Miljøstyrelsen opstillet antagelser om, hvordan bilparken for den tunge trafik kunne tænkes at reagere på miljøzonekravene. Hvor mange tunge køretøjer, som får partikelfiltre, og hvilke som udskiftes til nyere emissionsnormer pga. miljøzonekravene, er afgørende for de beregnede effekter for emissionen og luftkvaliteten. En af måderne hvorpå disse antagelser kan testes er gennem nummerpladeregistrering og kobling til motorregisteret.

Det er første gang i Danmark, at nummerpladeregistrering med videogenkendelse og kobling til motorregisteret er gennemført for en konkret gade over så lange tidsperioder for at kunne forbedre emissionsbestemmelsen.

I kapitlet testes tidligere forudsætninger omkring miljøzonekravenes indvirkning på bilparkens sammensætning for lastbiler og busser, og nye forudsætninger opstilles ud fra de nye nummerpladedata.

#### **3.1 Nummerpladeregistrering på Åboulevard i 2008 og 2010**

Nummerpladeregistreringen på Åboulevard baserer sig på 2 eksisterende videokameraer, som er installeret på en galge på Åboulevard, som ligger inden for miljøzonen i København. Der er tre vognbaner i hver retning samt parkeringspladser langs vejen i begge retninger på Åboulevard. Der er to kameraer på galgen, som dækker de to inderste kørespor (2 spor tættest på parkeringen) i retning mod København.

Disse videokameraer er del af et større system, som har til formål at oplyse bilister om rejsetider. Der er således to andre steder ud mod Hareskovvejmotorvejen, hvor nummerplader også registreres, således at det er muligt at beregne en rejsetid ved at matche nummerplader registreret de forskellige steder. Nummerplader registreres via kameraer og billedegenkendelsessoftware.



**Figur 3.1.** Venstre og midtfor: De to kameraer på galge på Åboulevard i retning mod København centrum. Højre: De to kameraer.

Før dataopsamlingen gik i gang blev kameralinserne vasket, da dette øger antallet af nummerplader som genkendes. Erfaringsmæssigt genkendes 90-95% af nummerpladerne efter vask, men efter et halvt år efter vask falder genkendelsen til omkring 50%, hvor den mere eller mindre stabiliserer sig, men det afhænger selvfølgelig af tilsmudsningforholdene. I forhold til beregning af køretiden er det ikke så afgørende, hvad genkendelsesprocenten er, da køretidsberegningerne vil fungere helt ned til 10% genkendelse. I forhold til emissionsberegninger er det dog afgørende at genkendelsesprocenten er høj, og lenserne er derfor blevet vasket før dataopsamlingen i 2008. I forbindelse med dataopsamlingen i 2010 var det ikke nødvendigt at foretage vask, da kameraerne var blevet udskiftet med en ny type, som ikke kræver vask.

Første dataopsamlingsperiode kørte fra 12. december 2008 til 19. marts 2009 dvs. omkring 96 dage. Anden dataopsamlingsperiode begyndte den 3. november 2010 til den 2. januar 2011 dvs. omkring 60 dage. Første periode afspejler en situation, hvor trin 1 af miljøzonen i København er trådt i kraft (1. september 2008), og anden periode afspejler en situation efter at trin 2 af miljøzonekravene er trådt i kraft (1. juli 2010). For hver registrering gemmes tidspunktet (dato og tidspunkt) samt nummerplade nummer. På baggrund af disse nummerpladeregistreringer og koblingen til motorregisteret er der opbygget en database med samlet knap 1,1 mio. køretøjer, omkring 434.000 i 2008 og 633.000 i 2010.

#### **Tilladelse til og organisering af dataindsamling**

Registerloven begrænser anvendelsen og sammenkøringen af personfølsomme oplysninger fra registre. DMU har derfor forespurgt Datatilsynet om det er muligt at bruge nummerpladeoplysninger til kobling med tekniske data fra motorregisteret til bedre bestemmelse af emission fra trafikken på Åboulevard i forbindelse med miljøzoneprojektet. Datatilsynet har skriftligt bekræftet, at projektet gerne må koble nummerpladedata med motorregisteret. Datatilsynet skal ikke give en særlig tilladelse, da Københavns Kommune ifølge registerloven har tilladelse til at anvende nummerpladedata til kobling med køretekniske data fra motorregisteret, da Københavns Kommune ejer kameraanlægget og er dataansvarlig.

Firmaet Olsen Engineering udfører service på kameraanlægget og har stået for at opsamle nummerpladedata.

SKAT, som administrerer det centrale register for motorkøretøjer, har leveret oplysninger fra motorregisteret via firmaet CSC, som står for dataleverancer.

### 3.2 Oplysninger i motorregister til emissionsbestemmelse

Motorregisteret indeholder en lang række tekniske oplysninger om køretøjerne. DMU har fået et udtræk af nedenstående oplysninger med relevans for emissionsbestemmelse:

- fabrikant
- model
- variant
- art
- anvendelse
- biltype
- emissionsklasse (Euronorm)
- supplerende oplysninger om partikelfilter (eftermonteret)
- indregistreringsår
- brændstoftype (benzin, diesel, gas, el)
- brændstofsforbrug
- egen vægt/total vægt
- motorstørrelse (slagvolumen)

I forbindelse med vurdering af effekten af miljøzoner er det særligt bilparkens fordeling på emissionsklasser (og brændstoftype), der har interesse. Da emissionsklasserne ydermere er underopdelt i motorstørrelse for personbiler og i vægtklasser for lastbiler og busser er disse oplysninger også relevante. Endelig har oplysninger om, hvorvidt et køretøj har eftermonteret et partikelfilter interesse.

Selvom motorregisteret har mulighed for at indeholde alle ovenstående oplysninger er der en række begrænsninger, idet oplysningerne ikke er konsekvent registreret for alle typer køretøjer eller de kan være registreret på en måde, så det ikke umiddelbart kan lade sig gøre at udskille det relevante data. I dag registreres der emissionsklasser for lastbiler og busser, samt for dieselvarebiler og -personbiler, der har fået eftermonteret et partikelfilter. Det sidste sker af hensyn til den årlige afgift på 1000 kr. på dieslbiler uden partikelfilter.

Oplysninger om emissionsklassen er ikke komplet, og det er derfor valgt at skønne emissionsklassen ud fra indregistreringsåret for alle køretøjsgrupper. Dette er imidlertid ikke helt uproblematisk, da en given emissionsklasse typisk er tilgængelig og dermed bliver solgt før den lovligt skal træde i kraft.

Oplysninger om motorstørrelse er heller ikke komplet, da registeret langt fra indeholder oplysninger om slagvolumen for alle køretøjer. Motorstørrelsen kan være indeholdt som en del af oplysningerne om varianten, men er i sådanne tilfælde svære at ekstrahere automatisk.

Oplysninger om eftermontering af partikelfiltre er en supplerende oplysning, som kun findes for person- og varebiler, hvilket gør at disse

oplysninger ikke kan bruges til at vurdere antallet af eftermonterede filtre som følge af miljøzonen, der vedrører lastbiler og busser.

#### Klassificering af køretøjer

I OSPM's emissionsmodul er køretøjerne klassificeret i følgende køretøjsgrupper: personbil, varebil, lastbil og bus. På baggrund af de tilgængelige oplysninger i motorregisteret er disse kategorier opstillet på følgende måde.

Personbil eksisterer som biltype i motorregisteret, og hvis der under anvendelse er registreret "Taxikørsel" registreres køretøjet som en taxi.

Varebil eksisterer ligeledes som biltype, men hvis biltypen "Stor personbil" er under 5.000 kg registreres det også som en varebil. En del af personbilerne kan godt være varebiler, som kører som personbiler fx 4-hjulstrækkere. Oplysninger under "variant" kunne anvendes til at identificere disse, men det kan vanskeligt gøres på en automatiseret måde.

En bus er ikke registreret som biltype, men er sat til en "Stor personbil" over 5.000 kg.

Lastbil og sættevogn er biltyper og er sat til lastbil. En gennemsnitslastbil er vægtet med forholdet 80-20 mellem mindre lastbil og sættevogn.

Koblingen mellem oplysninger i motorregister og køretøjstyper i OSPM's emissionsmodel er vist i Tabel 3.1.

**Tabel 3.1.** Omsætning af oplysninger i motorregister til køretøjskategorier i OSPM's emissionsmodul

Type	Anvendelse	Vægt	OSPM køretøjstype
Personbil	TAXIKØRSEL		TAXI
Personbil			PERSONBIL
StorPersonbil		< 5000 kg	VAREBIL
StorPersonbil		=> 5000 kg	BUS
Lastbil			LASTBIL
Sættevogn			LASTBIL
Varebil			VAREBIL

Der blev endvidere lavet en særskilt analyse af busserne, som vedrørende anvendelse klassificeres på følgende måde: Rutekørsel, buskørsel, privat buskørsel og særlig anvendelse. Rutekørsel vil omfatte bybusser mens resten er turistbusser. Rutekørsel udgjorde 92% i 2008 og 90% i 2010, så de registrerede busser er alt overvejende bybusser på Åboulevard.

#### Vurdering af flergangsregistreringer

I Tabel 3.2 og Tabel 3.3 er vist antallet af køretøjer i procent som er registreret flere gange i hhv. 2008 og 2010 underopdelt på emissionsklasser og ugedag. Formålet hermed er at vurdere, hvor mange køretøjer der er gengangere over måleperioderne. Det ses, at omkring halvdelen er gengangere og at dette gælder for alle Euroklasser på alle

ugedage. Den anden halvdel er således køretøjer som kun er registreret én gang i den pågældende måleperiode. Da der samlet er omkring 1,1 mio. registreringer, og omkring halvdelen kun er registreret én gang omfatter databasen mange forskellige køretøjer, som skulle give et repræsentativt billede af bilparkens sammensætning mht. emissionsklasser.

For EEV er andelen af gengangere dog langt højere, da dette hovedsageligt er rutebusser. EEV (Environmentally Enhanced Vehicle) er en frivillig emissionsstandard og svarer til en Euro 5 for NO<sub>x</sub> og PM, mens den har lidt lavere emissioner for HC og røgtæthed end Euro 5 ([www.dieselnet.com](http://www.dieselnet.com)).

**Tabel 3.2.** Procentvis antal køretøjer som er registreret flere gange i 2008 omfattende alle køretøjskategorier.

2008	Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	Fredag	Lørdag	Søndag
	%	%	%	%	%	%	%
Euro 0	51	52	50	50	39	45	47
Euro 1	56	56	57	56	55	53	54
Euro 2	56	57	57	55	53	51	51
Euro 3	53	53	54	52	51	46	48
Euro 4	60	61	62	60	60	64	64
Euro 5	50	66	60	51	61	66	57
Euro 6	0	0	0	0	0	0	0
EEV	0	31	67	58	35	73	70
NA	0	0	0	0	57	0	0

**Tabel 3.3.** Procentvis antal køretøjer som er registreret flere gange i 2010 omfattende alle køretøjskategorier.

2010	Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	Fredag	Lørdag	Søndag
	%	%	%	%	%	%	%
Euro 0	52	46	42	44	45	37	33
Euro 1	52	52	53	51	50	40	43
Euro 2	54	53	55	53	50	38	40
Euro 3	52	52	53	53	47	34	35
Euro 4	57	57	59	58	54	48	49
Euro 5	68	64	71	69	69	79	80
Euro 6	0	0	0	0	0	0	0
EEV	97	96	95	97	96	96	97
NA	17	29	28	28	12	13	16

### 3.3 Klassificering i euroklasser og evaluering heraf

Da oplysninger om emissionsklasser er ukomplet i motorregisteret, har det været nødvendigt at fastsætte emissionsklassen ud fra indregistreringsåret. Dette er gennemført ud fra antagelser om ikrafttrædelsesåret for de forskellige emissionsklasser i emissionsmodulet i OSPM, som bygger på samme antagelser som i den nationale emissionsopgørelse, se Tabel 3.4.

**Tabel 3.4.** Årstal som forskellige emissionsklasser træder i kraft

<b>Emissionsklasse</b>	<b>Personbil</b>	<b>Varebil</b>	<b>Lastbil og bus</b>
Euro 1	1991	1995	1994
Euro 2	1997	1999	1997
Euro 3	2001	2002	2002
Euro 4	2006	2007	2007
Euro 5	2011	2012	2010
Euro 6	2015	2016	2015

I Tabel 3.5 er vist en sammenligning mellem 2008 og 2010 af match og ikke-match mellem antagelser om emissionsklasser ud fra indregistreringsår og faktiske emissionsklasser registreret i motorregisteret. Ved "match" forstås at den emissionsklasse som indregistreringsår giver og den faktiske registrerede emissionsklasse i motorregisteret er den samme. Ved "Ikke-match" er det ikke tilfældet. "Mangler" har ingen information om emissionsklasse i motorregisteret.

I 2008 er den højeste match for lastbiler med 75% efterfulgt af busser med 15%, men ikke-match ligger også højt med hhv. 21% og 52%. Manglende oplysninger om emissionsklasse i motorregisteret ligger på omkring 95% for person- og varebiler og taxi. Selvom matchprocenten for disse køretøjer er lille, er den typisk mange gange højere end ikke-matchprocenten.

I 2010 er billedet stort set det samme som i 2008, men match for busser er steget til 64%. Nærmere analyser viser at denne stigning helt overvejende skyldes langt flere EEV busser i 2010, som er registreret i motorregisteret.

For de tunge køretøjer er der relativt høje matchprocenter, og for øvrige køretøjsgrupper er der langt højere match end ikke-match, hvilket indikerer at ovenstående antagelser om registreringsår som brugbar for inddeling i emissionsklasser er gangbar. Men ikke-match indikerer også at registreringsår kan være lidt for konservativt, da en given euroklasse forhandles før den er lovpligtig.



**Tabel 3.5.** Sammenligning mellem 2008 og 2010 af match og ikke-match mellem antagelser om emissionsklasser ud fra indregistreringsår og faktiske emissionsklasser registreret i motorregisteret. Data for Åboulevard.

Køretøjs- kategori	2008		Køretøjs- kategori	2010	
	Antal match	% af Match		Antal match	% af Match
BUS	11565	100,0%	BUS	10376	100,0%
Match	1737	15,0%	Match	6685	64,4%
Mangler	3821	33,0%	Mangler	255	2,5%
Ikke-match	6007	51,9%	Ikke-match	3436	33,1%
LASTBIL	9839	100,0%	LASTBIL	8159	100,0%
Match	7416	75,4%	Match	5732	70,3%
Mangler	319	3,2%	Mangler	251	3,1%
Ikke-match	2104	21,4%	Ikke-match	2176	26,7%
PERSONBIL	445800	100,0%	PERSONBIL	313191	100,0%
Match	20750	4,7%	Match	8467	2,7%
Mangler	424550	95,2%	Mangler	304329	97,2%
Ikke-match	500	0,1%	Ikke-match	395	0,1%
TAXI	52339	100,0%	TAXI	28532	100,0%
Match	1667	3,2%	Match	890	3,1%
Mangler	50403	96,3%	Mangler	26748	93,8%
Ikke-match	269	0,51%	Ikke-match	894	3,1%
VAREBIL	113402	100,0%	VAREBIL	72943	100,0%
Match	7406	6,5%	Match	3846	5,3%
Mangler	105536	93,1%	Mangler	68757	94,3%
Ikke-match	460	0,4%	Ikke-match	340	0,5%
I alt	632945		I alt	433201	

For yderligere at undersøge, hvor mange køretøjer, som bliver indregistreret med en given Euronorm før denne norm bliver lovpligtig, blev den del af datasættet, som havde oplysninger om Euronorm nærmere undersøgt. Det viste sig, at mange køretøjer var registreret lang tid før en given Euronorm blev lovligt, men også at mange køretøjer var registreret lang tid efter at den pågældende norm var lovpligtig. Vi formoder at registreringer efter den lovpligtige Euronorm skyldes brugte importerede biler, som får tildelt en indregistreringsdato, når de kommer til landet, men datasættet indeholder ingen oplysninger om, hvorvidt et køretøj er importeret eller ej. Derfor ser vi i den videre analyse bort fra alle indregistreringsdatoer, som var efter den lovpligtige Euronormperiode.

I Tabel 3.6 og Tabel 3.7 er opsummeret hvor lang tid før de lovpligtige Euronormers ikrafttrædelse køretøjerne faktisk er indregistreret, og det er opgjort hvor mange køretøjer det drejer sig om i forskellige tidsintervaller. I forbindelse med sammenligningen har vi antaget at alle ikrafttrædelser er fra 1. januar og at en given norm slutter den 31. december selvom ikke alle Euronormer følger dette mønster. Der er taget udgangspunkt i registreringer fra 2010. "Match" betyder at indregistreringsdatoen lå inden for de antagelser, som er gjort om start og slut for de forskellige Euronormer. EEV er antaget at være som en Euro 5.

Der indgår knap 23.000 registreringer i analysen, hvor der var oplysninger om Euronormen, hvilket er omkring 2% af det samlede antal på omkring 1,1 mio. registreringer, som dækker over 5% for person- og varebiler men omkring 65% for busser og 97% for lastbiler.

For person- og varebiler er der for de fleste registreringer match mellem indregistreringsdato og antaget periode for start og slut af den pågældende Euronorm, mens tunge køretøjer har høj match men også høj ikke-match. I 2010 skiller taxier sig ud ved at have lige mange match som ikke-match, hvilket sandsynligvis skyldes loven om grønne taxier, hvor Euro 5 er påkrævet fra den 15. september 2009. Det er også tydeligt, at der er en del registreringer, hvor indregistreringsdatoen er før den lovpligtige Euronorms ikrafttrædelse.

**Tabel 3.6.** Antal og fordeling af personbiler, taxier og varebiler som er indregistreret før lovpligtig Euronorm træder i kraft. Registreringer fra 2010.

<b>PERSONBIL</b>	<b>1205</b>	<b>100,00%</b>	<b>TAXI</b>	<b>1781</b>	<b>100,00%</b>	<b>VAREBIL</b>	<b>2281</b>	<b>100,00%</b>
<b>Euro 2</b>	<b>10</b>	<b>0,83%</b>	<b>Euro 3</b>	<b>77</b>	<b>4,32%</b>	<b>EEV</b>	<b>53</b>	<b>2,32%</b>
Match	7	0,58%	Match	77	4,32%	2 år+	53	2,32%
3 mdr.	1	0,08%	<b>Euro 4</b>	<b>845</b>	<b>47,45%</b>	<b>Euro 2</b>	<b>12</b>	<b>0,53%</b>
1 år	1	0,08%	Match	810	45,48%	Match	12	0,53%
2 år	1	0,08%	2 mdr.	1	0,06%	<b>Euro 3</b>	<b>523</b>	<b>22,93%</b>
<b>Euro 3</b>	<b>329</b>	<b>27,30%</b>	3 mdr.	3	0,17%	Match	499	21,88%
Match	312	25,89%	4 mdr.	8	0,45%	1 år	1	0,04%
1 mdr.	2	0,17%	6 mdr.	7	0,39%	2 år	23	1,01%
2 mdr.	3	0,25%	1 år	16	0,90%	<b>Euro 4</b>	<b>1567</b>	<b>68,70%</b>
3 mdr.	2	0,17%	<b>Euro 5</b>	<b>859</b>	<b>48,23%</b>	Match	1385	60,72%
5 mdr.	2	0,17%	1 mdr.	1	0,06%	1 mdr.	69	3,02%
6 mdr.	3	0,25%	2 mdr.	53	2,98%	2 mdr.	28	1,23%
1 år	4	0,33%	3 mdr.	4	0,22%	3 mdr.	10	0,44%
2 år+	1	0,08%	4 mdr.	41	2,30%	4 mdr.	16	0,70%
<b>Euro 4</b>	<b>822</b>	<b>68,22%</b>	5 mdr.	49	2,75%	5 mdr.	8	0,35%
Match	549	45,56%	6 mdr.	4	0,22%	6 mdr.	2	0,09%
1 mdr.	16	1,33%	1 år	190	10,67%	1 år	8	0,35%
2 mdr.	11	0,91%	2 år	454	25,49%	2 år	35	1,53%
3 mdr.	18	1,49%	2 år+	63	3,54%	2 år+	6	0,26%
4 mdr.	9	0,75%				<b>Euro 5</b>	<b>126</b>	<b>5,52%</b>
5 mdr.	8	0,66%				2 år	98	4,30%
6 mdr.	8	0,66%				2 år+	28	1,23%
1 år	51	4,23%						
2 år	89	7,39%						
2 år+	63	5,23%						
<b>Euro 5</b>	<b>44</b>	<b>3,65%</b>						
3 mdr.	1	0,08%						
5 mdr.	7	0,58%						
6 mdr.	1	0,08%						
1 år	12	1,00%						
2 år	11	0,91%						
2 år+	12	1,00%						

**Tabel 3.7.** Antal og fordeling af lastbiler og busser som er indregistreret før lovpligtig Euronorm træder i kraft. Registreringer fra 2010.

<b>LASTBIL</b>	<b>7667</b>	<b>100,00%</b>	<b>BUS</b>	<b>9997</b>	<b>100,00%</b>
<b>EEV</b>	<b>129</b>	<b>1,68%</b>	<b>EEV</b>	<b>5554</b>	<b>55,56%</b>
Match	92	1,20%	Match	38	0,38%
1 mdr.	1	0,01%	2 mdr.	1442	14,42%
3 mdr.	31	0,40%	3 mdr.	3812	38,13%
4 mdr.	4	0,05%	4 mdr.	142	1,42%
1 år	1	0,01%	5 mdr.	1	0,01%
<b>Euro 1</b>	<b>65</b>	<b>0,85%</b>	6 mdr.	6	0,06%
Match	61	0,80%	1 år	11	0,11%
1 mdr.	3	0,04%	2 år	101	1,01%
2 mdr.	1	0,01%	2 år+	1	0,01%
<b>Euro 2</b>	<b>448</b>	<b>5,84%</b>	<b>Euro 1</b>	<b>12</b>	<b>0,12%</b>
Match	427	5,57%	Match	10	0,10%
1 mdr.	11	0,14%	2 år+	2	0,02%
2 mdr.	2	0,03%	<b>Euro 2</b>	<b>155</b>	<b>1,55%</b>
4 mdr.	6	0,08%	Match	151	1,51%
2 år	2	0,03%	1 år	4	0,04%
<b>Euro 3</b>	<b>1937</b>	<b>25,26%</b>	<b>Euro 3</b>	<b>712</b>	<b>7,12%</b>
Match	1771	23,10%	Match	677	6,77%
1 mdr.	3	0,04%	1 år	35	0,35%
2 mdr.	7	0,09%	<b>Euro 4</b>	<b>3266</b>	<b>32,67%</b>
3 mdr.	3	0,04%	Match	112	1,12%
4 mdr.	22	0,29%	2 mdr.	2	0,02%
5 mdr.	19	0,25%	3 mdr.	3132	31,33%
6 mdr.	1	0,01%	5 mdr.	12	0,12%
1 år	93	1,21%	6 mdr.	2	0,02%
2 år	18	0,23%	2 år+	6	0,06%
<b>Euro 4</b>	<b>3256</b>	<b>42,47%</b>	<b>Euro 5</b>	<b>298</b>	<b>2,98%</b>
Match	2694	35,14%	Match	61	0,61%
1 mdr.	58	0,76%	4 mdr.	12	0,12%
2 mdr.	92	1,20%	5 mdr.	3	0,03%
3 mdr.	34	0,44%	6 mdr.	3	0,03%
4 mdr.	32	0,42%	1 år	22	0,22%
5 mdr.	79	1,03%	2 år	186	1,86%
6 mdr.	1	0,01%	2 år+	11	0,11%
1 år	128	1,67%			
2 år	135	1,76%			
2 år+	3	0,04%			
<b>Euro 5</b>	<b>1832</b>	<b>23,89%</b>			
Match	565	7,37%			
1 mdr.	32	0,42%			
2 mdr.	14	0,18%			
3 mdr.	18	0,23%			
4 mdr.	24	0,31%			
5 mdr.	53	0,69%			
6 mdr.	28	0,37%			
1 år	294	3,83%			
2 år	458	5,97%			
2 år+	346	4,51%			

### Sammenligning med COWI analyse af nummerpladedata i 2008

I forbindelse med Miljøstyrelsens udarbejdelse af en NO<sub>2</sub> handlingsplan (Miljøstyrelsen 2010) i tilknytning til regeringens ansøgning til EU om udsættelse af overholdelse af NO<sub>2</sub> grænseværdien fra 2010 til 2015 overdrog DMU en kopi af motorregisterdata fra 2008 til COWI. COWI brugte dette datasæt i forbindelse med vurdering af en række tiltags betydning for NO<sub>2</sub> koncentrationen i 2015 for Miljøstyrelsen (COWI 2010).

Som det ses af Tabel 3.8 og Tabel 3.9 er der kun minimale forskelle mellem COWI's opdeling af motorregisterdata i emissionsklasser og DMU's opdeling, hvilket indikerer at der er anvendt samme forudsætninger om, at indregistreringsår kan benyttes til opdeling i emissionsklasser ud fra ikrafttrædelsesår. Der er dog små forskelle, idet COWI har indført en minibuskategori, som dog kun udgør 0,1% af trafikken. De har også placeret EEV som Euro 6 i stedet for Euro 5. Bemærk endvidere at COWI angiver en tungandel på 5%, da de anvender bilparksforudsætninger på Åboulevard for H.C. Andersens Boulevard i deres videre anvendelse af data. Dette giver nogle små forskelle i køretøjs sammensætningen.

**Tabel 3.8.** DMU's analyse af motorregisterdata for Åboulevard i 2008. (% inden for hver køretøjsklasse summerer til 100%, og % for i alt summerer til 100% over alle).

Euroklasse	Personbil		Taxi		Minibus		Varebil		Bus	Lastbil
	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Diesel	Diesel
Euro 0	4,7	3,0	2,9	0,0			10,8	2,5	1,3	1,6
EEV	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0	0,0	1,6	0,0
Euro 1	24,5	3,7	13,5	0,1			21,6	8,5	0,4	1,2
Euro 2	25,5	7,7	12,6	0,8			19,3	11,1	36,0	14,0
Euro 3	24,1	30,4	30,2	7,7			38,1	48,0	9,6	40,9
Euro 4	21,2	55,3	40,9	91,3			10,2	29,9	50,6	33,5
Euro 5	0,0	0,0	0,0	0,1			0,0	0,0	0,6	9,0
I alt	59,6%	11,2%	0,2%	8,2%			3,5%	14,6%	1,3%	1,6%

**Tabel 3.9.** COWI's analyse af motorregisterdata for Åboulevard i 2008 (% inden for køretøjsklasse). (% inden for hver køretøjsklasse summerer til 100%, og % for i alt summerer til 100% over alle)

Euroklasse	Personbil		Taxi		Minibus		Varebil		Bus	Lastbil
	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Diesel	Diesel
Euro 0	4,7	3,0	2,9	0,0	74,0	17,0	15,0	3,6	0,7	1,6
EEV	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Euro 1	24,6	3,9	13,6	0,1	3,8	4,4	17,4	7,2	0,5	1,1
Euro 2	25,4	7,8	12,3	0,8	19,1	19,1	19,6	11,0	34,1	14,0
Euro 3	24,0	30,2	27,4	7,4	3,1	56,0	38,0	47,7	11,8	41,3
Euro 4	21,3	55,2	43,7	91,6	0,0	3,4	9,9	30,5	50,5	33,4
Euro 5	0,0	0,0	0,0	0,10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,90	8,6
Euro 6	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	
I alt	58,1%	10,5%	0,1%	7,9%	0,0%	0,1%	3,6%	14,6%	2,8%	2,2%

Københavns Kommune har gennemført en 24 timers manuel tælling på Åboulevard på en onsdag (5.1.2011) og en lørdag (8.1.2011). Denne trafiktælling omfatter begge retninger, hvor nummerpladedata kun er for 2 ud af 3 vognbaner i retning mod byen. Den gennemsnitlige vægtede køretøjsfordeling på ugebasis af denne trafiktælling er 76,3% personbiler, 6,7% taxier, 14,5% varebiler, 1,8% lastbiler og 0,7% busser. Nummerpladeanalysen viste 70,8% personbiler, 8,4% taxier, 18,1% varebiler, 1,6% lastbiler og 1,3% busser (Tabel 3.8). I store træk er køretøjsfordelingen ens i trafiktællingen og nummerpladeanalysen og de mindre forskelle kan skyldes, at den manuelle trafiktælling dækker begge retninger og er gennemført over to dage, mens nummerpladeanalysen kun dækker en retning og kun 2 ud af 3 baner men til gengæld en meget lang periode.

### **3.4 Forudsætninger omkring bilparkens sammensætning før og efter miljøzonekravene**

I forbindelse med midtvejsrapporten for evaluering af miljøzonerne blev der opstillet antagelser om, hvordan bilparken for den tunge trafik kunne tænkes at reagere på miljøzonekravene. Disse antagelser kan nu testes gennem analyse af nummerpladeregistreringernes kobling til motorregisteret i 2008 og 2010. I det følgende sammenlignes udviklingen fra 2008 til 2010 for den tunge trafik, og der sammenlignes med forudsætninger opstillet af DMU og COWI.

#### **Udvikling i emissionsklasser for tung trafik fra 2008 and 2010**

I midtvejsrapporten blev det antaget, at bilparkens sammensætning af emissionsklasser ville blive påvirket på følgende måde af miljøzonekravene, når den fulde effekt af loven var trådt i kraft i 2010. For busserne var antagelsen af alle Euro 3 busser og 50% af Euro 2 busser ville få eftermonteret partikelfiltre, og øvrige busser ville blive erstattet af nyere busser (Euro 5 eller nyere). Det blev antaget, at alle Euro 3 lastbiler ville få eftermonteret partikelfilter, og ældre lastbiler ville blive erstattet af nyere lastbiler (Euro 5 eller nyere).

Tabel 3.10 viser udviklingen i sammensætningen af tung trafik fra 2008 til 2010 ud fra nummerpladedata på Åboulevard i København. Hvis udviklingen i bilparken på Åboulevard kan bruges som indikator for den generelle udvikling viser det følgende.

For busser reduceres Euro 2 fra 36% til 4% fra 2008 til 2010, hvilket følger den oprindelige antagelse, men dog langt mere end de oprindeligt skønnede reduktioner af Euro 2 på 50%. Euro 3 falder fra 10% til 7%, hvilket relativt følger den generelle udvikling på landsplan. Euro 4 falder fra omkring 51% til 32%, hvilket også relativt set svarer nogenlunde til den generelle udvikling på landsplan. EEV (som modsvare Euro 5) stiger fra 2% til 54% fra 2008 og 2010, og følger derfor antagelser om, at Euro 2 bliver erstattet af nyere euroklasser. Den store andel af EEV i stedet for fx. Euro 5 skyldes, at der i udbud af buskørsel i København gives incitamentet til at anvende busser med bedre emissionsnormer end de lovpligtige. Dette vurderes at være en generel tendens i de større byer i Danmark, men hvordan det konkret implementeres kan variere fra busselskab til busselskab.

For lastbiler reduceres Euro 2 fra 14% til 7% fra 2008 til 2010, hvor det oprindeligt blev antaget, at alle Euro 2 ville blive erstattet med nyere Euro 5. Reduktionen i Euro 2 følger stort set den generelle udvikling på landsplan. Euro 3 falder fra 41% til 25%, hvilket relativt set følger den generelle udvikling på landsplan. Euro 4 stiger fra 33% til 41%, hvilket er en mindre relativ stigning i forhold til den generelle udvikling på landsplan. Euro 5 stiger fra 9% til 23% fra 2008 og 2010, hvilket er langt mere end på landsplan. I forhold til de oprindelige antagelser er der flere Euro 2 i 2010 end antaget, men antagelsen om et kraftigt skift mod Euro 5 bekræftes af nummerpladeregistreringerne.

Som nævnt tidligere er motorregisteret desværre ukomplet mht. registrering af eftermontering af partikelfiltre, så det kan ikke bruges til at kontrollere om euroklasser til og med Euro 3 faktisk har partikelfilter, når de kører i miljøzonen.

Nummerpladeanalysen bekræfter i store træk de generelle tendenser og størrelsesforhold for udvikling i bilparken, som blev stillet op for implementering af miljøzonen og dens betydning for fordelingen af euroklasser for tunge køretøjer.

**Tabel 3.10.** Udviklingen i sammensætningen af tung trafik fra 2008 til 2010 ud fra nummerpladedata på Åboulevard i København

2008				2010			
Biltype	Antal	Euroklasse i procent af tung trafik (%)	Euroklasse i procent af biltype (%)	Biltype	Antal	Euroklasse i procent af tung trafik (%)	Euroklasse i procent af biltype (%)
BUS	11565	54,0	100,0	BUS	10376	56,0	100,0
Euro 0	151	0,7	1,3	Euro 0	120	0,6	1,2
Euro 1	39	0,2	0,3	Euro 1	32	0,2	0,3
Euro 2	4163	19,5	36,0	Euro 2	380	2,1	3,7
Euro 3	1118	5,2	9,7	Euro 3	722	3,9	7,0
Euro 4	5850	27,3	50,6	Euro 4	3270	17,6	31,5
Euro 5	64	0,3	0,6	Euro 5	298	1,6	2,8
EEV	180	0,8	1,6	EEV	5554	30,0	53,5
LASTBIL	9839	46,0	100,0	LASTBIL	8159	44,0	100,0
Euro 0	155	0,7	1,6	Euro 0	85	0,5	1,0
Euro 1	120	0,6	1,2	Euro 1	94	0,5	1,2
Euro 2	1372	6,4	13,9	Euro 2	595	3,2	7,3
Euro 3	4023	18,8	40,9	Euro 3	2037	11,0	25,0
Euro 4	3294	15,4	33,5	Euro 4	3372	18,2	41,3
Euro 5	875	4,1	8,9	Euro 5	1847	10,0	22,6
EEV	0,0	0,0	0,0	EEV	129	0,7	1,6
<b>I alt</b>	<b>21404</b>	<b>100,0</b>		<b>I alt</b>	<b>18535</b>	<b>100,0</b>	

#### Sammenligning af nummerpladedata med national bilpark og miljøzoneantagelser

I det følgende foretages en række sammenligninger af bilparkssammensætningen fra nummerpladeanalysen med bilparken i den nationale statistik, som er implementeret i OSPM's emissionsmodul. Endvidere sammenlignes med sammensætningen af bilparken i effektvurderingen af miljøzonekravene i midtvejsrapporten samt med COWI's analyse. På baggrund af denne analyse afsluttes med at opstille reviderede antagelser om miljøzonens indflydelse på bilparkens sammensætning, som efterfølgende ligger til grund for beregning af effekten for luftkvaliteten af miljøzonekravene.

#### Sammenligninger af bilpark fra nummerpladeanalysen med bilparken i den nationale statistik i 2008

I Tabel 3.11 og Tabel 3.12 er bilparken fra nummerpladeanalysen sammenlignet med bilparken i den nationale statistik i 2008, som den er implementeret i OSPM's emissionsmodel. For person- og varebiler er der en rimelig god overensstemmelse taget i betragtning, at man sammenligner et nationalt gennemsnit med bilparken registreret i en kortere periode på to ud af tre spor i retning mod København for en enkelt gade.

For den tunge trafik er der et klart billede af, at den gennemsnitlige nationale bilpark har flere køretøjer til og med Euro 3 og færre Euro 4 og 5 i forhold til bilparken på Åboulevard. Dette er i overensstemmelse med, at transportører er begyndt at tilpasse sig miljøzonekravene, da

nummerpladeregistreringen er påbegyndt kort efter at trin 1 af miljøzonekravene trådte i kraft.

**Tabel 3.11.** Bilpark i 2008 ud fra nummerpladedata på Åboulevard i København

Euroklasse	Personbil		Taxi		Minibus		Varebil		Bus	Lastbil
	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Diesel	Diesel
Euro 0	4,7	3,0	2,6	0,0	-	-	10,8	2,5	1,3	1,6
EEV	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0	1,6	0,0
Euro 1	24,5	3,7	13,5	0,1	-	-	21,6	8,5	0,3	1,2
Euro 2	25,5	7,7	12,6	0,8	-	-	19,3	11,1	36,0	14,0
Euro 3	24,1	30,4	30,2	7,7	-	-	38,1	48,0	9,6	40,9
Euro 4	21,2	55,3	40,9	91,3	-	-	10,2	29,9	50,6	33,5
Euro 5	0,0	0,0	0,0	0,1	-	-	0,0	0,0	0,6	8,9

**Tabel 3.12.** National bilpark i 2008 implementeret i OSPM's emissionsmodul

Euroklasse	Personbil		Taxi		Minibus		Varebil		Bus	Lastbil
	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Diesel	Diesel
Euro 0	3,3	1,6	-	-	-	-	8,1	2,5	9,8	4,5
EEV	0,0	0,0	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0
Euro 1	18,0	3,1	-	-	-	-	18,3	9,2	6,8	4,6
Euro 2	25,2	8,5	-	-	-	-	17,8	12,2	27,2	21,0
Euro 3	31,2	37,2	-	-	-	-	45,4	52,6	40,8	44,9
Euro 4	22,3	49,6	-	-	-	-	10,4	23,5	15,4	25,0
Euro 5	0,0	0,0	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0

**Sammenligninger af bilpark fra nummerpladeanalysen med antagelser om bilparken i miljøzonevurderingen for 2010 i Midtvejsrapporten samt med den nationale statistik i 2010**

I nedenstående Tabel 3.13, Tabel 3.14, og Tabel 3.15 er sammenlignet hhv. bilpark fra nummerpladeanalysen i 2010 med bilparken i den nationale statistik i 2010 og med miljøzoneantagelserne i 2010 i Midtvejsrapporten for evaluering af miljøzonerne.

**Tabel 3.13.** Bilpark i 2010 ud fra nummerpladedata på Åboulevard i København

Euroklasse	Personbil		Taxi		Minibus		Varebil		Bus	Lastbil
	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Diesel	Diesel
Euro 0	2,7	1,3	0,4	0,0	-	-	6,6	1,8	1,2	1,0
EEV	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	0,0	0,1	53,5	1,6
Euro 1	17,8	2,9	2,9	0,0	-	-	20,2	6,4	0,3	1,2
Euro 2	25,2	5,3	11,5	0,9	-	-	20,9	9,4	3,7	7,3
Euro 3	24,2	21,8	31,6	3,5	-	-	38,0	41,7	7,0	25,1
Euro 4	30,1	68,7	49,3	92,6	-	-	14,4	40,4	31,6	41,3
Euro 5	0,0	0,1	4,4	3,0	-	-	0,0	0,2	2,9	22,6



**Tabel 3.14.** Bilpark i miljøzoneprojektet i 2010 i midtvejsrapport (bilpark er baseret på bestand)

Euroklasse	Personbil		Taxi		Minibus		Varebil		Bus	Lastbil
	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Diesel	Diesel
Euro 0	4,8	2,2	0,0	0,0	-	-	7,6	7,6	0,0	0,0
EEV					-	-				
Euro 1	21,5	9,1	0,0	0,0	-	-	13,1	13,1	0,0	0,0
Euro 2	26,1	14,9	0,0	0,0	-	-	14,2	14,2	10,8	0,0
Euro 3	23,0	34,8	0,0	0,0	-	-	32,0	32,0	30,1	30,8
Euro 4	24,6	39,0	50,0	50,0	-	-	33,1	33,1	22,1	23,0
Euro 5	0,0	0,0	50,0	50,0	-	-	0,0	0,0	37,0	46,3
Euro 6	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0

**Tabel 3.15.** National bilpark i 2010 implementeret i OSPM's emissionsmodul (bilpark er baseret på årskørsel)

Euroklasse	Personbil		Taxi		Minibus		Varebil		Bus	Lastbil
	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Diesel	Diesel
Euro 0	1,9	0,7	-	-	-	-	5,5	1,3	5,4	2,5
EEV	0,0	0,0	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0
Euro 1	13,0	1,7	-	-	-	-	15,1	5,9	4,3	2,6
Euro 2	22,8	6,1	-	-	-	-	16,7	9,0	19,7	13,1
Euro 3	30,1	27,9	-	-	-	-	46,0	41,7	32,1	33,4
Euro 4	32,3	63,7	-	-	-	-	16,6	42,1	31,3	41,0
Euro 5	0,0	0,0	-	-	-	-	0,0	0,0	7,2	7,4
Euro 6	0,0	0,0	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0

Hvis vi antager, at nummerpladeregistreringerne på Åboulevard i 2010 (Tabel 3.13) er repræsentative for bilparken i København, bør fordelingen på emissionsklasser på Åboulevard svare til den fordeling, som blev anvendt ved vurderingen af effekten af miljøzonerne i Midtvejsrapporten (Tabel 3.14)., hvis antagelserne i midtvejsrapporten holder stik.

I Midtvejsrapporten blev det for lastbiler antaget at Euro 2 og ældre var nul, men disse registreres på Åboulevard svarende til 10% af lastbilerne med Euro 2 med 7%. Andelen af Euro 3 er nogenlunde ens, mens fordelingen mellem Euro 4 og 5 er ens i størrelse men byttet om. I Midtvejsrapporten er der antaget en højere andel af Euro 5 end der registreres. Antagelserne i Midtvejsrapporten vil derfor føre til højere emissioner fra lastbiler end hvis bilparkssammensætning på Åboulevard blev anvendt. For busser er antagelsen i Midtvejsrapporten om meget lave andele af Euro 0 og 1 rigtig, mens der er antaget for høje andele af Euro 2 og 3, og den samlede andel af Euro 4 og 5 er antaget noget lavere end på Åboulevard, hvilket vil give højere emissioner i forhold til at anvende bilparken på Åboulevard.

For person- og varebiler er der også en generel tendens til, at andelen af ældre euroklasser er højere i Midtvejsrapporten end der er registreret på Åboulevard. Dette vil også give højere emissioner i forhold til at anvende bilparken på Åboulevard.

For taxi er der registreret en meget høj andel af Euro 4 (93%), men dette er en artefakt af at benytte indregistreringsår som udgangspunkt for indplacering i emissionsklasser. Bekendtgørelse om energi- og miljøkrav til taxier (Færdselsstyrelsen 2009) kræver at nye taxier skal være Euro 5 efter 15. september 2009, og Euro 6 efter 1. januar 2011. I 2010 bør der derfor være en høj andel af taxi som Euro 5, og i 2015 vil 100% af alle taxier være Euro 6. I Midtvejsrapporten blev det antaget, at 50% er Euro 4 og 50% er Euro 5 i 2010. Midtvejsrapporten vil her give lavere emissioner end hvis bilparkssammensætningen for taxi fra Åboulevard blev anvendt.

Til sammenligning er den nye referencesituation i 2010 uden miljøzone givet i Tabel 3.15 baseret på den nationale bilparksstatistik. Denne bilparksfordeling er baseret på årskørsler dvs. at bestanden af de forskellige emissionsklasser er vægtet med den tilhørende årskørsel. Dette giver en forskydning mod nyere emissionsklasser i forhold til at bruge bestand, da nyere biler kører mere end ældre biler. I Midtvejsrapporten var bilparken baseret på bestand.

Det ses, at der er god overensstemmelse mellem fordelingen på de forskellige emissionsklasser for person- og varebiler mellem Åboulevard og den nye referencesituation i 2010 uden miljøzone. Dette er en indikation af, at bilparken baseret på årskørsel er bedre end baseret på bestand, men det kunne også betyde noget, at den nye referencesituation er en mere opdateret bilparksprognose for 2010 end den, der blev anvendt i Midtvejsrapporten, som nu er flere år gammel. Hvis man sammenligner referencesituationen uden miljøzone med Åboulevard, er det tydeligt, at Åboulevard har færre køretøjer i Euro 2 og ældre og flere Euro 5/EEV end referencesituationen i overensstemmelse med antagelserne om implementering af miljøzonekravene.

#### **Sammenligninger af Midtvejsrapportens antagelser om bilpark i 2015 med den nationale statistik og COWI's antagelser**

I det følgende er antagelserne om bilparkens sammensætning i 2015 i Midtvejsrapporten (Tabel 3.16) sammenlignet med den nye referencesituation i 2015 for den nationale bilpark uden miljøzone baseret på årskørsel (Tabel 3.17) og med COWI's antagelser i 2015 (Tabel 3.18).

**Tabel 3.16.** Bilpark i miljøzoneprojektet i 2015 i midtvejsrapport (bilpark er baseret på bestand).

Euroklasse	Personbil		Taxi		Minibus		Varebil		Bus	Lastbil
	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Diesel	Diesel
Euro 0	1,8	0,6	0,0	0,0	-	-	5,2	5,2	0,0	0,0
EEV	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0
Euro 1	7,3	2,4	0,0	0,0	-	-	4,8	4,8	0,0	0,0
Euro 2	17,1	8,0	0,0	0,0	-	-	8,0	8,0	6,6	0,0
Euro 3	22,5	26,4	0,0	0,0	-	-	21,6	21,6	21,6	21,3
Euro 4	25,3	30,8	25,0	25,0	-	-	32,0	32,0	17,0	17,3
Euro 5	20,6	25,1	50,0	50,0	-	-	33,1	33,1	54,8	61,3
Euro 6	5,5	6,7	25,0	25,0	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0

**Tabel 3.17.** National bilpark i 2015 implementeret i OSPM's emissionsmodul (bilpark er baseret på årskørsel)

Euroklasse	Personbil		Taxi		Minibus		Varebil		Bus	Lastbil
	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Diesel	Diesel
Euro 0	0,6	0,1	-	-	-	-	2,2	0,3	1,1	0,7
EEV	0,0	0,0	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0
Euro 1	3,1	0,2	-	-	-	-	6,9	1,7	1,0	0,6
Euro 2	10,4	1,8	-	-	-	-	10,9	3,6	6,7	3,6
Euro 3	22,9	12,7	-	-	-	-	45,1	25,6	16,0	12,7
Euro 4	30,6	35,8	-	-	-	-	23,0	39,9	18,2	21,2
Euro 5	27,9	42,4	-	-	-	-	11,9	28,9	50,9	53,8
Euro 6	4,5	7,0	-	-	-	-	0,0	0,0	6,1	7,4

**Tabel 3.18.** COWI's antagelser om bilparkens sammensætning i 2015 inkl. miljøzonekrav og grønne taxier

Euroklasse	Personbil		Taxi		Minibus		Varebil		Bus	Lastbil
	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Diesel	Diesel
Euro 0	0,6	0,1	0,0	0,0	8,4	0,1	1,7	0,7	0,1	0,2
EEV	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Euro 1	3,6	1,4	0,0	0,0	0,0	0,1	2,0	0,6	0,5	1,0
Euro 2	9,3	1,0	0,0	0,0	65,6	16,1	11,3	2,3	0,3	0,4
Euro 3	36,1	3,0	0,0	0,0	5,3	11,3	25,1	10,4	24,5	6,0
Euro 4	27,8	11,4	0,0	0,0	19,1	44,0	34,2	26,2	11,3	13,4
Euro 5	22,7	83,1	0,0	0,0	1,5	28,3	25,7	59,7	8,0	31,4
Euro 6	0,0	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	55,4	47,6

I Midtvejsrapporten (Tabel 3.16) er bilparken for person- og varebiler forskudt mod ældre emissionsklasser i forhold til det nationale gennemsnit for bilparken uden miljøzone (Tabel 3.17), da denne er baseret på årskørsel og ikke bestand.

Antagelser for taxier i Midtvejsrapporten er opstillet før bekendtgørelsen om energi- og miljøkrav blev vedtaget, og der er derfor ikke taget hensyn til, at alle taxier i 2015 bør være grønne taxier (Euro 6), men der er antaget en fordeling udelukkende på Euro 4, 5 og 6.

For lastbiler og busser er det tydeligt, at Åboulevard i 2015 har færre køretøjer i Euro 2 og ældre og flere Euro 5/EEV end det nationale gennemsnit for bilparken i overensstemmelse med antagelserne om implementering af miljøzonekravene.

COWI's antagelser om bilparken i 2015 (Tabel 3.18) har omtrent samme antagelser for benzindrevne person- og varebiler, men dieseldrevne person- og varebiler har markant flere Euro 5 biler end antagelserne i Midtvejsrapporten. Taxier er implementeret som grønne taxier (Euro 6). For lastbiler og for busser antager COWI en stor andel af Euro 6, hvor dette ikke er tilfældet i Midtvejsrapporten. Samlet set vil COWI's antagelser føre til mindre emission sammenlignet med Midtvejsrapporten.

#### Sammenligninger af Midtvejsrapportens antagelser om bilpark i 2020 med den nationale statistik

Den nationale bilpark i 2020 fremgår af Tabel 3.19 og antagelserne i Midtvejsrapporten omkring bilparken inkl. miljøzonekravene fremgår af Tabel 3.20. Effekten af miljøzonekravene i 2010 vil have klinget af i 2020. Grunden til, at den nationale bilpark i 2020 har flere Euro 5 og 6 end antagelserne i Midtvejsrapporten, er at den nationale bilpark er beskrevet ved årskørsel og ikke bestand. Som beskrevet ovenfor er grønne taxier ikke implementeret i antagelserne for miljøzonen i 2020 i Midtvejsrapporten.

**Tabel 3.19.** National bilpark i 2020 implementeret i OSPM's emissionsmodul (bilpark er baseret på årskørsel)

Euroklasse	Personbil		Taxi		Minibus		Varebil		Bus	Lastbil
	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Diesel	Diesel
Euro 0	0,3	0,0	-	-	-	-	1,0	0,1	0,3	0,2
EEV	0,0	0,0	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0
Euro 1	0,6	0,0	-	-	-	-	2,0	0,3	0,2	0,2
Euro 2	2,0	0,3	-	-	-	-	3,5	0,7	1,7	0,8
Euro 3	9,3	4,0	-	-	-	-	23,6	7,9	5,7	3,5
Euro 4	20,2	18,3	-	-	-	-	17,7	18,4	9,0	7,2
Euro 5	21,2	23,7	-	-	-	-	14,7	20,5	30,8	26,0
Euro 6	46,4	53,7	-	-	-	-	37,4	52,1	52,3	62,0

**Tabel 3.20.** Bilpark i miljøzoneprojektet i 2020 i Midtvejsrapport (bilpark er baseret på bestand)

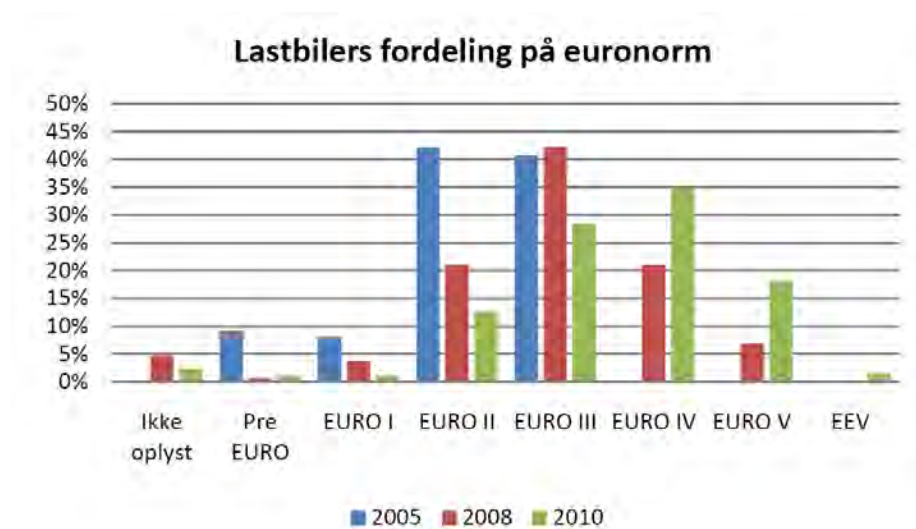
Euroklasse	Personbil		Taxi		Minibus		Varebil		Bus	Lastbil
	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Diesel	Diesel
Euro 0	1,1	0,3	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0
EEV	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0
Euro 1	1,6	0,4	0,0	0,0	-	-	0,4	0,4	0,0	0,0
Euro 2	4,9	2,1	0,0	0,0	-	-	1,8	1,8	2,3	0,0
Euro 3	13,9	14,3	0,0	0,0	-	-	11,2	11,2	13,1	11,9
Euro 4	24,0	25,3	0,0	0,0	-	-	21,6	21,6	11,9	11,7
Euro 5	20,6	21,8	50,0	50,0	-	-	24,8	24,8	35,7	38,1
Euro 6	33,9	35,8	50,0	50,0	-	-	40,3	40,3	36,9	38,3

### Nummerpladeanalyse i Aalborg

Aalborg Kommune har gennemført nummerpladeanalyser med det formål at vurdere de ændringer, som miljøzonen har haft for bilparkens fordeling på Euroemissionsklasser (Aalborg Kommune, 2010).

Nummerskrivningsanalysen har kortlagt kørslen til og fra miljøzonen i perioden kl. 6:00-18:00 på en hverdag. Nummerpladeanalyse er gennemført i 2005 (forundersøgelse), efteråret 2008 (forud for miljøzonens start) og i efteråret 2010 (efter at anden fase af miljøzonekravene trådte i kraft). Nummerpladedata er efterfølgende blevet koblet til informationer fra motorregisteret, hvor der kunne genfindes omkring 7.000 unikke nummerplader.

Udviklingen i lastbilernes fordeling på Euroemissionsklasser er vist i Figur 3.2. I 2010 omfatter analysen 473 lastbiler.



**Figur 3.2.** Lastbilers procentvise fordeling på Euro-norm i undersøgelserne fra hhv. 2005, 2008 og 2010 i Aalborg. Figur fra *Aalborg Kommune* (2010).

Andelen af lastbiler med Euro 4 eller bedre er øget fra 28% i 2008 til 54% i 2010. De helt gamle lastbiler med Euro 2 eller ældre er reduceret fra 26% til 15%. Det ses, at for lastbilerne er der sket en udskiftning af såvel Euro 2 og Euro 3 køretøjer. Udviklingen og udskiftningen i Euronormer følger derfor de samme tendenser som ses på Åboulevard i København (Se Tabel 3.10). På Åboulevard øges andelen af lastbiler med Euro 4 eller bedre fra 42% til 66% fra 2008 til 2010, og andelen af Euro 2 eller ældre reduceres fra 17% i 2008 til 10% i 2010.

Analysen i Aalborg viste endvidere, at udskiftningen af lastbiler til nyere modeller er sket i et større omfang end for varebiler, som ikke er omfattet af miljøzonereglerne.

### 3.5 Nye antagelser om miljøkravenes påvirkning af bilparken

På baggrund af erfaringer med nummerpladedata og kobling til motorregisteret er der opstillet nye forudsætninger for, hvordan miljøzonekravene påvirker bilparken for hhv. 2010, 2015 og 2020, se Tabel 3.21, Tabel 3.22 og Tabel 3.23. Disse forudsætninger anvendes i de reviderede beregninger af effekten af miljøzonekravene for luftkvaliteten.

Det er antaget, at den registrerede bilparkssammensætning på Åboulevard registreret ved nummerpladedata og kobling til motorregisteret i 2010 er repræsentativ for bilparken i alle miljøzonerne gældende for dieseldrevne busser og lastbiler samt for dieseldrevne taxier. Der formodes ikke at være store regionale forskelle i Danmark på bilparkens sammensætning på trafikerede bygader, og bilparksdata fra Åboulevard er det største og bedste datasæt, som er tilgængeligt. For de øvrige køretøjsgrupper er der antaget samme fordeling mellem emissionsklasserne som i den nationale bilpark.

**Tabel 3.21.** Nye antagelser om miljøkravenes implementering i 2010 baseret på erfaringer med nummerpladedata

Euroklasse	Personbil		Taxi	Varebil		Bus		Bus	Lastbil<32t	Lastbil<32t	Lastbil>32t
	Benzin	Diesel	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Diesel	
Euro 0	1,9	0,7	0,0	5,5	1,3	100	1,2	100,0	1,0	1,0	
Euro 1	13,0	1,7	0,0	15,1	5,9		0,3		1,2	1,2	
Euro 2	22,8	6,1	0,9	16,7	9,0		3,7		7,3	7,3	
Euro 3	30,1	27,9	3,5	46,0	41,7		7,0		25,0	25,0	
Euro 4	32,3	63,7	92,5	16,6	42,1		31,5		41,3	41,3	
Euro 5	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0		56,4		24,2	24,2	
Euro 6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0		0,0	0,0	
Fordeling ml. brændstof	76,7%	23,3%	100,0%	10,9%	89,1%	7,1%	92,9%	1,1%	98,9%	100,0%	

Bilparkens sammensætning i 2015 og 2020 inkl. miljøkravene er implementeret på følgende måde. For person- og varebiler (benzin/diesel) er det antaget, at bilparken svarer til den nationale bilpark i 2015 og 2020. For lastbiler og busser er der taget udgangspunkt i fordelingen mellem emissionsklasser i 2010 og disse er fremskrevet til hhv. 2015 og 2020 ved relativt at ændre euroklasser til og med Euro 4 på samme måde som den nationale bilpark. For Euro 6 er antaget den samme andel som i den nationale bilpark, og Euro 5 er resten. Grunden til at Euro 5 bruges som justeringsklasse er, at det er denne euroklasse, som der sker et stort skift til ved miljøzonernes indførelse. For taxi antages 100% Euro 6 i 2015 og 2020, da alle taxier på dette tidspunkt vil være grønne taxier.

Bilparkens sammensætning i 2020 uden og med miljøzonekrav er stort set ens, hvilket illustrerer at effekten af miljøzonekravene i 2010 er klinget af i 2020.

Det er antaget, at alle Euro 3 og ældre lastbiler og busser har eftermonteret partikelfilter, da dette er et miljøzonekrav.

**Tabel 3.22.** Nye antagelser om miljøkravenes implementering i 2015 baseret på erfaringer med nummerpladedata og fremskrivning fra 2010 til 2015 baseret på den nationale udvikling i bilparken

Euroklasse	Personbil		Taxi	Varebil		Bus		Bus	Lastbil<32t	Lastbil<32t	Lastbil>32t
	Benzin	Diesel	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Diesel	
Euro 0	0,6	0,1	0,0	2,2	0,3	100	0,0	100,0	0,0	0,0	
Euro 1	3,1	0,2	0,0	6,9	1,7		0,0		0,0	0,0	
Euro 2	10,4	1,8	0,0	10,9	3,7		1,2		2,1	1,5	
Euro 3	22,9	12,7	0,0	45,1	25,6		3,5		10,2	6,5	
Euro 4	30,6	35,8	0,0	23,0	39,9		18,4		23,8	13,9	
Euro 5	27,9	42,4	0,0	11,9	28,9		70,9		57,1	68,5	
Euro 6	4,5	7,0	100,0	0,0	0,0		6,1		6,8	9,5	
Fordeling ml. brændstof	66,1%	33,8%	100,0%	7,3%	92,7%	3,7%	96,3%	0,9%	99,1%	100,0%	

**Tabel 3.23.** Nye antagelser om miljøkravenes implementering i 2020 baseret på erfaringer med nummerpladedata og fremskrivning fra 2010 til 2020 baseret på den nationale udvikling i bilparken

Euroklasse	Personbil		Taxi	Varebil		Bus		Bus	Lastbil<32t	Lastbil<32t	Lastbil>32t
	Benzin	Diesel	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel	Diesel	
Euro 0	0,3	0,0	0,0	1,0	0,1	100,0	0,0	100,0	0,0	0,0	
Euro 1	0,6	0,0	0,0	2,0	0,3		0,0		0,0	0,0	
Euro 2	2,0	0,3	0,0	3,5	0,7		0,3		0,5	0,3	
Euro 3	9,3	4,0	0,0	23,6	7,9		1,2		3,0	1,3	
Euro 4	20,2	18,3	0,0	17,7	18,4		9,1		8,5	3,4	
Euro 5	21,2	23,7	0,0	14,7	20,5		37,1		29,0	21,2	
Euro 6	46,4	53,7	100,0	37,4	52,1		52,3		59,0	73,8	
Fordeling ml. brændstof	58%	42%	100%	4%	96%	2%	98%	1%	99%	100%	

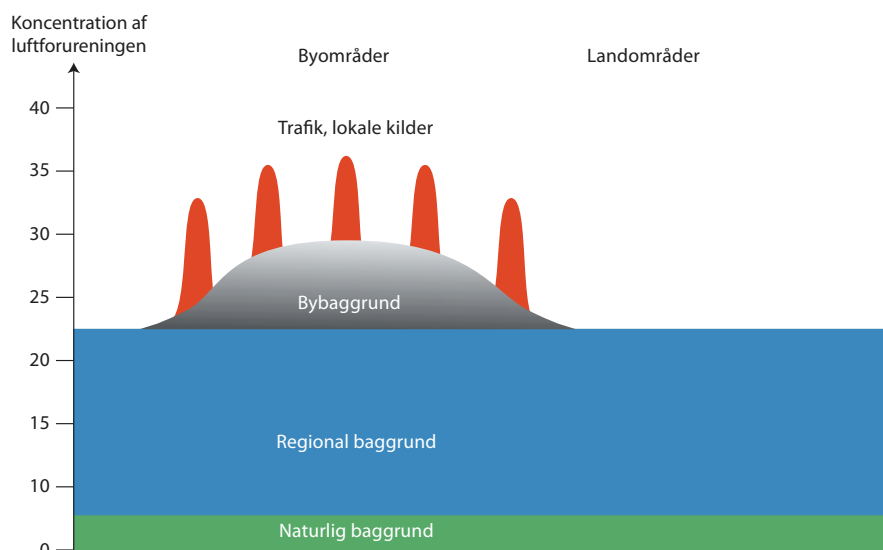
## 4 Sammenligning af modelberegninger og målinger for målestationer i miljøzonebyerne

Der er foretaget modelberegninger for de fire bybaggrundsstationer og fem gadestationer for 2010 for sammenligning med de tilsvarende målinger for at kunne beskrive usikkerheden på de efterfølgende modelberegninger på udvalgte gader i miljøzonebyerne.

### 4.1 Modelsystem og forudsætninger

#### Modelsystem for luftkvalitetsberegninger

Luftkvalitetsberegninger foregår i tre trin. Først beregnes den regionale luftforurening med Danish Eulerian Hemispheric Model (DEHM) (Christensen et al. 1997; Brandt et al. 2001) som input til en bybaggrundsmodel. Bybaggrundsforureningen repræsenterer den generelle forurening i byerne og er beregnet med Urban Background Model (UBM) (Berkowicz, 2000a). DEHM og UBM beregningerne foregår i en koblet proces, således, at UBM modellen får input om beregnede opstrøms regionale koncentrationer time for time fra DEHM. Bybaggrunds-koncentrationerne er herefter input til gadeberegningerne, som beregnes med Operational Street Pollution Model (OSPM) (2000b). De forskellige bidrag er skematisk illustreret i Figur 4.1. DMU's AirGIS system er blevet brugt til automatisk at generere gadegeometri og trafikinput til OSPM modellen ud fra digitale kort, og muliggør derfor effektiv beregning for mange lokaliteter (Jensen et al., 2001,2009c; Ketzler et al. 2011) ([airgis.dmu.dk](http://airgis.dmu.dk)).



**Figur 4.1.** Koncentrationen i en gade består af et regionalt bidrag, samt et bybaggrunds- og et gadebidrag. Hver af disse bidrag beregnes med forskellige luftkvalitetsmodeller hhv. DEHM, UBM og OSPM. AirGIS systemet understøtter beregninger på mange lokaliteter.



### **Meteorologi-, regional- og emissionsdata**

Der anvendes modellerede meteorologidata fra den meteorologiske model MM5.

Emissionsdata til DEHM er baseret på en række europæiske og globale emissionsopgørelser.

Emissioner til UBM i 2010 er baseret på en ny emissionsdatabase, som DMU har opstillet, og som foretager en geografisk fordeling af nationale emissioner på et 1km x 1km gitternet (Plejdstrup & Gyldenkerne 2011). Denne database indeholder emissioner fra alle kilder (trafik, industri, energi mv.) men kun for 2008. I Midtvejsrapporten var emissioner til UBM modellen alene baseret på trafikskilder. For hver by indgår emissionerne fra et større område omkring byen.

Da der ikke foreligger emissionsdata for 2015 og 2020 for danske kilder fordelt på 1x1 km<sup>2</sup>, er der valgt en lidt anderledes tilgang til beregning af bybaggrundskoncentrationerne i 2015 og 2020. Den regionale baggrund i de forskellige miljøzonebyer er baseret på tidsserier fra DEHM fra 2010, og det er således forudsat, at den regionale baggrund er uændret fra 2010 til 2020. Med dette regionale input er der foretaget UBM beregninger med trafikemissioner baseret på OSPM's emissionsmodul og DMU's vej- og trafikdatabase (Jensen et al. 2009a) for 2015 og 2020. Der ligger en indirekte antagelse heri om, at øvrige ikke-trafikemissioner reduceres på samme måde som trafikemissioner. De relative beregnede bybaggrundsbidrag fra 2010-2015 og 2010-2020 er brugt til at estimere bybaggrundskoncentrationerne i 2015 og 2020 med udgangspunkt i DEHM-UBM beregningerne for 2010, idet det er antaget at det regionale niveau er uændret. DMU vil for Miljøstyrelsen i et kommende partikelprojekt foretage beregninger af udviklingen i de regionale baggrundskoncentrationer frem til 2020 baseret på forskellige antagelser om emissionsreduktion på europæisk plan.

Der kan forventes en faldende tendens for koncentrationen af NO<sub>2</sub> i regional baggrund, idet NO<sub>2</sub> koncentrationen på den regionale baggrundsstation ved Lille Valby uden for Roskilde har vist et gennemsnitligt fald på 0,25 µg/m<sup>3</sup> per år over de sidste knap 20 år (Miljøstyrelsen, 2010).

Trafikkens emissioner på gadeniveau bestemmes med OSPM's emissionsmodul, som er baseret på EU's emissionsmodel COPERT 4. Denne metode kræver information om bilparken og dens fordeling på køretøjskategorier, brændstoftype, og emissionsnormer. Den seneste revision af COPERT 4 er implementeret i OSPM's emissionsmodul baseret på referencen EEA (2009). Ved denne revision er der sket en yderligere underopdeling af emissionsklasserne i vægtstørrelser for busser og lastbiler i forhold til den tidligere udgave beskrevet i EEA (2007), og som lå til grund for Midtvejsrapporten. Busser er gået fra 2 til 5 vægtkategorier og lastbiler er gået fra 4 til 14 vægtkategorier. Tilsvarende er ny statistik for bilparkens sammensætning på disse vægtkategorier implementeret i OSPM's emissionsmodul baseret på national statistik om bilparken.

I partikelemissionen er inkluderet både partikeludstødningen og ikke-udstødningen for PM<sub>2.5</sub> og PM<sub>10</sub>. Ikke-udstødning omfatter dæk-, vej-, bremseslid og ophvirvling af støv. Vejsalt er ikke inkluderet i modellen.

#### Trafikale forudsætninger

For gadestationerne i København (H.C. Andersens Boulevard og Jagtvej), Aarhus (Banegårdsvej), Odense (Albanigade) og Aalborg (Vesterbro) er der via kommunerne indsamlet opdaterede trafikdata for disse gader.

OSPM kræver, at trafikdata fra en vejstrækning beskrives ved årsdøgntrafikken (ÅDT), køretøjsfordelingen (person-, vare-, lastbiler og busser), rejsehastigheden og trafikens døgnfordeling samt koldstartsandele.

ÅDT og køretøjsfordelingen er vurderet på baggrund af maskinelle og evt. manuelle tællinger og rejsehastigheder ud fra enten hastighedsmålinger eller skøn fra kommunerne. Trafikkens døgnfordeling samt koldstartsandele er baseret på standard fordelinger herfor ud fra gadetyper (Jensen et al. 2009a).

Trafikdata for gademålestationerne er opsummeret i Tabel 4.1. H.C. Andersens Boulevard i København har den højeste årsdøgntrafik, og denne gade er en af Danmarks mest befærdede bygader. Årsdøgntrafikken på Banegårdsgade i Aarhus er beskeden, men til gengæld er der meget tung trafik på denne gade, hvor halvdelen heraf skyldes busser.

**Tabel 4.1.** Beskrivelse af trafikken ved gademålestationerne

Gademålestation	Årsdøgntrafik (køretøjer/døgn)	Tungandel (%)	Rejsehastighed (km/t)
H.C. Andersens Boulevard, København	58.050	3,3	45
Jagtvej, København	23.500	3,1	42
Banegårdsgade, Aarhus	6.604	19,4	40
Albanigade, Odense	20.800	5,0	45
Vesterbro, Aalborg	28.662	4,1	40

#### Øvrige forudsætninger

Dieselandelen har været stigende de seneste år, og i den nationale statistik og fremskrivning antages det, at dieselandelen for personbiler er 23% i 2010, 34% i 2015 og 42% i 2020 og for varebiler 89% i 2010, 93% i 2015 og 96% i 2020. Dette er de samme forudsætninger som i Midtvejsrapporten for miljøzoneevalueringen (Jensen et al. 2010).

For et tiår siden var den andel af NO<sub>x</sub> (summen af NO og NO<sub>2</sub>), der udsendes i form af NO<sub>2</sub> ("den direkte NO<sub>2</sub> fraktion"), på et niveau omkring 5-10%. Den direkte NO<sub>2</sub> fraktion har været stigende de seneste år og forventes at være omkring 21% i 2010. Dette er en af grundene til at NO<sub>2</sub> koncentrationen i gader ikke falder selvom emissionen af NO<sub>x</sub> er reduceret væsentligt. Stigningen i den direkte NO<sub>2</sub> fraktion skyldes stigningen i dieseldrevne person- og varebiler, som er udstyret med oxidative katalysatorer, som reducerer "diesellugten" fra udstødningen, men som samtidig oxiderer NO til NO<sub>2</sub>. Endvidere bidrager visse typer af partikelfiltre til øget direkte NO<sub>2</sub> udslip. Den direkte NO<sub>2</sub> fraktion er

implementeret i OSPM's emissionsmodul med separate værdier for de enkelte køretøjskategorier og emissionsklasser.

Den direkte NO<sub>2</sub> fraktion afhænger af køretøjstype og emissionsklasse. For de fem bygader i miljøzonebyerne, hvor der er gademålestationer, er den gennemsnitlige direkte NO<sub>2</sub> fraktion fx 19,9% i 2010, 22,6% i 2015, og 19,7% i 2020 uden miljøzonekrav og hhv. 19,7% i 2010, 22,9% i 2015, og 19,9% i 2020 med miljøzonekrav. Der er små forskelle mellem med og uden miljøzonekrav, som her er angivet med tre betydende cifre for at kunne se de små forskelle mellem uden og med miljøzone.

Det er forudsat, at partikelfiltre reducerer partikeludstødningen med 80% i gennemsnit, hvilket tager hensyn til at der kan være fejl på partikelfiltrene på nogle køretøjer. Det antages endvidere, at reduktionen er lige stor for alle partikelstørrelser.

## 4.2 Sammenligning mellem modelberegninger og målinger i miljøzonebyerne

### PM<sub>2.5</sub> og PM<sub>10</sub>

Sammenligning af målinger og modelberegninger af PM<sub>10</sub> og PM<sub>2.5</sub> for gade- og bybaggrundsstationer er opsummeret i Tabel 4.2.

**Tabel 4.2.** Sammenligning af PM<sub>10</sub> og PM<sub>2.5</sub> målinger og modelberegninger i 2010 for gade- og bybaggrundsstationer i miljøzonebyerne, og præsentation af målinger på regionale stationer.

	Målinger		Modelberegninger		Relativ forskel		Absolut forskel	
	PM <sub>10</sub> µg/m <sup>3</sup>	PM <sub>2.5</sub> µg/m <sup>3</sup>	PM <sub>10</sub> µg/m <sup>3</sup>	PM <sub>2.5</sub> µg/m <sup>3</sup>	PM <sub>10</sub> (%)	PM <sub>2.5</sub> (%)	PM <sub>10</sub> µg/m <sup>3</sup>	PM <sub>2.5</sub> µg/m <sup>3</sup>
Gade 2010								
HCAB	28,1	17,4	30,0	19,4	7%	11%	1,9	2,0
Jagtvej	26,7	17,8	27,7	18,3	4%	3%	1,0	0,5
Odense	26,0	-	27,8	17,7	7%	-	1,8	-
Aarhus	24,8	15,3	23,8	15,5	-4%	1%	-1,0	0,2
Aalborg	-	18,3	23,8	13,8	-	-24%	-	-4,5
Bybaggrund 2010								
København	19,3	13,4	22,2	15,8	10%	7%	2,9	2,4
Odense	-	-	22,3	15,2	-	-	-	-
Aarhus	-	13,6	19,5	13,4	-	-4%	-	-0,2
Aalborg	-	17,4	19,4	11,9	-	-30%	-	-5,5
Regional baggrund 2010								
Lille Valby	19,5	13,0						
Keldsnor	16,2	-						
Regional baggrund 2010 <sup>2</sup>								
København			19,4	13,3				
Odense			21,2	14,3				
Aarhus			18,3	12,4				
Aalborg			18,1	10,9				

<sup>1</sup> Muligvis forhøjet koncentrationer pga. byggeri ved havnefronten. <sup>2</sup> Opskalerede værdier se teksten.

Den regionale langtransportmodel, DEHM, inkluderer de primært emitterede partikler (mineralsk støv, BC, OC, havsalt), samt de sekundære uorganiske partikler (nitrat, sulfat og ammonium) og er i

stand til at reproducere den del af PM<sub>2.5</sub> og PM<sub>10</sub> som udgøres af disse partikler (Brandt et al., 2011). De sekundære organiske partikler er endnu ikke inkluderet i modellen og DEHM modellen undervurderer derfor den totale partikelmasse for PM<sub>2.5</sub> og PM<sub>10</sub>. Tidligere undersøgelser har vist, at den manglende masse er stærkt korreleret med den uorganiske del (Brandt et al., 2011) og derfor kan man opskalere den uorganiske del med en konstant faktor på regional skala, således at modelberegninger passer med målinger i den regionale baggrund (dvs. ude på landet). Opskaleringen af det regionale bidrag er afstemt de regionale koncentrationer på Lille Valby med en faktor på hhv. 2,9 og 2,4 for PM<sub>10</sub> og PM<sub>2.5</sub>. Dette svarer til at den manglende masse er hhv. 13 µg/m<sup>3</sup> og 7 µg/m<sup>3</sup> for PM<sub>10</sub> og PM<sub>2.5</sub>. De yderligere bidrag i bybaggrunden og på gadeniveau kan lægges til, da disse kun indbefatter de primært emitterede partikler og således ikke har problemet med de manglende sekundære organiske partikler.

Efter denne korrektion er der god overensstemmelse mellem målte og beregnede niveauer for PM<sub>2.5</sub> og PM<sub>10</sub> i regional baggrund, og bybaggrunds niveauerne ligger inden for minus 4% til plus 10%, hvis der ses bort fra Aalborg, hvor bybaggrundsstationen sandsynligvis er påvirket af byggeri ved havnefronten. Gadekoncentrationerne af PM<sub>2.5</sub> og PM<sub>10</sub> ligger inden for minus 7% til plus 11%, hvis der igen ses bort fra Aalborg.

#### **NO<sub>x</sub> og NO<sub>2</sub>**

I Tabel 4.3 er der en sammenligning af NO<sub>x</sub> og NO<sub>2</sub> målinger og modelberegninger i 2010 for gade- og bybaggrundsstationer i miljøzonebyerne, som også er sammenholdt med målinger på de regionale stationer i Danmark. Sammenligningen skal tjene til at vurdere den samlede afvigelse mellem målinger og modelberegninger, som en indikator på usikkerheden på modelberegningerne. Endvidere er opsummeret bybaggrunds beregninger i miljøzonebyerne i 2010, 2015 og 2020, som ligger til grund for de efterfølgende gadeberegninger.

De regionalt målte NO<sub>2</sub> niveauer ligger mellem 4 og 11 µg/m<sup>3</sup> i 2010. Lille Valby har højere NO<sub>2</sub> niveauer end de andre regionale stationer, da den er influeret af emissioner fra Roskilde og Storkøbenhavn, og Keldsnor og Anholt ligger højere end Ulborg givet pga. indflydelse fra skibstrafikken, og Keldsnor er tillige påvirket sydfra.

DEHM beregningerne, som er repræsentative for den regionale baggrund for miljøzonebyerne, viser NO<sub>2</sub> niveauer på 4-5 µg/m<sup>3</sup> i 2010, hvilket stemmer godt overens for Aalborg, hvis Ulborg antages som regional station (4 µg/m<sup>3</sup>), mens målte niveauer for de øvrige stationer generelt ligger højere. Keldsnor benyttes oftest som regional baggrundsstation for bybaggrunds beregninger for København.

For bybaggrunds niveauer modelleret med DEHM/UBM ligger beregningerne inden for -21% til 19% af målingerne på bybaggrundsstationerne i miljøzonebyerne med et gennemsnit tæt på nul. Modellsystemet overvurderer i København og Aalborg og undervurderer i Aarhus og Odense. Da der ikke er en systematisk bias vurderes DEHM/UBM at være tilfredsstillende til beregning af bybaggrund.

**Table 4.3.** Sammenligning af NO<sub>x</sub> og NO<sub>2</sub> målinger og modelberegninger i 2010 for gade- og bybaggrundsstationer i miljøzonebyerne, og præsentation af målinger på regionale stationer, samt bybaggrundsregninger i miljøzonebyerne i 2015 og 2020.

	Målinger		Modelberegninger		Relativ forskel		Absolut forskel	
	NO <sub>x</sub> µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>x</sub> µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>x</sub> (%)	NO <sub>2</sub> (%)	NO <sub>x</sub> µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>
<b>Gade 2010</b>								
HCAB	133	56	88	51	-35%	-10%	-46	-5
Jagtvej	86	39	63	39	-26%	-1%	-22	0
Odense	75	32	63	35	-16%	12%	-12	4
Aarhus	87	39	65	36	-25%	-8%	-22	-3
Aalborg	104	39	53	30	-49%	-22%	-50	-9
<b>Bybaggrund 2010</b>								
København	21	17	25	20	22%	19%	5	3
Odense	24	18	18	15	-25%	-15%	-6	-3
Aarhus	34	21	19	16	-43%	-21%	-15	-4
Aalborg	23	16	24	18	8%	15%	2	2
<b>Bybaggrund 2015</b>								
København			19	16				
Odense			14	12				
Aarhus			15	13				
Aalborg			18	14				
<b>Bybaggrund 2020</b>								
København			13	12				
Odense			11	10				
Aarhus			11	10				
Aalborg			12	10				
<b>Regional baggrund 2010</b>								
Lille Valby	12	11						
Keldsnor	9	8						
Ulborg	5	4						
Anholt	9	8						
<b>Regional baggrund 2010</b>								
København			5	5				
Odense			6	5				
Aarhus			5	5				
Aalborg			4	4				

Beregninger med OSPM med input fra DEHM/UBM afviger med -16% til 12% for gadestationerne i miljøzonebyerne, hvor der her er en mere systematisk undervurdering af modelsystemet, idet fire ud af fem gader har undervurdering for NO<sub>2</sub>. Der ses en systematisk undervurdering af NO<sub>x</sub>, som kunne tyde på, at trafikemissionerne er undervurderet. For HCAB viser målingerne 56 µg/m<sup>3</sup> i 2010 og beregningerne 51 µg/m<sup>3</sup>. Analyser af data viser, at denne forskel synes at kunne forklare ved omfattende byggeri ved Industriens Hus og Vester Voldgade ved Rådhuspladsen, hvor entreprenørmaskiner og transport kan give et betydeligt bidrag til NO<sub>2</sub> (Ellermann et al. 2011). Disse forhold tager modelsystemet ikke højde for.

Der har været overvejet en kalibrering af modelberegningerne for gadeniveau med gademålingerne, men dette er fravalgt, da der er en lang række usikkerheder omkring trafikdata på de konkrete veje, som muligvis også kunne forklare forskellene sammen med usikkerheder i

bybaggrundsberegningerne. Kalibrering kunne derfor give en tilfældig bias. Ud fra overstående er det dog mere sandsynligt, at modelsystemet undervurderer lidt end, at det overvurderer baseret på de få eksisterende stationer.

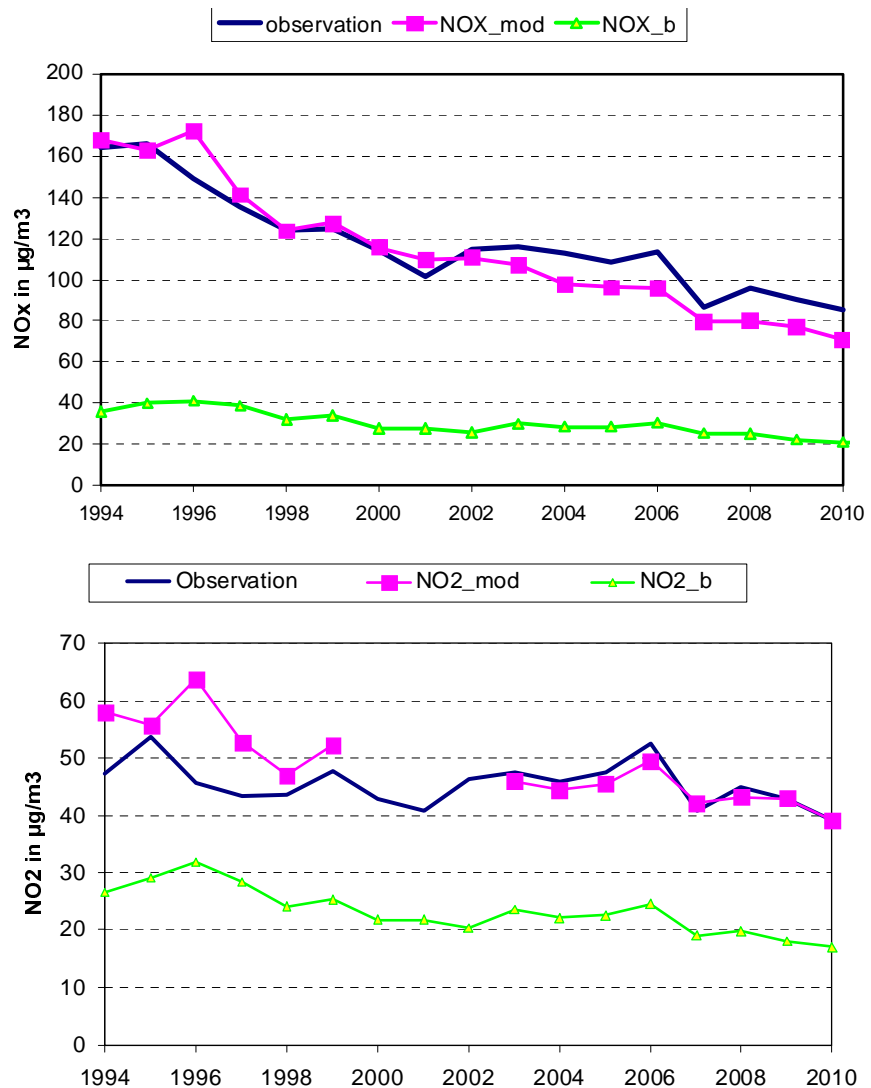
DMU vil i samarbejde med Force gennemføre et kommende mindre projekt for Miljøstyrelsen, som har til formål at vurdere modelberegninger for en række af de 138 udvalgte gader i København. Dette sker ved, at gennemføre passive målinger af NO<sub>2</sub> og sammenligne resultaterne med modelberegninger med OSPM.

Endvidere er opsummeret bybaggrundsberegninger i miljøzonebyerne i 2015 og 2020, som ligger til grund for de efterfølgende gadeberegninger. Det ses, at NO<sub>2</sub> niveauerne falder fra 15-20 µg/m<sup>3</sup> i 2010 til 12-16 µg/m<sup>3</sup> i 2015, og til 10-12 µg/m<sup>3</sup> i 2020.

#### **Modelling af historisk udviklingstendens for Jagtvej**

Udviklingen i årsmiddelværdier af målt og beregnet NO<sub>x</sub> og NO<sub>2</sub> for Jagtvej i København er vist i Figur 4.2. OSPM beregningerne er her gennemført med målt bybaggrund og seneste forudsætninger omkring opdaterede trafik- og emissionsdata. For alle årene er der forudsat konstant trafik.

Det ses, at modellerede NO<sub>2</sub> koncentrationer ligger inden for 5% af den målte koncentration inden for de seneste 8 år, mens modellen overestimerer NO<sub>x</sub> koncentrationer med op til 15%. Underestimering af NO<sub>x</sub> kan skyldes at emissionsmodellen COPERT 4 underestimerer NO<sub>x</sub> emissionen.



**Figur 4.2.** Øverst: Sammenligning ml. målt og beregnet NO<sub>x</sub> koncentration (NO<sub>x\_mod</sub>) på Jagtvej i København. NO<sub>x</sub> bybaggrundsconcentrationer på H.C. Ørsted Institutet er også vist (NO<sub>x\_b</sub>). Nederst: Tilsvarende for NO<sub>2</sub>.

### 4.3 Følsomhedsanalyse for H.C. Andersens Boulevard under forskellige forudsætninger

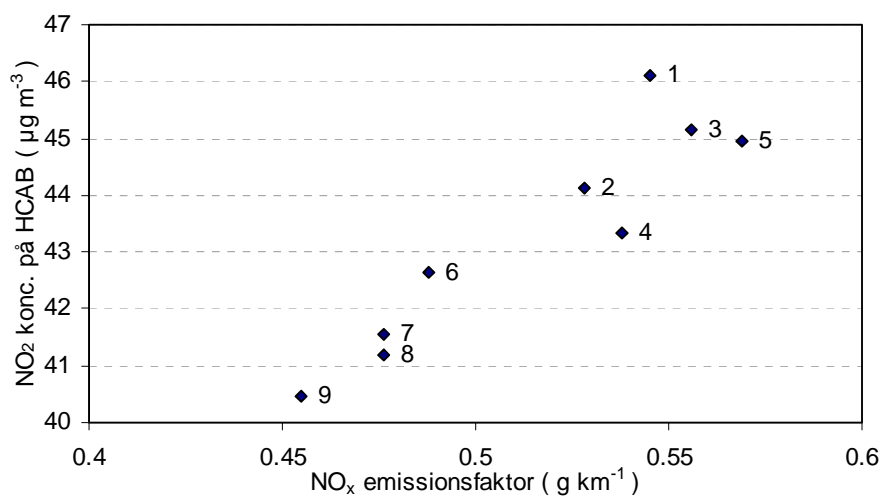
Nedenfor har vi opsummeret beregninger af NO<sub>2</sub> koncentrationer i 2015 på HCAB under forskellige forudsætninger, som har været anvendt i tidligere scenarieberegninger. Det gælder forskellige forudsætninger om bilparken (bestand/kørte km), emissioner (tidligere anvendte emissioner/nye opdaterede i flere underklasser), taxier, trafik (konstant trafik/stigende trafik), hastighed, døgnfordeling og koldstart. Dette skal illustrere følsomheden af resultaterne over for forskellige forudsætninger. Tabel 4.4 opsummerer forudsætninger for de forskellige scenarier og Figur 4.3 resultaterne for NO<sub>2</sub> på HCAB i 2015.

Beregningerne viser et spænd fra lige over 40 µg/m<sup>3</sup> til lige over 46 µg/m<sup>3</sup> afhængig af forudsætningerne. Den seneste vurdering af NO<sub>2</sub> koncentrationen i 2015 på HCAB er 40,45 µg/m<sup>3</sup> dvs. lige under

grænseværdien, som skal overskride  $40,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for at blive registreret som en overskridelse. Denne vurdering indeholder de seneste forudsætninger, som DMU vurderer som de mest sandsynlige ud fra det eksisterende videngrundlag. Bilparken er her vægtet efter kørte kilometre, så nyere biler optræder hyppigere end ældre biler, seneste emissionsforudsætninger er medtaget, bilparksbeskrivelsen er baseret på nummerpladeanalyse for den tunge trafik, trafikken er konstant samt effekt af miljøzone og grønne taxier er indregnet.

**Tabel 4.4.** Forskellige forudsætninger for forskellige scenarieberegninger af  $\text{NO}_2$  på HCAB i 2015

Scenarie nr.	National bilpark	Bestand /kørte km	Antal klasser for tunge køretøjer	Taxi	Miljøzone	Tungandel (%)	Hastighed lette køretøjer (km/t)	Hastighed tunge køretøjer (km/t)	Dato for trafikfil	ÅDT
1	Status 4/2007	bestand	6	"normal" Taxi (25/50/25 i Euro 4/5/6)	som i $\text{NO}_2$ Virkemiddelprojekt med miljøzone	3,7	52	31	dec-04	65900
2	Status 4/2007	bestand	6	grøn taxi, 100% Euro 6	som i $\text{NO}_2$ Virkemiddelprojekt med miljøzone	3,7	52	31	dec-04	65900
3	Status 4/2007	bestand	6	"normal" Taxi (25/50/25 i Euro 4/5/6)	som i $\text{NO}_2$ Virkemiddelprojekt med miljøzone	3,8	50	30	jan-06	59900
4	Status 4/2007	bestand	6	grøn taxi, 100% Euro 6	som i $\text{NO}_2$ Virkemiddelprojekt med miljøzone	3,8	50	30	jan-06	59900
5	Status 6/2010	bestand	19	som varebil	uden miljøzone	3,8	50	30	jan-06	59900
6	Status 6/2010	kørte km	19	som varebil	uden miljøzone	3,8	50	30	jan-06	59900
7	Status 6/2010	kørte km	19	"normal" Taxi (25/50/25 i Euro 4/5/6)	uden miljøzone	3,8	50	30	jan-06	59900
8	Status 6/2010	kørte km	19	grøn taxi, 100% Euro 6	med nummerpladedata uden miljøzone	3,3	43	39	apr-11	58051
9	Status 6/2010	kørte km	19	grøn taxi, 100% Euro 6	med nummerpladedata med miljøzone	3,3	43	39	apr-11	58051



**Figur 4.3.** Forskellige scenarieberegninger af  $\text{NO}_2$  årsmiddelværdi for HCAB i 2015



## 5 Effektvurdering i de 5 miljøzonebyer

I dette kapitel beskriver vi resultater fra modelberegninger af den forventede effekt af miljøzonekravene for emissionen og luftkvaliteten i udvalgte gader i miljøzonebyerne. Beregningerne er gennemført for koncentrationen af NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub>, som er sundhedsskadelige stoffer, hvoraf partiklerne anses for mest skadelige. Beregningerne er udført for 2010, 2015 og 2020. Miljøzonen formodes ikke at have indflydelse på CO<sub>2</sub> emissionen, da trafikmængden forudsættes at være upåvirket af miljøzonekravene.

### 5.1 Metode og forudsætninger

#### Udvælgelse af gader for luftkvalitetsberegninger

Der er foretaget en effektvurdering af miljøzonekravene for luftkvaliteten ud fra modelberegninger for 138 trafikerede gader i København og på Frederiksberg, 55 gader i Aarhus, 40 gader i Odense, og 31 gader i Aalborg.

Gaderne repræsenterer fortrinsvis gadeslugter med høje trafikniveauer, hvor der kan være høje koncentrationer, som også kan give anledning til overskridelse af grænseværdierne for luftkvalitet.

For København og Aalborg er gaderne sammenfaldende med de gader, som indgår i den årlige monitoringsrapport under NOVANA programmet.

#### Modelsystem for luftkvalitetsberegninger

Luftkvalitetsberegninger foregår med det koblede modelsystem DEHM/UBM/OSPM og tilhørende meteorologi- og emissionsdata suppleret med AirGIS beregninger, som beskrevet i forrige kapitel.

#### Trafikale forudsætninger

Via kommunerne er der indsamlet opdaterede trafikdata for København og Frederiksberg og nye trafikdata for Aarhus, Odense og Aalborg. Trafikdata omfatter årsdøgntrafik (ÅDT), køretøjsfordeling (person-, vare- og lastbiler samt busser) og rejsehastigheder.

ÅDT er baseret på de seneste trafikinformationer, som er tilgængelige og afspejler dermed trafikniveauet i 2010. ÅDT er enten baseret på maskinelle trafiktællinger, beregnet ud fra manuelle tællinger gennemført i løbet af en dag, eller baseret på trafikmodelldata.

Køretøjsfordelingen er baseret enten på manuelle tællinger, som giver detaljeret og rimelig pålidelige informationer om køretøjsfordelingen, eller på maskinelle længdetællinger, som er mere usikre og oftest kun kan bruges til at fastlægge andelen af den tunge trafik. I tilfælde af, at der ikke foreligger information om køretøjsfordeling, er denne skønnet ud fra andre tilsvarende gader i den pågældende by eller gennemsnittet af alle gader i byen er anvendt.

Hastigheder er i nogle tilfælde baseret på hastighedsmålinger, men i de fleste tilfælde er rejsehastigheden skønnet.

Der er anvendt standard døgnfordelinger for vejene baseret på hvilken type vej de udvalgte veje er i KORT 10 (Jensen et al. 2009a). Det samme gælder for koldstartsandele.

I beregningerne for 2015 og 2020 er der antaget konstant trafik dvs. at der ikke tages hensyn til evt. fremtidig vækst i trafikken på de udvalgte veje, da disse oplysninger ikke har været til rådighed i tilstrækkelig grad. Mange af de udvalgte veje er på vejstrækninger, hvor der ikke forventes trafikvækst, mens andre veje kan forventes at få trafikvækst. Analyse af trafikudviklingen på de gader, hvor der er gademålestationer har vist, at der på disse gader ikke har været trafikvækst i en længere årrække.

For alle udvalgte gader i miljøzonebyerne er antagelser om ÅDT, andelen af tung trafik, rejsehastighed og døgnfordeling vist i Appendix A.

## 5.2 Effekten af miljøzonen for partikelemissionen

### Køretøjs sammensætning og PM kildeopgørelse

I det følgende er kildeopgørelsen for partikler for de forskellige køretøjskategorier illustreret for H.C. Andersens Boulevard i København. H.C. Andersens Boulevard er en af Danmarks mest befærdede bygader med omkring 58.000 biler om dagen. Køretøjs sammensætningen på H.C. Andersens Boulevard er vist i Tabel 5.1.

**Tabel 5.1.** Køretøjs sammensætningen på H.C. Andersens Boulevard i 2010

	Personbiler (%)	Taxi (%)	Varebiler (%)	Lastbiler		Tunge		I alt (%)
				<=32t (%)	> 32t (%)	Busser (%)	køretøjer <sup>a</sup> (%)	
Køretøjs sammensætning	72,8	8,8	15,1	1,3	0,6	1,5	3,4	100,0

<sup>A</sup> Tunge køretøjer er lastbiler og busser

Andelen af tung trafik er omkring 3,4%, hvilket er lidt lavere end de fleste andre trafikerede gader i København.

Ud fra køretøjs sammensætningen og emissionsfaktorerne for de enkelte køretøjsgrupper kan partikelemissionen beregnes. Kildeopgørelse for partikelemissionen på H.C. Andersens Boulevard i 2010 uden og med miljøzonekrav er vist i hhv. Tabel 5.2 og Tabel 5.3.

**Tabel 5.2.** Relativ kildeopgørelse for partikler på H.C. Andersens Boulevard i 2010 uden miljøzonekrav

	Personbiler (%)	Taxi (%)	Varebiler (%)	Lastbiler		Busser (%)	Tunge	
				<=32t (%)	> 32t (%)		I alt køretøjer (%)	(%)
PM <sub>10</sub> Ikke-udstødning	59	10	18	5	3	6	100	13
PM <sub>2.5</sub> Ikke-udstødning	60	10	18	4	3	5	100	12
PM udstødning	39	1	35	8	4	13	100	25
PM <sub>10</sub> i alt	54	8	22	6	3	7	100	16
PM <sub>2.5</sub> i alt	49	6	26	6	3	9	100	19

**Tabel 5.3.** Relativ kildeopgørelse for partikler på H.C. Andersens Boulevard i 2010 med miljøzonekrav

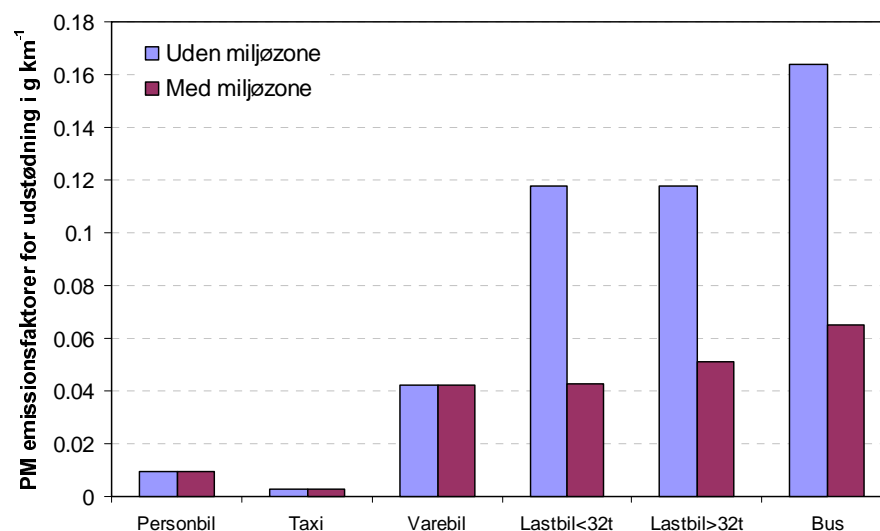
	Personbiler (%)	Taxi (%)	Varebiler (%)	Lastbiler		Busser (%)	Tunge	
				<=32t (%)	> 32t (%)		I alt køretøjer (%)	(%)
PM <sub>10</sub> Ikke-udstødning	59	10	18	5	3	6	100	13
PM <sub>2.5</sub> Ikke-udstødning	60	10	18	4	3	5	100	12
PM udstødning	46	1	41	4	2	6	100	12
PM <sub>10</sub> i alt	56	8	23	5	3	6	100	13
PM <sub>2.5</sub> i alt	53	6	29	4	2	6	100	12

Det ses, at tunge køretøjer uden miljøzonen bidrager med 25% af partikeludstødningen og hhv. 13% og 12% af PM<sub>10</sub> ikke-udstødning og PM<sub>2.5</sub> ikke-udstødning. For PM<sub>10</sub> i alt (udstødning og ikke-udstødning) og for PM<sub>2.5</sub> i alt (udstødning og ikke-udstødning) bidrager den tunge trafik med hhv. 16% og 19%.

Med miljøzonen bidrager tunge køretøjer med 12% af partikeludstødningen mens ikke-udstødning er uændret. For PM<sub>10</sub> i alt (udstødning og ikke-udstødning) og for PM<sub>2.5</sub> i alt (udstødning og ikke-udstødning) bidrager den tunge trafik med hhv. 13% og 12% med miljøzonen.

Det er kun den tunge trafik som påvirkes af miljøzonen, da miljøzonekravene kun gælder disse køretøjer.

Emissionsfaktorer for de enkelte køretøjsgrupper fremgår af Figur 5.1.



**Figur 5.1.** Emissionsfaktorer for PM udstødning uden og med miljøzone på H.C. Andersens Boulevard i 2010

Effekten af miljøzonekravene for PM emissionen i 2010, 2015 og 2020. Emissionsnormerne for de forskellige Euronormer fremgår af Tabel 5.4. Det ses, at et skift til en nyere Euro 5 fra en ældre Euro 3 svarer til en reduktion på 80%, hvilket er den samme effekt som opnås med et partikelfilter. Effekten er lidt større fra Euro 2 til Euro 5.

**Tabel 5.4.** Ikrafttrædelsesår for de forskellige Euronormer for tunge køretøjer

Euronorm	Ikrafttrædelsesår	Partikler (g/kWh)
Euro 1	1994	0,36
Euro 2	1997	0,15
Euro 3	2002	0,10
Euro 4	2007	0,02
Euro 5	2010	0,02
Euro 6	2014	0,01

I Tabel 5.5 er effekten af miljøzonekravene for den totale partikel-emission i miljøzonen vist for årene 2010, 2015 og 2020 for H.C. Andersens Boulevard. Partikeludstødningen fra den tunge trafik reduceres med 60% som følge af miljøzonekravene på H.C. Andersens Boulevard i 2010. Reduktionen er omtrent ligeligt fordelt på lastbiler og busser. Reduktionen for busser er ikke kun styret af miljøzonekrav, da der i udbud af busdrift kan stilles minimumskrav til emissionsstandarder og yderligere incitamenter til at benytte nyere emissionsstandarder. Det er ikke muligt på det foreliggende grundlag at adskille effekten af miljøzonekrav og miljøkrav i forbindelse med busdrift.

Reduktionen i partikelemissionen er et resultat af, at nogle Euro 3 og ældre køretøjer får partikelfilter, og at nogle bliver udskiftet til nyere Euro 5 køretøjer, som også har lavere emissionsnormer. Reduktionen i udstødningen er 16% i forhold til udstødningen fra alle køretøjskategorier. Den samlede reduktion i emissionen af PM<sub>10</sub> (udstødning og ikke-udstødning) og for PM<sub>2,5</sub> (udstødning og ikke-udstødning) er hhv. 4% og 8%. Reduktionen er mindre for PM<sub>10</sub> end for PM<sub>2,5</sub>, forbi udstødningsdelen udgør en mindre del af den samlede

emission (udstødning og ikke-udstødning). Reduktionerne er noget mindre end i Midtvejsrapporten, da der er forskellige antagelser om bilpark og emissionsfaktorer.

**Tabel 5.5.** Total trafikemission af PM<sub>10</sub> ikke-udstødning, PM<sub>2.5</sub> ikke-udstødning, PM udstødning, PM<sub>10</sub> og PM<sub>2.5</sub> (udstødning og ikke-udstødning) for H.C. Andersens Boulevard i referencesituation (uden miljøzone) og med miljøzonekrav. Indeks er sat til 100 for referencen i 2010.

År	Scenarie	PM <sub>10</sub> ikke-udstødning (Indeks)	PM <sub>2.5</sub> ikke-udstødning (Indeks)	PM udstødning (Indeks)	PM <sub>10</sub> (Indeks)	PM <sub>2.5</sub> (Indeks)
2010	Uden miljøzone	100	100	100	100	100
2015	Uden miljøzone	100	100	65	91	82
2020	Uden miljøzone	100	100	36	84	67
2010	Med miljøzone	100	100	84	96	92
2015	Med miljøzone	100	100	59	90	79
2020	Med miljøzone	100	100	35	84	66

Ikke-udstødningen er konstant, da det er antaget, at trafikken er konstant fra 2010 til 2020.

Miljøzonens effekt svarer til at fremskynde de nyere Euronormer til ikrafttræden nogle år tidligere end ellers. Effekten af miljøzonen ebber derfor ud med årene. Der er stadigvæk en mindre effekt af miljøzonen i 2015, men i 2020 er der kun marginal forskel på referencesituationen uden miljøzone og situationen med miljøzone.

Effekten vil være relativt større for veje med mere tung trafik. Den gennemsnitlige tungandel for de 138 gader i København og på Frederiksberg er 5,3%, hvor den er 3,4% på H.C. Andersens Boulevard.

### 5.3 Effekten af miljøzonekravene for koncentrationen af PM<sub>2.5</sub> og PM<sub>10</sub>

Den gennemsnitlige koncentration af PM<sub>2.5</sub> og PM<sub>10</sub> samt den maximale koncentration er opsummeret i Tabel 5.6 for miljøzonebyerne uden og med miljøzonekravene i 2010, 2015 og 2020.

Den gennemsnitlige effekt for luftkvaliteten af PM<sub>2.5</sub> og PM<sub>10</sub> er omkring 0,2 µg/m<sup>3</sup> for alle gaderne i alle miljøzonebyerne i 2010, og den maksimale effekt er op til 0,7 µg/m<sup>3</sup>. Dette svarer til en gennemsnitlig reduktion i gadekoncentrationen af PM<sub>2.5</sub> på 1,5% og på 1% for PM<sub>10</sub>. Grunden til, at reduktionen er lidt større for PM<sub>2.5</sub> end for PM<sub>10</sub> er at ikke-udstødning udgør en mindre del af den samlede partikelemission for PM<sub>2.5</sub> i forhold til PM<sub>10</sub>. Grunden til at den procentvise reduktion i gadekoncentrationen er mindre end den procentvise reduktion i partikelemissionen skyldes, at der er et stort regionalt koncentrationsbidrag til partikelkoncentrationen i byerne. Ovenstående effekter er mindre end estimeret i Midtvejsrapporten og skyldes, at antagelserne i Midtvejsrapporten havde relativt flere ældre køretøjer og højere emissionsfaktorer end i de opdaterede forudsætninger, og der er også ændringer i antagelserne om bilparkens sammensætning samt i trafikken. Den gennemsnitlige effekt i 2015 er kun omkring 0,1 µg/m<sup>3</sup> og endnu mindre i 2020.

**Tabel 5.6.** Modellerede koncentrationer af PM<sub>2,5</sub> og PM<sub>10</sub> i 2010, 2015 og 2020 hhv. uden og med miljøzone.

		PM <sub>2,5</sub> gns. (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2,5</sub> max. (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> gns. (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> max. (µg/m <sup>3</sup> )
<b>København</b>	<b>138 gader</b>				
	Uden miljøzone 2010	18,1	22,1	27,1	35,1
	Med miljøzone 2010	17,9	21,5	26,8	34,5
	Uden miljøzone 2015	17,7	20,9	26,6	33,9
	Med miljøzone 2015	17,6	20,7	26,5	33,7
	Uden miljøzone 2020	17,3	19,9	26,2	32,8
	Med miljøzone 2020	17,3	19,8	26,2	32,8
<b>Aalborg</b>	<b>31 gader</b>				
	Uden miljøzone 2010	13,3	14,3	22,4	24,6
	Med miljøzone 2010	13,0	14,0	22,1	24,3
	Uden miljøzone 2015	12,9	13,8	22,1	24,1
	Med miljøzone 2015	12,8	13,7	22,0	24,0
	Uden miljøzone 2020	12,7	13,4	21,8	23,7
	Med miljøzone 2020	12,7	13,4	21,8	23,7
<b>Aarhus</b>	<b>55 gader</b>				
	Uden miljøzone 2010	15,5	18,0	23,6	28,6
	Med miljøzone 2010	15,2	17,2	23,3	27,9
	Uden miljøzone 2015	15,0	17,0	23,2	27,7
	Med miljøzone 2015	14,9	16,7	23,1	27,4
	Uden miljøzone 2020	14,7	16,2	22,9	26,9
	Med miljøzone 2020	14,7	16,1	22,8	26,8
<b>Odense</b>	<b>40 gader</b>				
	Uden miljøzone 2010	16,5	18,3	25,0	28,4
	Med miljøzone 2010	16,3	17,9	24,8	28,1
	Uden miljøzone 2015	16,2	17,7	24,7	27,9
	Med miljøzone 2015	16,2	17,6	24,7	27,8
	Uden miljøzone 2020	16,0	17,3	24,5	27,5
	Med miljøzone 2020	16,0	17,3	24,5	27,5

## 5.4 Effekten af miljøzonen for NO<sub>x</sub> emissionen

Selvom miljøzonekravene ikke direkte er rettet mod NO<sub>x</sub> emissionen vil denne alligevel være påvirket, da implementeringen af miljøzonekravene forventes at ske ved, at nogle ældre køretøjer (Euro 2 og 3 samt ældre) udskiftes med nye Euro 5 køretøjer, som har væsentligt lavere NO<sub>x</sub> emission end ældre køretøjer, som det fremgår af Tabel 5.7. Der er kun krav til den samlede NO<sub>x</sub> emission, ikke til den direkte NO<sub>2</sub> fraktion.

NO<sub>x</sub> emissionen reduceres således med 60%, hvis et Euro 3 køretøj udskiftes med et nyt Euro 5 køretøj, og med 70%, hvis et Euro 2 køretøj udskiftes med et nyt Euro 5 køretøj (Tabel 5.7).

**Tabel 5.7.** Ikræfttrædelsesår for de forskellige Euronormer for tunge køretøjer

Euronorm	Ikræfttrædelsesår	NO <sub>x</sub> (g/kWh)
Euro 1	1994	8,0
Euro 2	1997	7,0
Euro 3	2002	5,0
Euro 4	2007	3,5
Euro 5	2010	2,0
Euro 6	2014	0,4

**Kildebidrag til NO<sub>2</sub> koncentrationer i en gade**

Bidragene til NO<sub>2</sub> koncentrationen i en gade afviger markant i forhold til PM<sub>10</sub> og PM<sub>2.5</sub>. For NO<sub>2</sub> er det regionale bidrag, som er langtransporteret kun omkring 10 µg/m<sup>3</sup>, og et typisk bybaggrunds niveau ligger på omkring 20 µg/m<sup>3</sup> som årsmiddelværdi. Da gadekoncentrationer kan være op til omkring 60 µg/m<sup>3</sup> som årsmiddel i stærkt trafikerede bygader udgør gadebidraget en meget stor del af de koncentrationer, som man finder i en gade. Hele gadebidraget udgøres af emissionen fra trafikken, og der er således ingen "ikke-udstødning" for NO<sub>x</sub>. Det betyder, at emissionsreduktioner vil slå kraftigere igennem for NO<sub>2</sub> end for PM<sub>10</sub> og PM<sub>2.5</sub>.

NO<sub>x</sub> er summen af NO og NO<sub>2</sub>, hvor NO<sub>2</sub> udgør den sundhedsskadelige del. Den del af NO<sub>2</sub>, som udsendes direkte med udstødningen kaldes den direkte NO<sub>2</sub> fraktion. I gadeluften reagerer NO hurtigt med ozon og danner NO<sub>2</sub>. Denne del kaldes sekundært dannet NO<sub>2</sub>. Sammenhængen mellem NO<sub>x</sub> emissionsreduktion og koncentrationen af NO<sub>2</sub> i luften er derfor ikke lineær, da den afhænger både af forholdet mellem NO og NO<sub>2</sub> i emissionen samt luftens indhold af ozon. Hele problematikken omkring NO<sub>2</sub> er detaljeret behandlet i en rapport fra Miljøstyrelsen fra 2009 (Jensen & Ketzler 2009).

**Kildeopgørelse for NO<sub>x</sub> emission**

I Tabel 5.8 og Tabel 5.9 ses NO<sub>x</sub> emissionens fordeling på forskellige køretøjsgrupper for H.C. Andersens Boulevard i 2010 for hhv. uden og med miljøzonekrav. Opgørelsen er baseret på køretøjssammensætningen og emissionsfaktorer for de enkelte køretøjsgrupper.

**Tabel 5.8.** Kildeopgørelse for NO<sub>x</sub> emission på H.C. Andersens Boulevard i 2010 uden miljøzonekrav

	Personbiler	Taxi	Varebiler	Lastbiler <=32t	Lastbiler > 32t	Busser	Tunge	
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	I alt køretøjer (%)	(%)
NO <sub>x</sub> emission	39	8	20	11	7	15	100	34

**Tabel 5.9.** Kildeopgørelse for NO<sub>x</sub> emission på H.C. Andersens Boulevard i 2010 med miljøzonekrav

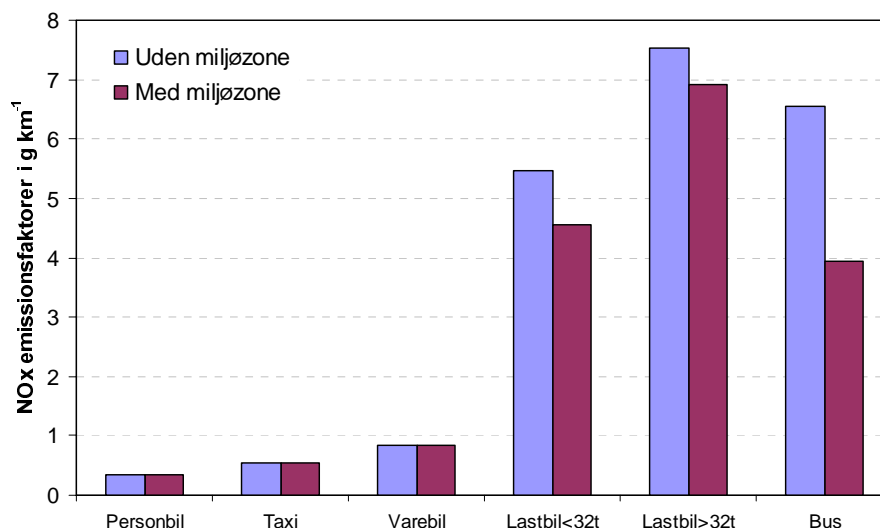
	Personbiler	Taxi	Varebiler	Lastbiler <=32t	Lastbiler > 32t	Busser	Tunge	
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	I alt køretøjer (%)	(%)
NO <sub>x</sub> emission	42	8	22	10	8	10	100	28

Det ses, at tunge køretøjer uden miljøzonekravene bidrager med omkring 34% af NO<sub>x</sub> emissionen, mens de kun andrager 3,4% af trafikken. Varebiler bidrager med omkring 20% af NO<sub>x</sub> emissionen og udgør 15% af trafikken. Taxier bidrager med omkring 8% af NO<sub>x</sub> emissionen og andrager 9% af trafikken. Personbiler bidrager med omkring 39% af NO<sub>x</sub> emissionen og udgør hele 73% af trafikken. Størstedelen af personbiler er benzinbiler som har lave NO<sub>x</sub> emissioner grundet 3-vejs katalysatorer. Alt i alt bidrager dieseltrafikken med omkring 80-85% af NO<sub>x</sub> emissionen.

Med miljøzonekravene falder den tunge trafiks andel af NO<sub>x</sub> emissionen til 28%.

#### Effekt af miljøzonen for NO<sub>x</sub> emissionen for H.C. Andersens Boulevard

NO<sub>x</sub> emissionsfaktorerne for de enkelte køretøjsgrupper fremgår af Figur 5.2.



Figur 5.2. NO<sub>x</sub> emissionsfaktorer for de forskellige køretøjskategorier uden og med miljøzone på H.C. Andersens Boulevard i 2010.

#### Effekten af miljøzonekravene for den totale NO<sub>x</sub> emission i miljøzonen

I Tabel 5.10 er effekten af miljøzonekravene for den total NO<sub>x</sub> emission på H.C. Andersens Boulevard vist for 2010, 2015 og 2020.

**Tabel 5.10.** Total NO<sub>x</sub> emission for alle køretøjskategorier i referencesituationen (uden miljøzone) og med miljøzonekrav for H.C. Andersens Boulevard. Indeks er sat til 100 for referencen i 2010. Direkte NO<sub>2</sub> andele er også vist.

År	Scenarie	Personbil (Indeks)	Varebil (Indeks)	Taxi (Indeks)	Lastbiler		Busser (Indeks)	Total (Indeks)	Direkte NO <sub>2</sub> fraktion (%)
					<= 32t (Indeks)	> 32t (Indeks)			
2010	Uden miljøzone	100	100	100	100	100	100	100	22,5
2015	Uden miljøzone	75	45	86	63	58	65	71	25,8
2020	Uden miljøzone	54	45	53	30	22	34	45	22,0
2010	Med miljøzone	100	100	100	83	92	60	91	22,6
2015	Med miljøzone	75	45	86	57	55	48	67	26,3
2020	Med miljøzone	54	45	53	28	22	28	44	22,1



NO<sub>x</sub> emissionen reduceres med omkring 17% for mindre lastbiler og 8% for store lastbiler samt 40% for busser som følge af miljøzonekravene i 2010. Reduktionen på 40% i NO<sub>x</sub> emissionen for busser er ikke kun styret af miljøzonekrav, men også af udbudskrav til busdrift, som beskrevet ovenfor.

Samlet reduceres NO<sub>x</sub> emissionen med 25% for de tunge køretøjer under et. Den samlede reduktion i NO<sub>x</sub> emissionen er 8% for alle køretøjsgrupper under et. Dette er lidt lavere end skønnet i Midtvejsrapporten. Som for partikler ebber miljøzonens effekt for NO<sub>x</sub> emissionen ud med årene, således at der kun er en lille forskel på referencesituationen uden miljøzone i 2020 og situationen med miljøzone i 2020.

Den direkte NO<sub>2</sub> fraktion på HCAB vil stige fra 2010 (22,5%) til 2015 (25,8%) for derefter at falde lidt frem til 2020 (22,0%) uden miljøzone, og er stort set uændret med miljøzonekravene, idet den direkte NO<sub>2</sub> fraktion er 22,6% i 2010, 26,3% i 2015 og 22,1% i 2020 med miljøzonekravene.

## **5.5 Effekten af miljøzonerne på NO<sub>2</sub> luftkvaliteten ved gademålestationerne**

Effekten af miljøzonerne på NO<sub>2</sub> luftkvaliteten på gademålestationerne er vist i Tabel 5.11.

Som det fremgår af tabellen er effekten af miljøzonen i 2010 omkring 1 µg/m<sup>3</sup> for HCAB og Jagtvej i København, 4 µg/m<sup>3</sup> for Banegårdsvej i Aarhus, 2 µg/m<sup>3</sup> for Albanigade i Odense, og 2 µg/m<sup>3</sup> for Vesterbro i Aalborg. Forskellene skyldes forskellige andele af tung trafik, som påvirkes af miljøzonekravene. Den procentvise effekt af miljøzonerne i 2010 er reduktioner på hhv. 4% for HCAB og 3% for Jagtvej i København, 11% for Banegårdsvej i Aarhus, 4% for Albanigade i Odense, og 7% for Vesterbro i Aalborg. Forskellene skyldes forskellige andele af tung trafik, som påvirkes af miljøzonekravene.

Forskellene mellem uden og med miljøzone mindskes i 2015 til 1-2 µg/m<sup>3</sup>, og er 0-1 µg/m<sup>3</sup> i 2020.

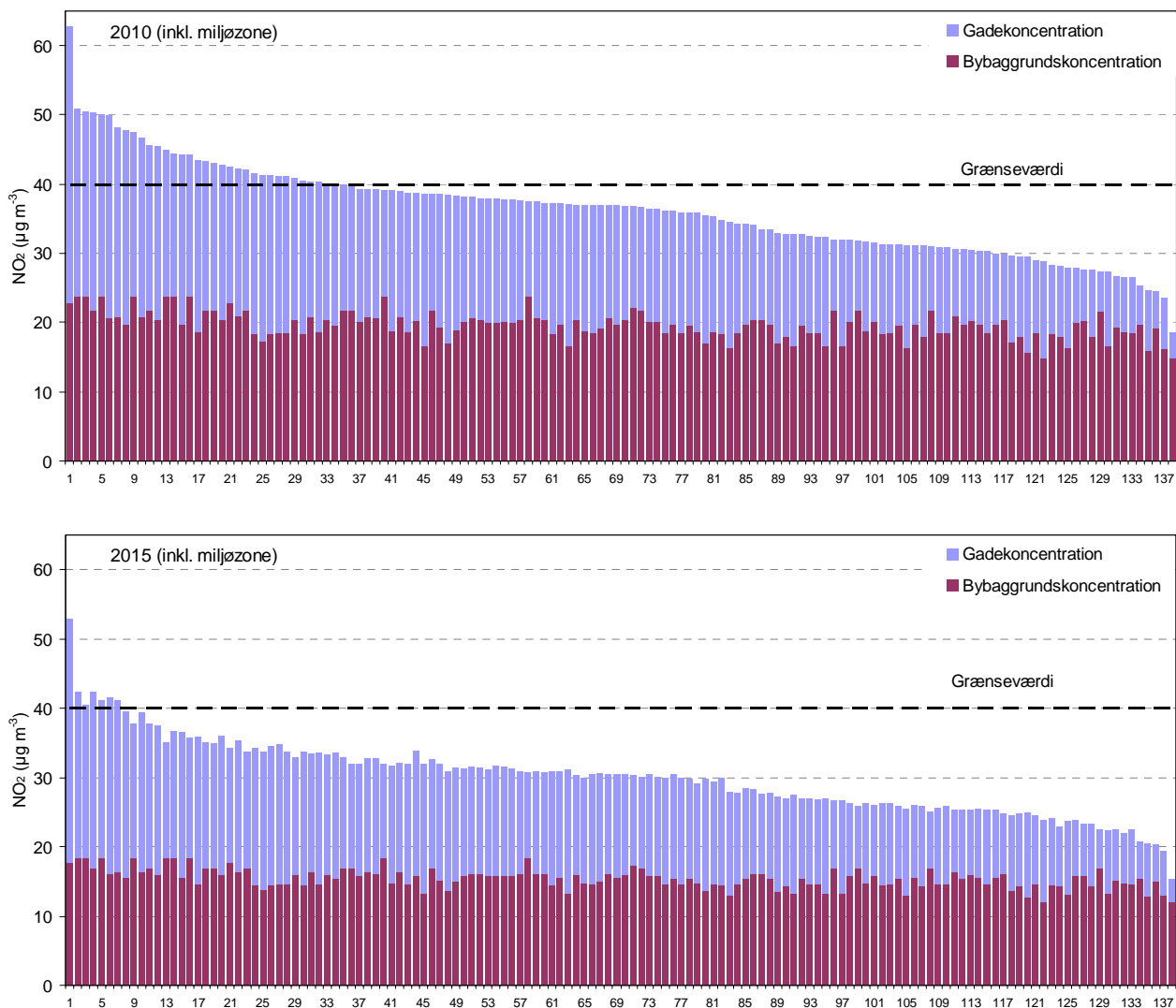
**Tabel 5.11.** Effekt af miljøzonerne på NO<sub>2</sub> luftkvaliteten på gademålestationerne

		Målt (µg/m <sup>3</sup> )	Beregnet (µg/m <sup>3</sup> )
<b>København</b>	<b>HCAB</b>		
	Uden miljøzone 2010		52
	Med miljøzone 2010	56	51
	Uden miljøzone 2015		41
	Med miljøzone 2015		40
	Uden miljøzone 2020		28
	Med miljøzone 2020		28
<b>København</b>	<b>Jagtvej</b>		
	Uden miljøzone 2010		40
	Med miljøzone 2010	39	39
	Uden miljøzone 2015		32
	Med miljøzone 2015		31
	Uden miljøzone 2020		22
	Med miljøzone 2020		22
<b>Aalborg</b>	<b>Vesterbro</b>		
	Uden miljøzone 2010		32
	Med miljøzone 2010	39	30
	Uden miljøzone 2015		26
	Med miljøzone 2015		25
	Uden miljøzone 2020		18
	Med miljøzone 2020		18
<b>Aarhus</b>	<b>Banegårdsvej</b>		
	Uden miljøzone 2010		40
	Med miljøzone 2010	39	36
	Uden miljøzone 2015		30
	Med miljøzone 2015		28
	Uden miljøzone 2020		20
	Med miljøzone 2020		19
<b>Odense</b>	<b>Albanigade</b>		
	Uden miljøzone 2010		37
	Med miljøzone 2010	32	35
	Uden miljøzone 2015		30
	Med miljøzone 2015		29
	Uden miljøzone 2020		20
	Med miljøzone 2020		20

## 5.6 Effekten af miljøzonerne for NO<sub>2</sub> luftkvaliteten på de udvalgte gader i miljøzonebyerne

I det følgende vises en række søjlediagrammer over beregnede NO<sub>2</sub> koncentrationer på de udvalgte gader i miljøzonebyerne. Situationen i 2010 og 2015 er begge inkl. miljøzonekravene. Gadekoncentrationerne vises i blå og de tilhørende bybaggrundskoncentrationer i lilla, og søjlediagrammerne er sorteret efter de højeste gadekoncentrationer i 2010. Rækkefølgen af vejene i 2015 følger altså samme rækkefølge, som var resultatet af sortering i 2010. Alle vejnavne for alle veje kan ikke vises på figurerne for København og Aarhus pga. det høje antal veje, men alle veje er vist.

## København

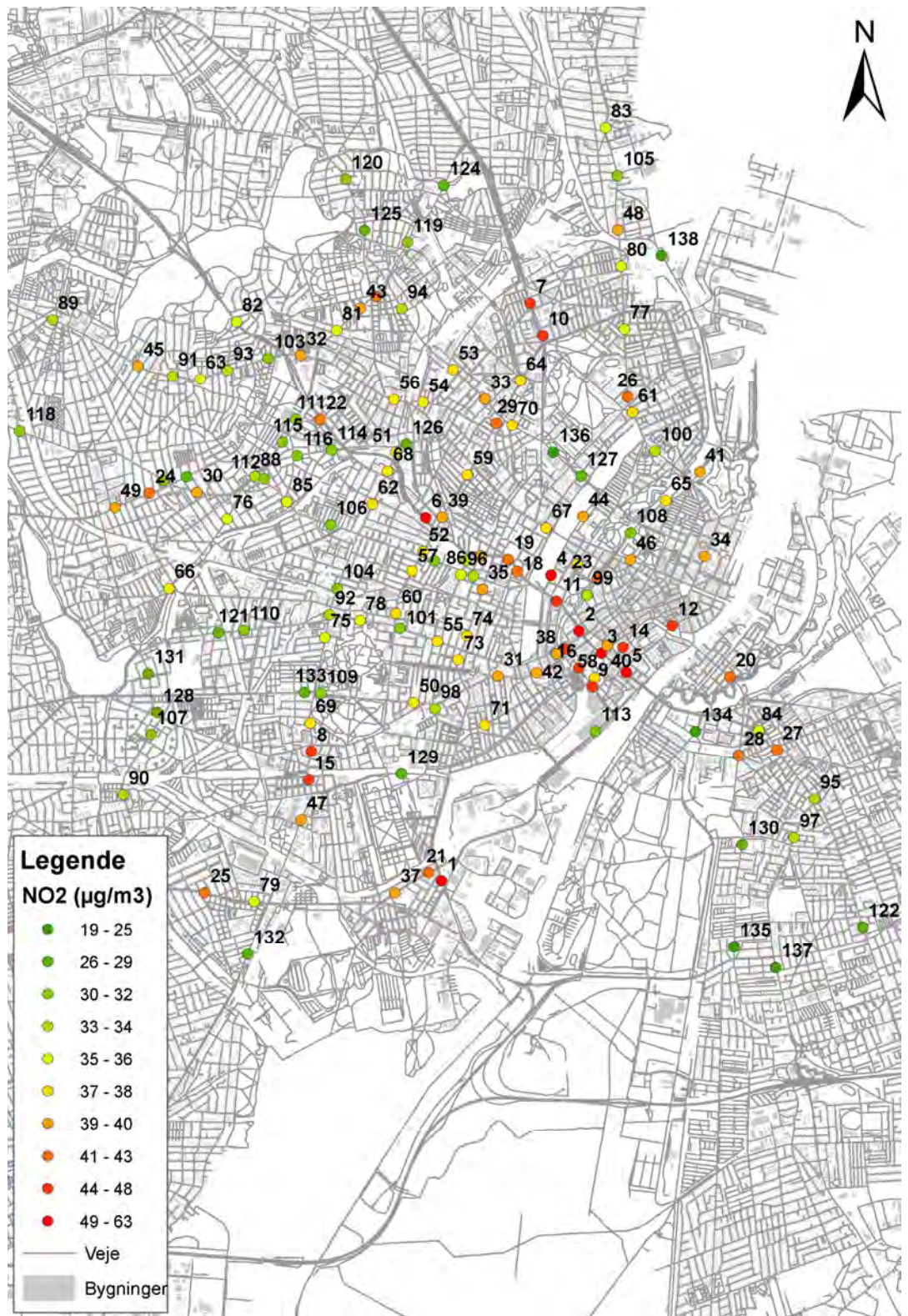


**Figur 5.3.** Øverst: NO<sub>2</sub> koncentration i 2010 inkl. miljøzone i København. Nederst: 2015. Alle udvalgte veje er vist men ikke alle numre kan vises.

Gaden med den højeste NO<sub>2</sub> koncentration i København er Sydhavnsgade, som har ÅDT på omkring 48.700 og en tungandel på 4,7%. I forhold til Midtvejsrapporten er denne gade nu registreret med omkring dobbelt så meget trafik som tidligere, og den forrige vurdering af trafikken var sandsynligvis en underestimering. Gaden har ensidig bebyggelse, og denne gadegeometry giver anledning til højere koncentrationer ved bygningsfacaden end en tilsvarende gade med bygninger på begge sider. Det skyldes, at trafikens emission for alle vindretninger føres mod beregningspunktet. Dette er oplagt når vinden er på langs af vejen og direkte mod beregningspunktet. Men det er også tilfældet, når vindretningen er vinkelret på vejstrækningen hen over hustaget, idet der herved dannes en recirkulerende hvirvel, som gør at trafikens emission igen bliver skubbet mod beregningspunktet. Dette fænomen er vist eksperimentelt gennem målinger og i fysiske vindtunnelmodeller, og reproduceres af OSPM modellen.

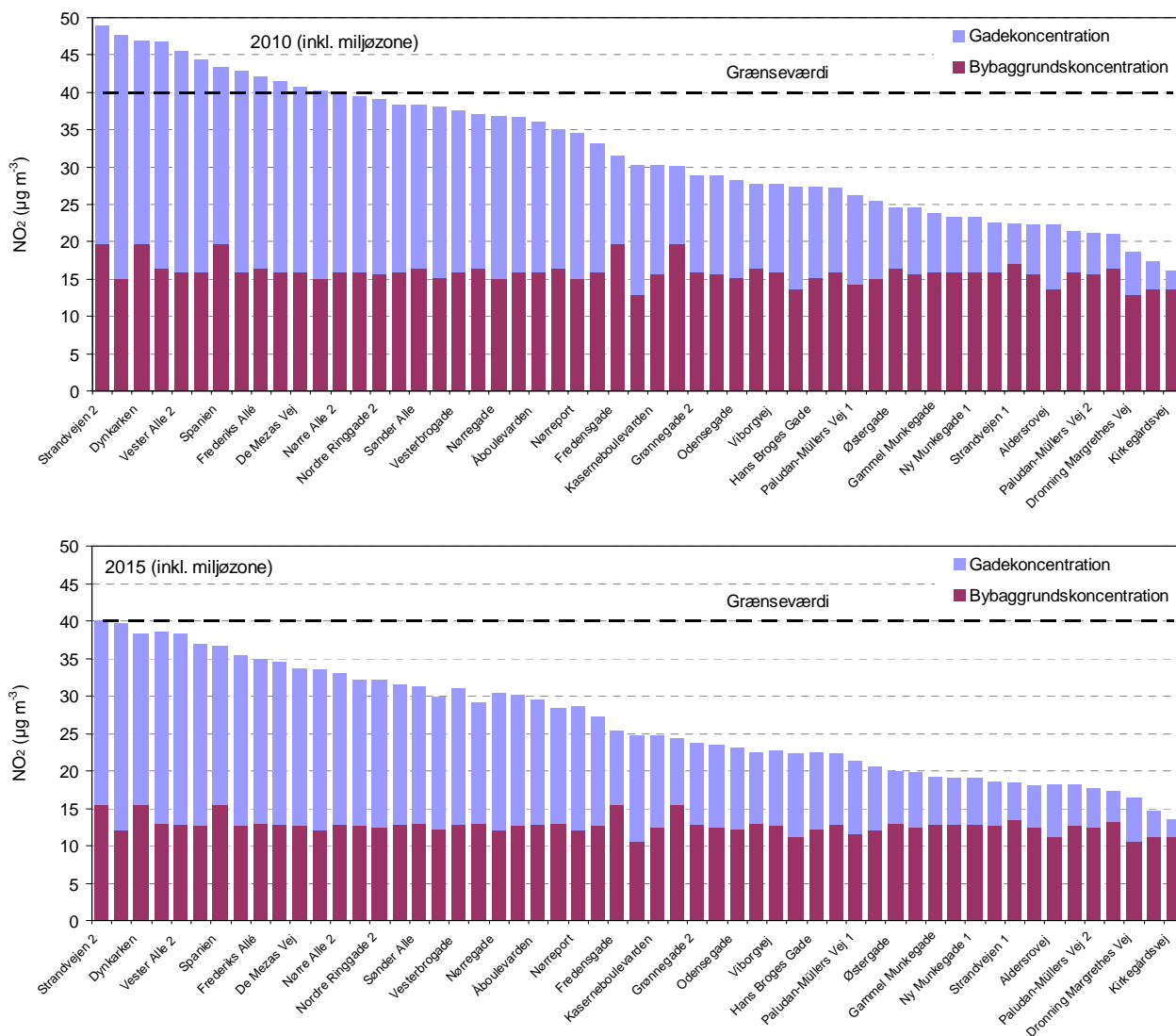
Nørre Søgade som lå højt i Midtvejsrapporten er rykket længere ned på listen. I Midtvejsrapporten var Nørre Søgade registreret med en ÅDT på 32.250 og en tungandel på 8,3%, hvorimod ÅDT efter opdatering er registreret til 28.800 og en tungandel på 2,9%, hvilket giver markant lavere emissioner især pga. den lavere tungandel. Den tidligere vurdering af andelen af den tunge trafik var baseret på en standard fordeling af køretøjs sammensætningen for en bygade (Type F), mens den nye vurdering er baseret på trafiktællinger.

Den geografiske placering af de udvalgte gader samt beregnet NO<sub>2</sub> årsmiddelniveau i 2010 er vist i Figur 5.4.



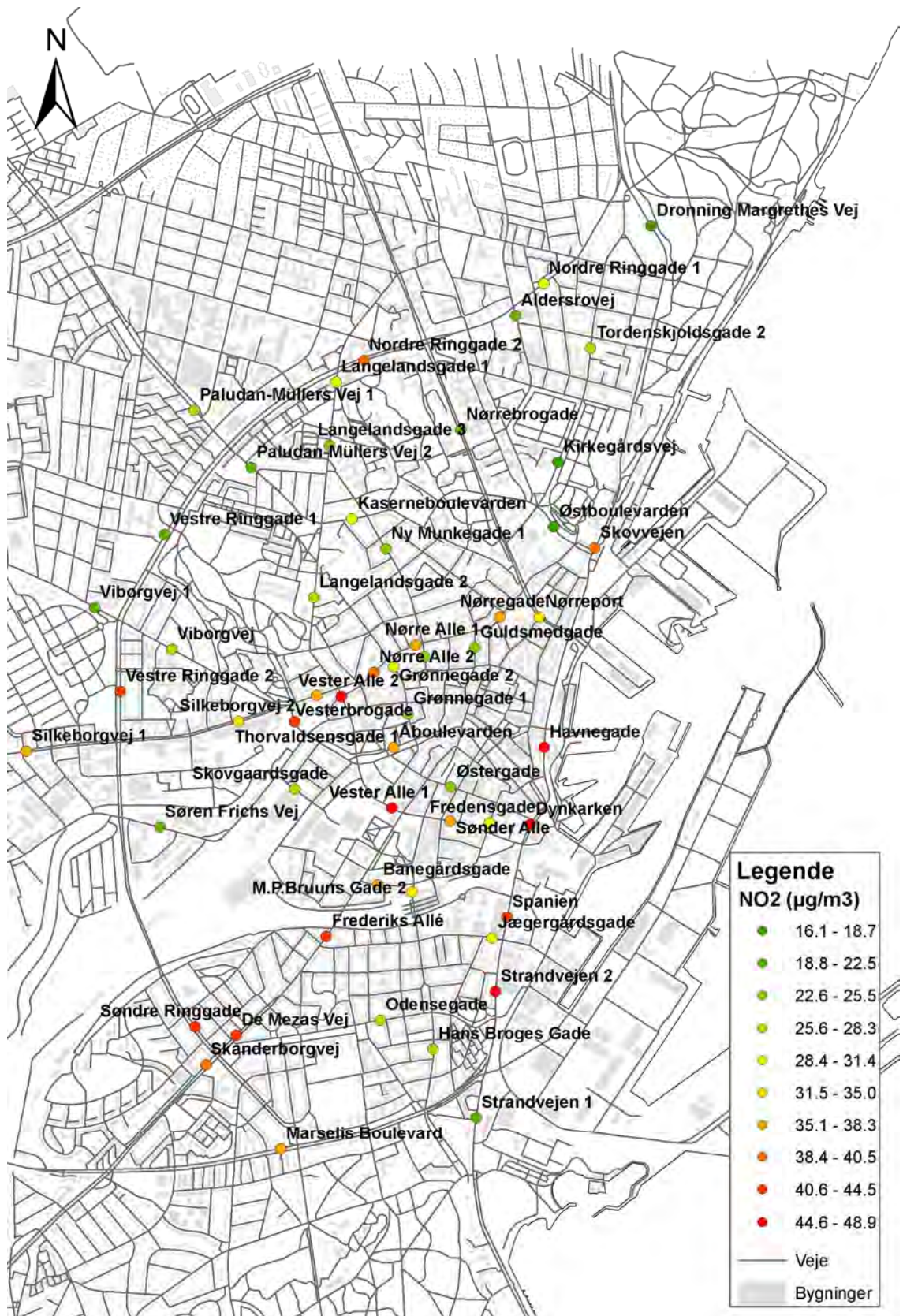
Figur 5.4. Beregnet NO<sub>2</sub> årsmiddelniveau for 2010 for 138 udvalgte gader i København.

## Aarhus



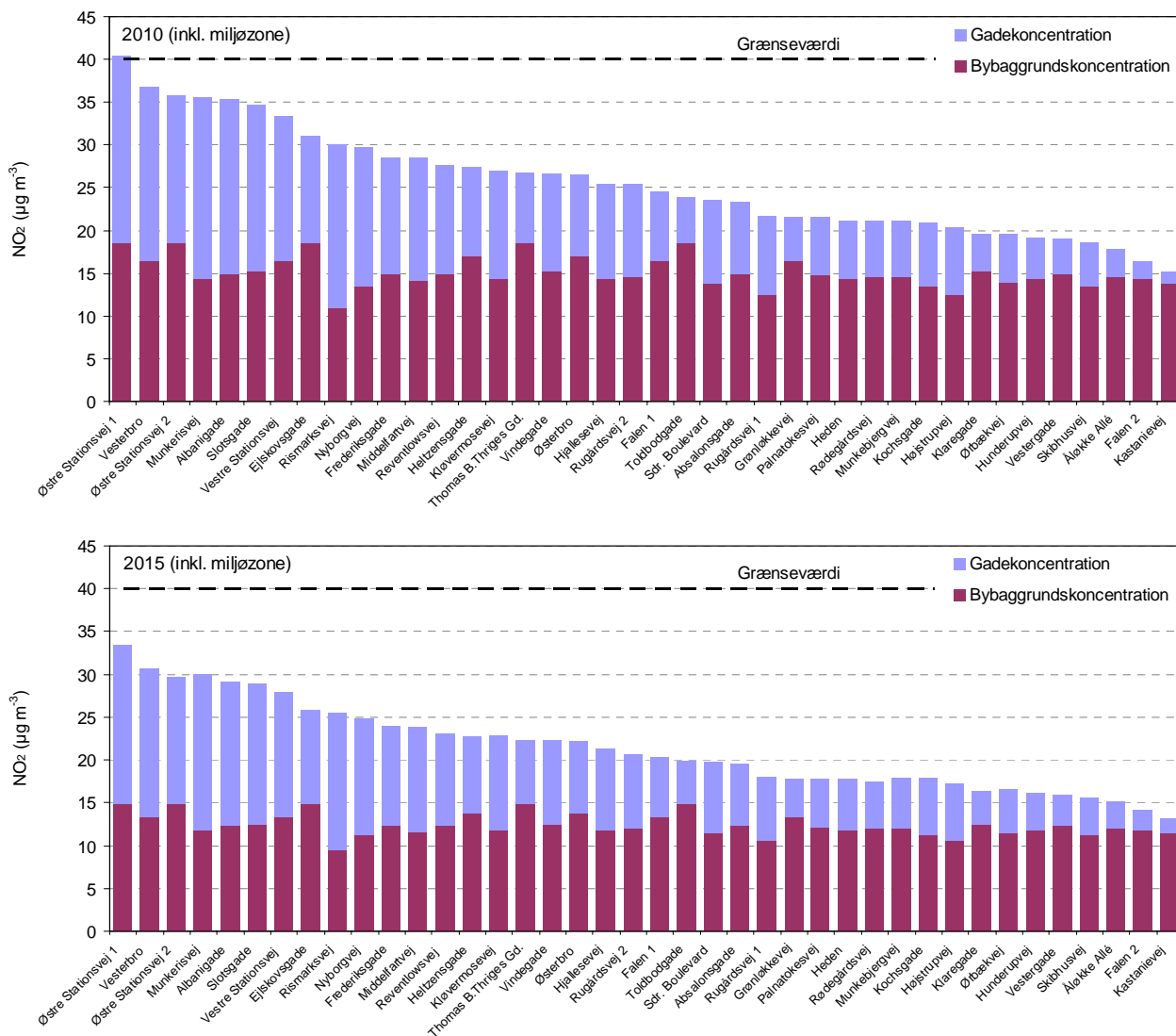
**Figur 5.5.** Øverst: NO<sub>2</sub> koncentration i 2010 inkl. miljøzone i Aarhus. Nederst: 2015. Alle udvalgte veje er vist men ikke alle vejnavne kan vises.





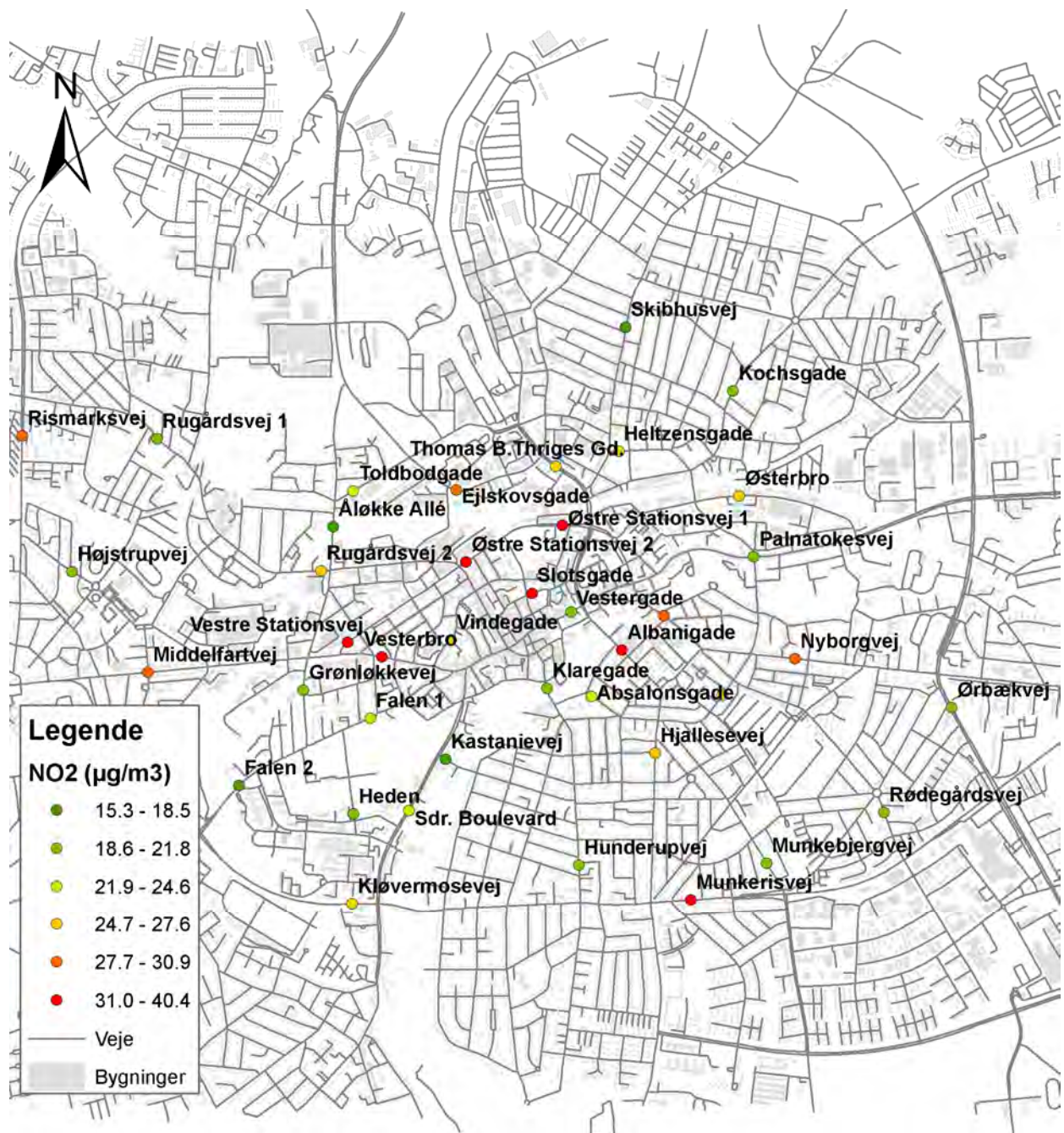
Figur 5.6. Beregnet NO<sub>2</sub> årsmiddelniveau for 2010 for 55 udvalgte gader i Aarhus.

## Odense



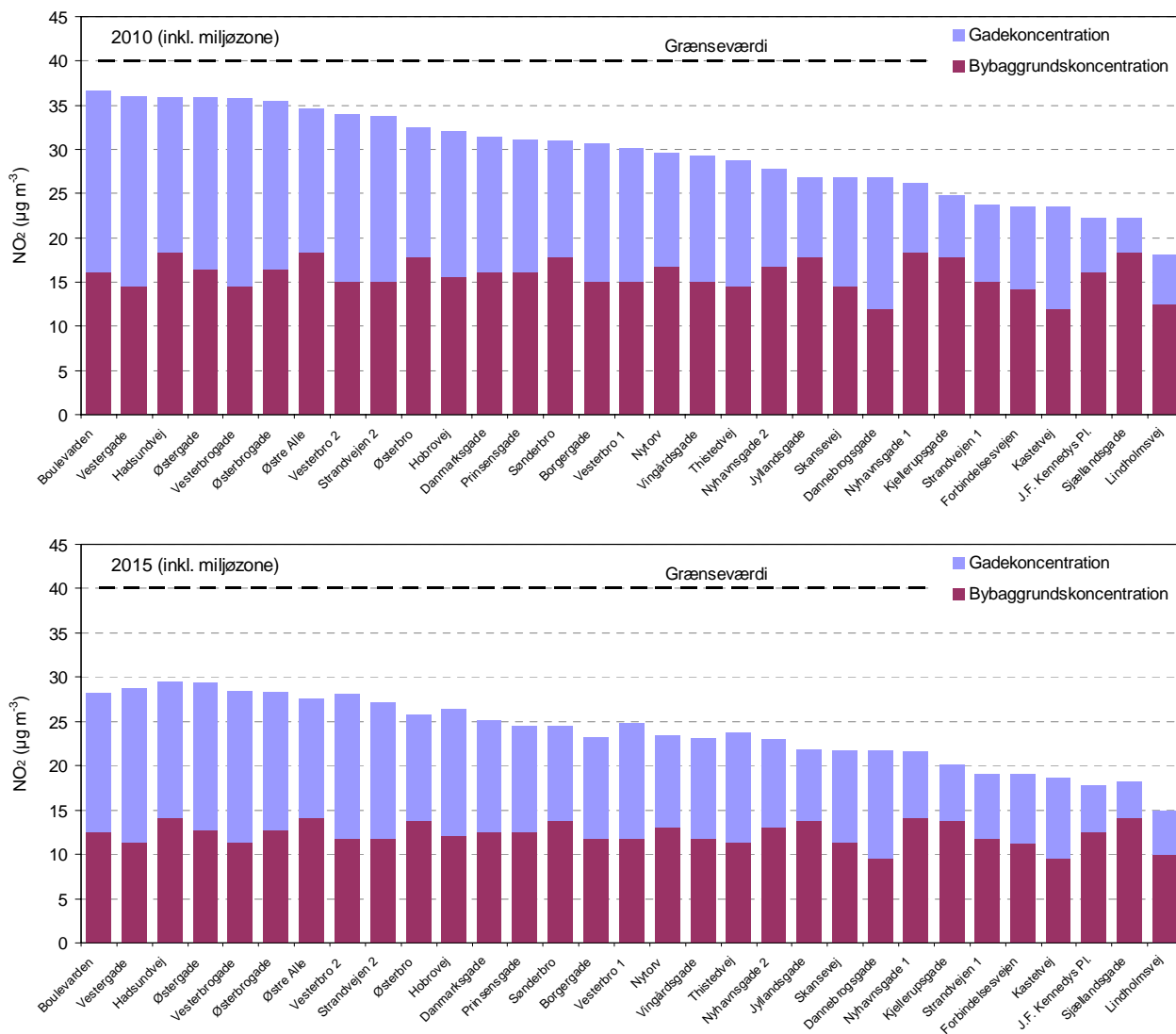
Figur 5.7. Øverst: NO<sub>2</sub> koncentration i 2010 inkl. miljøzone i Odense. Nederst: 2015.





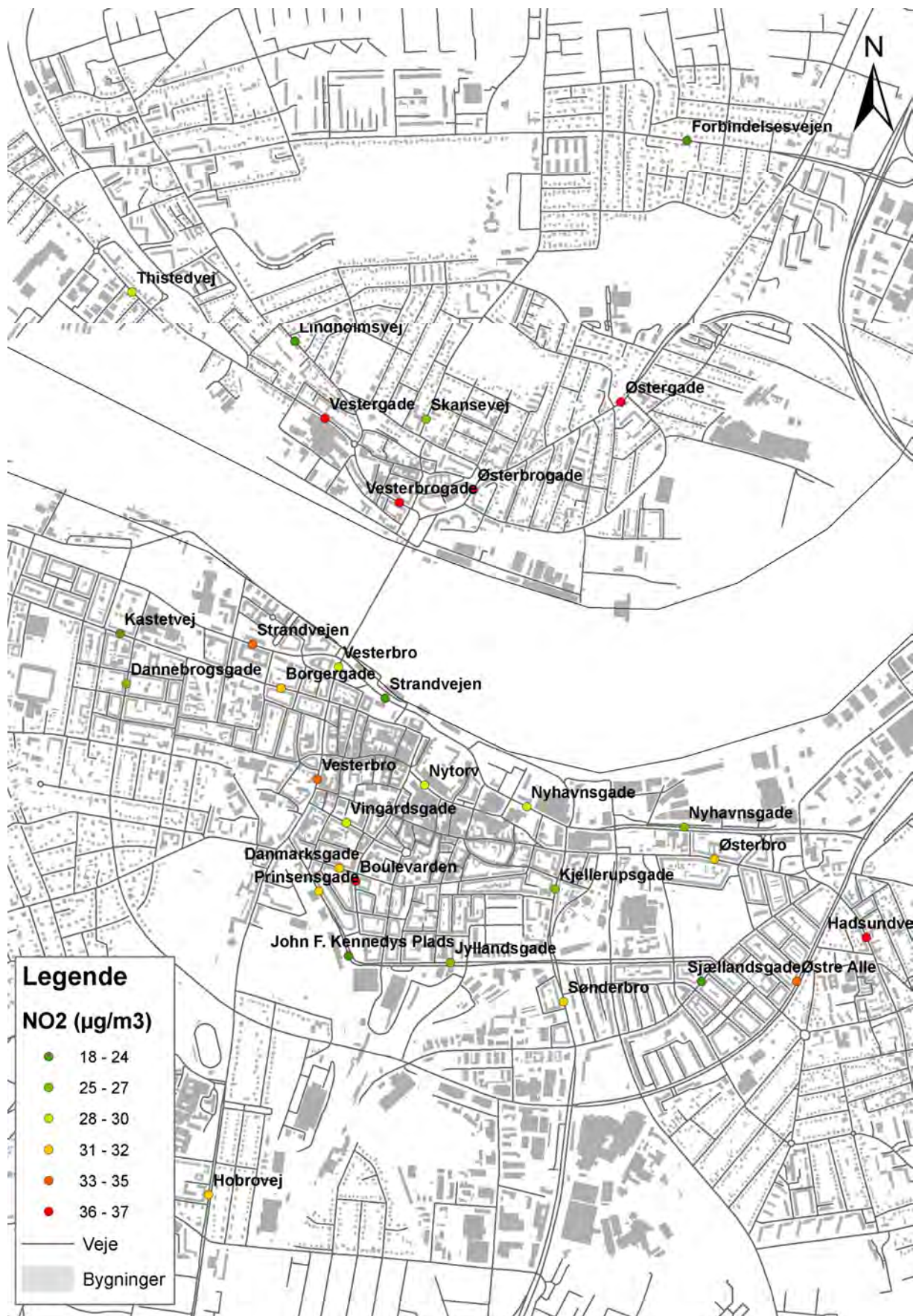
Figur 5.8. Beregnet NO<sub>2</sub> årsmiddelniveau for 2010 for 40 udvalgte gader i Odense.

## Aalborg



Figur 5.9. Øverst: NO<sub>2</sub> koncentration i 2010 inkl. miljøzone i Aalborg. Nederst: 2015.





Figur 5.10. Beregnet NO<sub>2</sub> årsmiddelniveau for 2010 for 31 udvalgte gader i Aalborg.

### Effekten af miljøzonerne på antal overskridelser af NO<sub>2</sub> grænseværdien

I Tabel 5.12 er vist antallet af overskridelser af grænseværdien for NO<sub>2</sub> samt gns., max. og min. NO<sub>2</sub> koncentrationer i 2010, 2015 og 2020 hhv. uden og med miljøzone for de udvalgte gader i miljøzonebyerne.

**Tabel 5.12.** Antallet af overskridelser af grænseværdien for NO<sub>2</sub> samt gns., max. og min. NO<sub>2</sub> koncentrationer i 2010, 2015 og 2020 hhv. uden og med miljøzone.

		NO <sub>2</sub> gns. (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> max. (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> min. (µg/m <sup>3</sup> )	Antal Overskridelser <sup>1</sup>
<b>København</b>	<b>138 gader</b>				
	Uden miljøzone 2010	38	66	19	47
	Med miljøzone 2010	36	63	19	29
	Uden miljøzone 2015	31	54	15	8
	Med miljøzone 2015	30	53	15	6
	Uden miljøzone 2020	21	35	12	0
	Med miljøzone 2020	21	35	12	0
<b>Aalborg</b>	<b>31 gader</b>				
	Uden miljøzone 2010	31	39	19	0
	Med miljøzone 2010	30	37	18	0
	Uden miljøzone 2015	24	30	15	0
	Med miljøzone 2015	24	30	15	0
	Uden miljøzone 2020	16	20	11	0
	Med miljøzone 2020	16	20	11	0
<b>Aarhus</b>	<b>55 gader</b>				
	Uden miljøzone 2010	34	52	16	20
	Med miljøzone 2010	32	49	16	11
	Uden miljøzone 2015	27	41	14	2
	Med miljøzone 2015	27	40	14	0
	Uden miljøzone 2020	19	27	10	0
	Med miljøzone 2020	18	27	10	0
<b>Odense</b>	<b>40 gader</b>				
	Uden miljøzone 2010	27	43	15	1
	Med miljøzone 2010	26	40	15	0
	Uden miljøzone 2015	22	34	13	0
	Med miljøzone 2015	21	33	13	0
	Uden miljøzone 2020	16	24	11	0
	Med miljøzone 2020	16	24	11	0

<sup>1</sup> Antal overskridelser af NO<sub>2</sub> grænseværdi på 40 µg/m<sup>3</sup> opgjort som overskridelser over 40,5 µg/m<sup>3</sup>.

Grænseværdien for NO<sub>2</sub> som årsmiddelværdi er 40 µg/m<sup>3</sup>, som i følge EU luftkvalitetsdirektivet skal være overholdt i 2010. Direktivet åbner imidlertid mulighed for udsættelse af overholdelse af denne grænseværdi indtil 2015, og Regeringen har i starten af 2011 ansøgt EU Kommissionen om udsættelse (Miljøstyrelsen 2010).

I København reducerer miljøzonen antallet af overskridelser af NO<sub>2</sub> grænseværdien fra 47 til 29 overskridelser i 2010 ud af de 138 udvalgte gader. I Aarhus reduceres antallet af overskridelser fra 20 til 11 ud af de 55 udvalgte gader og i Odense fra 1 til 0 overskridelser ud af 40 udvalgte gader, mens der ikke er overskridelser i Aalborg.

I 2015 reducerer miljøzonen antallet af overskridelser fra 8 til 6 overskridelser i København og fra 2 til 0 i Aarhus, mens Odense og Aalborg ikke har overskridelser. Disse beregninger inkluderer miljøzonekravene og nye krav om grønne taxier. Der er ingen overskridelser i 2020.

Estimering af antallet af overskridelser er behæftet med en betydelig usikkerhed pga. usikkerhed i modelsystem og inputdata.

I forhold til Midtvejsrapporten beregnes der færre overskridelser i 2010 og 2015, da opdatering af bilpark og emissionsdatabasen samt antagelser om konstant trafik giver lidt lavere emission.

## Referencer

Aalborg Kommune (2010): Aalborg Kommune. Evaluering Miljøzone Aalborg. Teknisk notat. 23. november 2010. Udarbejdet af COWI.

Berkowicz, R. 2000a. A Simple Model for Urban Background Pollution. *Environmental Monitoring and Assessment* Vol. 65, Issue 1/2, pp. 259-267.

Berkowicz, R. 2000b. OSPM - A parameterised street pollution model, *Environmental Monitoring and Assessment*, Volume 65, Issue 1/2, pp. 323-331.

Berkowicz, R., Winter, M. and Ketzel, M. (2006): Traffic pollution modelling and emission data. *Environmental Modelling & Software* 21, 454-460.

Brandt, J., Christensen, J.H., Frohn, L.M., Palmgren, F., Berkowicz, R., Zlatev, Z. (2001): Operational air pollution forecasts from European to local scale. *Atmospheric Environment*, Vol. 35, Sup. No. 1, pp. S91-S98, 2001.

Brandt, J., J. D. Silver, L. M. Frohn, C. Geels, A. Gross, A. B. Hansen, K. M. Hansen, G. B. Hedegaard, C. A. Skjøth, H. Villadsen, A. Zare, and J. H. Christensen (2011): An integrated model study for Europe and North America using the Danish Eulerian Hemispheric Model with focus on intercontinental transport, *Atmospheric Environment*, submitted, May 2011.

Christensen, J.H. (1997): The Danish Eulerian Hemispheric Model – a three-dimensional air pollution model used for the Arctic. *Atmospheric Environment*, 31, 4169–4191.

COWI (2010): Bilpark - NO<sub>x</sub> emissioner. Dokumentationsnotat. 29. oktober 2010. Udarbejdet af COWI for Miljøstyrelsen.

EEA (2007): EMEP/CORINAIR Atmospheric Emissions Inventory Guidebook 2007. Methodology for the calculation of exhaust emissions. Road Transport. Version 6.0 August 2007. COPERT 4. European Environmental Agency. 105 p.

EEA (2009): EMEP/EEA emission inventory guidebook 2009. Passenger cars, light-duty trucks, heavy-duty vehicles including buses and motor cycles. 128 p.

Ellermann, T., Kemp, K., Wåhlin, P. (2009a): Notat angående PM<sub>10</sub> på H.C. Andersens Boulevard i 2008 og 2009. DMU notat 9. december 2009. 4 p.

Ellermann, T. (2009b): Foreløbig rapportering af resultater fra måling af PM<sub>10</sub> i 2009. DMU notat 4. januar 2010. 3 p.

Ellermann, Nordstrøm, C., T., Brandt, J., Christensen, J., Ketznel, M. & Jensen, S.S. (2010): The Danish Air Quality Monitoring Programme. Annual Summary for 2009. National Environmental Research Institute, University of Aarhus. 61 pp. -NERI Technical Report No. 799. The report is available in electronic format (pdf) at NERI's website <http://www.dmu.dk/Pub/FR799.pdf>.

Ellermann, Nordstrøm, C., T., Brandt, J., Christensen, J., Ketznel, M. & Jensen, S.S. (2011): The Danish Air Quality Monitoring Programme. Annual Summary for 2010. National Environmental Research Institute, University of Aarhus. NERI Technical Report No. 836. The report is available in electronic format (pdf) at NERI's website <http://www.dmu.dk/Pub/FR836.pdf>.

EU (2009): Regulation (ec) no 595/2009 of the European Parliament and of the Council of 18 June 2009 on type-approval of motor vehicles and engines with respect to emissions from heavy duty vehicles (Euro 6) and on access to vehicle repair and maintenance information and amending Regulation (EC) No 715/2007 and Directive 2007/46/EC and repealing Directives 80/1269/EEC, 2005/55/EC and 2005/78/EC.

Folketinget (2006): LOV nr 1570 af 20/12/2006. Lov om ændring af lov om miljøbeskyttelse. Partikelfiltre på køretøjer i kommunalt fastlagte miljøzoner m.v.

Færdselsstyrelsen (2009): Bekendtgørelse om energi- og miljøkrav til taxier. BEK nr 826 af 25/08/2009.

Jensen, S. S., Berkowicz, R., Hansen, H. S. and Hertel, O. (2001): A Danish decision-support GIS tool for management of urban air quality and human exposures. Transportation Research Part D-Transport and Environment 6, 229-241.

Jensen, S.S., Ketznel, M., Wählin, P., Palmgren, F., Berkowicz, R. (2008): Hvad er effekten for partikelforureningen af indførelse af miljøzoner i de største danske byer ? Trafikdage på Aalborg Universitet. 25.-26. august 2008.

Jensen, S.S., Ketznel, M. (2009): NO<sub>2</sub> virkemiddelkatalog - virkemidler til begrænsning af overskridelser af NO<sub>2</sub> grænseværdien for luftkvalitet i større danske byer". Miljøprojekt nr. 1268, 2009. 84 s. Miljøstyrelsen. <http://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2009/978-87-7052-918-1/pdf/978-87-7052-919-8.pdf>

Jensen, S.S., Hvidberg, M., Petersen, J., Storm, L., Stausgaard, L., Hertel, O. (2009a): GIS-baseret national vej- og trafikdatabase 1960-2005 (GIS-based National Road and Traffic Database 1960-2005). Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet, Roskilde. 73 s. Faglig rapport nr. 678, 2009. <http://www2.dmu.dk/Pub/FR678.pdf>

Jensen, S.S., Ketznel, M., Wählin, P., Palmgren, F., Berkowicz, R. (2009b): How Does the Environmental Zone in Copenhagen Affect Air Quality of NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub>? in Hu, R.-M., Khaiwal, R., Chemel, C., Newbold, J., Incecik, S., Kahya, C., Sokhi, R.S. (editors) Proceedings of Abstracts 7th

International Conference on Air Quality – Science and Application, March 24-27, 2009, Istanbul, pp. 28. ISBN: 978-1-905313-63-1.

Jensen, S.S., Larson, T., Kaufman, J., Kc, D. (2009c): Modeling Traffic Air pollution in Street Canyons in New York City for Intra-urban Exposure Assessment in the US Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *Atmospheric Environment* 43 (2009) 4544–4556. <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2009.06.042>.

Jensen, S.S., Ketznel, M., Nøjgaard, J. K. & Wåhlin, P. (2010): Luftkvalitetsvurdering af miljøzoner i Danmark. Midtvejsrapport. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet 64 s. –Faglig rapport nr. 748. <http://www.dmu.dk/Pub/FR748.pdf>

Ketznel, M., Berkowicz, R., Hvidberg, H., Jensen, S.S., Raaschou-Nielsen, O. (2011): Evaluation of AirGIS - A GIS-Based Air Pollution And Human Exposure Modelling System. *International Journal of Environmental Pollution*. (In press).

Laschober, C., Limbeck, A., Rendl, J., Puxbaum, H., 2004. Particulate emissions from on-road vehicles in the Kaisermuhlen-tunnel (Vienna, Austria). *Atmospheric Environment* 38 (2004) 2187–2195.

Li, C.K., Kamens, R.M., 1993. The use of polycyclic aromatic hydrocarbons as source signatures in receptor modeling. *Atmospheric Environment* Vol. 27A, No. 4, pp. 523-532, 1993.

Massling, A., Nøjgaard, J.K., Ellermann, T., Ketznel, M., Nordstrøm, C. (2011): Particle project 2008 – 2010. NERI Technical Report No. 837, June 2011. <http://www.dmu.dk/Pub/FR837.pdf>

Maricq, M.M., 2007. Chemical characterization of particulate emissions from diesel engines: A review. *Aerosol Science* 38 (2007) 1079 – 1118.

Miguel, A.H, Kirchstetter, T.W., Harley, R.A., 1998. On-Road Emissions of Particulate Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Black Carbon from Gasoline and Diesel Vehicles. *Environ. Sci. Technol.* 1998, 32, 450-455.

Miljøstyrelsen (2010): Luftkvalitetsplan for kvælstofdioxid (NO<sub>2</sub>) i København/Frederiksberg, Aarhus og Aalborg - Renere luft i byerne. December 2010. Udkast.

Plejdstrup, M.S. & Gyldenkærne, S. 2011: Spatial distribution of emissions to air – the SPREAD model. National Environmental Research Institute, Aarhus University, Denmark. 72 pp. – NERI Technical Report no. FR823. <http://www.dmu.dk/Pub/FR823.pdf>

Singh, K.P., Malik, A., Kumar, R., Saxena, P., Sinha, S., 2008. Receptor modeling for source apportionment of polycyclic aromatic hydrocarbons in urban atmosphere. *Environ Monit Assess* (2008) 136:183–196.



# Appendix A Trafikdata

## København (1/2)

Sortnr.	Vejnavn	ÅDT	Tungandel (%)	Hastighed (km/t)	Trafikfil
1	Sydhavnsvej	48700	4.7	41	.\Type_F.trf
2	H C Andersens Boulevard(3)	52600	3.9	41	.\Type_F.trf
3	H C Andersens Boulevard(1)	58050	3.3	50	HCAB_New_MZ2011.trf
4	Nørre Søgade	28800	2.9	41	.\Type_F.trf
5	H C Andersens Boulevard(2)	51900	5.6	51	.\Type_F.trf
6	Ågade	57000	4.7	51	.\Type_F.trf
7	Lyngevej(2)	66900	2.5	51	.\Type_F.trf
8	Toftegårds Allé(1)	28400	7.3	40	.\Type_D.trf
9	Bernstorffsgade(2)	19800	11.7	40	.\Type_D.trf
10	Lyngevej(3)	66900	2.5	51	.\Type_F.trf
11	Gyldenløvesgade	64900	4.8	61	.\Type_F.trf
12	Holmens Kanal	31500	7.7	40	.\Type_D.trf
13	Hammerichsgade	11600	12.4	40	.\Type_D.trf
14	Stormgade	12500	12.9	40	.\Type_D.trf
15	Toftegårds Allé(2)	28400	7.3	40	.\Type_D.trf
16	Bernstorffsgade(1)	21500	12.5	40	.\Type_D.trf
17	Tuborgvej(3)	35300	5.0	41	.\Type_F.trf
18	Åboulevard(1)	38233	2.5	50	Åboulevard_New_MZ2010_AADT.trf
19	Åboulevard(3)	38233	2.5	51	Åboulevard_New_MZ2010_AADT.trf
20	Torvegade	24800	4.6	40	.\Type_D.trf
21	P Knudsens Gade(1)	29800	7.6	51	.\Type_F.trf
22	Borups Alle	54000	3.5	50	.\Type_B.trf
23	Nørre Voldgade(1)	22000	11.8	40	.\Type_D.trf
24	Jyllingevej(1)	29300	6.4	41	.\Type_F.trf
25	Folehaven(1)	38000	7.7	51	.\Type_F.trf
26	Østerbrogade(3)	24700	5.7	41	.\Type_F.trf
27	Amagerbrogade(2)	21200	6.4	41	.\Type_F.trf
28	Amagerfælledvej	17800	4.8	40	.\Type_D.trf
29	Jagtvej(1)	23500	3.1	43	Jagtvej_New_MZ2010.trf
30	Sallingvej(2)	26700	5.0	41	.\Type_F.trf
31	Vesterbrogade(2)	15400	6.8	41	.\Type_F.trf
32	Frederikssundsvej(3)	24000	6.1	41	.\Type_F.trf
33	Tagensvej(3)	20000	4.4	51	.\Type_F.trf
34	Bredgade	14400	4.2	41	.\Type_F.trf
35	H.C. Ørsteds Vej(1)	12100	6.0	40	.\Type_D.trf
36	Åboulevard(2)	38233	2.5	51	Åboulevard_New_MZ2010_AADT.trf
37	P Knudsens Gade(2)	29800	7.6	51	.\Type_F.trf
38	Vester Farimagsgade	12600	5.0	40	.\Type_D.trf
39	Jagtvej(4)	20300	4.3	40	.\Type_D.trf
40	Vester Voldgade	11900	9.1	40	.\Type_D.trf
41	Folke Bernadottes Allé	20300	7.0	41	.\Type_F.trf
42	Vesterbrogade(1)	12400	9.7	41	.\Type_F.trf
43	Tomsgårdsvej(1)	35800	4.2	51	.\Type_F.trf
44	Øster Søgade	24633	0.0	41	.\Type_F.trf
45	Frederikssundsvej(5)	23900	6.8	41	.\Type_F.trf
46	Gothersgade(1)	13919	1.6	40	.\Type_D.trf
47	Gammel Køge Landevej(1)	22500	4.4	51	.\Type_F.trf
48	Strandvejen(3)	25100	6.5	41	.\Type_F.trf
49	Jyllingevej(2)	38700	6.1	41	.\Type_F.trf
50	Vesterbrogade(3)	15500	7.6	41	.\Type_F.trf
51	Nordre Fasanvej(3)	16000	4.3	40	.\Type_D.trf
52	Falkoner Alle(2)	15900	5.3	40	.\Type_D.trf
53	Tagensvej(2)	21300	5.7	51	.\Type_F.trf
54	Mimersgade	15400	4.6	40	.\Type_D.trf
55	Gammel Kongevej(2)	13000	5.0	40	.\Type_D.trf
56	Frederikssundsvej(1)	16600	7.4	41	.\Type_F.trf
57	Falkoner Alle(1)	15900	5.3	40	.\Type_D.trf
58	Tietgensgade	12200	7.7	40	.\Type_D.trf
59	Jagtvej(3)	18800	3.8	40	.\Type_D.trf
60	Falkoner Alle(3)	15900	5.3	40	.\Type_D.trf
61	Østerbrogade(4)	24700	5.7	51	.\Type_F.trf
62	Nordre Fasanvej(5)	15600	6.4	40	.\Type_D.trf
63	Frederikssundsvej(8)	20600	6.6	41	.\Type_F.trf
64	Jagtvej(2)	19200	6.8	40	.\Type_D.trf
65	Øster Voldgade(1)	11000	8.5	40	.\Type_D.trf

## København (2/2)

Sortnr.	Vejnavn	ÅDT	Tungandel (%)	Hastighed (km/t)	Trafikfil
66	Grøndals Parkvej	20900	4.3	51	.\Type_F.trf
67	Nørrebrogade	13900	8.5	41	.\Type_F.trf
68	Nordre Fasanvej(4)	15600	6.4	40	.\Type_D.trf
69	Søndre Fasanvej(2)	15300	6.9	40	.\Type_D.trf
70	Tagensvej(4)	20000	4.4	51	.\Type_F.trf
71	Istedgade	10200	5.9	40	.\Type_D.trf
72	Nørre Farimagsgade	16200	4.2	40	.\Type_D.trf
73	Alhambravej	17925	5.3	40	.\Type_D.trf
74	H.C. Ørsteds Vej(2)	12100	6.0	40	.\Type_D.trf
75	Søndre Fasanvej(1)	15300	6.9	40	.\Type_D.trf
76	Rebildvej	23000	4.4	51	.\Type_F.trf
77	Østerbrogade(1)	20400	5.0	41	.\Type_F.trf
78	Smallegade	11100	5.8	40	.\Type_D.trf
79	Folehaven(2)	38000	7.7	51	.\Type_F.trf
80	Østerbrogade(2)	20400	5.0	41	.\Type_F.trf
81	Tomsgårdsvej(2)	35800	4.2	51	.\Type_F.trf
82	Hareskovvej	48300	2.2	50	.\Type_B.trf
83	Strandvejen(1)	17900	9.2	41	.\Type_F.trf
84	Amager Boulevard	14400	10.0	51	.\Type_F.trf
85	Godthåbsvej(2)	13500	5.5	40	.\Type_D.trf
86	Bülowsvej(2)	12300	2.9	40	.\Type_D.trf
87	Bülowsvej(1)	12300	2.9	40	.\Type_D.trf
88	Sallingvej(1)	26700	5.0	51	.\Type_F.trf
89	Frederikssundsvej(2)	19700	5.1	41	.\Type_F.trf
90	Vigerslevvej(2)	15700	5.1	51	.\Type_F.trf
91	Frederikssundsvej(7)	20600	6.6	41	.\Type_F.trf
92	Nordre Fasanvej(2)	9500	5.2	40	.\Type_D.trf
93	Frederikssundsvej(6)	20600	6.6	51	.\Type_F.trf
94	Tagensvej(1)	19200	4.4	51	.\Type_F.trf
95	Amagerbrogade(1)	12900	4.9	41	.\Type_F.trf
96	Rosenørns Alle	11500	0.0	40	.\Type_D.trf
97	Englandsvej(1)	11100	4.3	41	.\Type_F.trf
98	Vesterfælledvej	11100	0.7	40	.\Type_D.trf
99	Nørre Voldgade(2)	23500	10.8	40	.\Type_D.trf
100	Dag Hammarskjølds Allé	15600	5.1	41	.\Type_F.trf
101	Gammel Kongevej(1)	11100	6.0	40	.\Type_D.trf
102	Slotsherrensvej(2)	13400	1.7	51	.\Type_F.trf
103	Frederikssundsvej(4)	24000	6.1	41	.\Type_F.trf
104	Nordre Fasanvej(1)	9200	4.3	40	.\Type_D.trf
105	Strandvejen(2)	25100	6.5	41	.\Type_F.trf
106	Godthåbsvej(3)	13500	5.5	40	.\Type_D.trf
107	Vigerslevvej(1)	15700	5.1	51	.\Type_F.trf
108	Øster Voldgade(2)	17800	8.5	40	.\Type_D.trf
109	Roskildevej(2)	19800	4.5	41	.\Type_F.trf
110	Peter Bangs Vej(2)	12100	0.6	40	.\Type_D.trf
111	Hulgårdsvej(1)	27900	5.3	51	.\Type_F.trf
112	Godthåbsvej(1)	14300	5.7	40	.\Type_D.trf
113	Kalvebod Brygge	42300	4.2	61	.\Type_F.trf
114	Hillerødgade(3)	11200	1.4	41	.\Type_F.trf
115	Hulgårdsvej(2)	32700	4.5	51	.\Type_F.trf
116	Hillerødgade(4)	18300	2.7	41	.\Type_F.trf
117	Rolighedsvej	10862	0.0	43	.\Type_D.trf
118	Slotsherrensvej(1)	17200	4.5	51	.\Type_F.trf
119	Tuborgvej(2)	32600	3.4	51	.\Type_F.trf
120	Frederiksborgvej(1)	15900	3.7	41	.\Type_F.trf
121	Peter Bangs Vej(1)	12100	0.6	40	.\Type_D.trf
122	Amagerbrogade(3)	11000	7.4	41	.\Type_F.trf
123	Bellahøjvej	10400	0.0	40	.\Type_D.trf
124	Tuborgvej(1)	23100	6.5	51	.\Type_F.trf
125	Frederiksborgvej(2)	15900	3.7	41	.\Type_F.trf
126	Hillerødgade(1)	10400	0.8	40	.\Type_D.trf
127	Frederiksgade	48300	3.8	51	.\Type_F.trf
128	Ålholmvej(2)	17100	0.0	51	.\Type_F.trf
129	Vigerslev Allé	18700	7.8	50	.\Type_D.trf
130	Røde Mellemvej(1)	11900	5.0	40	.\Type_D.trf
131	Ålholmvej(1)	17100	0.0	51	.\Type_F.trf
132	Gammel Køge Landevej(2)	15900	5.4	51	.\Type_F.trf
133	Roskildevej(1)	19800	4.5	41	.\Type_F.trf
134	Artillerivej	16300	6.1	40	.\Type_D.trf
135	Røde Mellemvej(2)	11900	5.0	40	.\Type_D.trf
136	Tagensvej(5)	16200	5.8	51	.\Type_F.trf
137	Englandsvej(2)	15100	6.4	51	.\Type_F.trf
138	Strandvænget(2)	18700	7.5	51	.\Type_F.trf

## Aarhus

Sortnr.	Vejnavn	ÅDT	Tungandel (%)	Hastighed (km/t)	Trafikfil
1	Strandvejen 2	20500	9.0	40	.\Type_F.trf
2	Havnegade	30000	6.5	40	.\Type_F.trf
3	Dynkarken	28000	12.0	40	.\Type_F.trf
4	Vester Alle 1	25000	7.0	40	.\Type_F.trf
5	Vester Alle 2	22000	8.0	40	.\Type_F.trf
6	Vestre Ringgade 2	28500	7.0	40	.\Type_F.trf
7	Spanien	23100	8.0	40	.\Type_F.trf
8	Søndre Ringgade	26000	5.0	40	.\Type_F.trf
9	Frederiks Allé	14500	5.0	40	.\Type_F.trf
10	Thorvaldsensgade 1	16500	6.0	40	.\Type_F.trf
11	De Mezas Vej	19200	7.0	40	.\Type_F.trf
12	Skovvejen	19000	3.0	40	.\Type_F.trf
13	Nørre Alle 2	13000	6.0	40	.\Type_F.trf
14	Skanderborgvej	21000	10.0	53	.\Type_F.trf
15	Nordre Ringgade 2	19800	2.0	40	.\Type_F.trf
16	Nørre Alle 1	13000	6.0	40	.\Type_F.trf
17	Sønder Alle	11000	5.0	40	.\Type_F.trf
18	Marselis Boulevard	15100	5.0	49	.\Type_F.trf
19	Vesterbrogade	12000	8.0	40	.\Type_F.trf
20	Banegaardsgade	6604	19.4	40	Banegaardsgade_F_MZ2011_AADT.trf
21	Nørregade	11100	8.0	40	.\Type_F.trf
22	Silkeborgvej 1	17500	10.0	40	.\Type_F.trf
23	Åboulevarden	10100	11.0	40	.\Type_F.trf
24	M.P.Bruuns Gade 2	7400	5.0	40	.\Type_D.trf
25	Nørreport	19000	9.0	40	.\Type_F.trf
26	Silkeborgvej 2	14000	7.2	40	.\Type_F.trf
27	Fredensgade	4000	6.0	40	.\Type_D.trf
28	Nordre Ringgade 1	12500	5.0	40	.\Type_F.trf
29	Kaserneboulevarden	8000	10.0	40	.\Type_D.trf
30	Jægergårdsgade	4000	14.0	40	.\Type_D.trf
31	Grønnegade 2	5000	5.0	40	.\Type_C.trf
32	Langelandsgade 1	9000	6.0	40	.\Type_F.trf
33	Odensegade	5100	12.0	40	.\Type_D.trf
34	Skovgaardsgade	5000	4.5	40	.\Type_C.trf
35	Viborgvej	9500	5.0	50	.\Type_F.trf
36	Tordenskjoldsgade 2	6900	6.0	40	.\Type_D.trf
37	Hans Broges Gade	6100	6.0	40	.\Type_D.trf
38	Langelandsgade 2	13000	6.5	40	.\Type_F.trf
39	Paludan-Müllers Vej 1	10200	7.0	40	.\Type_D.trf
40	Guldsmedgade	2500	5.0	25	.\Type_C.trf
41	Østergade	1800	8.0	25	.\Type_C.trf
42	Langelandsgade 3	7900	8.0	55	.\Type_F.trf
43	Gammel Munkegade	1800	7.0	25	.\Type_C.trf
44	Grønnegade 1	3000	8.0	40	.\Type_C.trf
45	Ny Munkegade 1	3000	8.0	40	.\Type_D.trf
46	Viborgvej 1	16300	16.0	40	.\Type_F.trf
47	Strandvejen 1	15300	6.0	40	.\Type_F.trf
48	Nørrebrogade	17000	6.0	58	.\Type_F.trf
49	Aldersvej	5500	0.0	40	.\Type_D.trf
50	Vestre Ringgade 1	25800	4.0	61	.\Type_F.trf
51	Paludan-Müllers Vej 2	10900	0.0	40	.\Type_D.trf
52	Søren Frichs Vej	5900	5.0	40	.\Type_D.trf
53	Dronning Margrethes Vej	17900	8.0	40	.\Type_F.trf
54	Østboulevarden	5300	7.0	40	.\Type_D.trf
55	Kirkegårdsvej	3100	7.2	40	.\Type_D.trf

## Odense

Sortnr.	Vejnavn	ÅDT	Tungandel (%)	Hastighed (km/t)	Trafikfil
1	Østre Stationsvej 1	19400	5.3	49	.\Type_F.trf
2	Vesterbro	14105	5.3	40	.\Type_F.trf
3	Østre Stationsvej 2	18150	5.3	50	.\Type_F.trf
4	Munkerisvej	20657	5.3	40	.\Type_F.trf
5	Albanigade	20800	5.0	45	Albanigade_F_MZ2011_AADT.trf
6	Slotsgade	9464	5.3	40	.\Type_C.trf
7	Vestre Stationsvej	11557	5.3	40	.\Type_F.trf
8	Ejlskovsgade	11284	5.3	40	.\Type_F.trf
9	Rismarksvej	17237	5.9	40	.\Type_F.trf
10	Nyborgvej	9900	5.3	48	.\Type_F.trf
11	Frederiksgade	8000	5.3	45	.\Type_F.trf
12	Middelfartvej	11009	5.3	49	.\Type_F.trf
13	Reventlowsvej	8099	5.3	40	.\Type_D.trf
14	Heltzensgade	5500	5.3	40	.\Type_D.trf
15	Kløvermosevej	15648	5.3	40	.\Type_F.trf
16	Thomas B.Thrighes Gd.	15100	5.3	55	.\Type_F.trf
17	Vindegade	5600	5.3	39	.\Type_D.trf
18	Østerbro	7413	5.3	53	.\Type_D.trf
19	Hjallesevej	7206	5.3	35	.\Type_F.trf
20	Rugårdsvej 2	7607	9.0	61	.\Type_F.trf
21	Falen 1	6700	5.3	60	.\Type_D.trf
22	Toldbodgade	3700	5.3	50	.\Type_F.trf
23	Sdr. Boulevard	6699	6.4	40	.\Type_F.trf
24	Absalonsgade	4442	5.3	43	.\Type_D.trf
25	Rugårdsvej 1	7963	9.0	61	.\Type_F.trf
26	Grønløkkevej	9691	15.4	40	.\Type_F.trf
27	Palnatokesvej	3384	8.0	51	.\Type_D.trf
28	Heden	5460	5.3	40	.\Type_C.trf
29	Rødegårdsvej	4398	12.4	40	.\Type_D.trf
30	Munkebjergvej	7440	5.3	62	.\Type_D.trf
31	Kochsgade	10000	5.3	52	.\Type_F.trf
32	Højstrupvej	5065	5.3	39	.\Type_D.trf
33	Klaregade	1547	5.3	40	.\Type_D.trf
34	Ørbækvej	6369	5.3	51	.\Type_F.trf
35	Hunderupvej	3600	5.3	56	.\Type_D.trf
36	Vestergade	910	5.3	40	.\Type_D.trf
37	Skibhusvej	2341	5.3	58	.\Type_D.trf
38	Åløkke Allé	6330	5.3	47	.\Type_F.trf
39	Falen 2	3600	5.3	40	.\Type_F.trf
40	Kastanievej	1000	5.3	44	.\Type_C.trf

## Aalborg

Sortnr.	Vejnavn	ÅDT	Tungandel (%)	Hastighed (km/t)	Trafikfil
1	Boulevarden	5045	23.0	28	.\Type_D.trf
2	Vestergade	10770	11.0	40	.\Type_F.trf
3	Hadsundvej	9655	5.0	31	.\Type_D.trf
4	Østergade	14880	7.0	45	.\Type_F.trf
5	Vesterbrogade	12340	13.0	43	.\Type_F.trf
6	Østerbrogade	11580	12.0	39	.\Type_F.trf
7	Østre Alle	12720	12.0	52	.\Type_F.trf
8	Vesterbro 2	19835	3.0	49	.\Type_F.trf
9	Strandvejen 2	9030	10.0	39	.\Type_F.trf
10	Østerbro	4540	12.0	36	.\Type_D.trf
11	Hobrovej	21675	5.0	48	.\Type_F.trf
12	Danmarksgade	4320	12.0	27	.\Type_D.trf
13	Prinsensgade	6150	13.0	39	.\Type_D.trf
14	Sønderbro	13170	10.0	50	.\Type_F.trf
15	Borgergade	3685	32.0	49	.\Type_D.trf
16	Vesterbro 1	28662	4.1	40	Vesterbro_F_MZ2010.trf
17	Nytorv	5945	13.0	25	.\Type_D.trf
18	Vingårdsgade	4120	12.0	32	.\Type_D.trf
19	Thistedvej	11845	4.0	46	.\Type_F.trf
20	Nyhavnsgade 2	12565	3.0	43	.\Type_F.trf
21	Jyllandsgade	10370	7.0	43	.\Type_D.trf
22	Skansevej	4645	6.0	31	.\Type_D.trf
23	Dannebrogsgade	6725	6.0	36	.\Type_C.trf
24	Nyhavnsgade 1	10385	3.0	63	.\Type_F.trf
25	Kjellerupsgade	4235	6.0	45	.\Type_F.trf
26	Strandvejen 1	7420	10.0	39	.\Type_F.trf
27	Forbindelsesvejen	9890	8.0	59	.\Type_F.trf
28	Kastetvej	4530	13.0	44	.\Type_D.trf
29	J.F. Kennedys Pl.	10014	13.0	25	.\Type_D.trf
30	Sjællandsgade	2720	5.0	36	.\Type_D.trf
31	Lindholmsvej	3880	6.0	35	.\Type_D.trf

# Appendix B Koncentrationsberegninger

## København (1/2)

Nr	Gadenavn	2010								2015				2020			
		NO2		PM10		PM2.5		NO2		PM10		NO2		PM10			
		Gade	Bybag	Gade	Bybag	Gade	Bybag	Gade	Bybag	Gade	Gade	Gade	Bybag	Gade	Gade		
1	Sydhavnsgade	62.8	22.7	34.5	22.1	21.5	15.7	52.9	17.6	33.7	20.7	34.6	12.7	32.8	19.8		
2	H C Andersens Boulevard(3)	50.9	23.8	30.2	22.5	19.6	16.0	42.4	18.4	29.7	19.1	28.7	13.2	29.2	18.6		
3	H C Andersens Boulevard(1)	50.5	23.8	29.9	22.5	19.3	16.0	40.5	18.4	29.4	18.9	28.0	13.2	29.0	18.4		
4	Nørre Søgade	50.5	21.7	31.1	22.5	20.1	16.1	42.3	16.9	30.6	19.5	28.4	12.2	30.0	19.0		
5	H C Andersens Boulevard(2)	50.0	23.8	29.8	22.5	19.3	16.0	41.1	18.4	29.3	18.8	27.6	13.2	28.8	18.4		
6	Ågade	49.8	20.6	32.2	22.4	20.3	16.0	41.5	16.1	31.7	19.8	28.0	11.8	31.2	19.3		
7	Lyngbyvej(2)	48.2	20.7	32.5	22.1	20.4	15.7	41.2	16.2	31.9	19.8	27.6	11.8	31.3	19.2		
8	Toftegårds Allé(1)	47.7	19.7	30.4	22.2	19.6	15.9	39.6	15.5	29.9	19.1	26.8	11.4	29.4	18.6		
9	Bernstorffsgade(2)	47.6	23.8	28.4	22.5	18.7	16.0	37.6	18.4	28.1	18.3	25.0	13.2	27.7	18.0		
10	Lyngbyvej(3)	46.7	20.7	30.8	22.1	19.6	15.7	39.4	16.2	30.3	19.1	26.9	11.8	29.8	18.6		
11	Gyldenløvesgade	45.6	21.7	30.0	22.5	19.3	16.1	37.7	16.9	29.5	18.9	25.7	12.2	29.1	18.5		
12	Holmens Kanal	45.4	20.3	29.0	22.0	18.7	15.5	37.5	15.9	28.6	18.3	25.6	11.6	28.2	17.9		
13	Hammerichsgade	44.9	23.8	26.8	22.5	18.0	16.0	35.1	18.4	26.5	17.7	23.4	13.2	26.2	17.4		
14	Stormgade	44.5	23.8	28.0	22.5	18.6	16.0	36.7	18.4	27.5	18.2	24.9	13.2	27.1	17.8		
15	Toftegårds Allé(2)	44.3	19.7	28.8	22.2	18.9	15.9	36.6	15.5	28.4	18.5	25.0	11.4	28.0	18.0		
16	Bernstorffsgade(1)	44.2	23.8	27.8	22.5	18.4	16.0	35.7	18.4	27.4	18.1	24.0	13.2	27.0	17.7		
17	Tuborgvej(3)	43.4	18.5	28.6	22.0	18.6	15.6	35.9	14.6	28.2	18.2	24.6	10.9	27.8	17.8		
18	Åboulevard(1)	43.3	21.7	28.6	22.5	18.8	16.1	35.0	16.9	28.3	18.4	24.4	12.2	28.0	18.1		
19	Åboulevard(3)	43.1	21.7	28.7	22.5	18.8	16.1	34.9	16.9	28.4	18.4	24.3	12.2	28.0	18.1		
20	Torvegade	42.9	20.3	28.4	22.0	18.6	15.5	36.0	15.9	27.9	18.1	24.5	11.6	27.5	17.7		
21	P Knudsens Gade(1)	42.5	22.7	27.9	22.1	18.3	15.7	34.2	17.6	27.6	17.9	23.1	12.7	27.2	17.6		
22	Borups Alle	42.3	20.8	29.5	22.3	19.1	15.9	35.3	16.3	29.0	18.7	24.1	11.9	28.6	18.2		
23	Nørre Voldgade(1)	42.1	21.7	26.9	22.3	18.0	15.9	33.8	16.9	26.6	17.7	22.8	12.2	26.2	17.3		
24	Jyllingevej(1)	41.6	18.3	28.8	21.9	18.6	15.6	34.2	14.5	28.4	18.2	23.1	10.8	28.0	17.8		
25	Folehaven(1)	41.3	17.2	28.3	21.4	18.2	15.1	33.8	13.7	27.9	17.7	22.5	10.3	27.4	17.3		
26	Østerbrogade(3)	41.3	18.3	28.1	21.8	18.4	15.5	34.5	14.5	27.7	18.0	23.7	10.8	27.3	17.6		
27	Amagerbrogade(2)	41.1	18.4	28.0	21.7	18.3	15.4	34.8	14.6	27.5	17.8	23.7	10.8	27.1	17.4		
28	Amagerfælledvej	41.1	18.4	27.5	21.7	18.0	15.4	33.8	14.6	27.1	17.7	22.9	10.8	26.7	17.3		
29	Jagtvej(1)	40.9	20.3	27.7	22.2	18.2	15.8	32.9	15.9	27.4	17.9	23.2	11.7	27.1	17.6		
30	Sallingvej(2)	40.4	18.3	28.6	21.9	18.6	15.6	33.7	14.5	28.1	18.2	22.9	10.8	27.7	17.8		
31	Vesterbrogade(2)	40.3	20.8	27.4	22.4	18.3	16.0	33.3	16.2	27.1	17.9	22.9	11.9	26.7	17.6		
32	Frederikssundsvej(3)	40.3	18.5	28.0	22.0	18.4	15.6	33.7	14.6	27.6	18.0	23.1	10.9	27.3	17.6		
33	Tagensvej(3)	40.2	20.3	27.7	22.2	18.3	15.8	33.3	15.9	27.4	17.9	22.9	11.7	27.0	17.6		
34	Bredgade	40.0	19.6	27.6	22.0	18.2	15.5	33.6	15.4	27.2	17.8	23.1	11.3	26.8	17.4		
35	H.C. Ørstedes Vej(1)	39.9	21.7	27.3	22.5	18.3	16.1	32.9	16.9	27.0	18.0	22.8	12.2	26.7	17.7		
36	Åboulevard(2)	39.7	21.7	27.4	22.5	18.2	16.1	32.0	16.9	27.2	18.0	22.5	12.2	26.9	17.7		
37	P Knudsens Gade(2)	39.4	20.1	27.6	21.9	18.0	15.5	31.9	15.7	27.3	17.7	21.5	11.5	27.0	17.4		
38	Vester Farimagsgade	39.3	20.8	27.0	22.4	18.1	16.0	32.7	16.2	26.6	17.8	22.7	11.9	26.3	17.5		
39	Jagtvej(4)	39.2	20.6	27.6	22.4	18.4	16.0	32.7	16.1	27.3	18.1	22.6	11.8	26.9	17.7		
40	Vester Voldgade	39.1	23.8	26.0	22.5	17.6	16.0	31.9	18.4	25.8	17.4	22.2	13.2	25.6	17.2		
41	Folke Bernadottes Allé	39.1	18.8	27.2	21.8	17.9	15.4	31.8	14.8	26.9	17.6	21.5	11.0	26.5	17.2		
42	Vesterbrogade(1)	38.9	20.8	26.8	22.4	18.0	16.0	32.2	16.2	26.4	17.7	22.1	11.9	26.1	17.4		
43	Tomsgårdsvej(1)	38.7	18.5	27.5	22.0	18.0	15.6	31.9	14.6	27.2	17.7	22.2	10.9	26.9	17.4		
44	Øster Søgade	38.7	20.2	28.6	22.1	18.8	15.7	33.9	15.8	28.1	18.3	23.2	11.6	27.6	17.8		
45	Frederikssundsvej(5)	38.6	16.6	28.0	21.7	18.2	15.4	32.0	13.3	27.7	17.8	22.0	10.0	27.3	17.5		
46	Gothersgade(1)	38.6	21.7	27.0	22.3	18.1	15.9	32.6	16.9	26.6	17.8	22.5	12.2	26.3	17.4		
47	Gammel Køge Landevej(1)	38.6	19.2	27.1	21.9	17.9	15.6	32.0	15.1	26.8	17.6	22.0	11.2	26.4	17.3		
48	Strandvejen(3)	38.4	16.9	26.9	21.6	17.7	15.3	31.0	13.5	26.6	17.4	21.0	10.2	26.3	17.0		
49	Jyllingevej(2)	38.4	18.8	27.9	21.8	18.2	15.5	31.5	14.8	27.6	17.9	21.5	11.0	27.3	17.5		
50	Vesterbrogade(3)	38.2	20.1	27.3	22.6	18.3	16.2	31.2	15.8	27.0	18.0	21.5	11.6	26.8	17.8		
51	Nordre Fasanvej(3)	38.1	20.6	27.3	22.4	18.3	16.0	31.6	16.1	27.0	18.0	21.8	11.8	26.7	17.7		
52	Falkoner Alle(2)	38.0	20.5	27.5	22.7	18.5	16.3	31.3	16.0	27.2	18.2	21.7	11.7	26.9	17.9		
53	Tagensvej(2)	38.0	20.0	27.1	22.2	17.9	15.8	31.1	15.6	26.8	17.7	21.6	11.5	26.6	17.4		
54	Mimersgade	38.0	20.0	27.0	22.2	18.1	15.8	31.8	15.6	26.7	17.7	22.1	11.5	26.3	17.4		
55	Gammel Kongevej(2)	37.8	20.1	27.3	22.6	18.4	16.2	31.6	15.8	26.9	18.1	21.9	11.6	26.6	17.7		
56	Frederikssundsvej(1)	37.8	20.0	26.9	22.2	17.9	15.8	31.3	15.6	26.6	17.6	21.7	11.5	26.3	17.3		
57	Falkoner Alle(1)	37.6	20.5	27.2	22.7	18.3	16.3	31.0	16.0	26.9	18.1	21.5	11.7	26.7	17.8		
58	Tietgensgade	37.4	23.8	26.2	22.5	17.7	16.0	30.8	18.4	25.9	17.5	21.2	13.2	25.7	17.2		
59	Jagtvej(3)	37.4	20.6	26.6	22.4	18.0	16.0	31.0	16.1	26.3	17.7	21.4	11.8	26.0	17.4		
60	Falkoner Alle(3)	37.4	20.5	27.2	22.7	18.3	16.3	30.7	16.0	26.9	18.0	21.3	11.7	26.6	17.8		
61	Østerbrogade(4)	37.3	18.3	27.3	21.8	17.9	15.5	31.0	14.5	27.0	17.6	21.3	10.8	26.7	17.3		
62	Nordre Fasanvej(5)	37.3	19.8	27.3	22.5	18.2	16.1	30.9	15.5	27.0	18.0	21.5	11.4	26.7	17.7		
63	Frederikssundsvej(8)	37.2	16.6	27.4	21.7	17.9	15.4	31.2	13.3	27.0	17.6	21.6	10.0	26.7	17.2		
64	Jagtvej(2)	37.1	20.3	26.3	22.2	17.6	15.8	30.2	15.9	26.1	17.4	21.0	11.7	25.8	17.1		
65	Øster Voldgade(1)	37.0	18.8	25.9	21.8	17.3	15.4	29.9	14.8	25.6	17.1	20.3	11.0	25.3	16.8		
66	Grøndals Parkvej	37.0	18.3	27.2	22.0	18.0	15.7	30.5	14.5	26.9	17.7	21.1	10.8	26.6	17.3		
67	Nørrebrogade	37.0	19.0	26.7	22.1	17.8	15.7	30.6	15.0	26.4	17.5	21.2	11.1	26.1	17.2		
68	Nordre Fasanvej(4)	36.9	20.6	27.0	22.4	18.1	16.0	30.5	16.1	26.7	17.8	21.2	11.8	26.4	17.5		
69	Søndre Fasanvej(2)	36.9	19.7	26.7	22.2	17.9	15.9	30.4	15.5	26.4	17.6	21.1	11.4	26.1	17.3		
70	Tagensvej(4)	36.9	20.3	26.5	22.2	17.7	15.8	30.4	15.9	26.2	17.4	21.1	11.7	26.0	17.2		
71	Istedgade	36.7	22.0	25.8	22.1	17.5	15.8	30.3	17.1	25.5	17.2	21.0	12.4	25.2	16.9		
72	Nørre Farimagsgade	36.7	21.7	26.5	22.3	17.7	15.9	30.0	16.9	26.3	17.5	21.1	12.2	26.0	17.3		
73	Alhambravej	36.5	20.1	27.6	22.6	18.5	16.2	30.4	15.8	27.3	18.2	20.9	11.6	26.9	17.9		
74	H.C. Ørstedes Vej(2)	36.4	20.1	26.8	22.6	18.2	16.2	30.1	15.8	26.6	17.9	21.0	11.6	26.3	17.6		
75	Søndre Fasanvej(1)	36.1	18.4	27.3	22.5	18.3	16.1	29.9	14.5	27.0	18.0	20.7	10.8	26.7	17.7		

København (2/2)

Nr	Gadenavn	2010						2015				2020			
		NO2		PM10		PM2.5		NO2		PM10		NO2		PM10	
		Gade	Bybagg	Gade	Bybagg	Gade	Bybagg	Gade	Bybagg	Gade	Gade	Gade	Bybagg	Gade	Gade
76	Rebildvej	36.1	19.7	27.3	22.2	18.1	15.8	30.4	15.4	26.9	17.8	20.8	11.4	26.6	17.4
77	Østerbrogade(1)	35.9	18.5	26.5	21.8	17.6	15.4	30.0	14.6	26.2	17.3	21.0	10.8	25.9	17.0
78	Smallegade	35.8	19.6	26.7	22.7	18.2	16.3	29.8	15.4	26.4	17.9	20.6	11.3	26.1	17.6
79	Folehaven(2)	35.8	18.6	26.5	21.8	17.5	15.4	29.1	14.7	26.2	17.2	19.8	10.9	25.9	16.9
80	Østerbrogade(2)	35.4	16.9	26.5	21.6	17.5	15.3	29.7	13.5	26.2	17.2	20.8	10.2	25.9	16.9
81	Tomsgårdsvej(2)	35.4	18.5	27.5	22.0	18.0	15.6	29.4	14.6	27.2	17.7	20.4	10.9	26.9	17.4
82	Hareskovvej	34.9	18.2	28.2	21.8	18.4	15.5	29.9	14.4	27.8	18.0	20.4	10.7	27.4	17.6
83	Strandvejen(1)	34.5	16.2	25.8	21.5	17.1	15.2	27.9	13.0	25.6	16.9	19.3	9.8	25.3	16.6
84	Amager Boulevard	34.3	18.4	25.4	21.7	17.0	15.4	27.8	14.6	25.2	16.8	19.3	10.8	25.0	16.5
85	Godthåbsvej(2)	34.3	19.7	25.9	22.2	17.5	15.8	28.4	15.4	25.6	17.3	19.9	11.4	25.4	17.0
86	Bülbwsvej(2)	34.1	20.5	26.2	22.7	17.9	16.3	28.2	16.0	26.0	17.7	19.9	11.7	25.8	17.5
87	Bülbwsvej(1)	33.5	20.5	25.9	22.7	17.8	16.3	27.7	16.0	25.7	17.6	19.6	11.7	25.5	17.4
88	Salingvej(1)	33.5	19.7	26.6	22.2	17.7	15.8	27.7	15.4	26.3	17.5	19.3	11.4	26.1	17.2
89	Frederikssundsvej(2)	33.0	16.9	26.1	21.6	17.3	15.3	27.3	13.4	25.9	17.1	19.0	10.1	25.6	16.8
90	Vigerslevvej(2)	32.8	17.9	25.7	21.8	17.2	15.4	27.0	14.2	25.4	16.9	18.8	10.6	25.2	16.7
91	Frederikssundsvej(7)	32.8	16.6	26.6	21.7	17.6	15.4	27.5	13.3	26.3	17.3	19.1	10.0	26.0	17.0
92	Nordre Fasanvej(2)	32.8	19.6	25.9	22.7	17.8	16.3	27.0	15.4	25.7	17.6	19.0	11.3	25.5	17.3
93	Frederikssundsvej(6)	32.4	18.3	26.6	21.9	17.6	15.6	27.0	14.5	26.3	17.4	18.8	10.8	26.1	17.1
94	Tagensvej(1)	32.4	18.5	25.4	21.9	17.1	15.6	26.8	14.6	25.2	16.9	18.8	10.8	24.9	16.7
95	Amagerbrogade(1)	32.3	16.6	25.4	21.5	17.0	15.2	27.0	13.2	25.2	16.7	18.9	10.0	24.9	16.5
96	Rosenørns Alle	32.0	21.7	25.9	22.5	17.5	16.1	26.7	16.9	25.8	17.4	19.4	12.2	25.6	17.3
97	Englandsvej(1)	32.0	16.6	25.3	21.5	16.9	15.2	26.6	13.2	25.1	16.7	18.6	10.0	24.8	16.4
98	Vesterfælledvej	31.9	20.1	26.2	22.6	17.8	16.2	26.3	15.8	26.1	17.6	19.1	11.6	26.0	17.5
99	Nørre Voldgade(2)	31.9	21.7	25.4	22.3	17.3	15.9	25.8	16.9	25.2	17.1	17.9	12.2	25.0	16.9
100	Dag Hammarskjølds Allé	31.7	18.8	24.8	21.8	16.8	15.4	26.2	14.8	24.6	16.6	18.5	11.0	24.4	16.4
101	Gammel Kongevej(1)	31.6	20.1	26.0	22.6	17.7	16.2	26.0	15.8	25.9	17.6	18.8	11.6	25.7	17.4
102	Slotsherrensvej(2)	31.4	18.3	25.5	21.9	17.2	15.6	26.3	14.5	25.2	16.9	18.6	10.8	25.0	16.7
103	Frederikssundsvej(4)	31.3	18.3	26.3	21.9	17.6	15.6	26.3	14.5	26.0	17.3	18.3	10.8	25.7	17.0
104	Nordre Fasanvej(1)	31.3	19.6	25.4	22.7	17.5	16.3	25.7	15.4	25.2	17.4	18.3	11.3	25.1	17.2
105	Strandvejen(2)	31.2	16.2	25.9	21.5	17.2	15.2	25.4	13.0	25.6	16.9	17.5	9.8	25.4	16.7
106	Godthåbsvej(3)	31.2	19.8	25.7	22.5	17.6	16.1	26.0	15.5	25.4	17.3	18.3	11.4	25.2	17.1
107	Vigerslevvej(1)	31.2	17.9	25.4	21.8	17.0	15.4	25.7	14.2	25.1	16.8	18.0	10.6	24.9	16.6
108	Øster Voldgade(2)	31.0	21.7	24.8	22.3	17.0	15.9	25.2	16.9	24.6	16.8	17.8	12.2	24.5	16.7
109	Roskildevej(2)	30.8	18.4	25.6	22.5	17.6	16.1	25.7	14.5	25.4	17.4	18.1	10.8	25.2	17.2
110	Peter Bangs Vej(2)	30.8	18.4	25.8	22.4	17.6	16.1	25.9	14.5	25.6	17.4	18.6	10.8	25.4	17.2
111	Hulgårdsvej(1)	30.7	20.8	25.2	22.3	17.2	15.9	25.2	16.3	25.1	17.0	17.8	11.9	24.9	16.8
112	Godthåbsvej(1)	30.6	19.7	25.3	22.2	17.2	15.8	25.3	15.4	25.1	17.0	17.9	11.4	25.0	16.8
113	Kalvebod Brygge	30.5	20.2	24.9	21.9	16.9	15.5	25.3	15.8	24.7	16.7	17.8	11.6	24.5	16.5
114	Hillerødgade(3)	30.4	19.8	25.2	22.5	17.4	16.1	25.5	15.5	25.0	17.2	18.1	11.4	24.8	17.0
115	Hulgårdsvej(2)	30.3	18.3	26.2	21.9	17.4	15.6	25.3	14.5	26.0	17.2	17.8	10.8	25.8	17.0
116	Hillerødgade(4)	30.1	19.8	25.6	22.5	17.5	16.1	25.4	15.5	25.4	17.3	17.9	11.4	25.2	17.1
117	Rolighedsvvej	30.1	20.5	25.6	22.7	17.5	16.3	24.9	16.0	25.4	17.4	18.2	11.7	25.3	17.3
118	Slotsherrensvej(1)	29.7	17.1	25.0	21.5	16.7	15.2	24.5	13.6	24.8	16.5	17.2	10.2	24.6	16.3
119	Tuborgvej(2)	29.5	17.9	25.9	21.8	17.3	15.5	24.9	14.2	25.6	17.0	17.5	10.6	25.4	16.8
120	Frederiksborgvej(1)	29.5	15.6	25.5	21.5	17.1	15.2	25.0	12.5	25.2	16.8	17.6	9.6	25.0	16.5
121	Peter Bangs Vej(1)	29.0	18.4	25.4	22.4	17.4	16.1	24.5	14.5	25.2	17.3	17.6	10.8	25.1	17.1
122	Amagerbrogade(3)	28.9	14.7	24.5	21.2	16.4	14.9	23.8	11.9	24.3	16.2	16.8	9.2	24.1	16.0
123	Belahøjvej	28.4	18.3	24.7	21.9	16.9	15.6	24.2	14.5	24.5	16.7	17.3	10.8	24.3	16.5
124	Tuborgvej(1)	28.2	17.9	24.8	21.8	16.8	15.5	22.9	14.2	24.6	16.6	16.1	10.6	24.5	16.4
125	Frederiksborgvej(2)	27.9	16.2	25.1	21.6	16.9	15.3	23.7	13.0	24.9	16.7	16.8	9.9	24.7	16.5
126	Hillerødgade(1)	27.9	20.0	24.5	22.2	16.9	15.8	23.7	15.6	24.3	16.7	17.0	11.5	24.1	16.5
127	Fredericsgade	27.7	20.2	24.7	22.1	16.8	15.7	23.3	15.8	24.5	16.7	16.6	11.6	24.4	16.5
128	Åholmvej(2)	27.7	17.9	25.3	21.8	16.9	15.4	23.3	14.2	25.2	16.8	17.2	10.6	25.0	16.7
129	Vigerslev Allé	27.4	21.6	23.9	22.3	16.6	15.9	22.5	16.8	23.8	16.5	16.2	12.2	23.7	16.4
130	Røde Møllevej(1)	27.4	16.6	23.8	21.5	16.3	15.2	22.4	13.2	23.7	16.1	15.9	10.0	23.5	15.9
131	Åholmvej(1)	26.8	19.2	24.9	22.1	16.9	15.8	22.5	15.1	24.8	16.8	16.6	11.2	24.7	16.7
132	Gammel Køge Landevej(2)	26.6	18.6	23.9	21.8	16.4	15.4	22.0	14.7	23.8	16.2	15.8	10.9	23.7	16.1
133	Roskildevej(1)	26.5	18.4	25.1	22.5	17.3	16.1	22.5	14.5	24.9	17.2	16.0	10.8	24.7	17.0
134	Artillerivej	25.3	19.7	23.2	21.9	16.1	15.5	20.7	15.5	23.1	16.0	15.1	11.4	23.0	15.9
135	Røde Møllevej(2)	24.6	15.8	23.8	21.4	16.2	15.1	20.6	12.7	23.6	16.0	14.7	9.7	23.4	15.9
136	Tagensvej(5)	24.5	19.0	23.7	22.1	16.4	15.7	20.4	15.0	23.6	16.3	14.9	11.1	23.5	16.2
137	Englandsvej(2)	23.5	16.0	23.5	21.4	16.0	15.1	19.4	12.8	23.4	15.9	14.1	9.8	23.2	15.7
138	Strandvænget(2)	18.6	14.7	22.0	21.1	15.2	14.8	15.4	11.9	22.0	15.2	11.7	9.2	21.9	15.1

## Aarhus

Nr	Gadenavn	2010						2015				2020			
		NO2		PM10		PM2.5		NO2		PM10		NO2		PM10	
		Gade	Bybag	Gade	Bybag	Gade	Bybag	Gade	Bybag	Gade	Gade	Gade	Bybag	Gade	Gade
1	Strandvejen 2	48.9	19.6	26.8	19.6	16.9	13.6	40.1	15.3	26.4	16.4	27.1	11.2	25.9	16.0
2	Havnegade	47.7	15.0	27.9	19.4	17.2	13.3	39.7	12.0	27.4	16.7	26.6	9.2	26.8	16.1
3	Dynkarken	46.8	19.6	26.5	19.6	16.7	13.6	38.3	15.3	26.0	16.3	25.7	11.2	25.6	15.8
4	Vester Alle 1	46.7	16.3	27.1	19.5	16.9	13.4	38.5	12.9	26.6	16.4	25.9	9.7	26.1	15.9
5	Vester Alle 2	45.6	15.9	27.5	19.5	17.1	13.4	38.2	12.7	26.9	16.6	25.9	9.6	26.4	16.1
6	Vestre Ringgade 2	44.5	15.9	26.8	19.5	16.8	13.5	36.9	12.6	26.4	16.3	24.9	9.5	25.9	15.9
7	Spanien	43.4	19.6	26.9	19.6	17.0	13.6	36.8	15.3	26.5	16.5	25.2	11.2	26.0	16.0
8	Søndre Ringgade	42.8	15.9	26.1	19.5	16.5	13.4	35.3	12.7	25.7	16.1	23.9	9.6	25.3	15.6
9	Frederiks Allé	42.2	16.3	25.7	19.5	16.2	13.4	34.9	12.9	25.3	15.8	23.7	9.7	24.9	15.4
10	Thorvaldsensgade 1	41.5	15.9	26.0	19.5	16.4	13.4	34.6	12.7	25.6	16.0	23.6	9.6	25.1	15.6
11	De Mezas Vej	40.7	15.9	25.4	19.5	16.1	13.4	33.6	12.7	25.1	15.8	22.9	9.6	24.7	15.4
12	Skowejen	40.2	15.0	25.8	19.4	16.3	13.3	33.6	12.0	25.4	15.9	23.0	9.2	25.0	15.5
13	Nørre Alle 2	40.0	15.9	25.2	19.5	16.0	13.4	33.0	12.7	24.9	15.7	22.5	9.6	24.5	15.3
14	Skanderborgvej	39.5	15.9	25.2	19.5	15.9	13.4	32.2	12.7	24.9	15.6	21.9	9.6	24.5	15.3
15	Nordre Ringgade 2	39.0	15.7	25.1	19.5	16.0	13.4	32.2	12.5	24.7	15.6	22.1	9.4	24.4	15.3
16	Nørre Alle 1	38.3	15.9	24.9	19.5	15.9	13.4	31.6	12.7	24.5	15.5	21.6	9.6	24.2	15.2
17	Sønder Alle	38.3	16.3	24.6	19.5	15.8	13.4	31.3	12.9	24.3	15.5	21.3	9.7	24.0	15.1
18	Marselis Boulevard	38.1	15.2	23.9	19.4	15.3	13.3	29.8	12.1	23.7	15.0	19.6	9.2	23.4	14.8
19	Vesterbrogade	37.5	15.9	24.8	19.5	15.8	13.4	31.1	12.7	24.4	15.5	21.4	9.6	24.1	15.2
20	Banegårdsgade	37.0	16.3	23.6	19.5	15.2	13.4	29.1	12.9	23.3	15.0	19.5	9.7	23.1	14.7
21	Nørregade	36.8	15.0	24.5	19.4	15.7	13.3	30.4	12.0	24.2	15.3	20.8	9.2	23.8	15.0
22	Silkeborgvej 1	36.7	15.9	24.9	19.5	15.9	13.5	30.1	12.6	24.6	15.6	20.4	9.5	24.2	15.2
23	Åboulevarden	36.1	15.9	24.2	19.5	15.6	13.4	29.5	12.7	23.9	15.3	20.2	9.6	23.6	15.0
24	M.P.Bruuns Gade 2	35.0	16.3	23.2	19.5	15.1	13.4	28.5	12.9	22.9	14.9	19.7	9.7	22.7	14.6
25	Nørreport	34.6	15.0	24.1	19.4	15.5	13.3	28.6	12.0	23.8	15.2	19.8	9.2	23.5	14.9
26	Silkeborgvej 2	33.2	15.9	23.6	19.5	15.3	13.5	27.2	12.6	23.3	15.1	18.8	9.5	23.1	14.8
27	Fredensgade	31.4	19.6	22.1	19.6	14.7	13.6	25.3	15.3	22.0	14.6	17.7	11.2	21.8	14.4
28	Nordre Ringgade 1	30.2	12.8	22.8	19.2	14.8	13.2	24.8	10.4	22.6	14.6	17.2	8.2	22.3	14.3
29	Kasemboulevarden	30.2	15.7	22.7	19.5	14.9	13.4	24.8	12.5	22.4	14.7	17.4	9.4	22.2	14.5
30	Jægergårdsgade	30.0	19.6	21.9	19.6	14.6	13.6	24.3	15.3	21.7	14.5	17.1	11.2	21.6	14.3
31	Grønnegade 2	28.9	15.9	22.3	19.5	14.7	13.4	23.7	12.7	22.1	14.6	16.8	9.6	21.9	14.4
32	Langelandsgade 1	28.8	15.7	22.3	19.5	14.7	13.4	23.5	12.5	22.1	14.6	16.6	9.4	22.0	14.4
33	Odensegade	28.3	15.2	22.1	19.4	14.6	13.3	23.1	12.1	22.0	14.4	16.2	9.2	21.8	14.2
34	Skovgaardsgade	27.8	16.3	21.8	19.5	14.5	13.4	22.5	12.9	21.7	14.4	15.8	9.7	21.5	14.2
35	Viborgvej	27.8	15.9	22.3	19.5	14.7	13.5	22.7	12.6	22.1	14.5	16.0	9.5	22.0	14.4
36	Tordenskjoldsgade 2	27.3	13.6	22.1	19.2	14.5	13.2	22.3	11.0	21.9	14.4	15.7	8.6	21.7	14.2
37	Hans Broges Gade	27.3	15.2	22.0	19.4	14.5	13.3	22.4	12.1	21.8	14.4	15.9	9.2	21.6	14.2
38	Langelandsgade 2	27.2	15.9	22.3	19.5	14.7	13.4	22.3	12.7	22.2	14.5	15.7	9.6	22.0	14.4
39	Paludan-Müllers Vej 1	26.3	14.2	22.0	19.3	14.5	13.3	21.5	11.5	21.8	14.4	15.2	8.8	21.6	14.2
40	Guldsmedgade	25.5	15.0	21.2	19.4	14.2	13.3	20.7	12.0	21.0	14.1	14.7	9.2	20.9	13.9
41	Østergade	24.6	16.3	20.9	19.5	14.1	13.4	20.0	12.9	20.8	14.0	14.5	9.7	20.7	13.9
42	Langelandsgade 3	24.5	15.7	21.3	19.5	14.2	13.4	19.9	12.5	21.2	14.1	14.3	9.4	21.1	14.0
43	Gammel Munkegade	23.8	15.9	20.7	19.5	14.0	13.4	19.3	12.7	20.6	13.9	13.9	9.6	20.5	13.8
44	Grønnegade 1	23.3	15.9	21.1	19.5	14.2	13.4	19.1	12.7	21.0	14.1	13.9	9.6	20.8	13.9
45	Ny Munkegade 1	23.3	15.9	20.8	19.5	14.0	13.4	19.0	12.7	20.7	13.9	13.8	9.6	20.6	13.9
46	Viborgvej 1	22.5	15.9	21.5	19.5	14.4	13.5	18.7	12.6	21.4	14.2	13.5	9.5	21.2	14.1
47	Strandvejen 1	22.3	17.0	20.9	19.5	14.1	13.4	18.5	13.4	20.8	14.0	13.5	10.0	20.7	13.9
48	Nørrebrogade	22.2	15.7	21.4	19.5	14.3	13.4	18.0	12.5	21.3	14.2	13.0	9.4	21.2	14.0
49	Aldersrovvej	22.2	13.6	21.1	19.2	14.1	13.2	18.2	11.0	21.0	14.0	13.2	8.6	20.9	13.9
50	Vestre Ringgade 1	21.5	15.9	21.3	19.5	14.3	13.5	18.1	12.6	21.2	14.1	13.2	9.5	21.1	14.0
51	Paludan-Müllers Vej 2	21.1	15.7	21.0	19.5	14.2	13.4	17.7	12.5	20.9	14.1	12.9	9.4	20.8	13.9
52	Søren Frichs Vej	20.9	16.4	20.6	19.5	14.0	13.5	17.4	13.0	20.5	13.9	12.8	9.8	20.5	13.8
53	Dronning Margrethes Vej	18.7	12.8	21.2	19.2	14.1	13.2	16.5	10.4	21.1	14.0	12.2	8.2	21.0	13.9
54	Østboulevarden	17.3	13.6	20.2	19.2	13.7	13.2	14.6	11.0	20.1	13.6	11.1	8.6	20.0	13.5
55	Kirkegårdsvej	16.1	13.6	19.7	19.2	13.4	13.2	13.6	11.0	19.7	13.4	10.5	8.6	19.6	13.4



Odense

Nr	Gadenavn	2010				2015				2020					
		NO2		PM10		PM2.5		NO2		PM10		PM2.5			
		Gade	Bybag	Gade	Bybag	Gade	Bybag	Gade	Bybag	Gade	Bybag	Gade	Gade		
1	Østre Stationsvej 1	40.4	18.5	28.1	22.6	17.9	15.5	33.4	14.8	27.8	17.6	23.2	11.2	27.5	17.3
2	Vesterbro	36.8	16.5	27.5	22.4	17.7	15.3	30.7	13.3	27.2	17.3	21.4	10.3	26.9	17.0
3	Østre Stationsvej 2	35.8	18.5	27.2	22.6	17.5	15.5	29.6	14.8	27.0	17.3	20.7	11.2	26.7	17.0
4	Munkerisvej	35.5	14.2	28.1	22.2	17.8	15.1	30.0	11.7	27.7	17.4	20.8	9.3	27.3	17.1
5	Albanigade	35.3	14.9	27.7	22.3	17.6	15.2	29.1	12.2	27.4	17.3	20.2	9.6	27.1	17.0
6	Slotsgade	34.7	15.2	26.9	22.3	17.4	15.2	28.8	12.4	26.6	17.1	20.2	9.7	26.3	16.7
7	Vestre Stationsvej	33.4	16.5	26.8	22.4	17.3	15.3	27.9	13.3	26.5	17.1	19.7	10.3	26.3	16.8
8	Ejlskovsgade	30.9	18.5	26.1	22.6	17.1	15.5	25.8	14.8	25.9	16.9	18.3	11.2	25.7	16.6
9	Rismarksvej	30.1	10.9	26.9	21.8	17.1	14.8	25.5	9.4	26.5	16.8	18.0	7.9	26.2	16.5
10	Nyborgvej	29.8	13.4	26.1	22.1	16.8	15.1	24.8	11.1	25.9	16.6	17.7	9.0	25.6	16.4
11	Frederiksgade	28.6	14.9	25.7	22.3	16.7	15.2	23.9	12.2	25.5	16.5	17.1	9.6	25.3	16.3
12	Middelfartvej	28.6	14.0	25.7	22.2	16.7	15.1	23.8	11.6	25.5	16.5	17.1	9.2	25.3	16.3
13	Reventlowsvej	27.6	14.9	25.4	22.3	16.6	15.2	23.1	12.2	25.2	16.4	16.7	9.6	25.0	16.2
14	Heltzengsgade	27.4	16.9	24.8	22.4	16.4	15.3	22.7	13.7	24.6	16.2	16.4	10.5	24.5	16.1
15	Kløvermosevej	27.0	14.2	25.7	22.2	16.7	15.1	22.8	11.7	25.5	16.5	16.3	9.3	25.3	16.3
16	Thomas B. Thriges Gd.	26.8	18.5	24.9	22.6	16.5	15.5	22.3	14.8	24.8	16.3	16.2	11.2	24.6	16.2
17	Vindegade	26.7	15.2	24.9	22.3	16.4	15.2	22.3	12.4	24.8	16.2	16.2	9.7	24.6	16.1
18	Østerbro	26.5	16.9	25.1	22.4	16.5	15.3	22.1	13.7	24.9	16.3	16.0	10.5	24.7	16.2
19	Hjallesevej	25.4	14.2	24.7	22.2	16.3	15.1	21.3	11.7	24.5	16.1	15.5	9.3	24.3	15.9
20	Rugårdsvej 2	25.4	14.6	24.5	22.2	16.1	15.1	20.7	12.0	24.4	16.0	14.9	9.5	24.3	15.9
21	Falen 1	24.6	16.5	24.3	22.4	16.1	15.3	20.3	13.3	24.2	16.0	15.0	10.3	24.0	15.9
22	Toldbodgade	23.9	18.5	23.8	22.6	16.0	15.5	19.8	14.8	23.7	15.9	14.8	11.2	23.7	15.9
23	Sdr. Boulevard	23.6	13.8	24.3	22.2	16.1	15.1	19.7	11.4	24.2	15.9	14.5	9.1	24.0	15.8
24	Absalonsgade	23.4	14.9	24.1	22.3	16.0	15.2	19.5	12.2	24.0	15.9	14.4	9.6	23.9	15.8
25	Rugårdsvej 1	21.8	12.4	24.2	22.0	15.9	15.0	17.9	10.4	24.1	15.8	13.2	8.5	24.0	15.7
26	Grønløkkevej	21.6	16.5	23.6	22.4	15.8	15.3	17.7	13.3	23.5	15.8	13.2	10.3	23.4	15.7
27	Palnatokesvej	21.5	14.7	23.6	22.3	15.8	15.2	17.7	12.1	23.5	15.7	13.2	9.5	23.5	15.6
28	Heden	21.2	14.2	23.6	22.2	15.8	15.1	17.7	11.7	23.5	15.7	13.3	9.3	23.4	15.6
29	Rødgårdsvej	21.2	14.6	23.6	22.2	15.8	15.2	17.4	12.0	23.5	15.7	13.0	9.5	23.4	15.6
30	Munkebjergvej	21.1	14.6	24.0	22.2	15.9	15.2	17.8	12.0	23.9	15.8	13.3	9.5	23.8	15.7
31	Kochsgade	20.9	13.5	24.4	22.1	16.0	15.0	17.9	11.2	24.2	15.9	13.3	9.0	24.1	15.7
32	Højstrupvej	20.4	12.4	23.7	22.0	15.7	15.0	17.2	10.4	23.6	15.6	12.9	8.5	23.4	15.5
33	Klaregade	19.6	15.2	23.0	22.3	15.5	15.2	16.3	12.4	23.0	15.5	12.5	9.7	22.9	15.4
34	Ørbækvej	19.5	13.8	23.5	22.2	15.7	15.1	16.5	11.5	23.4	15.6	12.5	9.2	23.3	15.5
35	Hunderupvej	19.2	14.2	23.3	22.2	15.6	15.1	16.2	11.7	23.2	15.5	12.3	9.3	23.2	15.5
36	Vestergade	19.0	14.9	23.0	22.3	15.5	15.2	15.9	12.2	22.9	15.4	12.2	9.6	22.9	15.4
37	Skibhusvej	18.5	13.5	23.1	22.1	15.4	15.0	15.6	11.2	23.1	15.4	12.0	9.0	23.0	15.3
38	Åløkke Allé	17.7	14.6	22.9	22.2	15.4	15.1	15.2	12.0	22.9	15.4	11.8	9.5	22.8	15.4
39	Falen 2	16.4	14.2	22.5	22.2	15.3	15.1	14.1	11.7	22.5	15.2	11.2	9.3	22.4	15.2
40	Kastanievej	15.3	13.8	22.3	22.2	15.1	15.1	13.1	11.4	22.2	15.1	10.6	9.1	22.2	15.1

## Aalborg

Nr	Gadenavn	2010						2015				2020			
		NO2		PM10		PM2.5		NO2		PM10		NO2		PM10	
		Gade	Bybag	Gade	Bybag	Gade	Bybag	Gade	Bybag	Gade	Gade	Gade	Bybag	Gade	Gade
1	Boulevarden	36.6	16.0	22.4	19.2	13.2	11.7	28.2	12.5	22.2	13.0	18.3	9.1	22.0	12.8
2	Vestergade	36.0	14.4	23.7	19.1	13.7	11.6	28.8	11.3	23.4	13.4	19.1	8.4	23.1	13.1
3	Hadsundvej	35.9	18.3	23.2	19.4	13.6	11.8	29.5	14.1	22.9	13.3	20.2	10.1	22.6	13.1
4	Østergade	35.9	16.4	24.3	19.3	14.0	11.7	29.4	12.7	24.0	13.6	19.9	9.2	23.7	13.3
5	Vesterbrogade	35.7	14.4	23.6	19.1	13.6	11.6	28.5	11.3	23.4	13.3	19.0	8.4	23.1	13.0
6	Østerbrogade	35.4	16.4	23.0	19.3	13.4	11.7	28.3	12.7	22.7	13.1	19.1	9.2	22.5	12.9
7	Østre Alle	34.5	18.3	23.0	19.4	13.4	11.8	27.5	14.1	22.8	13.1	18.6	10.1	22.6	12.9
8	Vesterbro 2	34.0	14.9	24.3	19.2	13.9	11.7	28.1	11.7	24.0	13.7	19.2	8.6	23.7	13.4
9	Strandvejen 2	33.8	14.9	23.3	19.2	13.5	11.7	27.2	11.7	23.0	13.3	18.3	8.6	22.7	13.0
10	Østerbro	32.4	17.8	22.1	19.4	13.1	11.9	25.7	13.7	22.0	13.0	17.5	9.8	21.8	12.8
11	Hobrovej	32.1	15.5	23.7	19.2	13.7	11.7	26.4	12.1	23.4	13.4	18.0	8.8	23.1	13.2
12	Danmarksgade	31.4	16.0	22.1	19.2	13.1	11.7	25.2	12.5	21.9	12.9	17.1	9.1	21.6	12.7
13	Prinsensgade	31.0	16.0	22.1	19.2	13.0	11.7	24.4	12.5	21.9	12.9	16.5	9.1	21.7	12.7
14	Sønderbro	30.9	17.8	22.1	19.4	13.0	11.9	24.5	13.7	21.9	12.9	16.7	9.8	21.8	12.7
15	Borgergade	30.7	14.9	21.8	19.2	12.8	11.7	23.3	11.7	21.6	12.6	15.2	8.6	21.5	12.5
16	Vesterbro 1	30.1	14.9	23.4	19.2	13.5	11.7	24.8	11.7	23.2	13.3	17.5	8.6	23.0	13.1
17	Nytorv	29.6	16.7	21.4	19.3	12.8	11.7	23.4	13.0	21.2	12.6	16.0	9.4	21.1	12.4
18	Vingårdsgade	29.3	14.9	21.6	19.2	12.8	11.7	23.2	11.7	21.4	12.6	15.8	8.6	21.2	12.5
19	Thistedvej	28.7	14.4	23.0	19.1	13.4	11.6	23.9	11.3	22.8	13.1	16.5	8.4	22.5	12.9
20	Nyhavngade 2	27.8	16.7	22.0	19.3	13.0	11.7	23.0	13.0	21.9	12.8	16.1	9.4	21.7	12.7
21	Jyllandsgade	26.9	17.8	21.5	19.4	12.8	11.9	21.8	13.7	21.4	12.7	15.3	9.8	21.2	12.6
22	Skansevej	26.9	14.4	21.4	19.1	12.7	11.6	21.8	11.3	21.2	12.5	15.1	8.4	21.1	12.4
23	Dannebrogsgade	26.8	11.9	21.8	18.9	12.8	11.5	21.7	9.5	21.6	12.6	14.9	7.3	21.4	12.4
24	Nyhavngade 1	26.2	18.3	21.2	19.4	12.6	11.8	21.6	14.1	21.1	12.5	15.3	10.1	21.0	12.4
25	Kjellerupsgade	24.8	17.8	20.9	19.4	12.5	11.9	20.1	13.7	20.8	12.4	14.2	9.8	20.7	12.3
26	Strandvejen 1	23.7	14.9	20.9	19.2	12.5	11.7	19.1	11.7	20.8	12.4	13.4	8.6	20.7	12.2
27	Forbindelsesvejen	23.5	14.1	21.5	19.1	12.6	11.6	19.1	11.1	21.3	12.4	13.4	8.2	21.2	12.3
28	Kastetvej	23.4	11.9	21.0	18.9	12.4	11.5	18.6	9.5	20.9	12.3	12.8	7.3	20.7	12.1
29	J.F. Kennedys Pl.	22.2	16.0	20.5	19.2	12.4	11.7	17.9	12.5	20.4	12.3	12.7	9.1	20.3	12.2
30	Sjællandsgade	22.1	18.3	19.9	19.4	12.0	11.8	18.3	14.1	19.9	12.0	13.3	10.1	19.8	12.0
31	Lindholmsvej	18.2	12.4	19.9	19.0	11.9	11.5	14.9	9.9	19.9	11.9	10.9	7.5	19.8	11.8

## Appendix C Kontrol og overholdelse af miljøzonereglerne

### København

<b>Tabel C.1.</b> Kontrol og overholdelse af miljøzoneregler i Københavns Kommune	
Miljøzonestart i pågældende by:	1. september 2008 Københavns Kommune
Hvem udfører kontrol af miljøzonereglerne:	Miljømedarbejdere: Danske og udenlandske køretøjer på virksomhedsområde. P-vagter: "Holdende" køretøjer på offentlig vej. Politi: "Rullende" køretøjer i forbindelse med vejsidekontrol (lastbilkontrol). Miljøcentre (nu Miljøstyrelsens regionale enheder): Listevirksomheder og kommunens køretøjer
Antal politianmeldelser fra miljøzonestart til og med 1. kvartal 2011:	2009 – 103 sigtelser 2010 – 1 – 3 kvartal: 61 sigtelser 2010 – 4 kvartal: 61 sigtelser 2011 – 1 kvartal: 36 sigtelser  Bemærk at håndhævelsen af miljøzonen blev effektueret fra den 1. okt. 2008 og sigtelserne er medholdt i 2009 tallene.
Øvrige bemærkninger og erfaringer for overholdelse af miljøzonekravene:	1 kvartal af 2011 viser, at der er foretaget 36 sigtelser (de fleste danske køretøjer) hovedsagelig gennemført af politiet. Dette giver en indikation af, at der stadig er noget at komme efter i miljøzonen – hvilket der yderligere bør være fokus på, når mærkatkravet til udenlandske køretøjer træder i kraft pr. 1. okt. 2011.  Ellers er det kommunens opfattelse at hovedparten af de køretøjer som er omfattet af miljøzonereglerne overholder disse, når der ses bort fra partikelfilter problematikken belyst i Operation X på TV2 i foråret 2011.

## Frederiksberg Kommune

**Tabel C.2.** Kontrol og overholdelse af miljøzoneregler i Frederiksberg Kommune

Miljøzonestart i pågældende by:	1. september 2008 Frederiksberg Kommune
Hvem udfører kontrol af miljøzonereglerne:	a. Miljøtilsynsmedarbejdere; Virksomheder b. Parkeringsvagter: Holdende køretøjer c. Politiet: Kørende køretøjer
Antal politianmeldelser fra miljøzonestart til og med 1. kvartal 2011:	26
Øvrige bemærkninger og erfaringer for overholdelse af miljøzonekravene:	Vores generelle opfattelse er, at reglerne i miljøzonen overholdes af langt de fleste køretøjer.

## Aarhus

**Tabel C.3.** Kontrol og overholdelse af miljøzoneregler i Aarhus Kommune

Miljøzonestart i pågældende by:	1. september 2010 Aarhus Kommune.
Hvem udfører kontrol af miljøzonereglerne:	P-kontrollen og Østjyllands Politi
Antal politianmeldelser fra miljøzonestart til og med 1. kvartal 2011:	30 køretøjer
Øvrige bemærkninger og erfaringer for overholdelse af miljøzonekravene:	Der er stor fokus på kontrol af miljøzonen. P-kontrollen har skrevet de 2 af sigtelserne mens Politiet står for resten.

## Odense

**Tabel C.4.** Kontrol og overholdelse af miljøzoneregler i Odense Kommune

Miljøzonestart i pågældende by:	Den 1. 7. 2010 Odense Kommune
Hvem udfører kontrol af miljøzonereglerne:	Fyns politi
Antal politianmeldelser fra miljøzonestart til og med 1. kvartal 2011:	3 politianmeldelser, men fra sommer 2011 vil politiet udføre ekstra kontrol i zonen.
Øvrige bemærkninger og erfaringer for overholdelse af miljøzonekravene:	Forvarsling før miljøzonen.

## Aalborg

**Tabel C.5.** Kontrol og overholdelse af miljøzoneregler i Aalborg Kommune

Miljøzonestart i pågældende by:	1. februar 2009, ændring til Euro 4 pr. 1. juli 2010
Hvem udfører kontrol af miljøzonereglerne:	Nordjyllands Politi. Aalborg Kommunes Afdeling for Virksomhedsmiljø.
Antal politianmeldelser fra miljøzonestart til og med 1. kvartal 2011:	3 overskridelser i 2011. Der er hidtil ikke konstateret overtrædelser i forbindelse med virksomhedstilsyn.
Øvrige bemærkninger og erfaringer for overholdelse af miljøzonekravene:	Generelt godt kendskab til reglerne om miljøzone i Aalborg. De fleste henvendelser til Aalborg Kommune vedrører geografisk afgrænsning samt spørgsmål om dispensationsmulighed. Politiets udmelding er, at reglerne overholdes. Der har været tre registrerede overskridelser i 2011

## **DMU Danmarks Miljøundersøgelser**

Danmarks Miljøundersøgelser er en del af Aarhus Universitet. På DMU's hjemmeside [www.dmu.dk](http://www.dmu.dk) finder du beskrivelser af DMU's aktuelle forsknings- og udviklingsprojekter.

DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning inden for natur og miljø. Her kan du også finde en database over alle publikationer som DMU's medarbejdere har publiceret, dvs. videnskabelige artikler, rapporter, konferencebidrag og populærfaglige artikler.

Yderligere information: [www.dmu.dk](http://www.dmu.dk)

Danmarks Miljøundersøgelser  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde  
Tlf.: 4630 1200  
Fax: 4630 1114

Administration  
Afdeling for Arktisk Miljø  
Afdeling for Atmosfærisk Miljø  
Afdeling for Marin Økologi  
Afdeling for Miljøkemi og Mikrobiologi  
Afdeling for Systemanalyse

Danmarks Miljøundersøgelser  
Vejløvej 25  
Postboks 314  
8600 Silkeborg  
Tlf.: 8920 1400  
Fax: 8920 1414

Afdeling for Ferskvandsøkologi  
Afdeling for Terrestrisk Økologi

Danmarks Miljøundersøgelser  
Grenåvej 14, Kalø  
8410 Rønne  
Tlf.: 8920 1700  
Fax: 8920 1514

Afdeling for Vildtbiologi og Biodiversitet

## Faglige rapporter fra DMU

På DMU's hjemmeside, [www.dmu.dk/Udgivelser/](http://www.dmu.dk/Udgivelser/), finder du alle faglige rapporter fra DMU sammen med andre DMU-publikationer. Alle nyere rapporter kan gratis downloades i elektronisk format (pdf).

### Nr./No. 2011

- 817 Improving the Greenlandic Greenhouse Gas Inventory.  
By Nielsen, O.-K., Baunbæk, L., Gyldenkærne, S., Bruun, H.G., Lyck, E., Thomsen, M., Mikkelsen, M.H., Albrektsen, R., Hoffmann, L., Fauser, P., Winther, M., Nielsen, M., Plejdrup, M.S., Hjelgaard, K. 46 pp.
- 815 Danmarks biodiversitet 2010 – status, udvikling og trusler.  
Af Ejrnæs, R., Wiberg-Larsen, P., Holm, T.E., Josefson, A., Strandberg, B., Nygaard, B., Andersen, L.W., Winding, A., Termansen, M., Hansen, M.D.D., Søndergaard, M., Hansen, A.S., Lundsteen, S., Baattrup-Pedersen, A., Kristensen, E., Krogh, P.H., Simonsen, V., Hasler, B. & Levin, G. 152 s. (also available in print edition, DKK 150)
- 814 Bynaturen i hverdagslivet.  
Af Petersen, L.K. & Nielsen, S.S. 80 s.
- 813 Environmental monitoring at the Seqi olivine mine 2010.  
By Søndergaard, J. & Asmund, G. 36 pp.

### 2010

- 812 Environmental monitoring at the cryolite mine in Ivittuut, South Greenland, in 2010.  
By Johansen, P., Asmund, G., Rigét, F. & Schledermann, H. 34 pp.
- 811 Environmental monitoring at the Nalunaq Gold Mine, South Greenland, 2010.  
By Glahder, C.M., Søndergaard, J., Asmund, G. & Rigét, F. 32 pp.
- 810 Danish emission inventories for agriculture. Inventories 1985 - 2009.  
By Mikkelsen, M.H. Albrektsen, R. & Gyldenkærne, S. 136 pp.
- 809 Review, improvement and harmonisation of the Nordic particulate matter air emission inventories.  
By Nielsen, O.-K., Illerup, J.B., Kindbom, K., Saarinen, K., Aasestad, K., Hallsdottir, B., Winther, M., Sjodin, Å., Makela, K. & Mikkola-Pusa, J. 77 pp.
- 808 Temporal and spatial variations in the long-term fluctuations of wildlife populations in Greenland.  
By Moshøj, C.M., Forchhammer, M. & Aastrup, P. 36 pp.
- 807 Evaluation of local contamination sources from the former mining operation in Maarmorilik.  
By Johansen, P., Asmund, G., Schiedek, D. & Schledermann, H. 44 pp.
- 806 Vandmiljø og Natur 2009. NOVANA. Tilstand og udvikling – faglig sammenfatning.  
Af Nordemann Jensen, P., Boutrup, S., Bijl, L. van der, Svendsen, L.M., Grant, R., Wiberg-Larsen, P., Bjerring, R., Ellermann, T., Petersen, D.L.J., Hjorth, M., Søgaard, B., Thorling, L. & Dahlgren, K. 108 s.
- 805 Arter 2009. NOVANA.  
Af Søgaard, B., Pihl, S., Wind, P., Clausen, P., Andersen, P.N., Bregnballe, T. & Wiberg-Larsen, P. 114 s.
- 804 Vandløb 2009. NOVANA.  
Af Wiberg-Larsen, P., Windolf, J., Baattrup-Pedersen, A., Bøgestrand, J., Ovesen, N.B., Larsen, S.E., Thodsen, H., Sode, A., Kristensen, E. & Kjeldgaard, A. 98 s.
- 803 Søer 2009. NOVANA.  
Af Bjerring, R., Johansson, L.S., Lauridsen, T.L., Søndergaard, M., Landkildehus, F., Sortkjær, L. & Wiindolf, J. 96 s.
- 802 Landovervågningsoplände 2009. NOVANA.  
Af Grant, R., Blicher-Mathiesen, G., Jensen, P.G., Hansen, B. & Thorling, L. 124 s.
- 801 Atmosfærisk deposition 2009. NOVANA.  
Af Ellermann, T., Andersen, H.V., Bossi, R., Christensen, J., Løfstrøm, P., Monies, C., Grundahl, L. & Geels, C. 95 s.
- 800 Marine områder 2009. NOVANA. Tilstand og udvikling i miljø- og naturkvaliteten.  
Af Petersen, D.L.J. & Hjorth, M. (red.) 127 s.
- 799 The Danish Air Quality Monitoring Programme. Annual Summary for 2009.  
By Ellermann, T., Nordstrøm, C., Brandt, J., Christensen, J., Ketzler, M. & Jensen, S.S. 61 pp.
- 798 Økologisk risikovurdering af genmodificerede planter i 2009. Rapport over behandlede forsøgsudsætninger og markedsføringssager.  
Af Kjellsson, G., Damgaard, C., Strandberg, M., Sørensen, J.G. & Krogh, P.H. 46 s.

[Tom side]

## HVAD ER EFFEKTEN AF MILJØZONER FOR LUFTKVALITETEN?

Vurdering for København, Frederiksberg, Aarhus, Odense og Aalborg.  
Slutrapport

Rapporten er en slutrapport, der præsenterer resultater og vurderinger af indførelse af miljøzoner i Danmark med fokus på at kvantificere effekterne for luftkvaliteten i København, Aarhus, Odense og Aalborg. Rapporten indeholder en analyse af målinger af luftkvalitet på H.C. Andersens Boulevard i København før og efter indførelse af miljøzonekravene baseret på omfattende målinger udført i Partikelprojektet med det formål at isolere effekten af miljøzonekravene ud fra målingerne. Endvidere redegør rapporten for resultater fra en sammenligning af modelberegninger og målinger på gade- og bybaggrundsstationer i miljøzonebyerne under luftovervågningsprogrammet (NOVANA) for at belyse usikkerheden på det anvendte modelsystem. Der er endvidere gennemført en analyse af modelresultater under forskellige forudsætninger for H.C. Andersens Boulevard for at belyse følsomheden af resultaterne overfor forskellige antagelser. Der er foretaget en effektvurdering af miljøzonekravene for luftkvaliteten ud fra modelberegninger for 138 trafikerede gader i København og på Frederiksberg, 55 gader i Aarhus, 40 gader i Odense, og 32 gader i Aalborg.