LUFTKVALITETSVURDERING AF REN-LUFTZONE I KØBENHAVN

Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 25 2012

AARHUS
UNIVERSITET
DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

[Tom side]

LUFTKVALITETSVURDERING AF REN-LUFTZONE I KØBENHAVN

Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 25 2012

Steen Solvang Jensen
Matthias Ketzel
Jørgen Brandt
Morten Winther
Thomas Ellermann

Aarhus Universitet, Institut for Miljøvidenskab

AARHUS
UNIVERSITET
DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Datablad

Serietitel og nummer:	Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 25
Titel:	Luftkvalitetsvurdering af ren-luftzone i København
Forfattere:	Steen Solvang Jensen, Matthias Ketzel, Jørgen Brandt, Morten Winther, Thomas Ellermann
Institution:	Institut for Miljøvidenskab (ENVS), Aarhus Universitet
Udgiver:	Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi ©
URL:	http://dmu.au.dk
Udgivelsesår:	September 2012
Redaktion afsluttet:	01.09.2012
Projektperiode:	26.04.2012 – 01.09.2012
Faglig kommentering:	Helge Rørdam Olesen
Finansiel støtte:	Miljøstyrelsen
Bedes citeret:	Jensen, S.S., Ketzel, M., Brandt, J., Winther, M. 2012: Luftkvalitetsvurdering af ren-luftzone i København. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 86 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 25 http://www.dmu.dk/Pub/SR25.pdf

Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse

Sammenfatning	Formålet med projektet er at vurdere effekten af forskellige udformninger af ren-luftzoner, således at luftkvaliteten forbedres i de større byer og grænseværdien for NO_2 overholdes, hvor den er overskredet. Der foretages en emissions- og luftkvalitetsvurdering af virkemidlerne med udgangspunkt i København.

Emneord:	Ren-luftzone, emission, luftkvalitet.
Foto forside:	Bjarne Jensen
ISBN:	978-87-92825-49-0
ISSN (elektronisk):	2244-999x
Sideantal:	86
Internetversion:	Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) som http://www.dmu.dk/Pub/SR25.pdf
Supplerende oplysninger:	En ændret organisationsstruktur ved Aarhus Universitet indebærer, at AU/DCE fra den 1. juli 2011 er trådt i stedet for det hidtidige Danmarks Miljøundersøgelser (DMU) som indgang for myndigheder, erhverv og offentlighed til Aarhus Universitets faglige miljøer inden for natur, miljø og energi.

Indhold

1 Indledning 5

2 Sammenfatning 6

3 Summary in English 18

4 Scenarier for ren-luftzoner 26

5 Metode og datagrundlag 30

5.1 Emissions- og luftkvalitetsvurderinger 30
5.2 Luftkvalitetsvurdering af virkemidler 30
5.3 Luftkvalitetsmodellering 31
5.4 Data til DEHM model 31
5.5 Data til UBM model 33
5.6 Data til OSPM 35
5.7 Sammenligning af målinger og modelberegninger for H.C. Andersens Boulevard og Jagtvej i 2011 40

6 Emissions- og luftkvalitetsvurdering for H.C. Andersens Boulevard 43

6.1 NO_x kildeopgørelse 43
6.2 Scenarierne og berørte køretøjer 47
6.3 Emissionsvurdering 50
6.4 Luftkvalitetsvurdering 51
6.5 Vurdering af emissionsscenarier for NO_x emission og NO_2 koncentration 54
6.6 Følsomhedsanalyse for trafikparametre 57
6.7 Følsomhedsanalyse af eftermontering af partikelfilter på diesel personbiler 58
6.8 Vurdering af scenarier for partikelemissionen 59

7 Luftkvalitetsvurdering for 99 gader i København 63

7.1 Referencescenariet i 2015 uden fremme af Euro 6 (1A) 63
7.2 Ren-luftzone for varebiler (2A) 66
7.3 Ren-luftzone for person- og varebiler (3A) 67
7.4 Referencescenariet med fremme af Euro 6 (1B) 68
7.5 Ren-luftzone for varebiler (2B) 69
7.6 Ren-luftzone for person- og varebiler (3B) 70

Referencer 72

Bilag 1 Indregistreringsdatoer for Euroemissionsnormer 74

Bilag 2: Euroemissionsnormer for køretøjer 76

Bilag 3 Trafik- og gadekonfiguration for 99 gader 78

Bilag 4 NO_2 gade- og bybaggrundskoncentration for 99 gader 81

1 Indledning

Baggrund

I regeringsgrundlaget er ren-luftzoner udpeget, som et virkemiddel til at forbedre luftkvaliteten i de større byer, og det kan være et virkemiddel til at overholde grænseværdien for NO_2, som i dag er overskredet. Fra og med 2010 skulle en grænseværdi på 40 µg/m^3 som årsmiddelværdi have været overholdt. Der er målte overskridelser på H.C. Andersens Boulevard, og beregninger viser overskridelser på en række andre trafikerede gader i København. Ifølge regeringsgrundlaget vil "Regeringen give de største byer større frihed til at etablere effektive ren-luftzoner - som en forbedring af de nuværende miljøzoner – og vedtage krav til luftkvaliteten og virkemidler til at opnå den".

Formål

Formålet med projektet er at vurdere effekten af forskellige udformninger af ren-luftzoner, således at luftkvaliteten forbedres i de større byer og grænseværdien for NO2 overholdes, hvor den er overskredet. Der foretages en emissions- og luftkvalitetsvurdering af virkemidlerne med udgangspunkt i København.

Målgruppe

Målgruppen for rapporten er teknikere, planlæggere og sagsbehandlere i Miljøstyrelsen samt kommuner berørt af ren-luftzoner, rådgivere inden for området, men også den interesserede borger og interesseorganisationer inden for trafik og miljø.

Følgegruppe

Projektet har været fulgt af en følgegruppe bestående af:

Katja Asmussen, Miljøstyrelsen (forkvinde)
Carsten Møberg Larsen, Miljøstyrelsen
Christian Lange Fogh, Miljøstyrelsen
Signe Krarup, Miljøstyrelsen
Tanja Provstgaard, Købehavns Kommune
Faris Salim Abdali, Købehavns Kommune
Niels Kaalund, Frederiksberg Kommune
Kåre Press-Kristensen, Det Økologiske Råd
Christian Ege, Det Økologiske Råd
Steen Solvang Jensen, AU/DCE
Matthias Ketzel, AU/DCE
Thomas Ellermann, AU/DCE

2 Sammenfatning

Baggrund og formål

I regeringsgrundlaget er ren-luftzoner udpeget som et virkemiddel til at forbedre luftkvaliteten i de større byer, og det kan være et virkemiddel til at overholde grænseværdien for NO_2 (kvælstofdioxid), som i dag er overskredet. Fra og med 2010 skulle en grænseværdi på 40 µg/m^3 som årsmiddelværdi have været overholdt. Der er målte overskridelser på H.C. Andersens Boulevard, og beregninger viser overskridelser på en række andre trafikerede gader i København. Ifølge regeringsgrundlaget vil "Regeringen give de største byer større frihed til at etablere effektive ren-luftzoner - som en forbedring af de nuværende miljøzoner – og vedtage krav til luftkvaliteten og virkemidler til at opnå den".

Formålet med projektet er at vurdere effekten af forskellige udformninger af ren-luftzoner, således at luftkvaliteten forbedres i de større byer og grænseværdien for NO_2 overholdes, hvor den er overskredet. Der foretages en emissions- og luftkvalitetsvurdering af virkemidlerne med udgangspunkt i København.

De eksisterende miljøzoner i København, Aarhus, Odense og Aalborg, som var fuldt implementeret i 2010, regulerer kun ældre busser og lastbiler. Lastbiler og busser over 3,5 ton skal mindst overholde Euro 4 emissionsnormen (eller have eftermonteret et partikelfilter). Evaluering af de eksisterende miljøzoner har vist en reduktion i både partikel- og kvælstofoxidemissionen og forbedring af luftkvaliteten (Jensen et al. 2011).

Scenarier

Udledningen af luftforurenende stoffer fra køretøjer reguleres gennem de såkaldte Euroemissionsnormer, som fastsætter grænseværdier for, hvor meget emission af forskellige luftforureninger, der må udledes under en fastlagt kørecyklus målt under laboratorieforhold. Køretøjerne skal i forbindelse med typegodkendelse overholde disse grænseværdier. I gennem årene er kravene løbende blevet skærpet til nye køretøjer. Eksempelvis er de skarpeste emissionskrav for person- og varebiler fastlagt i Euro 6 normen gældende for nyregistrerede køretøjer fra den 1.9.2015. Køretøjer, der opfylder denne emissionsnorm, findes dog allerede på markedet. Euroemissionsnormerne for Euro 1-6 for de forskellige køretøjstyper er gengivet i Bilag 2.

Da Euronormerne løbende er blevet skærpet, kan man opnå en reduktion i emissionen, hvis ældre emissionsnormer fx Euro 1-3 (ældre biler) forbydes i ren-luftzoner, og erstattes af nyere emissionsnormer fx Euro 4-6 (nyere biler).

Ud over at regulere biler i ren-luftzonen ud fra krav til deres Euronormer, kan der også opnås en reduktion i NO_x emissionen ved at eftermontere NO_x katalysatorer, hvilket er en realistisk mulighed på lastbiler og busser. Dette kunne være i form af NO_x katalysatorer som SCR (Selective Catalyst Reduction).

NO_x (kvælstofoxider) består af NO (kvælstofmonoxid) og NO_2 (kvælstofdioxid). I luften omdannes NO til NO_2 i reaktioner med ozon, og dannelsen af NO_2 er således afhængig af mængden af ozon i luften, som oftest er den be-

grænsende faktor for dannelse af NO_2. Af NO og NO_2 udgør NO_2 den sundhedsskadelige komponent.

For et ti år siden var den andel af NO_x, der udsendes fra den samlede biltrafik i form af NO_2 ("den direkte NO_2 fraktion"), på et niveau omkring 5-10 %. Den direkte NO_2 fraktion har været stigende de seneste år. Dette er en af grundene til, at NO_2 koncentrationen i gader ikke falder så hurtigt, selvom emissionen af NO_x er reduceret væsentligt. Stigningen i den direkte NO_2 fraktion skyldes stigningen i antallet af dieseldrevne person- og varebiler, som er udstyret med oxidative katalysatorer, som reducerer "diesellugten" fra udstødningen, men som samtidig oxiderer NO til NO_2. Endvidere bidrager visse typer af partikelfiltre til øget direkte NO_2 udslip. Ved beregninger af luftkvaliteten her i rapporten er benyttet et modelsystem, hvor den direkte NO_2 fraktion er implementeret med separate værdier for de enkelte køretøjskategorier og emissionsklasser. Dieselandelen har været stigende de seneste år, og i den nationale statistik og ved fremskrivning antages det eksempelvis, at dieselandelen for personbiler er 26 % i 2011 og 34 % i 2015, og for varebiler 90 % i 2011 og 93 % i 2015. Da nyere emissionsnormer har lavere NO_x emissioner end ældre emissionsnormer, men højere direkte NO_2 andel, opnås der ikke så stor en reduktion i NO_2 emissionen ved at gå fra ældre til nyere emissionsnormer, som man kunne forvente ved alene at betragte NO_x reduktionen mellem ældre og nye emissionsnormer.

Fokus i dette projekt er scenarier for overholdelse af NO_2 grænseværdierne, da disse er overskredet, men scenarier, hvor ældre køretøjer fjernes og erstattes med nyere vil også vise reduktion i partikelforureningen, idet køretøjer med nyere emissionsnormer også har lavere partikeludstødning. Der vil derfor også være en sundhedsgevinst ved lavere partikelforurening.

Der er to typer af reference scenerier. Scenarie 1A er som bilparken forventes at se ud i det pågældende scenarieår medregnet effekten af den nuværende miljøzone, og scenarie 1B er med fremme af en hurtigere introduktion af Euro 6 person- og varebiler ved forskellige incitamenter. Fremme af Euro 6 vil resultere i lidt lavere emissioner i forhold til scenarie 1A.

Der er et varebilsscenarie (2A/2B), hvor dieseldrevne varebiler med emissioner til og med Euro 3 og benzindrevne varebiler t.o.m. Euro 1 ikke må køre i ren-luftzonen. Disse krav svarer til en lille skærpelse af de tyske miljøzonekrav for benzindrevne varebiler, idet de tyske miljøzonekrav tillader emission svarende til Euro 1 fra benzin varebiler.

Der er et kombineret person- og varebilsscenarie (3A/3B), hvor kravene for varebiler er som i scenarie (2A/2B), og kravene til personbiler er, at dieseldrevne personbiler med emissioner t.o.m. Euro 3 og benzindrevne personbiler t.o.m. Euro 1 ikke må køre i ren-luftzonen. Disse krav svarer til en lille skærpelse af de tyske miljøzonekrav for benzindrevne personbiler, idet de tyske miljøzonekrav tillader emissioner svarende til Euro 1 fra benzin personbiler.

Scenarie 4A/4B dækker over forskellige emissionsscenarier, som er varianter af scenarie 2 og 3, hvor der forudsættes enten emissionskrav Euro 0 eller Euro 2 i stedet for Euro 1 for benzindrevne person- eller varebiler.

Scenarie 4 indeholder endvidere variantscenarier som SCR (Selective Catalyst Reduction) scenarier med krav om eftermontering af NO_x katalysatorer

på hhv. rutebusser, turistbusser og lastbiler, som har emissioner svarende tilEuro 3 eller ældre. Scenarie 4 indeholder også et variantsscenarie, hvor det antages, at alle rutebusser opfylder emissionsnormen Euro 6.

Scenarie 4 indeholder også et variantscenarie, hvor nysalg af diesel personbiler reduceres i årene 2013-15 med 5 procentpoint, dvs. fra 48 % til 43 % af alle personbiler. Som resultat reduceres diesel-andelen i hele bilparken af personbiler i 2015 fra 34,1 % til 33,2 %.

Scenarieårene er 2013, 2015 og 2017. Disse årstal er valgt for at give et billede af de fremtidige koncentrationsniveauer. Det vurderes, at de mellemliggende år 2014 og 2016 kan findes ved at midle de omkringliggende år. Denne metode er valgt, da det er ressourcekrævende at beregne samtlige scenarier for alle år. Grænseværdien for NO_2 skal overholdes hurtigst mulig og senest i 2015, derfor regnes der på koncentrationsniveauer allerede fra 2013. 2017 er valgt, da den løbende udskiftning af bilparken fører til lavere emission pga. udskiftning til renere og renere emissionsnormer. 2017 vil derfor illustrere, hvor hurtigt koncentrationerne falder efter 2015.

Scenarierne er vist i Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Oversigt over de forskellige scenarier for ren-luftzoner

Metode	Referencescenarie 1A	Referencescenarie 1B
1: beregning af luftkvalitet på 99 gadestrækninger i referencescenarierne	Scenarie 1A 'reference' Beregning for år: 2013, 2015, 2017	Scenarie 1B 'fremme af Euro 6' Beregning for år: 2013, 2015, 2017 Dette anvendes som alternativ reference for beregning af effekten af ren-luftzoner som angivet nedenfor. Fremme Euro 6 i nybilsalget for 1½ års salg af varebiler. Det antages, at 2015 er 100 % nybilsalg Euro 6 og i 2014 er det 50 %. (Euro 6 er obligatorisk for varebiler fra 2016) Fremme Euro 6 i nybilsalget for 1½ års salg af personbiler. Det antages, at 2014 og 2015 er 100 % nybilsalg Euro 6 og i 2013 50 %. (Euro 6 er obligatorisk for personbiler 2015)
	2A Varebilscenarie	**2B Varebilscenarie med fremme af Euro 6**
2: beregning af luftkvalitet på 99 gadestrækninger for varebilsscenarie	Ren-luftzone for varebiler til og med (t.o.m.) Euro 3 diesel og Euro 1 benzin på basis af 1A. 2A vurderes i forhold til 1A	Ren-luftzone for varebiler t.o.m. Euro 3 diesel og Euro 1 benzin på basis af 1B. 2B vurderes i forhold til 1B
	3A Person- og varebilscenarie	**3B Person- og varebilscenarie med fremme af Euro 6**
3: beregning af luftkvalitet på 99 gadestrækninger for person- og varebilsscenarie	Ren-luftzone for varebiler (som ovenfor) og for personbiler t.o.m. Euro 3 diesel og Euro 1 benzin på basis af 2A. 3A vurderes i forhold til 1A	Personbiler t.o.m. Euro 3 diesel og Euro 1 benzin på basis af 2B. 3B vurderes i forhold til 1B
	4A Variantscenarier	**4B Variantscenarier med fremme af Euro 6**
4: Emissionsvurderinger for H.C. Andersens Boulevard af effekten af justeringer af ovenstående tiltag for person- og varebiler, og mulige tillægstiltag for tunge køretøjer. Koncentrationsvurdering baseret på statistisk sammenhæng ml. emission og koncentration	a: Som 2A, men skift af grænse for benzinvarebiler i ren-luftzoner fra Euro 1 til Euro 0 b: Som 2A, men skift af grænse for benzinvarebiler i ren-luftzoner fra Euro 1 til Euro 2 c: Som 3A, men skift af grænse for benzinpersonbiler i ren-luftzoner fra Euro 1 til Euro 0 d: Som 3A, men skift af grænse for benzinpersonbiler i ren-luftzoner fra Euro 1 til Euro 2 e: Som 1A, men SCR på rutebusser (Euro 3 og ældre) f: Som 1A, men SCR på turistbusser (Euro 3 og ældre) g: Som 1A, men SCR på lastbiler (Euro 3 og ældre) h: Som 1A, men 100 % Euro 6 for rutebusser i: Som 1A, men reduceret salg af diesel personbiler 2013-15 4A-a-b vurderes i forhold til 2A. 4A-c-d vurderes i forhold til 3A. 4A-e-i vurderes i forhold til 1A	Scenarier som 4A. 4B-a-b vurderes i forhold til 2B. 4B-c-d vurderes i forhold til 3B. 4B-e-i vurderes i forhold til 1B

Undersøgelsen

Luftkvalitetsvurdering af virkemidler omfatter både en vurdering af virkemidlets effekt for emission og for luftkvaliteten. Da det er ressourcekrævende at gennemføre luftkvalitetsvurdering af samtlige virkemidler er flere af virkemidlerne kun vurderet vedrørende emission og luftkvalitetsvurderingen er baseret på en ekstrapolation ud fra sammenhængen mellem emission og luftkvalitet i gennemregnede scenarier.

Emissions- og luftkvalitetsvurdering for alle scenarier er gennemført for H.C. Andersens Boulevard, hvor der findes en målestation, og hvor NO_2 grænseværdien som årsmiddelværdi har været overskredet siden 2005. Luftkvalitetsberegningerne er endvidere gennemført for udvalgte scenarier for 99 trafikerede gadestrækninger i Københavns Kommune og Frederiksberg Kommune. Trafikdata stammer fra Københavns Kommune trafiktællestationer, og det er sikret at de mest trafikerede strækninger er medtaget samtidig med at der er udvalgt gadeslugter, således at de gadestrækninger i København, hvor der kan forventes højest koncentrationer, er inkluderet.

Luftkvalitetsberegninger foregår med et koblet modelsystem bestående af en regional langtransportmodel (DEHM), en bybaggrundsmodel (UBM) og en gadeluftkvalitetsmodel (OSPM) og tilhørende meteorologi og emissionsdata. Der er foretaget en lang række opdateringer af input data i forhold til tidligere vurderinger i Miljøzonerapporten (Jensen et al. 2011) mht. emissionsgrundlag for DEHM-UBM, og for OSPM i form af opdatering af bilparken, emissionsfaktorer og trafik- og gadegeometridata.

Da der er et regionalt langtransporteret bidrag til NO_2, og der også findes andre kilder end trafik, som bidrager til NO_2 forureningen i trafikerede gader i København, vil en procentvis reduktion i trafikkens NO_x emissionen ikke slå tilsvarende igennem i forhold til luftkvaliteten af NO_2.

Hovedkonklusioner

H.C. Andersens Boulevard

Beregningerne viser, at for referencescenariet (1A) vil NO_2 koncentrationen falde fra 2011 til 2017 for H.C. Andersens Boulevard, hvor NO_2 koncentrationen falder fra 47,1 til 35,4 $\mu g/m^3$. Grænseværdien er lige overskredet på H.C. Andersens Boulevard i 2015 med et beregnet niveau på 40,54 $\mu g/m^3$. I 2017 vil grænseværdien ikke være overskredet. Modsat viser analysen, at det vil være meget vanskeligt at undgå overskridelser i 2013, hvor NO_2 koncentrationen på H.C. Andersens Boulevard er 44,7 $\mu g/m^3$ i referencescenariet. Alle scenarier bort set fra referencescenariet 1A vil reducere NO_2 koncentrationen på H.C. Andersens Boulevard, således at grænseværdien for NO_2 overholdes i 2015.

Analysen af de enkelte virkemidler viser, at der i varebilsscenariet (2A/2B) ikke er så stor effekt af regulering af varebiler, men at det er reduktionen i NO_x emissionen fra personbilerne, som bidrager mest i scenariet med person- og varebiler (3A/3B). I varebilsscenariet 2A reduceres NO_x emissionen med omkring 3 % og i varebilscenariet 2B (inkl. fremme af Euro 6) med omkring 6 % for H.C. Andersens Boulevard. I scenariet med person- og varebiler (3A/3B) bidrager personbilerne med en reduktion af NO_x emission på omkring 6 procentpoint. På trods af at varebilerne bidrager relativt meget til den samlede NO_x emissionen, ses der i varebilsscenariet ikke så stor effekt, som man umiddelbart kunne forvente, når dieseldrevne varebiler med emis-

sionskrav til og med Euro 3 og benzindrevne varebiler t.o.m. Euro 1 ikke må køre i ren-luftzonen. Disse ældre varebiler erstattes ganske vist af nyere varebiler med lavere NO_x emissioner, men de nyere varebiler har samtidig højere direkte NO_2 emission, hvilket betyder, at reduktionen i NO_2 emissionen ikke bliver så høj, som man umiddelbart kunne forvente alene ud fra varebilerne samlede andel af trafikkens NO_x emissionen.

For variantscenarierne viser analysen, at det ingen effekt har at ændre emissionskravet fra Euro 1 til hverken Euro 0 (4A-a og 4B-a) eller Euro 2 for benzinvarebiler (4A-b og 4B-b), fordi der er forholdsvis få benzinvarebiler med emissioner svarende til Euro 0, 1 og 2 tilbage i 2015, og de bidrager kun med 0,27 % af den samlede NO_x emission for H.C. Andersens Boulevard.

Der ses en mindre negativ effekt af at ændre emissionskravet fra Euro 1 grænsen til Euro 0 for benzinpersonbiler (4A-c og 4B-c). Det skyldes, at der i 2015 stadigvæk vil være nogle benzinpersonbiler tilbage, og Euro 0 og Euro 1 bidrager med 3,5 % af den samlede NO_x emission for H.C. Andersens Boulevard.

Der var en mindre positiv effekt med reduktion i NO_x emissionen på omkring 2 % af at ændre emissionskravet Euro 1 til Euro 2 for benzinpersonbiler (4A-d og 4B-d). NO_2 koncentrationen faldt 0,3-0,4 µg/m^3 for H.C. Andersens Boulevard i 2015.

Der var en minimal positiv effekt af af eftermontering af SCR på Euro 3 busser eller ældre busser (4A-e), hvor NO_2 koncentrationen blev reduceret med 0,1 µg/m^3 for både rutebusser og for turistbusser for H.C. Andersens Boulevard. Grunden til at effekten er lille er, at der er få busser i 2015, som har emissioner svarende til Euro 3 eller ældre, og de står kun for 1,3 % af den samlede NO_x emission, hvilket skyldes effekten af den nuværende miljøzone samt miljøkrav til bybusser ved udbud af busservice.

SCR på lastbiler, som har emissioner svarende til Euro 3 eller ældre emissionsnormer har en vis positiv effekt (4A-g), idet NO_2 koncentrationen reduceres med 0,9 µg/m^3 for H.C. Andersens Boulevard i 2015.

Den største positive effekt fås i scenariet, hvor alle rutebusser opfylder emissionskravet svarende til Euro 6 (4A-h), hvilket medfører en reduktion af NO_2 koncentrationen med 1,8 µg/m^3 i 2015 i forhold til 1A for H.C. Andersens Boulevard.

Reduktionen i koncentrationsbidraget af partikler som følge af reduktionen i partikelemissionen er beregnet med OSPM modellen, og sat i forhold til tidligere beregninger udført i miljøzoneprojektet. Herved opnås en beskrivelse af de forskellige scenariers betydning for luftkvaliteten af $PM_{2.5}$ og $PM_{10.}$ Der er ikke foretaget beregninger af ændringer i den regionale baggrund og bybaggrund af partikelforureningen.

I miljøzoneprojektet blev der udført beregninger for H.C. Andersens Boulevard ved målestationen for 2015, hvilket gav en gadekoncentration på 18,9 µg/m^3 for $PM_{2.5}$ og 29,4 µg/m^3 for PM_{10}. I varebilsscenarierne (2A/2B) ses en marginal reduktion i gadekoncentrationen på 0,12 µg/m^3 for $PM_{2.5}$ og PM_{10} (hhv. 0,6 % og 0,4 %) og i vare- og personbilsscenarierne (3A/3B) ses en marginal reduktion i gadekoncentrationen på 0,24 µg/m^3 for $PM_{2.5}$ og PM_{10} (hhv. 1,3 % og 0,8 %). Grunden til at der ses den samme koncentrationsæn-

dring for $PM_{2.5}$ og PM_{10} er, at det kun er udstødningsbidraget, som ændres, idet ikke-udstødningen ikke påvirkes af ren-luftzoner. Ikke-udstødning omfatter vejslid, dækslib, bremseslid og ophvirvling heraf. Grunden til at de procentvise ændringer er beskedne for gadekoncentrationen af $PM_{2.5}$ og PM_{10} er, at der er et stort regionalt bidrag og et væsentligt bidrag fra ikke-udstødning.

Selv relativt store reduktioner i partikeludstødningen på 15 % i varebilsscenarierne (2A/2B) og 28 % i vare- og personbilsscenarierne (3A/3B) giver derfor små ændringer i luftkvaliteten af $PM_{2.5}$ og PM_{10}. Partikeludstødningen vurderes dog at være stærkt sundhedsskadelig, og effekten for folkesundheden af ren-luftzonerne vil derfor være større, end ændringen i luftkvaliteten umiddelbart indikerer. Verdenssundhedsorganisationen WHO har i 2012 skærpet deres vurdering af, hvor sundhedsskadeligt dieselos er. Det var tidligere klassificeret som sandsynligvis kræftfremkaldende (Gruppe 2A) og nu klassificeret som årsag til lungekræft (Gruppe 1). Benzinos er fortsat klassificeret som muligvis kræftfremkaldende (Gruppe 2B).

Model systemet blev kalibreret med målinger for at sikre så lille usikkerhed som mulig på udgangspunktet i referencescenariet. Men da der er usikkerhed på modelresultater som følge af usikkerheder i inputdata og selve modelsystemet, vil der kunne opnås størst sikkerhed for at grænseværdien ikke overskrides i 2015 ved at anvende virkemidler, som sikrer en vis margin til grænseværdien.

99 udvalgte gadestrækninger

For 8 gader ud af 99 udvalgte gadestrækninger i København beregnes der overskridelser af NO_2 grænseværdien i 2015 i referencescenariet (1A).

Referencescenariet med "fremme af Euro 6" (1B) reducerer NO_2 med omkring 1,0-1,5 µg/m^3 i forhold til 1A for H.C. Andersens Boulevard, og der ses kun 3 gader med overskridelser i dette referencescenarie. NO_x emissionen reduceres med omkring 3 % i 2015.

Overskridelserne af grænseværdien kunne fx elimineres i scenariet med person- og varebiler (3A) kombineret med scenariet med begrænsninger svarende til Euro 6 på alle rutebusser (4A-h). I begge scenarier reduceres NO_x emissionen med omkring 9 % i 2015.

Scenariet med person- og varebiler kombineret med tiltag til fremme af Euro 6 (3B) viser, at der ikke er overskridelser af grænseværdien i 2015 på 99 udvalgte gader, og det svarer til en reduktion i NO_x emissionen på omkring 13 % i 2015 for H.C. Andersens Boulevard.

Berørte køretøjer

Omkring 27.000-30.000 varebiler berøres af de forskellige scenarier. Omkring 50.000 personbiler berøres i hovedscenariet 3A, omkring 25.000 personbiler, hvis emissionsgrænsen i scenariet for benzinbiler flyttes fra Euro 1 til Euro 0, men omkring 90.000 personbiler, hvis grænsen flyttes fra Euro 1 til Euro 2.

H.C. Andersens Boulevard i København

Effekten af de forskellige scenarier for NO_2 koncentrationen på H.C. Andersens Boulevard samt i bybaggrund er vist i Tabel 2.2 sammen med ændring i NO_x emissionstætheden.

Tabel 2.2. Modelberegnede NO_2 gadekoncentrationer på H.C. Andersens Boulevard, bybaggrundskoncentration og reduktion i NO_x emission for de forskellige scenarier

Scenario	Årstal	Ændring i NO_x emission i forhold til A1 (%)	NO_2 bybaggrundkonc. (µg / m^3)	NO_2 gadekonc. (µg / m^3)	Ændring i NO_2 gadekonc. i forhold til A1 (µg / m^3)
1A - Reference					
	2010		20,0	47,4	
	2011		20,0	47,1	
	2013		19,1	44,7	
	2015		17,8	40,5	
	2017		16,1	35,4	
1B (+fremme af Euro 6)					
	2013	-0,3	19,1	44,5	-0,2
	2015	-2,7	17,8	39,4	-1,1
	2017	-3,7	16,1	34,4	-1,0
2A varebiler					
	2013	-3,1	19,1	44,6	-0,1
	2015	-3,0	17,8	40,3	-0,2
	2017	-2,9	16,1	35,1	-0,3
2B vareb. (+fremme af Euro 6)					
	2013	-3,4	19,1	44,4	-0,3
	2015	-5,7	17,8	39,1	-1,4
	2017	-6,6	16,1	34,0	-1,4
3A vareb. + personb.					
	2013	-11,0	19,1	42,9	-1,8
	2015	-9,3	17,8	39,0	-1,5
	2017	-8,2	16,1	34,1	-1,3
3B vareb. + personb. (+fremme af Euro 6)					
	2013	-11,3	19,1	42,7	-2,0
	2015	-12,7	17,8	37,7	-2,8
	2017	-11,9	16,1	33,0	-2,4

Det ses, at NO_2 gadekoncentrationen falder fra 2010 frem mod 2017 i referencescenariet (1A), hvilket skyldes den løbende udskiftning af bilparken, som opfylder stadig strengere emissionsnormer.

I 2015 er det centrale estimat i referencescenariet (1A), at NO_2 koncentrationen på H.C. Andersens Boulevard er 40,5 µg/m^3, hvilket netop er en overskridelse af grænseværdien for NO_2, som burde have været overholdt i 2010. Grænseværdien for NO_2 er 40 µg/m^3, og den anses for at være overskredet ved netop 40,5 µg/m^3, da grænseværdien er opgivet som et heltal. I 2017 er koncentrationen estimeret til at være faldet til 35 µg/m^3.

Fremme af Euro 6 i referencescenarie 1B reducerer NO_2 koncentrationen med 1,1 µg/m³ fra 40,5 µg/m³ til 39,4 µg/m³ i 2015 i forhold til referencescenarie (1A).

Som det fremgår, reducerer ren-luftzone krav til varebiler (2A) NO_2 koncentrationen med 0,2 µg/m³ fra 40,5 µg/m³ til 40,3 µg/m³ i forhold til referencescenariet uden fremme af Euro 6 (1A) i 2015.

Ren-luftzone krav til varebiler samt fremme af Euro 6 (2B) reducerer NO_2 koncentrationen med 1,4 µg/m³ fra 40,5 µg/m³ til 39,1 µg/m³ i forhold til referencescenariet uden fremme af Euro 6 (1A) i 2015.

Ren-luftzone krav til både person- og varebiler (3A) reducerer NO_2 koncentrationen med 1,5 µg/m³ fra 40,5 µg/m³ til 39,0 µg/m³ i forhold til referencescenariet (1A) i 2015.

Ren-luftzone krav til både person- og varebiler samt fremme af Euro 6 (3B) reducerer NO_2 koncentrationen med 2,8 µg/m³ fra 40,5 µg/m³ til 37,7 µg/m³ i forhold til referencescenariet uden fremme af Euro 6 (1A) i 2015. Effekten af dette scenarie svarer omtrent til effekten af 2 års løbende udskiftning af bilparken.

Alle scenarier bort set fra referencescenariet 1A vil reducere NO_2 koncentrationen på H.C. Andersens Boulevard, således at grænseværdien for NO_2 overholdes.

Analyse af emissionsscenarierne, hvor der var forskellige varianter af scenarier med henholdsvis varebiler og vare- og personbiler (Scenarie 2 og 3) og nogle tillægsscenarier, viste at kun følgende scenarier resulterede i mærkbare reduktioner i NO_2 koncentrationen i 2015, se Tabel 2.2:

De mest effektive varianter og tillægsscenarier er ændring af grænsen for emission fra benzinpersonbiler fra Euro 1 til Euro 2 (4A-d, 4B-d), SCR på lastbiler (4A-g,4B-g), og Euro 6 for alle rutebusser (4A-h,4B-h). De giver i alt hhv. 0,4+0,9+1,8=3,1 µg/m³ i 2015, se Tabel 2.3. Den maksimalt opnåelige reduktion af NO_2 koncentrationen på H.C. Andersens Boulevard ved målestationen er således 2,8 µg/m³ med scenariet for person- og varebiler inkl. fremme af overholdelse af emissionsnorm Euro 6 (3B) samt ovenstående mest effektive varianter og tillægsscenarier på 3,1 µg/m³, hvilket giver i alt 5,9 µg/m³ i 2015. Dette ville reducere den højest beregnede overskridelse på 44,5 µg/m³ (H.C. Andersens Boulevard(2)) til 38,6 µg/m³ og for H.C. Andersens Boulevard ved målestationen fra 40,5 µg/m³ til 34,6 µg/m³.

Der er en større positiv effekt af at kræve Euro 6 for alle rutebusser (4A-h, 4B-h), hvilket reducerer NO_x emissionen med omkring 9 %, og NO_2 koncentrationen reduceres med 1,8 µg/m³ i 2015 i forhold til referencescenariet (1A).

Der er en vis positiv effekt af SCR på lastbiler med emission svarende til Euro 3 eller ældre emissionsnormer (4A-g, 4B-g). NO_x emissionen reduceres med omkring 4 % og NO_2 koncentrationen med 0,9 µg/m³ (4A-g, uden fremme af Euro 6) og 0,9 µg/m³ (4B-g, med fremme af Euro 6). Scenariet forudsætter, at SCR reducerer NO_x emissionen med 80 %. Da nogle SCR systemer har vist sig ikke at være effektive i bykørsel pga. lav belastning af motoren ved lave hastigheder og dermed for lave motortemperaturer til at

SCR virker effektivt, er det vigtig, at der stilles krav om dokumentation for at anvendte SCR i ren-luftzoner leverer en reduktion på 80 % også i bytrafik.

Der var en mindre positiv effekt af at flytte Euro 1 grænsen til Euro 2 for benzinpersonbiler (4A-d), som fører til en reduktion i NO_x emissionen på omkring 2 % og reducerer NO_2 koncentrationen med 0,3 $\mu g/m^3$ i forhold til scenarie 3A (personbiler uden fremme af Euro 6). I forhold til scenarie 3B (personbiler med fremme af Euro 6) reduceres NO_2 koncentrationen med 0,4 $\mu g/m^3$, hvilket også svarer til en reduktion i NO_x emissionen på omkring 2 %.

SCR på ældre rutebusser (4A-e,4B-e) og SCR på ældre turistbusser (4A-f,4B-f) giver en meget begrænset reduktion i NO_x emissionen på omkring 0,5 % og en reduktion i NO_2 koncentrationen på 0,1 $\mu g/m^3$, hvilket skyldes at der er meget få Euro 3 og ældre busser pga. de eksisterende miljøzoner og busselskabernes miljøkrav til bybusser.

Der er minimal effekt af at reducere nysalg af diesel personbiler i årene 2013-15 med 5 procentpoint (4A-i, 4B-i), da NO_x emissionen reduceres med ca. 0,4 % og NO_2-koncentrationen med ca. 0,1 $\mu g/m^3$.

De eksisterende miljøzoner med krav til tunge køretøjer førte til en reduktion i den samlede NO_x emission på omkring 8 % i 2010 svarende til en reduktion i NO_2 koncentrationen på omkring 1 $\mu g/m^3$ på H.C. Andersens Boulevard ved målestationen (Jensen et al. 2011). Den foreslåede trængselsring omkring København ville have resulteret i en reduktion i NO_x emissionen på omkring 10 % i 2016 svarende til en reduktion i NO_2 koncentrationen på omkring 1 $\mu g/m^3$ på H.C. Andersens Boulevard ved målestationen (scenerie med trængselsring ved kommunegrænse inkl. Amager) (Jensen et al. 2012). Afhængig af hvilke scenarier der vælges for ren-luftzonen, kan der således opnås en større effekt på NO_x emissionen og NO_2 koncentrationen end hvad de eksisterende miljøzoner gav og trængselsringen ville have givet. Ren-luftzone scenariet med krav til både person- og varebiler (3A) vil reducere NO_x emissionen med omkring 9 % i 2015 og svarer således i effekt omtrent til størrelsesordenen af den effekt, de eksisterende miljøzoner gav.

Tabel 2.3. Vurdering af emissionsscenarier for H.C. Andersens Boulevard i 2015 (4Aa-i,4Ba-i) ud fra simpel regression mellem emissionstæthed og NO_2 koncentration

Scenario	Beskrivelse	Variant af scenarie:	Ændring i NO_x emission i %	Ændring i NO_2 konc. på HCAB i µg/m^3
4A-a	a: Skift af grænse for benzinvarebiler i ren-luftzoner fra Euro 1 til Euro 0	2A	0,06 %	0,01
4A-b	b: Skift af grænse for benzinvarebiler i ren-luftzoner fra Euro 1 til Euro 2	2A	0,11 %	0,02
4A-c	C: Skift af grænse for benzinpersonbiler i ren-luftzoner fra Euro 1 til Euro 0	3A	1,4 %	0,25
4A-d	d: Skift af grænse for benzinpersonbiler i ren-luftzoner fra Euro 1 til Euro 2	3A	-1,6 %	-0,3
4A-e	e: SCR på rutebusser (Euro 3 og ældre)	1A	-0,51 %	-0,10
4A-f	F: SCR på turistbusser (Euro 3 og ældre)	1A	-0,58 %	-0,12
4A-g	g: SCR på lastbiler (Euro 3 og ældre)	1A	-4,3 %	-0,9
4A-h	h: 100 % Euro 6 for rutebusser	1A	-9,1 %	-1,8
4A-i	i: reduceret salg af dieselbiler 2013-15	1A	-0,40 %	-0,08
4B-a	a: Skift af grænse for benzinvarebiler i ren-luftzoner fra Euro 1 til Euro 0	2B	0,06 %	0,01
4B-b	b: Skift af grænse for benzinvarebiler i ren-luftzoner fra Euro 1 til Euro 2	2B	0,08 %	0,02
4B-c	c: Skift af grænse for benzinpersonbiler i ren-luftzoner fra Euro 1 til Euro 0	3B	1,7 %	0,3
4B-d	d: Skift af grænse for benzinpersonbiler i ren-luftzoner fra Euro 1 til Euro 2	3B	-2,1 %	-0,4
4B-e	e: SCR på rutebusser (Euro 3 og ældre)	1B	-0,53 %	-0,10
4B-f	f: SCR på turistbusser (Euro 3 og ældre)	1B	-0,60 %	-0,12
4B-g	g: SCR på lastbiler (Euro 3 og ældre)	1B	-4,4 %	-0,9
4B-h	h: 100 % Euro 6 for rutebusser	1B	-9,4 %	-1,8
4B-i	i: reduceret salg af dieselbiler 2013-15	1B	-0,37 %	-0,07

Hvordan de forskellige scenarier er relateret til Euro emissionsklasserne er illustreret i Tabel 2.4. Kun A-scenarierne er vist, da A- og B-scenarierne kun adskiller sig ved, at B-scenarier fremmer Euro 6 for person- og varebiler.

Tabel 2.4. Sammenhæng mellem scenarier og Euroemissionsklasser. Et scenarie er nævnt de steder i tabellen, hvor det påvirker en bestemt gruppe af køretøjer. F.eks. vil benzindrevne personbiler med Euro 1 blive påvirket af scenarie 3A.

							SCR eftermontering		
	Personbiler			Varebiler			Rutebus	Turistbus	Lastbil
	Benzin		Diesel	Benzin		Diesel	Diesel	Diesel	Diesel
Euro 0	3A,4A-c,4A-d		3A,4A-c,4A-d	2A,3A,4A-a,4A-b		2A,3A,4A-a,4A-b	4A-e	4A-f	4A-g
Euro 1	3A	4A-d	3A,4A-c,4A-d	2A,3A	4A-b	2A,3A,4A-a,4A-b	4A-e	4A-f	4A-g
Euro 2		4A-d	3A,4A-c,4A-d		4A-b	2A,3A,4A-a,4A-b	4A-e	4A-f	4A-g
Euro 3			3A,4A-c,4A-d			2A,3A,4A-a,4A-b	4A-e	4A-f	4A-g
Euro 4									
Euro 5			4A-i						
Euro 6			4A-i				4A-h		

Luftkvalitetsvurdering for 99 gader i København

Tabel 2.5 opsummerer i hvilke gader, der med de beskrevne scenarier vil være overskridelser af grænseværdien for NO_2 i 2015, og hvor mange overskridelser, der er i de forskellige scenarier.

Det ses, at i referencescenariet uden fremme af Euro 6 (1A) vil der være 8 overskridelser, som kan reduceres til 4 overskridelser ved scenariet med person- og varebiler (3A), og yderligere reduceres til 2 overskridelser, hvis enten Euro 1 grænsen flyttes til Euro 2 for benzin-personbiler (4A-d), eller hvis der var SCR på lastbiler, som er Euro 3 eller ældre (4A-g). Der ville ikke være nogen overskridelser, hvis scenariet med person- og varebiler (3A) kombineres med scenariet med Euro 6 på alle rutebusser (4A-h).

I referencescenariet med fremme af Euro 6 (1B) reduceres NO_2 med omkring 1,0-1,5 µg/m^3 i forhold til referencescenariet uden fremme af Euro 6 (1A), og der er kun 3 overskridelser i dette referencescenarie. I scenariet med person- og varebiler (3B) er der ikke overskridelser af grænseværdien.

Tabel 2.5. Opsummering af gader med overskridelser af grænseværdien for NO_2 i 2015. En overskridelse registreres hvis 40,5 µg/m^3 overskrides, og er markeret med grå baggrund i tabellen.

Gadenavn	Refe-rence (1A)	Vare-biler (2A)	Person- og vare-biler (3A)	Flytte Euro 1 grænse til Euro 2 for benzin-personbiler (4A-d)	SCR på lastbiler som er Euro 3 eller ældre (4A-g)	100 % Euro 6 for rute-busser (4A-h)	Refe-rence (1B)	Vare-biler (2B)	Person- og vare-biler (3B)	Flytte Euro 1 grænse til Euro 2 for ben-zinperson-biler (4B-d)
H.C. Andersens Boulevard(2)	44,5	44,1	42,7				43,0	42,5	40,9	
Gyldenløvsgade	44,0	43,6	41,9				42,4	41,8	40,1	
Ågade	42,8	42,5	40,8				41,1	40,6	38,8	
Nørre Søgade	42,1	41,8	40,1				40,4	39,9	38,2	
H.C. Andersens Boulevard(3)	41,4	41,1	39,7				39,9	39,4	37,9	
Bernstorffsgade(2)	41,3	41,1	40,8				40,3	39,9	38,9	
Lyngbyvej(2)	41,0	40,7	38,9				39,1	38,6	36,7	
H.C. Andersens Boulevard(1)*	40,5	40,3	39,0	-0,3	-0,8	-1,8	39,4	39,1	37,7	-0,4
Antal overskridelser	8	7	4	2	2	1[a]	3	3	1[a]	0

*Målestation. [a]Hvis overvurdering af bybaggrund (omkring 0,5 µg/m^3, se afsnit 6.4) indregnes vil der ikke være overskridelser i dette scenarie.

3 Summary in English

Background and objectives

According to the government agreement from 2011 improved low emission zones have been identified as a measure to improve the air quality in greater Danish cities, and to ensure compliance with air quality limit values for NO_2 of 40 $\mu g/m^3$ as an annual mean. The limit value is violated at H.C. Andersens Boulevard in Copenhagen which is one of the busiest urban streets in Denmark and a fixed air quality monitor station is also located in the street. Air quality model calculations also shows that some other busy streets in Copenhagen violate the annual air quality limit values for NO_2.

The objective of the project is to assess the impacts of a number of improved low emission zone measures in Copenhagen regarding emissions and air quality with focus on NO_2. The extent of the existing low emission zone is equal to the extent of the Municipality of Copenhagen and Municipality of Frederiksberg.

The existing low emission zones (LEZ) in the cities of Copenhagen, Aarhus, Odense and Aalborg were fully implemented in 2010 and regulates older buses and trucks. Buses and trucks over 3.5 tons should comply with the Euro 4 emission standard or be equipped with a particle filter. Evaluation of the existing low emission zones have shown a reduction i particle and NO_x emissions and improvements in air quality (Jensen et al. 2011).

Scenarios

Euro emission standards regulate emissions of air pollutants from vehicles and set limit values for emissions defined in relation to a driving cycle under laboratory conditions. Vehicles have to comply with these limit values to obtain type approvals. See Euro emission standards Euro 0-6 in Appendix 2. The limit values have been continuously strengthened during the years. Therefore, banning of e.g. Euro 0-3 (older cars) in a LEZ and replacement by newer cars (Euro 4-6) will lead to reduction in emissions.

There are two types of base scenarios. The first base scenario (1A) assumes that the car fleet is as expected with the existing LEZ and the second base scenario (1B) assumes that Euro 6 will be promoted through various incentives resulting in more Euro 6 passenger cars and vans. Therefore, scenario 1B will have lower emissions that scenario 1A.

The van scenario (2A/2B) assumes that diesel-powered vans older or equal to Euro 3 and petrol-powered vans older or equal to Euro 1 are banned from the LEZ. This regulation is almost similar to the German LEZ requirements although a little more stringent as German LEZ allows Euro 1 petrol-powered vans.

The combined passenger cars and vans scenario (3A/3B) have the same requirements to vans as 2A/2B and further requires that diesel-powered passenger cars older or equal to Euro 3 and petrol-powered passenger cars older or equal to Euro 1 are banned from the LEZ. This regulation is a little more stringent for passenger cars compared to German LEZ as German LEZ allows Euro 1 petrol-powered passenger cars.

Scenario 4A/4B are variants of scenario 2 and 3 that assumes either Euro 0 or Euro 2 instead of Euro 1 for petrol-powered passenger cars or vans.

Scenario 4 also includes scenarios where SCR (Selective Catalyst Reduction) are assumed to be retro-fitted on coaches, urban buses and trucks that are older or equal to Euro 3. These NO_x catalysts are assumed to reduce NO_x emissions by 80 %. Scenario 4 also includes a scenario that assumes that all urban buses are Euro 6.

Scenario 4 also includes a scenario that assumes that new sales of diesel-powered passenger cars are reduces during the years 2013-15 by 5 procentpoints, that is, from 48 % to 43 % of all passenger cars. As a result the diesel share of the car fleet of passenger cars is reduced from 34.1 % to 33.2 % in 2015.

The scenario years are 2013, 2015 and 2017 and have been chosen for the following reasons. The Danish Environmental Protection Agency may apply to the EU Commission for an extension of compliance with the NO_2 limit value until 2015 but the EU Commission expects compliance to be reach as soon as possible, why 2013 also has been chosen as scenario year. The scenario year 2017 was chosen as the continuous replacement of the car fleet leads to lower emissions, and 2017 illustrates how fast concentrations will decrease after 2015.

Although focus is on compliance with NO_2 limit values for air quality the scenarios will also reduce particle emissions and therefore have public health benefits as particle pollution causes health effects.

Methodology

The impact assessment of the different scenarios includes assessment of emissions and air quality. The assessment is carried out in great details for NO_2 and to a lesser degree for PM exhaust, $PM_{2.5}$ and PM_{10}. Since air quality assessment is resource demanding only the main scenarios (2A/2B, 3A/3B) are carried out with the full air quality model whereas the air quality of the scenario variants are assessed based on regression analysis between emissions and air quality in scenarios calculated with the full air quality model.

Emission and air quality assessment is carried out for all scenarios for H.C. Andersens Boulevard where the fixed monitor is located and the annual limit value of NO_2 is violated. Furthermore, air quality calculations are carried out for 99 busy streets in Copenhagen. Traffic data originates from the Municipality of Copenhagen and it is assured that the most busy streets are included. Moreover, street canyons are selected to include streets where the highest concentrations can be expected.

Air quality calculations are modelled with a linked air quality model system including a long-range transport chemistry model (DEHM), an urban background model (UBM) and a street model (OSPM) and associated meteorological and emission data.

Calculated NO_2 concentrations based on the linked model system have been compared to air quality measurements in urban background (H.C. Ørsted Institute in Copenhagen) and calculations are within a few per cent of the measurements in 2011 after calibration. Modelled street concentrations were

also compared to air quality measurements from H.C. Andersens Boulevard and calibrated with measurements from 2007-2009 as the measurement station were influenced by emissions from building construction equipment during 2009-2011. The model represents the trend of NO_2 very well for a number of years and the same is true for another street measurement station in Copenhagen (Jagtvej) and the model reproduces measured NO_2 within a few per cent for Jagtvej. Therefore, the model system is expected to be able to predict NO_2 concentrations in the different scenarios years for the different scenarios.

Main Conclusions

H.C. Andersens Boulevard

Modelled NO_2 concentrations decrease from 2011 to 2017 and for H.C. Andersens Boulevard the NO_2 concentration decreases from 47.1 to 35.4 $\mu g/m^3$. The limit value is barely exceeded on H.C. Andersens Boulevard in 2015 (40.54 $\mu g/m^3$). An exceedance is registered if the value 40.5 is exceeded as the limit is 40 $\mu g/m^3$ as an integer. The limit value will not be violated in 2017 on H.C. Andersens Boulevard. On the contrary, the analysis shows that it will be very difficult to avoid exceedances in 2013 as the NO_2 concentration at H.C. Andersens Boulevard is 44,7 $\mu g/m^3$ in the reference scenario. All scenarios except base scenario 1A will reduce NO_2 concentrations at H.C. Andersens Boulevard leading to no exceedances of the limit value in 2015.

The analysis of the individual measures showed that the impact of the van scenario (2A/2B) was less than expected as it is the regulation of passenger cars that primarily reduces NO_2 emissions in the combined passenger cars and vans scenario (3A/3B). Although scenario 3A/3B replaces older diesel vans with newer ones, the newer ones have higher direct NO_2 emissions resulting in less reduction in NO_2 emissions than may be expected from the overall contribution of diesel vans to NO_x emissions. NO_x emissions are $NO+NO_2$ emissions and the direct NO_2 emission denotes the fraction of NO_x that is emitted as NO_2. In the atmosphere NO is converted to NO_2 in reactions with ozone. The van scenario 2A reduces NO_x emissions by 3 % and including promotion of Euro 6 (2B) by 6 %.

The variant scenarios showed no impact of moving the limit of Euro 1 for petrol-powered vans to either Euro 0 (4A-a and 4B-a) or Euro 2 (4A-b and 4B-b) because there are few petrol-powered vans left in 2015, and they only contribute with 0.27 % of NO_x emissions.

There is a minor negative impact of moving the Euro 1 limit to Euro 0 for petrol-powered passenger cars (4A-c and 4B-c) in 2015 since Euro 0 and Euro 1 still contribute to 3.5 % of NO_x emissions. The reason is that when Euro 0 and Euro 1 petrol-powered passenger cars are banned they are replaced by petrol- and diesel-powered passenger cars where the diesel cars have higher emissions than the petrol cars.

There is a minor positive impact of moving the limit of Euro 1 to Euro 2 for petrol-powered passenger cars (4A-d and 4B-d) as NO_x emissions decrease 2 % and NO_2 concentrations decrease 0.3-0.4 $\mu g/m^3$ in 2015.

The effect of retro-fitting SCR on Euro 3 and older buses (4A-e) is marginal as the NO_2 concentration is only reduced by 0.1 $\mu g/m^3$ for both urban buses

and coaches in 2015. The reason for the minor impact is that these buses only contribute to 1.3 % of total NO_x emissions in 2015 since the existing LEZ and environmental requirements to urban bus service have reduced their numbers and replaced them with newer vehicles.

There is a moderate positive effect of retro-fitting SCR on Euro 3 and older trucks (4A-g) as NO_x emissions are reduced by about 4 % and the NO_2 concentration is reduced by 0.9 µg/m^3 i 2015.

There is a larger positive effect of the scenario with 100 % Euro 6 urban buses (4A-h) as NO_x emissions are reduced by about 9 % and the NO_2 concentration is reduced by 1,8 µg/m^3 i 2015.

The scenarios also influence particle exhaust emission but non-exhaust is not affected as traffic levels and speed are assumed constant. In the van scenario (2A/2B) particle exhaust emissions are reduced by 15 % and in passenger car and van scenario (3A/3B) by 28 %. However, this leads to marginal changes in the air quality of $PM_{2.5}$ and PM_{10} due to large contributions from the regional background, non-exhaust and other sources. Scenario 2A/2B (vans) reduces street concentrations by 0.12 µg/m^3 for $PM_{2.5}$ and also 0.12 µg/m^3 for PM_{10} (respectively 0.6 % and 0.4 % of assumed street concentrations in 2015) and scenario 3A/3B (passenger cars and vans) reduces street concentrations by 0.24 µg/m^3 for $PM_{2.5}$ and also 0.24 µg/m^3 for PM_{10} (respectively 1.3 % and 0.8 % of assumed street concentrations in 2015). The benefits to public health of the scenarios may be larger than these small changes indicate since particle exhaust emission is a strong health risk.

99 selected streets

There are 8 modelled exceedances of the NO_2 limit value in 2015 in the base scenario (1A) out of the 99 selected streets with the highest modelled concentration of 44.5 µg/m^3.

The base scenario with promotion of Euro 6 (1B) reduces NO_x emissions by 3 %, NO_2 concentrations by 1,0-1,5 µg/m^3 in relation to the base scenario without promotion of euro 6 (1A) and there are 3 exceedances in this case in 2015.

As en example, there would be no exceedances with implementation of the passenger cars and vans scenario (3A) in combination with 100 % Euro 6 on urban buses (4A-h). Each of these scenarios reduces NO_x emissions by about 9 % in 2015.

The scenario with passenger cars and vans including promotion of Euro 6 (3B) reduces NO_x emission by 13 % (for H.C. Andersens Boulevard) and will just ensure that there are no exceedances on the 99 selected streets in 2015.

Number of affected vehicles

About 2,000-30,000 vans will be affected in the different scenarios, and about 50,000 passenger cars in the main scenario 3A, about 25,000 passenger cars if the limit is shifted from Euro 1 to Euro 0 and about 90,000 passenger cars if the limit is shifted from Euro 1 to Euro 2.

H.C. Andersens Boulevard in Copenhagen

The impact of the different scenarios on street and urban background NO_2 concentrations together with NO_x emission strength for H.C. Andersens Boulevard in Copenhagen is summarized in Table 3.1.

Table 3.1. Modelled NO_x emission strength, NO_2 street and urban background concentrations at H.C. Andersens Boulevard in Copenhagen for the different scenarios

Scenario	Year	Change in NO_x emission strength in rel. to 1A (%)	NO_2 urban background conc. (µg / m^3)	NO_2 street conc. (µg / m^3)	Change in NO_2 street conc. In rel. to A1 (µg / m^3)
1A – Reference					
	2010		20.0	47.4	
	2011		20.0	47.1	
	2013		19.1	44.7	
	2015		17.8	40.5	
	2017		16.1	35.4	
1B (Reference+promotion of Euro 6)					
	2013	-0.3	19.1	44.5	-0.2
	2015	-2.7	17.8	39.4	-1.1
	2017	-3.7	16.1	34.4	-1.0
2A Vans					
	2013	-3.1	19.1	44.6	-0.1
	2015	-3.0	17.8	40.3	-0.2
	2017	-2.9	16.1	35.1	-0.3
2B Vans (+promotion of Euro 6)					
	2013	-3.4	19.1	44.4	-0.3
	2015	-5.7	17.8	39.1	-1.4
	2017	-6.6	16.1	34.0	-1.4
3A Vans+passenger cars					
	2013	-11.0	19.1	42.9	-1.8
	2015	-9.3	17.8	39.0	-1.5
	2017	-8.2	16.1	34.1	-1.3
3B Vans+passenger cars (+promotion of Euro 6)					
	2013	-11.3	19.1	42.7	-2.0
	2015	-12.7	17.8	37.7	-2.8
	2017	-11.9	16.1	33.0	-2.4

The impact of the different variant scenarios on NO_x emission strength and street NO_2 concentrations for H.C. Andersens Boulevard in Copenhagen is summarized in Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Impacts of emission scenarios for H.C. Andersens Boulevard (HCAB) in Copenhagen in 2015 (4Aa-i,4Ba-i) on NO2 street concentrations based regression analysis between emission strengths and NO_2 concentrations

Scenario	Description	Relates to	Change in NO_x emission in %	Change in NO_2 street conc. at HCAB in µg/m^3
4A-a	a: Shift of limit for petrol-powered vans from Euro 1 to Euro 0	2A	0.06 %	0.01
4A-b	b: Shift of limit for petrol-powered vans from Euro 1 to Euro 2	2A	0.11 %	0.02
4A-c	c: Shift of limit for petrol-powered passenger cars from Euro 1 to Euro 0	3A	1.4 %	0.25
4A-d	d: Shift of limit for petrol-powered passenger cars from Euro 1 to Euro 2	3A	-1.6 %	-0.3
4A-e	e: SCR on urban buses (Euro 3 and older)	1A	-0.51 %	-0.10
4A-f	f: SCR on coaches (Euro 3 and older)	1A	-0.58 %	-0.12
4A-g	g: SCR on trucks (Euro 3 and older)	1A	-4.3 %	-0.9
4A-h	h: 100 % Euro 6 for urban buses	1A	-9.1 %	-1.8
4A-i	i: reduced new sales of diesel-powered passenger cars 2013-15	1A	-0.40 %	-0.08
4B-a	a: Shift of limit for petrol-powered vans from Euro 1 to Euro 0	2B	0.06 %	0.01
4B-b	b: Shift of limit for petrol-powered vans from Euro 1 to Euro 2	2B	0.08 %	0.02
4B-c	c: Shift of limit for petrol-powered passenger cars from Euro 1 to Euro 0	3B	1.7 %	0.3
4B-d	d: Shift of limit for petrol-powered passenger cars from Euro 1 to Euro 2	3B	-2.1 %	-0.4
4B-e	e: SCR on urban buses (Euro 3 and older)	1B	-0.53 %	-0.10
4B-f	f: SCR on coaches (Euro 3 and older)	1B	-0.60 %	-0.12
4B-g	g: SCR on trucks (Euro 3 and older)	1B	-4.4 %	-0.9
4B-h	h: 100 % Euro 6 for urban buses	1B	-9.4 %	-1.8
4B-i	i: reduced new sales of diesel-powered passenger cars 2013-15	1B	-0.37 %	-0.07

How the different scenarios relate to the different Euro emission classes is illustrated in Table 3.3. Only A-scenarios are shown as A- and B-scenarios only differ in the way that B-scenarios promote Euro 6.

Table 3.3. Relationship between scenarios and Euro emission classes

						SCR Retrofitting		
	Passenger cars			Vans		Urban bus	Coach	Trucks
	Petrol	Diesel	Petrol	Diesel		Diesel	Diesel	Diesel
Euro 0	3A,4A-c,4A-d	3A,4A-c,4A-d	2A,3A,4A-a,4A-b	2A,3A,4A-a,4A-b		4A-e	4A-f	4A-g
Euro 1	3A 4A-d	3A,4A-c,4A-d	2A,3A 4A-b	2A,3A,4A-a,4A-b		4A-e	4A-f	4A-g
Euro 2	4A-d	3A,4A-c,4A-d	4A-b	2A,3A,4A-a,4A-b		4A-e	4A-f	4A-g
Euro 3		3A,4A-c,4A-d		2A,3A,4A-a,4A-b		4A-e	4A-f	4A-g
Euro 4								
Euro 5		4A-i						
Euro 6		4A-i				4A-h		

Air Quality Assessment for 99 Selected Streets in Copenhagen

Streets that violate the NO_2 limit value in 2015 and the number of exceedances are summarized in Table 2.3.

The base scenario 1A has 8 exceedances that may be reduced to 4 exceedances implementing scenario with passenger cars and vans (3A), and further to 2 exceedances if either the Euro 1 limit is shifted to Euro 2 for petrol-powered passenger cars (4A.d) or trucks (Euro 3 and older) are retro-fitted with SCR. No exceedances would be the case if the passenger cars and vans scenario (3A) was combined with 100 % Euro 6 for urban buses (4A-h).

The base scenario with promotion of Euro 6 (1B) has 3 exceedances. Including the passenger cars and vans scenario (3B) it would just ensure no exceedances in 2015.

The model results were calibrated to measurement for H.C. Andersens Boulevard to reduce the uncertainty on model results and to ensure the correct starting point for the scenarios. However, since model calculations are associated with uncertainties due to uncertainties in the model system and applied data, a safety margin should be applied to increase the likelyhood of compliance with the air quality limit value in 2015.

Table 3.4. Summary of Streets Exceeding NO_2 Limit Value in 2015

Street name	Base (1A)	Vans (2A)	Passenger cars and vans (3A)	Shift Euro 1 limit to Euro 2 for petrol-powered passenger cars (4A-d)	SCR on trucks (Euro 3 and older) (4A-g)	100 % Euro 6 for urban buses (4A-h)	Base (1B)	Vans (2B)	Passenger cars and vans (3B)	Shift Euro 1 limit to Euro 2 for petrol-powered passenger cars (4B-d)
H.C. Andersens Boulevard(2)	44.5	44.1	42.7				43.0	42.5	40.9	
Gyldenløvsgade	44.0	43.6	41.9				42.4	41.8	40.1	
Ågade	42.8	42.5	40.8				41.1	40.6	38.8	
Nørre Søgade	42.1	41.8	40.1				40.4	39.9	38.2	
H.C. Andersens Boulevard(3)	41.4	41.1	39.7				39.9	39.4	37.9	
Bernstorffsgade(2)	41.3	41.1	40.8				40.3	39.9	38.9	
Lyngbyvej(2)	41.0	40.7	38.9				39.1	38.6	36.7	
H.C. Andersens Boulevard(1)*	40.5	40.3	39.0	-0.3	-0.8	-1.8	39.4	39.1	37.7	-0.4
Antal overskridelser	8	7	4	2	2	1[a]	3	3	1[a]	0

*Air quality monitor station. [a]If the overestimated urban background (0.5 µg/m^3, see section 6.4) is included then no exceedances exists in this scenario. An exceedance is registered if the value 40.5 µg/m^3 is exceeded, and is marked with grey background in the table.

4 Scenarier for ren-luftzoner

Fremme af køretøjer med nyere emissionsnormer

I dette kapitel opstilles en række scenarier, hvor forskellige virkemidler er bragt i anvendelse. Virkemidlerne er alene teknologiske virkemidler. Tidligere studier har vist, at disse kan være blandt de mest effektive (Jensen & Ketzel, 2009).

Virkemidlerne bevirker, at flere af de køretøjer, som kører i ren-luftzonen, opfylder nyere emissionsnormer. Herved opnås en emissionsreduktion, da nyere emissionsnormer generelt resulterer i lavere emissioner end ældre. I Bilag 1 og 2 er opsummeret tidspunkter for ikrafttrædelse af de forskellige Euroemissionsklasser og deres emissionsnormer. Der vil generelt være en gevinst for luftkvaliteten, både med hensyn til kvælstofoxider (NO_x) og partikler samt øvrige luftforureninger fra udstødningen ved disse scenarier.

Det er forudsat, at virkemidlerne ikke fører til trafikale ændringer dvs. at det er forudsat, at trafikken hverken stiger eller falder eller at der sker forskydninger mellem køretøjsgrupperne (person-, varebil-, og lastbiler samt busser). Det er endvidere forudsat, at trafikken er konstant i de forskellige scenarieår (2011-17), da trafiktællinger har vist, at trafikken er forholdsvis konstant for de betragtede gadestrækninger. Dette svarer til de samme forudsætninger, som blev lagt til grund ved vurdering af de nuværende miljøzoner (Jensen et al. 2011). Trafiktællinger på kommunegrænsen og søsnittet i Københavns Kommune viser faktisk en svagt faldende tendens de seneste 5 år (Københavns Kommune 2011).

Scenarieår

Scenarieårene er 2013, 2015 og 2017. Disse årstal er valgt for at give et billede af de fremtidige koncentrationsniveauer. Det vurderes, at de mellemliggende år 2014 og 2016 kan findes ved at midle de omkringliggende år. Denne metode er valgt, da det er ressourcekrævende at beregne samtlige scenarier for alle år. Grænseværdien for NO_2 skal overholdes hurtigst mulig og senest i 2015, derfor regnes der på koncentrationsniveauer allerede fra 2013. 2017 er valgt, da den løbende udskiftning af bilparken fører til lavere emission pga. udskiftning til renere og renere emissionsnormer. 2017 vil derfor illustrere, hvor hurtigt koncentrationerne falder efter 2015.

SCR på tunge køretøjer

Der er medtaget emissionsscenarier for SCR (Selective Catalytic Reduction) på tunge køretøjer (lastbiler, rute- og turistbusser). I de hidtidige vurderinger af effekten af SCR (Jensen & Ketzel, 2009) er det antaget, at SCR reducerer NO_x emissionen med 80 % på baggrund af vurderinger fra Trafikstyrelsen, som står for godkendelse af SCR til eftermontering. Nyere forskning viser dog, at ikke alle SCR teknologier er effektive ved lave hastigheder som i bykørsel pga. lav motortemperatur ved lav motorbelastning, da høj effektivitet først indtræder ved omkring 200 grader i udstødningsgassen. Det er derfor vigtig ved eftermontering af SCR på tunge køretøjer, at der sikres en reduktion for NO_x på 80 % under forhold svarende til bytrafik. Dette kan ske ved at stille krav om test af effektivitet ved brug af kørecyklus, som indeholder både kold og varm kørsel fx World Harmonized Test Cycle (WHTC) eller tilsvarende. Der findes tekniske løsninger, som kan hæve temperaturen i SCR systemet under bykørsel fx udstødningsbremsen i motoren, som fører

de relativt kolde udstødningsgasser udenom SCR under tomgang. Hvis denne er lukket under tomgang vil det hæve temperaturen. I effektberegningen af scenarierne er det antaget at SCR reducerer NO_x emissionen med 80 %.

Scenarier i projektet

I projektet er opstillet 6 såkaldte Hovedscenarier (1A, 1B, 2A, 2B, 3A, 3B). B-scenarierne adskiller sig fra A-scenarierne ved, at overgangen til Euro 6-emissionskravet (i det følgende omtalt "fremme af Euro 6") for person- og varebiler er fremmet ved forskellige incitamenter. Fremme af Euro 6 vil resultere i lidt lavere emissioner sammenlignet med A-scenarierne.

Desuden er der foretaget beregninger for en række Variantscenarier (4A-a til 4A-i samt 4B-a til 4B-i).

Scenarie 1A og 1B omtales som Referencescenarier, idet de beskriver den udvikling, der følger af gældende regler – med den forskel, at 1B indebærer fremme af Euro 6.

Alle scenarierne er opsummeret i Tabel 4.1.

Virkemidler i scenarierne

Scenarier 2A / 2B er scenarier for varebiler, hvor dieseldrevne varebiler til og med (t.o.m.) Euro 3 og benzindrevne varebiler t.o.m. Euro 1 ikke må køre i ren-luftzonen. Dvs. at dieselvarebiler skal være Euro 4 eller nyere, og benzinvarebiler skal være Euro 2 eller nyere. Disse krav svarer til en lille skærpelse af de tyske miljøzonekrav for benzindrevne varebiler, idet de tyske miljøzonekrav tillader Euro 1 benzin varebiler.

Scenarie 3A/3B er scenarier for person- og varebiler. Kravene for varebiler er som i scenarier 2A/2B, og kravene til personbiler er, at dieseldrevne personbiler til og med (t.o.m.) Euro 3 og benzindrevne personbiler t.o.m. Euro 1 ikke må køre i ren-luftzonen. Dvs. at dieselpersonbiler skal være Euro 4 eller nyere, og benzinpersonbiler skal være Euro 2 eller nyere. Kravene til personbiler svarer til de tyske miljøzonekrav for personbiler. Disse krav svarer til en lille skærpelse af de tyske miljøzonekrav for benzindrevne person- og varebiler, idet de tyske miljøzonekrav tillader Euro 1 benzin person- og varebiler.

Scenarie 4 dækker over forskellige variantscenarier. Scenarie 4A-a-d og 4B-a-d er forskellige emissionsscenarier, som forudsætter andre krav til benzindrevne person- eller varebiler i stedet for Euro 1, som optræder i hovedscenarierne 2 og 3. I stedet for Euro 1 går grænsen ved Euro 0 eller Euro 2. En grænse ved Euro 0 vil øge emissionen, mens en grænse ved Euro 2 – måske lidt overraskende ved første øjekast – vil resultere i yderligere en smule øget emission i forhold til en grænse ved Euro 1. Forklaringen er, at benzindrevne biler erstattes af mere NO_2-forurenende dieselbiler. 4a-b retter sig mod benzinvarebiler som varianter til scenarie 2. 4c-d retter sig mod benzinpersonbiler som varianter til scenarie 3.

Scenarie 4 indeholder endvidere SCR scenarier med krav om eftermontering af SCR på hhv. rutebusser, turistbusser og lastbiler, som er Euro 3 eller ældre (4A-e-g, 4B-e-g,). De nuværende miljøzoner kræver allerede at tunge køretøjer (lastbiler og busser) skal være Euro 4 eller nyere, dog således at ældre eu-

ronormer (Euro 3 og ældre) er tilladte, hvis de har et eftermonteret lukket partikelfilter (Jensen et al. 2011).

Scenarie 4 indeholder også et scenarie, hvor det antages, at alle rutebusser er Euro 6 (4A-h,4B-h).

Scenarie 4 indeholder endelig et scenarie, hvor nysalg af diesel personbiler reduceres i årene 2013-15 med 5 procentpoint, dvs. fra 48 % til 43 % af alle personbiler. Som resultat reduceres diesel-andelen i hele bilparken af personbiler i 2015 fra 34,1 % til 33,2 % (4A-i,4B-i).

Krav om partikelfilter hvis emissionskrav ikke opfyldes

Der er i de eksisterende miljøzoner mulighed for, at ældre lastbiler og busser kan leve op til kravene ved at eftermontere partikelfilter. I ren-luftzoner kan denne mulighed videreføres for ældre dieseldrevne person- og varebiler.

Middellevetiden for varebiler er væsentlig lavere end for personbiler, ca. 11 år for varebiler og 16 år for personbiler, så det vurderes, at få vil eftermontere et partikelfilter på varebiler.

For ældre dieselpersonbiler forholder det sig sandsynligvis anderledes, da de har længere levetid. De betaler allerede 1.000 kr. i årlig afgift, hvis de ikke har et partikelfilter. Der kan derfor være et større incitament til at eftermontere et partikelfilter, da bilen kan benyttes i sin restlevetid i ren-luftzonen, og den årlige afgift på 1.000 kr. spares. Det er dermed en bedre forretning at eftermontere et partikelfilter. Eksempelvis vil en Euro 3 dieselpersonbil i 2014 være omkring 9-14 år gammel, så det er givet kun Euro 3 dieselpersonbiler, hvor det kunne være interessant at eftermontere et åbent partikelfilter, da ældre Euro biler vil være endnu ældre.

Der foreligger ikke detaljerede beregninger over, hvor mange Euro 3 dieselpersonbiler, som kunne tænkes at få eftermonteret et åbnet partikelfilter.

Som et overslag over følsomheden er der foretaget en emissionsberegning i 2015 for H.C. Andersens Boulevard, hvor det er antaget at 50 % af Euro 3 dieselpersonbilerne sætter partikelfilter på, og endnu ældre personbiler gør ingenting.

Tabel 4.1. Oversigt over de forskellige scenarier for ren-luftzoner

Metode	Referencescenarie 1A	Referencescenarie 1B
1: beregning af luftkvalitet på 99 gadestrækninger i referencescenarierne	Scenarie 1A 'reference' Beregning for år: 2013, 2015, 2017	Scenarie 1B 'fremme af Euro 6' Beregning for år: 2013, 2015, 2017 Dette anvendes som alternativ reference for beregning af effekten af ren-luftzoner som angivet nedenfor. Fremme Euro 6 i nybilsalget for 1½ års salg af varebiler. Det antages, at 2015 er 100 % nybilsalg Euro 6 og i 2014 er det 50 %. (Euro 6 er obligatorisk for varebiler fra 2016) Fremme Euro 6 i nybilsalget for 1½ års salg af personbiler. Det antages, at 2014 og 2015 er 100 % nybilsalg Euro 6 og i 2013 50 %. (Euro 6 er obligatorisk for personbiler 2015)
	2A Varebilscenarie	**2B Varebilscenarie med fremme af Euro 6**
2: beregning af luftkvalitet på 99 gadestrækninger for varebilsscenarie	Ren-luftzone for varebiler til og med (t.o.m.) Euro 3 diesel og Euro 1 benzin på basis af 1A. 2A vurderes i forhold til 1A	Ren-luftzone for varebiler t.o.m. Euro 3 diesel og Euro 1 benzin på basis af 1B. 2B vurderes i forhold til 1B
	3A Person- og varebilscenarie	**3B Person- og varebilscenarie med fremme af Euro 6**
3: beregning af luftkvalitet på 99 gadestrækninger for person- og varebilsscenarie	Ren-luftzone for varebiler (som ovenfor) og for personbiler t.o.m. Euro 3 diesel og Euro 1 benzin på basis af 2A. 3A vurderes i forhold til 1A	Personbiler t.o.m. Euro 3 diesel og Euro 1 benzin på basis af 2B. 3B vurderes i forhold til 1B
	4A Variantscenarier	**4B Variantscenarier med fremme af Euro 6**
4: Emissionsvurderinger for H.C. Andersens Boulevard af effekten af justeringer af ovenstående tiltag for person- og varebiler, og mulige tillægstiltag for tunge køretøjer. Koncentrationsvurdering baseret på statistisk sammenhæng ml. emission og koncentration	a: Som 2A, men skift af grænse for benzinvarebiler i ren-luftzoner fra Euro 1 til Euro 0 b: Som 2A, men skift af grænse for benzinvarebiler i ren-luftzoner fra Euro 1 til Euro 2 c: Som 3A, men skift af grænse for benzinpersonbiler i ren-luftzoner fra Euro 1 til Euro 0 d: Som 3A, men skift af grænse for benzinpersonbiler i ren-luftzoner fra Euro 1 til Euro 2 e: Som 1A, men SCR på rutebusser (Euro 3 og ældre) f: Som 1A, men SCR på turistbusser (Euro 3 og ældre) g: Som 1A, men SCR på lastbiler (Euro 3 og ældre) h: Som 1A, men 100 % Euro 6 for rutebusser i: Som 1A, men reduceret salg af diesel personbiler 2013-15 4A-a-b vurderes i forhold til 2A. 4A-c-d vurderes i forhold til 3A. 4A-e-i vurderes i forhold til 1A	Scenarier som 4A. 4B-a-b vurderes i forhold til 2B. 4B-c-d vurderes i forhold til 3B. 4B-e-i vurderes i forhold til 1B

5 Metode og datagrundlag

5.1 Emissions- og luftkvalitetsvurderinger

Luftkvalitetsvurdering af virkemidler omfatter både en vurdering af virkemidlets effekt for emission og for luftkvaliteten. Da det er ressourcekrævende at gennemføre luftkvalitetsvurdering af samtlige scenarier, er flere af scenarierne (4A-a-i, 4B-a-i) kun vurderet vedrørende emission, og luftkvalitetsvurderingen er baseret på en statistisk sammenhæng mellem NO_x emission og NO_2 koncentration. Emissions- og luftkvalitetsvurdering for alle scenarier er gennemført for H.C. Andersens Boulevard, hvor der findes en målestation, og NO_2 grænseværdien er overskredet. Luftkvalitetsberegningerne er endvidere gennemført for udvalgte scenarier for 99 gadestrækninger i Københavns Kommune og Frederiksberg Kommune.

5.2 Luftkvalitetsvurdering af virkemidler

Luftkvalitetsvurdering af virkemidler har i tidligere rapporter været baseret på 138 gader i København. Det gælder de tidligere rapporter, som NO_2 virkemiddelkatalog (Jensen & Ketzel 2009), miljøzonerapport (Jensen et al. 2011), NOVANA-rapporter (Ellermann et al. 2011) og trængselsrapport (Jensen et al. 2012). I forbindelse med nærværende rapport er der foretaget en justering af den geografiske placering af beregningspunkterne, således at de er i overensstemmelse med de faste trafiktællestationer, som Københavns og Frederiksberg kommuner råder over, således at der sikres det mest repræsentative trafikgrundlag for beregning af luftkvaliteten det pågældende sted. Dette var ikke tilfældet tidligere, hvor det ikke var muligt for alle beregningspunkter at finde trafiktællestationer, som var fuldt ud repræsentative for det pågældende beregningspunkt. De justerede beregningspunkter vil også blive anvendt i de kommende NOVANA-rapporter. Den entydige kobling til de faste trafiktællestationer muliggør også fremover løbende og let opdatering af det trafikale grundlag. Justeringen har betydet, at der nu er 99 gader, som indgår i luftkvalitetsberegningerne.

Trafikdata er således baseret på København og Frederiksberg kommuners faste trafiktællestationer. Der er forudsat konstant trafik i de forskellige scenarieår, da trafiktællinger generelt viser en ret konstant udvikling over årene dog med svagt faldende tendens de seneste 5 år (Københavns Kommune 2011).

Luftkvalitetsvurderingen fokuserer på NO_2, da grænseværdierne herfor overskrides på udvalgte gadestrækninger. Luftkvalitetsvurdering for $PM_{2.5}$ og PM_{10} vil alene blive illustreret for H.C. Andersens Boulevard.

Emissionsvurderinger foretages alene for H.C. Andersens Boulevard, som er en af Danmarks mest befærdede byveje, og som har en målestation, hvor NO_2 grænseværdien overskrides. Emissionsvurderingerne omfatter NO_x, $PM_{2.5}$ og PM_{10}. For partikler vurderes udstødning og ikke-udstødning (dæk-, bremse-, og vejslid samt re-suspension).

Beregningerne gennemføres for 2011 (referenceår) samt 2013, 2015 og 2017. Beregningerne afspejler gennemsnitskoncentrationen for det pågældende år. Det er ikke muligt, at lave en yderligere tidsopløsning fx i måneder, da den bagved liggende emissionsmodel er en årsmodel.

5.3 Luftkvalitetsmodellering

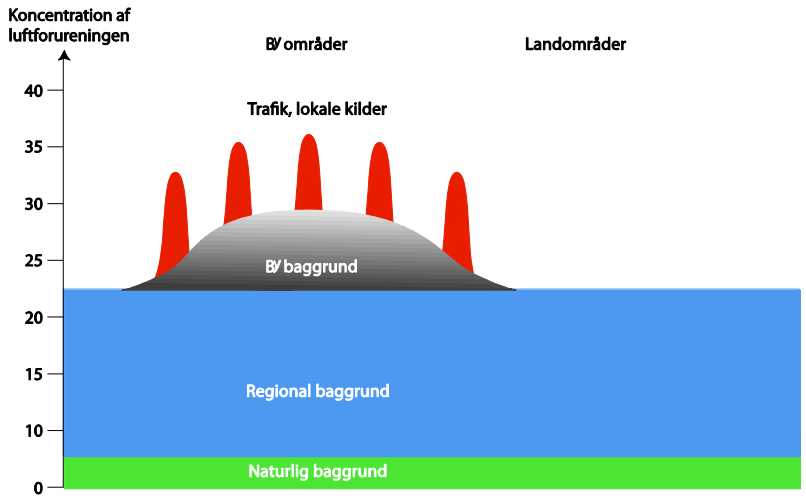
Modelsystem for luftkvalitetsberegninger

Luftkvalitetsberegninger foregår i tre trin. Først beregnes den regionale luftforurening med Danish Eulerian Hemispheric Model (DEHM) (Christensen, 1997; Brandt et al. 2001) som input til en bybaggrundsmodel. Den regionale baggrund repræsenterer koncentrationerne i landområder.

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. Bybaggrundskoncentrationerne er herefter input til gadeberegningerne.

Gadekoncentrationerne beregnes med Operational Street Pollution Model (OSPM) (Berkowicz, 2000b). 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 (Jensen et al., 2001,2009b; Ketzel et al. 2011) (airgis.dmu.dk).

De forskellige bidrag er illustreret i Figur 5.1.



Figur 5.1. Koncentrationen i en gade består af et regionalt bidrag, samt et bybaggrunds- og et gadebidrag. Hvert af disse bidrag beregnes med forskellige luftkvalitetsmodeller hhv. DEHM, UBM og OSPM. AirGIS systemet understøtter beregninger på mange lokaliteter.

5.4 Data til DEHM model

Der anvendes modellerede meteorologiske data fra den meteorologiske model MM5 for 2011.

Emissionsdata til DEHM er baseret på en række europæiske og globale emissionsopgørelser. Emissionsgrundlaget herfor er emissionsdata fra 2008/09. DCE 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. I nærværende projekt har det imidlertid ikke været muligt at inddrage dette. DEHM beregninger er baseret på 1x1 km^2 emissionsdata for Danmark for alle emissionsklasser for 2010 baseret på SPREAD emissionsmodellen (Plejdrup & Gyldenkærne, 2011).

Justering af regionale koncentrationer ud fra trend i målinger

I nærværende projekt har det ikke været muligt at foretage scenarieberegninger af den forventede ændring i den regionale baggrund af NO_2 i scenarieårene 2013, 2015 og 2017, da europæiske og globale emissionsopgørelser ikke umiddelbart foreligger for de forskellige scenarieår.

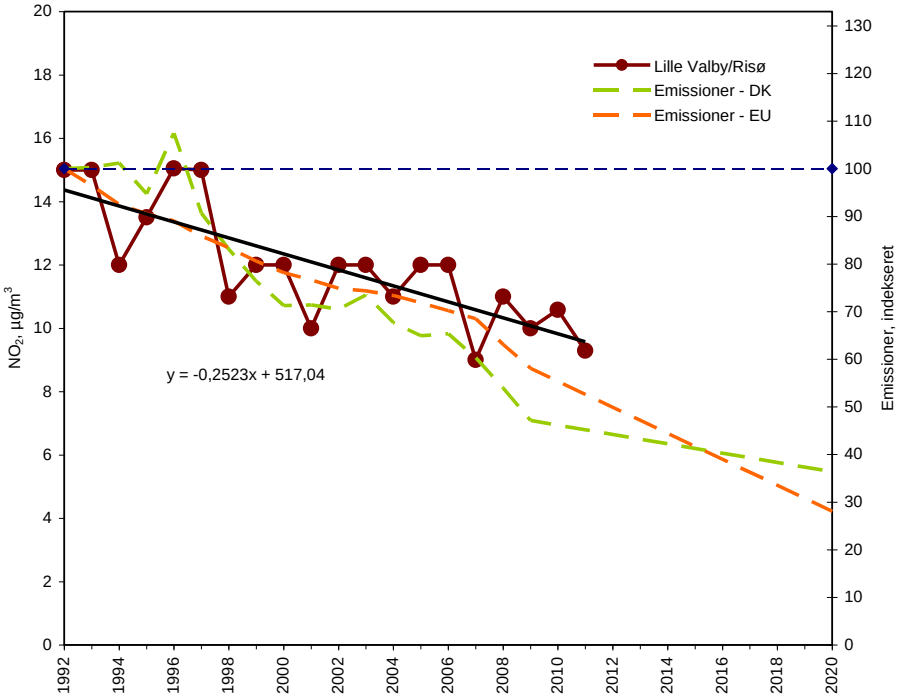
Derfor er udviklingstendensen for den regionale baggrund af NO_2 vurderet ud fra den hidtidige målte udviklingstendens for NO_2 ved den regionale baggrundsmålestation ved Lille Valby/Risø. Som det fremgår af Figur 5.2 er der målt et jævnt fald i koncentrationen af NO_2 for perioden 1992 til 2011 med et årligt fald i koncentrationen på 0,25 µg/m^3 bestemt på basis af en simpel lineær regression. Variationerne fra år til år skyldes hovedsageligt de naturlige variationer i de meteorologiske forhold.

Figur 5.2 viser også udviklingstendens for udledningerne af NO_x for Danmark og for hele EU for perioden 1992-2020. Der ses i perioden 1992-2010 et relativt ens fald i udledningerne fra Danmark og EU, dog med et lidt større fald i Danmark end i EU. Udviklingstendens for koncentrationerne af NO_2 følger faldet i udledningerne af NO_x, hvilket bekræfter, at det er de mange reduktionstiltag, som er hovedårsag til det observerede fald i de regionale koncentrationer af NO_2.

For perioden frem til 2020 forventes fortsat et fald i udledningerne af NO_x i Danmark og EU, hvilket er baseret dels på, at de allerede vedtagne reduktionsforanstaltninger vil føre til yderligere reduktioner i udledningerne i de kommende år og dels på, at der i maj 2012 i forbindelse med revisionen af Gøteborgkonventionen er blevet vedtaget nye nationale emissionslofter gældende for 2020 (www.EMEP.org). Det er disse nationale emissionslofter, som danner basis for den skitserede fremtidige udviklingstendens for udledningerne i Figur 5.2. For Danmark forventes et lidt mindre årligt fald end hidtil observeret, mens der for EU forventes et lidt større årligt fald end hidtil observeret. De danske udledninger har også betydning for koncentrationen af NO_2 i regional baggrund, men spiller dog en mindre rolle end de udenlandske udledninger. Det årlige fald er baseret på en forventning om, at de enkelte lande løbende vil iværksætte de nødvendige reduktionstiltag selv om de principielt kan vente til 2020 med at foretage reduktionerne, da det først er i 2020 de nye emissionslofter skal være overholdt. Som det fremgår af Figur 5.2 er det rimeligt at antage, at den historiske tendens til fald i NO_2 koncentrationen på 0,25 µg/m^3 per år vil fortsætte i de kommende år.

Konkret er det implementeret ved at trække 0,25 µg/m^3 (per år) fra i DEHM tidsserierne. Ozon er ikke justeret, da ozonniveauerne over adskillige år har været konstante i regional baggrund.

I 2015 giver dette omkring 1,0 µg/m^3 lavere regionale NO_2 koncentrationer end hvis der ikke tages hensyn til ovennævnte forhold.



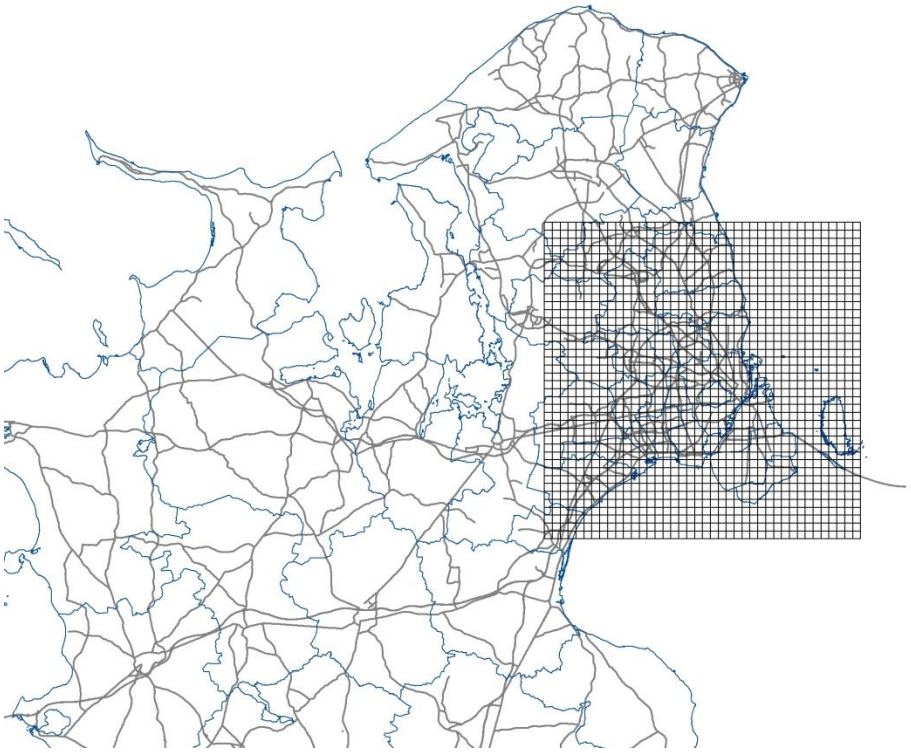
Figur 5.2. Udviklingstendens for den regionale baggrundskoncentration af NO_2 målt ved Lille Valby/Risø. Tendenslinjen er bestemt ved simpel lineær regression. Endvidere angives udviklingstendens for udledningerne af NO_x i Danmark og EU i perioden fra 1992 til 2010 for Danmark og frem til 2009 for EU. Udledningerne er indekseret til 100 i 1992. Den fremtidige udviklingstendens for emissioner for perioden frem til 2020 er baseret på lineært fald i udledningerne svarende til at de nye reviderede nationale emissionslofter for 2020 vil blive overholdt.

5.5 Data til UBM model

UBM beregninger er baseret på 1x1 km² emissionsdata for Danmark for alle emissionskilder (SNAP koder) for de forskellige scenarieår (2011-2017) baseret på SPREAD emissionsmodellen (Plejdrup & Gyldenkærne, 2011). Tidligere beregninger har kun inddraget vejtrafikemissioner, og der var en efterfølgende kalibrering af emissionerne for at afstemme med koncentrationer for bybaggrund på H.C. Ørsted Instituttet.

UBM beregningerne foregår for den præcise placering af de 99 udvalgte gader, hvor det tidligere foregik i midtpunkterne af 1x1 km² celler, hvor de 138 gader var tilknyttet til deres respektive celle.

For et givet UBM beregningspunkt indgår de danske emissioner på 1x1 km², som ligger inden for en afstand af 20 km. Princippet er vist i Figur 5.3 for et enkelt punkt, hvor emissionsgitternettet er 40x40 km². Hvert UBM beregningspunkt har således sit eget emissionsgitternet.



Figur 5.3. Eksempel på emissionsgitternet på 40x40 km^2 (grå kvadrater) for et beregningspunkt for UBM (center af emissionsgitternet). Kommunegrænser (blå streger) i Hovedstadsområdet. Større veje (grå streger)

Kalibrering af UBM i 2011

Da det er vigtigt, at model og målinger passer i udgangspunktet for vurdering af om effekten af tiltag bringer koncentrationerne under grænseværdien er der foretaget en kalibrering, således at DEHM-UBM beregningerne for bybaggrundsstationen på H.C. Ørsted Instituttet i København passer med målinger i 2011.

Kalibreringen foregår ved at foretage en parameterisering af blandingshøjder under 300 m efter en udbredt simpel metode, hvor blandingshøjden afhænger af en konstant og overfladens friktionshastighed (Surface friction velocity, Ustar). De meteorologiske modeller Eta/MM5 er gode til at estimere bladningshøjder, som er over 2-300 meter, men nedenunder er metoden ikke så god. Det betyder ikke noget for den meteorologiske model og DEHM beregninger, men har stor indflydelse på lokalskala, hvor UBM anvendes. Konstanten kan være mellem 500 og 1000, og i parameteriseringen er den sat til 600, hvilket fysisk set er lige så godt som de andre konstanter. Den samme konstant bruges i alle byer, som indgår i NOVANA.

Sammenligning af målinger og modelberegninger for bybaggrund i 2011

DEHM-UBM beregninger for bybaggrundsstationen på H.C. Ørsted Instituttet viser god overensstemmelse for 2011 mellem målinger og beregninger, som det fremgår af Tabel 5.1.

Tabel 5.1. Sammenligning mellem målinger og DEHM-UBM beregninger for 2011 for H.C. Ørsted Instituttet i København (µg/m^3)

	Måling	Model
NO_2	17,5	17,9
NO_x	21,2	20,9
O_3	55,6	53,4

5.6 Data til OSPM

99 udvalgte gader

Placeringen af de 99 udvalgte gader er vist i Figur 5.4. Beregningspunkterne på gaderne er repræsentative for en trafiktællestation på samme strækning. I forhold til de tidligere 138 gader er 39 beregningspunkter nedlagt. Det er sket de steder, hvor der ikke kunne findes en repræsentativ trafiktællestation for det pågældende beregningspunkt. 29 beregningspunkter er identiske med tidligere beregningspunkter, da der var en repræsentativ trafiktællestation på den pågældende strækning. 65 beregningspunkter er flyttet geografisk i forhold til det oprindelige beregningspunkt, men inden for den samme vejstrækning. 5 beregningspunkter er flyttet til en anden nærtliggende gade, da der ikke var nogen repræsentative trafiktællestation på den pågældende strækning.

Figur 5.4. Placering af 99 beregningspunkter (røde prikker) i Københavns Kommune og Frederiksberg Kommune. Kommunegrænser (blå streger) og større veje (grå streger).

De 10 trafiktællestationer med den højeste trafik er alle repræsenteret ved beregningspunkter, og de udvalgte beregningspunkter er således dækkende for de steder i København, hvor der er talt mest trafik. Der er i alt 275 trafiktællestationer i København og på Frederiksberg, som indgår i regelmæssige manuelle trafiktællinger.

Beregningshøjde

Beregningshøjden er sat til 2 m, og der beregnes ved husfacaden på begge sider af vejen, hvor den maksimale koncentration anvendes. Ved ensidet bebyggelse er det koncentrationen ved husfacaden.

Trafikoplysninger

OSPM kræver, at trafikdata fra en vejstrækning beskrives ved årsdøgntrafikken (ÅDT), køretøjsfordelingen (person-, vare-, lastbiler og busser), rejsehastigheden og trafikkens døgnfordeling samt koldstarts-andele. Herudover kræves oplysninger om gadegeometrien.

ÅDT og tungandel (%) er oplyst i trafikdata fra Københavns Kommune (Københavns Kommune 2011), som dækker trafiktællinger frem til 2010. Tungandelen dækker over små og store lastbiler samt busser. For ÅDT er anvendt et gennemsnit over de sidste tre års trafiktællinger, og hvis der ikke var data for disse år, så den seneste trafiktællinger. Samme princip er anvendt for tungandelen.

Tungandelen (%) er talt i perioden kl. 6-18 før 2009 og kl. 7-19 efter 2009 på hverdage. Denne procentsats er omregnet til en gennemsnitlig tungandel for hele ugen, idet tungandelen er lavere i weekenden. På baggrund af trafikoplysninger fra H.C. Andersens Boulevard er der dannet en skaleringsfaktor fra hverdage kl. 6-18 til hverdage kl. 0-24 (faktor 0,91), og fra hverdage kl. 0-24 til weekend (lørdag og søndag) (faktor 0,33). De beregnede procenter er vægtet til et ugentligt gennemsnit ud fra antallet af uge dage.

Køretøjsfordelingen mellem personbiler, varebiler, lastbiler<32t, lastbiler >32t og busser er beregnet på følgende måde. Varebiler er antaget at udgøre 15 %, som var gennemsnittet i Miljøzoneprojektet (Jensen et al. 2011), og fordelingen mellem lastbiler<32t, lastbiler >32t og busser antages at være som gennemsnittet i Miljøzoneprojektet (Jensen et al. 2011) dvs. 40,0 % for lastbiler<32t, 15,5 % for lastbiler > 32t og 44,5 % busser. Den procentvise fordeling af køretøjskategorierne er afstemt for personbilerne, så køretøjsfordelingen summer op til 100 %. Det vil fremover være muligt at få de manuelle trafiktællinger for de 99 udvalgte gader, således at køretøjsfordelingen kan baseres på disse oplysninger, hvilket vil give mere præcis information om varebiler og fordelingen mellem den tunge trafik. Den anvendte metode vurderes dog at give et rimeligt godt estimat af emissionen for den pågældende gade, da ÅDT og tungandelen tilsammen beskriver emissionen godt.

Tre gader har oplysninger om taxier i forbindelse med de manuelle trafiktællinger, og der er derfor genereret en særlig trafikfil for disse. Det drejer sig om H.C. Andersens Boulevard, Jagtvej og Åboulevard.

Koldstart, døgnfordeling og hastighed

Andelen af biler med kolde motorer vil påvirke NO_x emissionen. I forbindelse med emissionsberegninger i OSPM anvendes forskellige OSPM gadetyper, som også indeholder antagelser om andelen af koldstart. For H.C. Andersens Boulevard er der antaget en fordeling som for "Indfaldsveje til store byer" (Type F), hvor koldstartsandelen næsten 7 % hele døgnet. For øvrige gader afhænger OSPM gadetypen af Kort- og Matrikelstyrelsens klassificering af vejtypen (Jensen et al 2009a). OSPM gadetypen beskriver også trafikkens døgnfordeling og hastigheden.

Trafikken på H.C. Andersens Boulevard

Der er gjort en ekstra indsats for at tilvejebringe det bedste trafikale grundlag for H.C. Andersens Boulevard, da denne vej har en målestation, hvor grænseværdien for NO_2 er overskredet. Der eksisterer desværre ikke en trafiktællestation som med sikkerhed kan siges at være repræsentative for trafikken ud fra målestationen. Københavns Kommune har tilkendegivet at de er indstillet på fremover at inkludere H.C. Andersens Boulevard ud for målestationen samt Jagtvej ud for målestationen i deres faste trafiktælleprogram.

Der eksisterer kun en manuel trafiktælling ud fra målestation på H.C. Andersens Boulevard en hverdag i oktober i 2003 og natten mellem lørdag og søndag ligeledes i oktober 2003.

For ÅDT har vi antaget at udviklingen i trafikken på H.C. Andersens Boulevard ved Jarmers Plads og Langebro er repræsentativ, hvor der i gns. har været et fald i trafikken på 11 % siden 2003.

For køretøjsfordelingen er der foretaget en reanalyse af det oprindelige data og her er kombineret med trafikdata fra Åboulevard. Reanalysen har bl.a. resulteret i lidt lavere taxiandel og lidt lavere varebilsandel end forudsat i Miljøzoneprojektet.

Endvidere er antallet af busser som passerer målestedet kortlagt ud fra buslinjer og køreplaner. Der er følgende buslinier: 12, 14, 26, 33, 94N.

I Miljøzoneprojektet blev der antaget 1,23 % af trafikken er busser (rute- og turistbusser). Hvis man tager den talte fordeling i 2003 og skønnet trafik fra 2011 giver det 135 rutebusser og 496 turistbusser, i alt 631 busser.

Efter optælling via buslinjer er der på ugebasis 630 rutebusser dvs. uden at tage hensyn til at der også er turistbusser. Talte rutebusser svarer til 1,22 % af trafikken ved en ÅDT på 51.500, og vi antager at både rute- og turistbusser udgør 1,23 %. Vi undervurderer derfor andelen af busser.

Forholdet i den nationale statistik er 71 % rutebusser og 29 % turistbusser, hvis vi antager at denne fordeling også gælder for HCAB bliver rute- og turistbusser i alt 1,72 %. Fordelt på hhv. rute- og turistbusser er det 1,22 % rutebusser og 0,50 % turistbusser.

Procentdelen for lastbiler forudsættes som målt i 2003, da dette er det bedste data som foreligger. Tungandelen (både lastbiler og busser) blev i 2003 målt til 5,4 %, hvilket er væsentligt lavere end for Jarmers Plads (7,7 %) og Langebro (6,8 %) i 2003. Nyere tungandele, og derfor også lastbilandel, for Jarmers Plads og Langebro vurderes derfor ikke at være repræsentativ for H.C. Andersens Boulevard ved målestationen. For både Jarmers Plads og Langebro ser der ud til at være en faldende tendens for tungandel, men denne er mere usikker end ÅDT, da tungandelen afhænger af ruter for rutebusser og det statistiske grundlag er mindre.

ÅDT og køretøjsfordelingen er opsummeret i de seneste projekter i Tabel 5.2

Tabel 5.2. Sammenligning af ÅDT og køretøjsfordelingen (%) for H.C. Andersens Boulevard under forskellige forudsætninger

	Oprindelig Talt i 2003	**Miljøzone** Talt i 2003 i komb. med tællinger på Åboulevard i 2010	**Renluft-zone** Reanalyse af talt i 2003 i komb. med Åboulevard 2010 samt fald i ÅDT ud fra trend på Jarmers Plads og Langebro, samt talt busser ud fra køreplan
Personbil	78,1	73,2	76,4
Taxi	9,0	9,3	7,5
Varebil	9,1	14,3	11,4
Lastbil < 32 t	2,1	1,2	2,6
Lastbil 2 > 32 t	0,3	0,6	0,35
Bus	1,4	1,5	1,7
I alt	100	100,0	100,0
Tungandel	3,8	3,3	4,7
ÅDT	59.900	58.050	51.500

Gadekonfiguration

AirGIS er anvendt til at genregne gadekonfigurationsdata for alle beregningspunkterne. I denne forbindelse fås også information om rejsehastighed og typen af trafikkens døgnfordeling, som er indlagt på vejnettet. Trafikkens døgnvariation og døgnvariation af koldstartandele er baseret på standard fordelinger herfor ud fra gadetypen (Jensen et al. 2009a).

Den justerede gadekonfiguration for de 10 gader, som indgik i evalueringen af OSPM ved sammenligning mellem modelberegninger og passive NO_2 målinger, er anvendt (Ellermann et al. 2012). To af disse indgår dog ikke i de nye 99 beregningspunkter pga. af manglende repræsentative trafiktællestationer (Sydhavnsgade og Nordre Fasanvej (5)).

COPERT 4 emissionsmodel

COPERT 4 emissionsmodul er implementeret i OSPM modellen. COPERT 4 er en Europæisk emissionsmodel, som i Danmark og mange andre EU medlemslande benyttes til beregning af nationale emissioner. Denne model kræver information om bilparken og dens fordeling på køretøjskategorier, brændstoftype, og emissionsnormer. Den seneste revision af COPERT 4 (version 9) er implementeret i emissionsmodulet baseret på referencen *EEA* (2010). Tilsvarende er ny statistik for bilparkens sammensætning på disse vægtkategorier implementeret i emissionsmodulet baseret på national statistik om bilparken fra DTU Transport.

Emissionsmodulet for OSPM er blevet opdateret med de seneste bilparks- og emissionsdata fra 2011 samt prognose for 2013, 2015, og 2017, hvilket har medført flere Euro 5 diesel person- og varebiler grundet nedslag i registreringsafgiften. Dette vurderes at have resulteret i omkring 2 % mindre NO_x emission for diesel person- og varebiler. Flere Euro 6 tunge køretøjer har ligeledes reduceret NO_x emissionen, som er faldet med omkring 10 % for de tunge køretøjer. Den samlede emissionsreduktion af denne opdatering er omkring 5 % mindre NO_x emission, hvilket svarer til et fald i NO_2 koncentrationen på omkring 0,7 $\mu g/m^3$ i 2015.

Effekten af den nuværende miljøzone er implementeret i referencescenarierne med samme metode som i miljøzonerapporten (Jensen et al. 2011)

I partikelemissionen er inkluderet både partikeludstødningen og ikke-udstødningen for $PM_{2.5}$ og PM_{10}. Ikke-udstødning omfatter dæk-, vej-, bremseslid og ophvirvling af støv. Vejsalt er ikke inkluderet i modellen.

Dieselandel

Dieselandelen har været stigende de seneste år, og i den nationale statistik og fremskrivning antages det eksempelvis, at dieselandelen for personbiler er 26 % i 2011 og 34 % i 2015, og dieselandelen for varebiler er 90 % i 2011 og 93 % i 2015.

Direkte NO_2 andel

For et tiår siden var den andel af NO_x (summen af NO og NO_2), der udsendes fra den samlede biltrafik i form af NO_2 ("den direkte NO_2 fraktion"), på et niveau omkring 5-10 %. Den direkte NO_2 fraktion har været stigende de seneste år. Dette er en af grundene til, at NO_2 koncentrationen i gader ikke falder så hurtigt selvom emissionen af NO_x er reduceret væsentligt. Stigningen i den direkte NO_2 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_2. Endvidere bidrager visse typer af partikelfiltre til øget direkte NO_2 udslip. Den direkte NO_2 fraktion er implementeret i emissionsmodulet med separate værdier for de enkelte køretøjskategorier og emissionsklasser. Det er kun den samlede NO_x emission, der er grænseværdier for i Euronormerne, og den direkte andel af NO_2 reguleres ikke.

Forudsætningerne for den direkte NO_2 andel for de forskellige køretøjsgrupper og Euroklasser er baseret på COPERT 4 modellen og er vist i Tabel 5.3.

Tabel 5.3. Direkte NO_2 andel i procent for de forskellige køretøjsgrupper og Euroklasser

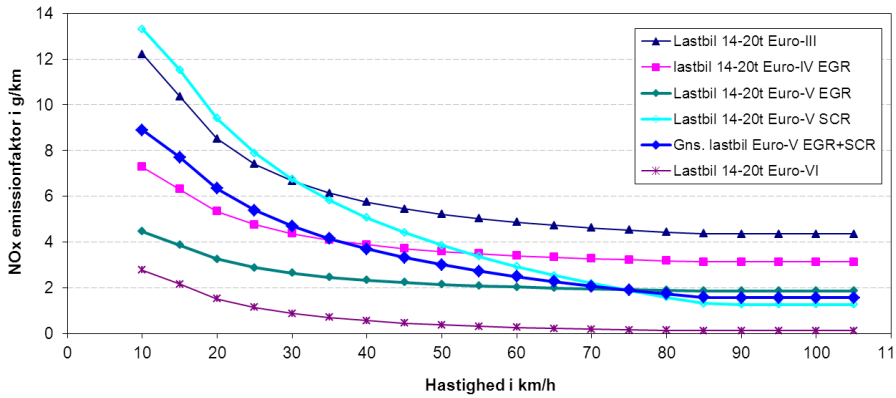
	Før EURO	Euro I	Euro II	Euro III	Euro IV	Euro V	Euro VI
Benzin personbiler	4	4	4	3	3	3	2
Diesel personbiler inkl. taxi	11	11	11	25	55	40	20
Benzin varebiler	4	4	4	3	3	3	2
Diesel varebiler	11	11	11	25	55	40	20
Diesel lastbiler	11	11	11	22	14	10	10
Diesel busser	11	11	11	22	14	10	10

Effektivitet af SCR ved bykørsel

Emissionsdata fra den opdaterede COPERT 4 (version 9) database for 2011 viser, at Euro 5 tunge køretøjer har langt højere emissioner for bykørsel end hidtil antaget. Den samme konklusion gælder også for den tyske emissionsmodel for vejtrafik (HBEFA emission factors) (Graz University of Technology, 2009). Euro 5 tunge køretøjer har enten EGR (Exhaust Gas Recirculation) eller SCR (Selective Catalytic Reduction). Nyere forskning viser dog, at ikke alle SCR teknologier er effektive ved lave hastigheder som i bykørsel pga. lav temperatur ved lav belastning. Dette skyldes, at kørsel ved lave hastigheder ikke giver den nødvendige temperatur til at SCR katalysatoren virker effektivt. En høj effektivitet opnås først ved en udstødningstemperatur på omkring 200 grader. Dette betyder, at der reelt ikke er nogen gevinst ved at gå fra Euro 4 til Euro 5 for de tungekøretøjer ved bykørsel, men dog ved højere hastigheder fx landevejs- og motorvejskørsel. Hvis man alene ta-

ger udgangspunkt i emissionsnormerne burde der kunne forventes en reduktion i emissionen fra Euro 4 til Euro 5, når man alene ser på, at NO_x emissionskravene er blevet skærpet fra Euro 4 til Euro og direkte NO_2 er den samme, men dette er tilsyneladende ikke tilfældet for alle SCR ved bykørsel. EGR har ikke det samme problem som SCR ved bykørsel. De tunge køretøjer består af omkring 50 % SCR og 50 % EGR for Euro 5. I praksis betyder det, at den gennemsnitlige emissionsfaktor for tunge køretøjer er omtrent den samme for Euro 4 og 5, og i OSPM er det implementeret således at emissionsfaktorerne for Euro 4 og 5 er ens.

Problemet med manglende effektivitet af SCR ved lave hastigheder er illustreret i Figur 5.5.



Figur 5.5. Illustration af manglende effektivitet af SCR (Selective Catalytic Reduction) ved lave hastigheder baseret på COPERT 4 (version 9) emissionsmodellen for en dieseldrevet lastbil 14-20 t. EGR står for Exhaust Gas Recirculation.

Da nogle SCR systemer har vist sig ikke at være effektive i bykørsel pga. lav belastning af motoren ved lave hastigheder og dermed for lave motortemperaturer til at SCR virker effektivt, er det vigtig, at der stilles krav om dokumentation for at eftermonteret SCR i ren-luftzoner leverer en reduktion på 80 % også i bytrafik.

5.7 Sammenligning af målinger og modelberegninger for H.C. Andersens Boulevard og Jagtvej i 2011

H.C. Andersens Boulevard

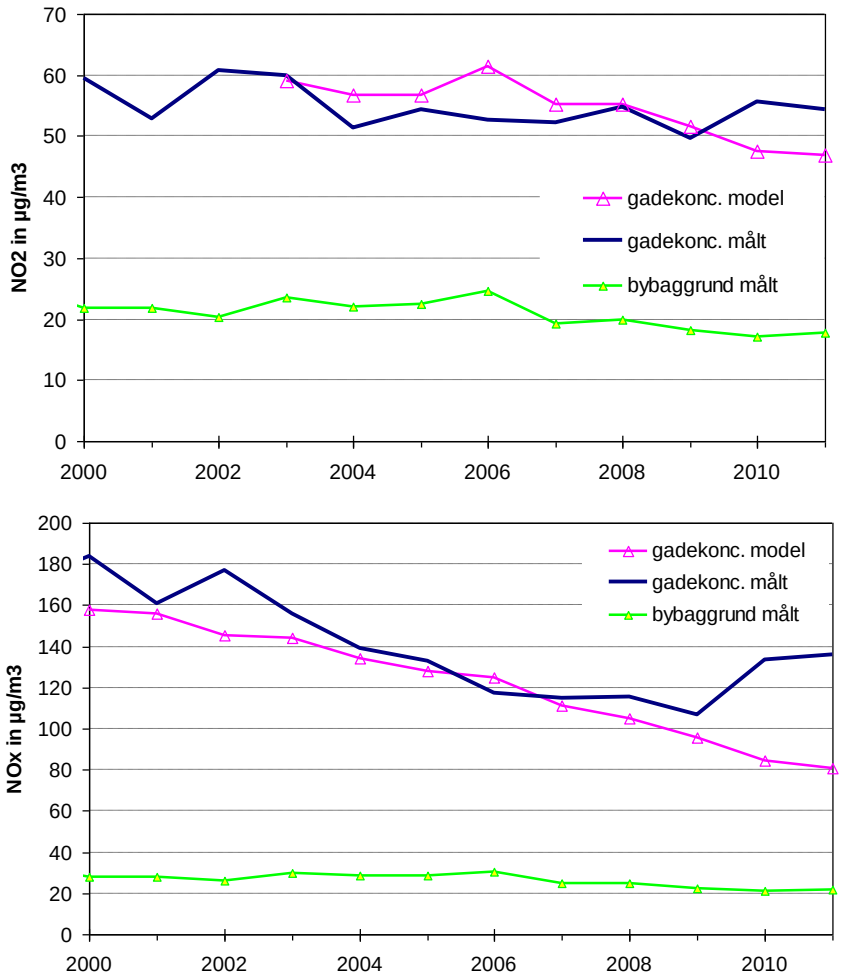
Beregninger af NO_x og NO_2 årsmiddelkoncentrationer er gennemført for H.C. Andersens Boulevard fra 2000 til 2011, se Figur 5.6.

Bybaggrundsberegningerne for H.C. Andersens Boulevard er baseret på målte bybaggrundskoncentrationer på H.C. Ørsted Instituttet, men efterfølgende korrigeret for at tage højde for at bybaggrundskoncentrationerne er højere nær H.C. Andersens Boulevard i forhold til H.C. Ørsted Instituttet. For NO_x er adderet 3 µg/m^3 og for NO_2 2 µg/m^3 pba. UBM beregninger.

Som det fremgår af Figur 5.6 er der en stigning i 2010 og 2011 for NO_2, som ikke følger det generelle fald i NO_2, og som heller ikke ses på Jagtvej (Figur 5.7). Analyser har tidligere vist, at H.C. Andersen Boulevard i 2010 og 2011 er væsentligt påvirket af NO_x emissioner i forbindelse med byggeri ved Industriens Hus og på Rådhuspladsen. Indledende analyser har vist, at dette måske kan være i størrelsesordenen 6 µg/m^3 (Ellermann et al. 2012).

For at opnå en bedre sammenhæng mellem målte og beregnede årsmiddelkoncentrationer set over hele perioden fra 2003 til 2011 er der derfor blevet lavet en simpel empirisk skalering af modelberegningerne for HCAB ved at benytte en modelgadebredde på 60 m, således at model og målinger passer med målinger i 2007-2009, hvor målinger antages ikke at være påvirket af byggeri. I denne sammenhæng er det fornuftigt at foretage en justering, da vi er interesseret i, at model og målinger passer helt overens i udgangspositionen. Justeringen kunne også have taget udgangspunkt i andre parametre. Det vigtigste er, at kalibreringen er foretaget således at modellen passer overens med målinger i udgangssituationen for scenarieberegningerne.

Grænseværdien for NO_2 på 40 µg/m^3 gældende fra 2010 er overskredet i både 2010 og 2011.



Figur 5.6. Sammenligning af målinger og beregninger af NO_x og NO_2 årsmiddelkoncentrationer for H.C. Andersens Boulevard fra 2000 til 2011. Der er antaget jævnt faldende trafik med 11 % fra 2003 til 2011 svarende til tendensen i trafikmålinger på tilstødende gader på Jamers Plads og Langebro.

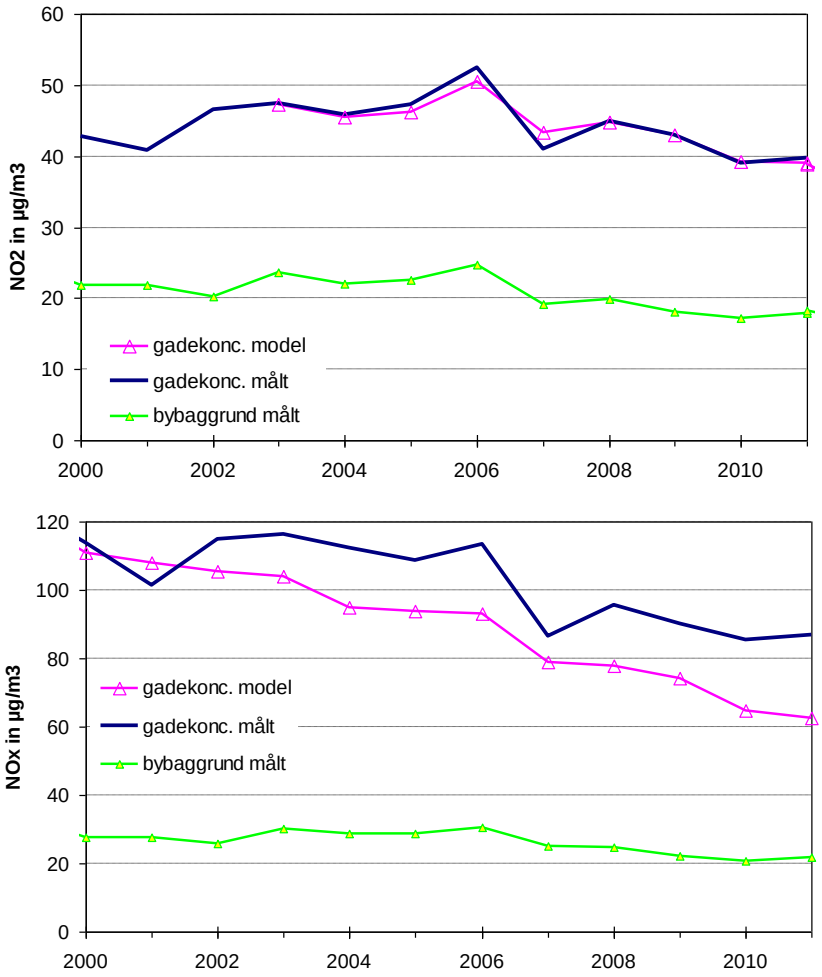
Jagtvej

Beregninger af NO_x og NO_2 årsmiddelkoncentrationer er gennemført for Jagtvej fra 2000 til 2011, se Figur 5.7. Målte bybaggrundskoncentrationer på H.C. Ørsted Instituttet er anvendt, da denne bybaggrundsmålestation er repræsentativ for Jagtvej.

Som det ses er der god overensstemmelse mellem målinger og beregninger for en lang årrække.

Grænseværdien for NO_2 på 40 µg/m^3 i 2010 overholdes lige præcis i 2010 og 2011.

Modellen giver desværre 20-30 % for lidt for NO_x i forhold til målingerne på Jagtvej, mens den samme undervurdering ikke ses på H.C. Andersens Boulevard. Dette er et kendt problem, som det vil kræve omfattende analyser at forklare hvorfor, og som ikke ligger inden for ressourcerne af nærværende projekt.



Figur 5.7. Sammenligning af målinger og beregninger af NO_x og NO_2 årsmiddelkoncentrationer for Jagtvej fra 2000 til 2011. Der er antaget konstant trafik i perioden, så udviklingen i beregnede koncentrationer afspejler ændringer af emission og meteorologi.

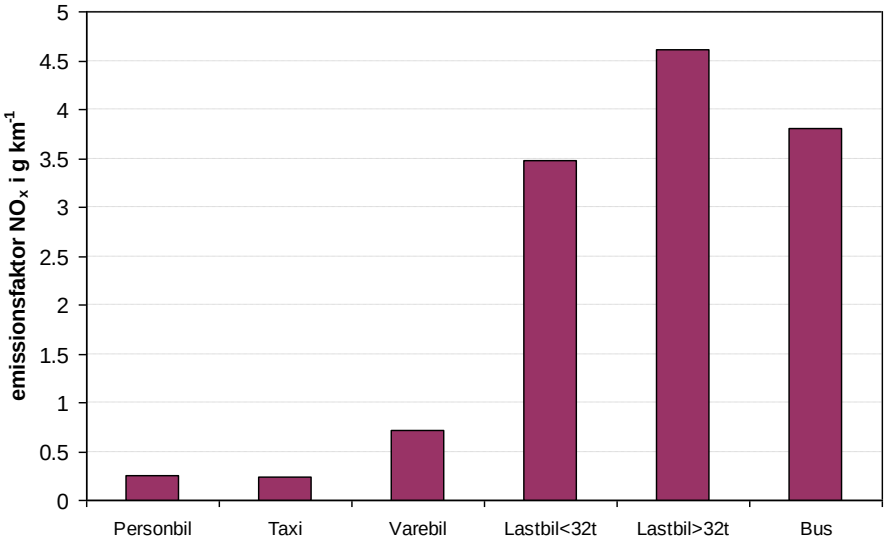
6 Emissions- og luftkvalitetsvurdering for H.C. Andersens Boulevard

H.C. Andersens Boulevard påkalder sig speciel opmærksomhed, da målinger viser at grænseværdien for NO_2 på 40 µg/m^3 er overskredet i både 2010 og 2011. Der er derfor gjort detaljeret rede for, hvor meget de enkelte køretøjskategorier og Euroklasser bidrager med, og hvad effekten er af de forskellige scenarier både for NO_x emissionen og NO_2 koncentrationen.

6.1 NO_x kildeopgørelse

Hvor meget de enkelte køretøjsgrupper bidrager med af emission, og hvor meget de enkelte Euroemissionsklasser bidrager med har betydning for, hvor meget et givet virkemiddel vil reducere emissionen og dermed forbedre luftkvaliteten. De forskellige bidrag er beskrevet i det følgende med udgangspunkt i H.C. Andersens Boulevard i 2015 i referencescenariet (1A).

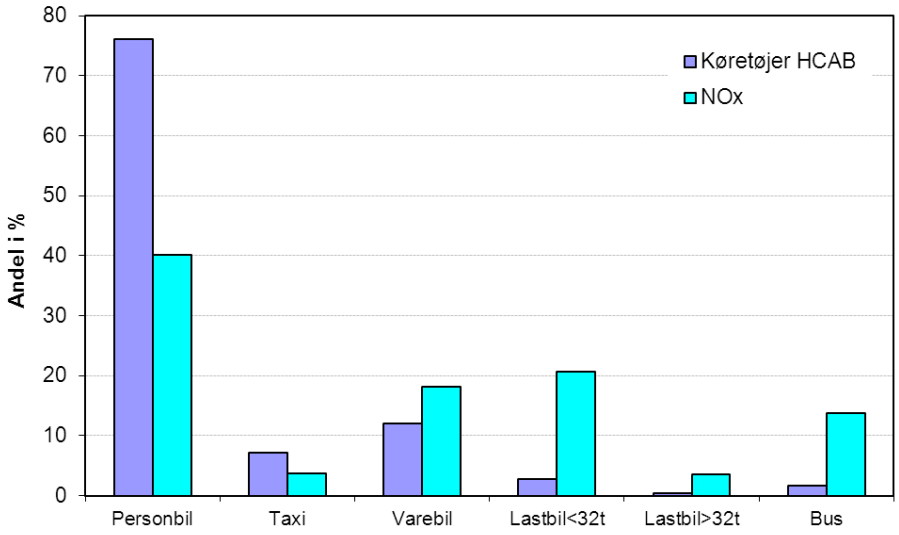
Emissionsfaktorerne (NO_x udledning per kørt km) er meget forskellige for de forskellige køretøjskategorier, som det fremgår af Figur 6.1.



Figur 6.1. NO_x emissionsfaktorer for de forskellige køretøjskategorier på H.C. Andersens Boulevard i 2015 i referencescenariet (1A).

Figur 6.1 viser, at NO_x emissionen er omkring 10 gange så høj per kørt km for de tunge køretøjer i forhold til personbiler og taxier. Varebiler har omkring 3 gange så høje emissionsfaktorer som personbiler og taxier.

Det samlede bidrag til NO_x emissionen afhænger ud over af emissionsfaktorerne også af køretøjssammensætningen, som det fremgår af Figur 6.2



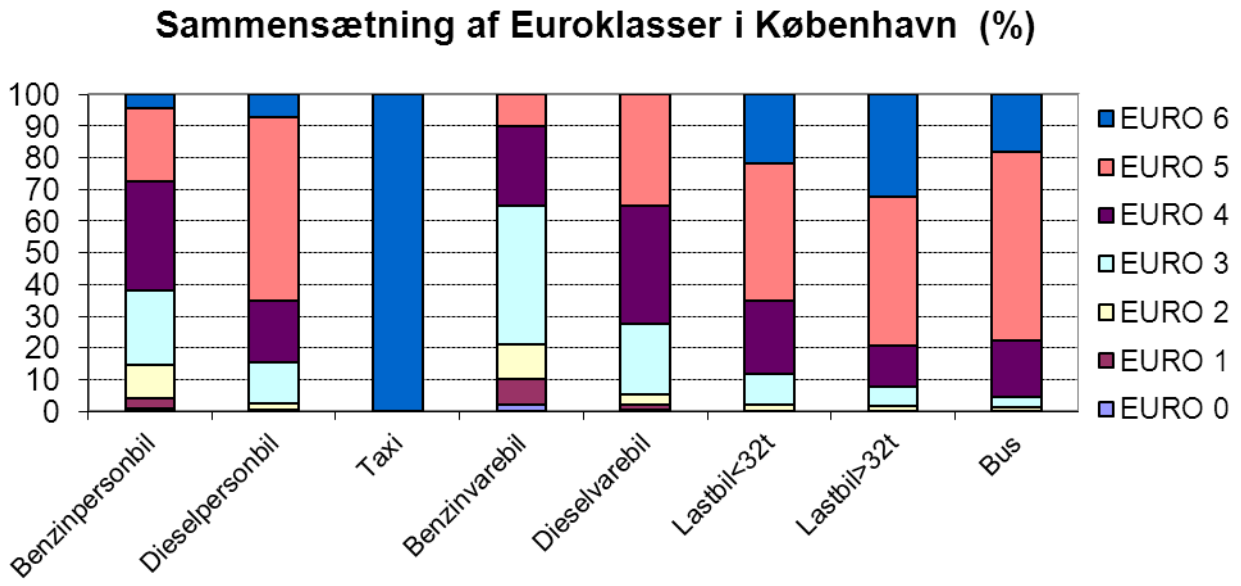
Figur 6.2. Køretøjsfordeling og køretøjskategoriernes bidrag til NOx emissionen på H.C. Andersens Boulevard i 2015 i referencescenariet (1A).

Køretøjsfordelingen på H.C. Andersens Boulevard er omkring 76 % personbiler, 8 % taxier, 11 % varebiler og 5 % tunge køretøjer. Køretøjskategoriernes bidrag til NO_x emissionen er omkring 40 % for personbiler, 4 % for taxier, 18 % for varebiler og 38 % for de tunge køretøjer. For de tunge køretøjer står lastbiler for omkring 24 procentpoint og busser for 14 procentpoint.

Busser andrager 14 % af NO_x emissionen. Hvis vi antager at fordelingen på H.C. Andersens Boulevard er som det nationale gennemsnit dvs. 71 % rutebusser og 29 % turistbusser, og tager hensyn til at bybusser ifølge COPERT 4 har omkring 20 % højere NO_x emission i forhold til turistbusser får vi, at rutebusser bidrager med omkring 10 procentpoint og turistbusser med omkring 4 procentpoint .

I forhold til tidligere vurderinger i Miljøzoneprojektet (Jensen et al. 2011) bidrager de tunge køretøjer mere til NO_x emissionen, da emissionen fra Euro 5 ved bykørsel regnes højere i den opdaterede version af COPERT 4 end tidligere, og Euro 5 andrager en betydelig del af de tunge køretøjer i 2015.

De enkelte køretøjskategorier består af forskellige Euroemissionsklasser med forskellige emissionsfaktorer, og er yderligere opdelt på benzin og diesel, se Figur 6.3.



Figur 6.3. Fordeling af Euroklasser på de forskellige køretøjskategorier i 2015 i København.

I 2015 er der omkring 66 % benzinpersonbiler og 34 % dieselpersonbiler. Andelen af Euro 5 og 6 er større for dieselpersonbiler end benzinpersonbiler, da en stigende del af nysalget de seneste år har været dieselbiler. Der er ikke indregnet elbiler, da de forventes at udgøre en meget lille andel af bilparken i 2015.

Taxier er kun Euro 6 i 2015 pga. af loven om grønne taxier.

Fordelingen mellem varebiler i 2015 er, at benzinvarebiler kun udgør omkring 7 % og dieselandelen 93 %. Der er ligeledes flere Euro 4 og 5 dieselvarebiler end benzinvarebiler, da en stigende del af nysalget har været dieselbiler.

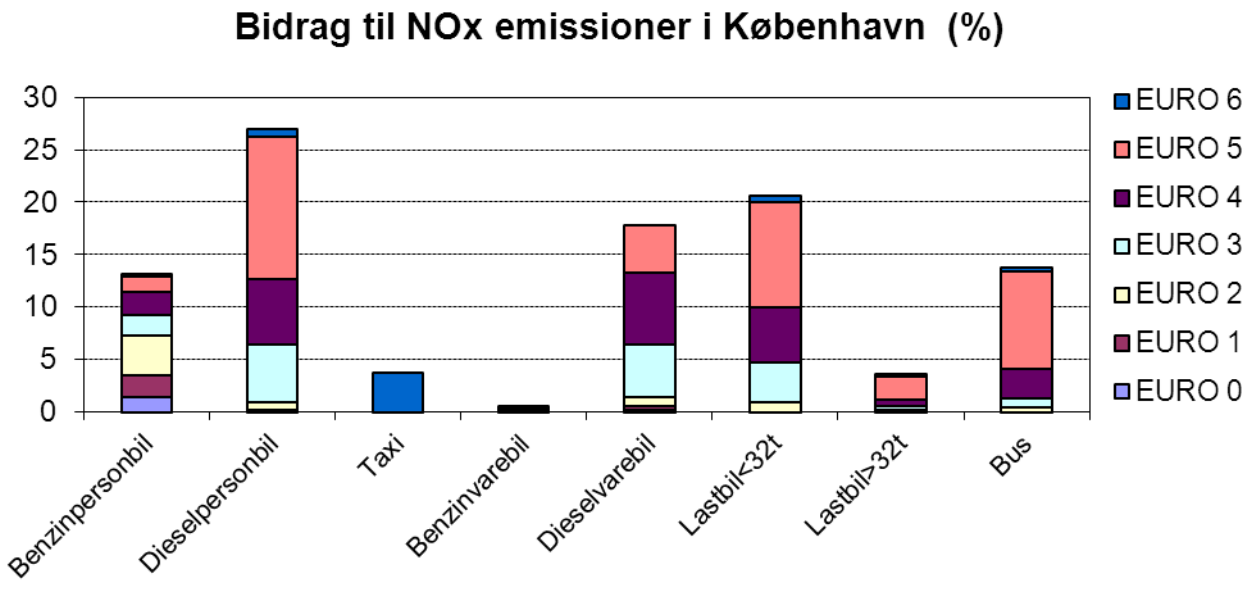
Fordelingen af Euroklasser for de tunge køretøjer er påvirket af de nuværende miljøzoner og for rutebusser tillige af miljøkrav i forbindelse med udbud af busservice. De nuværende miljøzoneregler kræver at de tunge køretøjer er mindst Euro 4 eller at ældre Euroklasser har eftermonteret et partikelfilter. Andelen af Euro 4 og nyere er derfor meget stor for de tunge køretøjer i forhold til person- og varebiler.

Den procentvise fordeling af de forskellige Euroklasser er som supplement også vist i tabelform i Tabel 6.1.

Tabel 6.1. Den procentvise fordeling af de forskellige Euroklasser i 2015 i København

Euroklasse	Personbil benzin	Personbil diesel	Taxi diesel	Varebil benzin	Varebil diesel	Lastbil<32t diesel	Lastbil>32t diesel	Bus diesel
EURO 0	0,7	0,1	0,0	2,1	0,3	0,0	0,0	0,0
EURO 1	3,4	0,3	0,0	7,8	1,6	0,0	0,0	0,0
EURO 2	10,7	1,9	0,0	11,1	3,3	2,0	1,5	1,2
EURO 3	23,5	13,3	0,0	43,9	22,3	9,9	6,1	3,4
EURO 4	34,2	19,3	0,0	24,8	37,4	22,9	13,1	17,9
EURO 5	23,0	57,8	0,0	10,3	35,1	43,4	47,1	59,3
EURO 6	4,5	7,3	100,0	0,0	0,0	21,8	32,3	18,2
Sum	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

I Figur 6.4 er vist bidraget fra de forskellige køretøjskategorier og Euroklasser til NO_x emissionen på H.C. Andersens Boulevard i 2015. Det ses, at for personbilernes vedkommende kommer omkring 2/3 fra diesel køretøjerne, og for varebilerne er det helt overvejende dieselkøretøjer, som bidrager. Alt i alt kommer 84 % af NO_x emissionen fra dieselkøretøjer.



Figur 6.4. Bidraget fra de forskellige køretøjskategorier og Euroklasser til NO_x emissionen på H.C. Andersens Boulevard i 2015.

Den procentvise fordeling af bidraget fra de forskellige køretøjskategorier og Euroklasser til NO_x emissionen på H.C. Andersens Boulevard i 2015 er som supplement også vist i tabelform i Tabel 6.2.

Tabel 6.2. Bidraget fra de forskellige køretøjskategorier og Euroklasser til NO_x emissionen på H.C. Andersens Boulevard i 2015 i (%).

Euroklasse	Personbil benzin	Personbil diesel	Taxi diesel	Varebil benzin	Varebil diesel	Lastbil<32t diesel	Lastbil>32t diesel	Bus diesel
EURO 0	1,37	0,05	-	0,09	0,13	-	-	-
EURO 1	2,08	0,10	-	0,12	0,44	-	-	-
EURO 2	3,79	0,72	-	0,06	0,87	0,89	0,13	0,40
EURO 3	1,97	5,51	-	0,08	5,00	3,82	0,46	0,91
EURO 4	2,19	6,28	-	0,02	6,79	5,29	0,61	2,81
EURO 5	1,48	13,52	-	0,01	4,59	10,04	2,22	9,30
EURO 6	0,29	0,76	3,71	-	-	0,59	0,18	0,34
Sum	13,18	26,94	3,71	0,38	17,82	20,62	3,60	13,75

6.2 Scenarierne og berørte køretøjer

Berørte aldersgrupper

Ikrafttrædelsesdato for de forskellige Euromissionsnormer ses i Tabel 6.3. Euro 0 er her slået sammen til alle emissionsnormer før Euro 1. Den omtrentlige køretøjsalder i 2015 for de forskellige Euroklasser er også givet. Denne tabel kan bruges til at vurdere alderen på de forskellige køretøjsgrupper, som berøres af de forskellige scenarier. Nedenfor illustreres dette for hovedscenarierne 2A og 3A.

Hovedscenarie 2A regulerer diesel varebiler således at Euro 3 og ældre og Euro 1 benzin varebiler og ældre ikke må køre i ren-luftzonen. Alle diesel varebiler indregistreret før 1.1.2007, må således ikke køre i ren-luftzonen, og disse diesel varebiler vil i 2015 have en alder på omkring 9 år og ældre. Alle benzin varebiler indregistreret før 1.10.1998 må heller ikke køre i ren-luftzonen, og de vil i 2015 have en alder på omkring 18 år og ældre.

Hovedscenarie 3A regulerer varebiler som i 2A samt diesel personbiler t.o.m. Euro 3 og for benzin personbiler t.o.m. Euro 1. Diesel personbiler indregistreret før 1.1.2006 må ikke køre i ren-luftzonen. I 2015 vil disse diesel personbiler have en alder på omkring 10 år og ældre. Benzin personbiler indregistreret før 1.1.1997 må ikke køre i ren-luftzonen, og de har i 2015 en alder på omkring 19 år og ældre.

Hvis ren-luftzonen implementeres i 2014 vil alderen på de forskellige køretøjsgruppen være et år yngre end angivet ovenfor for de forskellige scenarier, og hvis ren-luftzonen implementeres i 2013 vil det være to år yngre end angivet ovenfor.

I Bilag 1 og 2 er flere detaljer om ikrafttrædelsen af de forskellige Euroemissionsklasser og deres tilsvarende emissionsnormer vist. Euroemissionsnormerne kræver ikke en speciel teknologi, men fastsætter en emissionsgrænse.

Tabel 6.3. Ikrafttrædelsesdato for de forskellige Euromissionsnormer.

Køretøjskategori	Euroklasse	Ikrafttrædelsesdato	Køretøjsalder i 2015
Personbil (benzin + diesel + LPG)	Euro 0	-1987	25-
	Euro I	1.10.1990	19-25
	Euro II	1.1.1997	15-19
	Euro III	1.1.2001	10-15
	Euro IV	1.1.2006	5-10
	Euro V	1.1.2011	1-5
	Euro VI	1.9.2015	0-1
Varebil (benzin og diesel)	Euro 0	-1987	22-
	Euro I	1.10.1994	18-22
	Euro II	1.10.1998	14-18
	Euro III	1.1.2002	9-14
	Euro IV	1.1.2007	4-9
	Euro V	1.1.2012	0-4
	Euro VI	1.9.2016	-
Tunge køretøjer (diesel)	Euro 0	1.10.1990	22-
	Euro I	1.10.1993	19-22
	Euro II	1.10.1996	14-19
	Euro III	1.10.2001	9-14
	Euro IV	1.10.2006	6-9
	Euro V	1.10.2009	2-6
	Euro VI	1.10.2013	0-2

Antal berørte køretøjer

Miljøstyrelsen har i forbindelse med de samfundsøkonomiske analyser af de forskellige scenarier vurderet, hvor mange køretøjer der berøres af de forskellige scenarier i miljøzonen i København (Miljøstyrelsen, 2012). Analysen omfatter foreløbigt person- og varebiler og tager udgangspunkt i et implementeringstidspunkt i slutningen af 2013 for ren-luftzonen. Analysen er baseret på opdateret bilparksinformation fra DCE samt den fordeling, som COWI skønnede i rapporten "Effekter af miljøzonekrav på person-og varebilsmarkedet (Miljøstyrelsen 2009). Her blev viden om bilparken og viden om berøring med miljøzonen (turmønstre og turformål) ud fra DTU Transports Transportvaneundersøgelse (TU data) kombineret, idet TU data viser hvilke ture der køres i person- og varebil til og fra forskellige geografiske zoner.

Omkring 27.000-30.000 varebiler berøres af de forskellige scenarier, se Tabel 6.4. Omkring 50.000 personbiler berøres i hovedscenariet 3A (Tabel 6.5), omkring 25.000 personbiler, hvis grænsen flyttes fra Euro 1 til Euro 0, men omkring 90.000 personbiler, hvis grænsen flyttes fra Euro 1 til Euro 2.

Tabel 6.4. Antal berørte varebiler i forskellige Euroklasser for hovedscenarierne (2A og 3A)og varianterne 4A-b og 4A-c i ren-luftzone i København i 2013. Som reference er det totale antal i de respektive klasser på nationalt niveau angivet.

Brændstof	EURO -norm	Varebiler (nationalt)	2A	3A	4A-a	4A-b	4A-c	4A-d
Benzin	0	2610	332	332	332	332	332	332
	1	5628	1148	1148		1148	1148	1148
	2	5722				1167[a]		
	3	13808						
	4	5366						
Diesel	0	5653	511	511	511	511	511	511
	1	20491	2628	2628	2628	2628	2628	2628
	2	28734	4041	4041	4041	4041	4041	4041
	3	118340	19619	19619	19619	19619	19619	19619
	4	130202						
I alt		336553	28279	28279	27131	29446	28279	28279

[a]Det er antaget at andelen af Euro 2 svarer til andelen af Euro 1 i scenarie 2A.

Tabel 6.5. Antal berørte personbiler i forskellige Euroklasser for hovedscenarierne (2A og 3A) og varianterne 4A-b og 4A-c i ren-luftzone i København i 2013. Som reference er det totale antal i de respektive klasser på nationalt niveau angivet.

Brændstof	EURO -norm	Personbiler (nationalt)	2A	3A	4A-a	4A-b	4A-c	4A-d
Benzin	0	62036		8791			8791	8791
	1	166281		22584				22584
	2	320068						43471[a]
	3	387297						
	4	409042						
Diesel	0	6265		593			593	593
	1	9830		782			782	782
	2	34823		2933			2933	2933
	3	146418		13667			13667	13667
	4	154425						
I alt		1696485	0	49350	0	0	26766	92821

[a]Det er antaget at andelen af Euro 2 svarer til andelen af Euro 1 i scenarie 3A.

6.3 Emissionsvurdering

Effekten af de forskellige scenarier for NO_x emissionen på H.C. Andersens Boulevard er vist i Tabel 6.6.

Tabel 6.6. Effekten af de forskellige scenarier for NO_x emissionen på H.C. Andersens Boulevard.

	Emissionsfaktorer for NOx i [g / km]							
Scenarie/Årstal	**Personbil**	**Taxi**	**Vareb**	**Lastb<32t**	**Lastb>32t**	**Bus**	**Alle**	**Indeks / Ændring i procent**
1A - Reference								
2010	0,33	0,54	0,83	4,96	7,56	4,79	0,68	
2011	0,31	0,54	0,81	4,76	7,09	4,72	0,65	
2013	0,28	0,39	0,76	4,40	6,47	4,59	0,59	
2015	0,25	0,24	0,71	3,48	4,62	3,81	0,50	
2017	0,21	0,24	0,61	2,63	2,98	3,03	0,41	
1B - +fremme af EURO 6								Ændring ift. 1A
2013	-1,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,59	-0,3 %
2015	-5,3 %	0,0 %	-4,2 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,49	-2,8 %
2017	-4,7 %	0,0 %	-6,8 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,40	-3,4 %
2A varebiler								Ændring ift. 1A
2013	0,0 %	0,0 %	-16,6 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,58	-3,2 %
2015	0,0 %	0,0 %	-13,8 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,49	-3,0 %
2017	0,0 %	0,0 %	-12,9 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,40	-2,7 %
2B vareb, (+fremme af EU6)								Ændring ift. 1A
2013	-1,1 %	0,0 %	-16,6 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,57	-3,4 %
2015	-5,3 %	0,0 %	-19,4 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,47	-6,0 %
2017	-4,7 %	0,0 %	-21,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,39	-6,3 %
3A vareb, + personb								Ændring ift. 1A
2013	-23,1 %	0,0 %	-16,6 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,53	-11,1 %
2015	-17,8 %	0,0 %	-13,8 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,46	-9,3 %
2017	-14,2 %	0,0 %	-12,9 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,38	-8,3 %
3B vareb, + personb, (+fremme af EU6)								Ændring ift. 1A
2013	-24,2 %	0,0 %	-16,6 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,53	-11,4 %
2015	-23,5 %	0,0 %	-19,4 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,44	-12,7 %
2017	-19,4 %	0,0 %	-21,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,36	-11,9 %

Referencescenariet med fremme af Euro 6 (1B) reducerer NO_x emissionen med 2,8 % i 2015 i forhold til referencescenariet uden fremme af Euro 6 (1A).

Som det fremgår, reducerer ren-luftzonen med krav til varebiler (2A) NO_x emissionen med 3,0 % i forhold til referencescenariet uden fremme af Euro 6 (1A) i 2015.

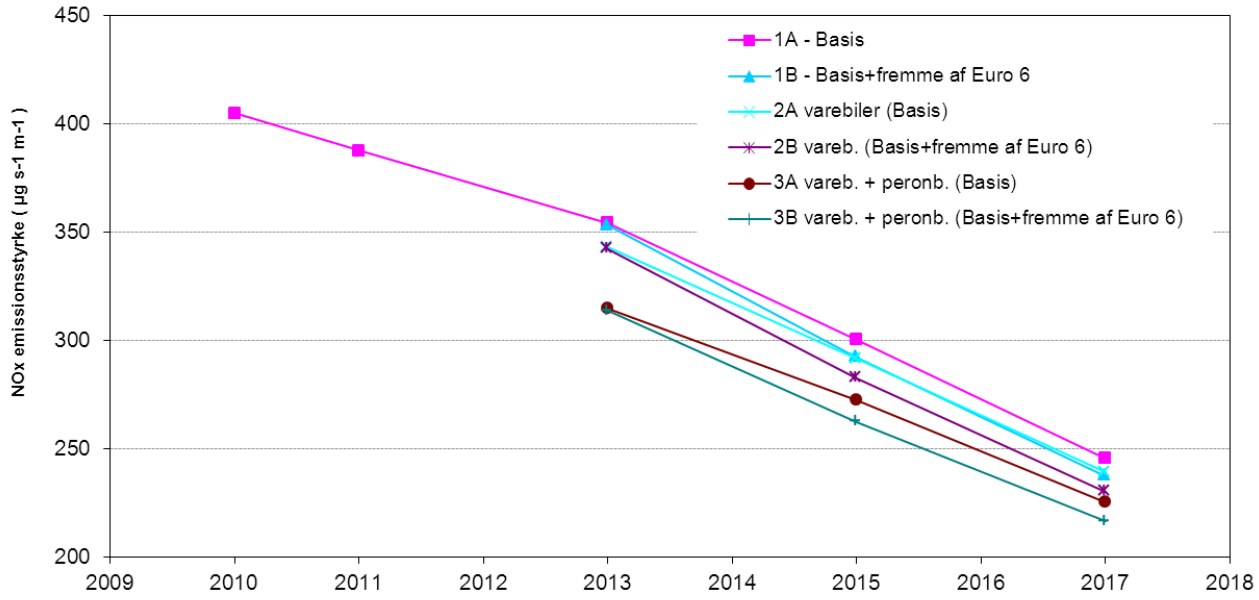
Ren-luftzone krav til varebiler samt fremme af Euro 6 (2B) reducerer NO_x emissionen med 6,0 % i forhold til referencescenariet uden fremme af Euro 6 (1A) i 2015.

Ren-luftzone krav til både person- og varebiler (3A) reducerer NO_x emissionen med 9,3 % i forhold til referencescenariet uden fremme af Euro 6 (1A) i 2015.

Ren-luftzone krav til både person- og varebiler samt fremme af Euro 6 (3B) reducerer NO_x emissionen med 12,7 % i forhold til referencescenariet uden fremme af Euro 6 (1A)i 2015.

Referencescenariet, som er inkl. de nuværende miljøzonekrav til tunge køretøjer (1A) er også sammenholdt med den nationale bilpark uden miljøzonekrav (ikke vist i Tabel). Med de nuværende forudsætninger for trafikken og gadekonfiguration på H.C. Andersens Boulevard samt forudsætninger for bilparken, emission mv. reducerede de nuværende miljøzoner NO_x emissionen med omkring 7 % i 2010. I miljøzoneprojektet blev det vurderet til 8 % (Jensen et al. 2011).

Effekten af de forskellige scenarier på emissioner på H.C. Andersens Boulevard er også visualiseret i Figur 6.5.



Figur 6.5. Illustration af effekten af de forskellige scenarier for NO_x emissionen på H.C. Andersens Boulevard. Bemærk at emissionsaksen starter ved 200 µg/s/m.

6.4 Luftkvalitetsvurdering

Effekten af de forskellige scenarier for NO_2 koncentrationen på H.C. Andersens Boulevard samt i bybaggrund er vist i Tabel 6.7. NO_2 gadekoncentration på H.C. Andersens Boulevard, bybaggrundskoncentration og emissionstæthed for de forskellige scenarier sammen med NO_x emissionstætheden.

Tabel 6.7. NO_2 gadekoncentration på H.C. Andersens Boulevard, bybaggrundskoncentration og emissionstæthed for de forskellige scenarier.

Scenario	Årstal	NO_x emissionstæthed µg / (s m)	NO_2 bybaggrundkonc. µg / m^3	NO_2 gadekonc. µg / m^3	Ændring NO_2 konc. µg / m^3
1A - Reference					
	2010	405	20,0	47,4	
	2011	387	20,0	47,1	
	2013	354	19,1	44,7	
	2015	300	17,8	40,5	
	2017	244	16,1	35,4	
1B +fremme af Euro 6		I forhold til 1A			I forhold til 1A
	2013	-0,3 %	19,1	44,5	-0,2
	2015	-2,8 %	17,8	39,4	-1,1
	2017	-3,4 %	16,1	34,4	-1,0
2A varebiler		I forhold til 1A			I forhold til 1A
	2013	-3,2 %	19,1	44,6	-0,1
	2015	-3,0 %	17,8	40,3	-0,2
	2017	-2,7 %	16,1	35,1	-0,3
2B vareb. (+fremme af Euro 6)		I forhold til 1A			I forhold til 1A
	2013	-3,4 %	19,1	44,4	-0,3
	2015	-6,0 %	17,8	39,1	-1,4
	2017	-6,3 %	16,1	34,0	-1,4
3A vareb. + personb.		I forhold til 1A			I forhold til 1A
	2013	-11,1 %	19,1	42,9	-1,8
	2015	-9,3 %	17,8	39,0	-1,5
	2017	-8,3 %	16,1	34,1	-1,3
3B vareb. + personb. (+fremme af Euro 6)					I forhold til 1A
	2013	-11,4 %	19,1	42,7	-2,0
	2015	-12,7 %	17,8	37,7	-2,8
	2017	-11,9 %	16,1	33,0	-2,4

Det ses, at NO_2 gadekoncentrationen falder fra 2010 frem mod 2017 i referencescenariet (1A), hvilket skyldes den løbende udskiftning af bilparken, som opfylder stadig strengere emissionsnormer.

I 2015 er det centrale estimat i referencescenariet (1A), at NO_2 koncentrationen på H.C. Andersens Boulevard er 40,5 µg/m^3, hvilket er på grænsen til overskridelse af grænseværdien for NO_2, som burde have været overholdt i 2010. Grænseværdien for NO_2 er 40 µg/m^3, og den anses for at være overskredet ved netop 40,5 µg/m^3, da grænseværdien er opgivet som et heltal. I 2017 er koncentrationen faldet til 35 µg/m^3.

Fremme af Euro 6 i referencescenarie 1B reducerer NO_2 koncentrationen med 1,1 µg/m^3 fra 40,5 µg/m^3 til 39,4 µg/m^3 i 2015 i forhold til referencescenariet uden fremme af Euro 6 (1A).

Som det fremgår reducerer krav til varebiler (2A) NO_2 koncentrationen med 0,2 µg/m^3 fra 40,5 µg/m^3 til 40,3 µg/m^3 i forhold til referencescenariet uden fremme af Euro 6 (1A) i 2015.

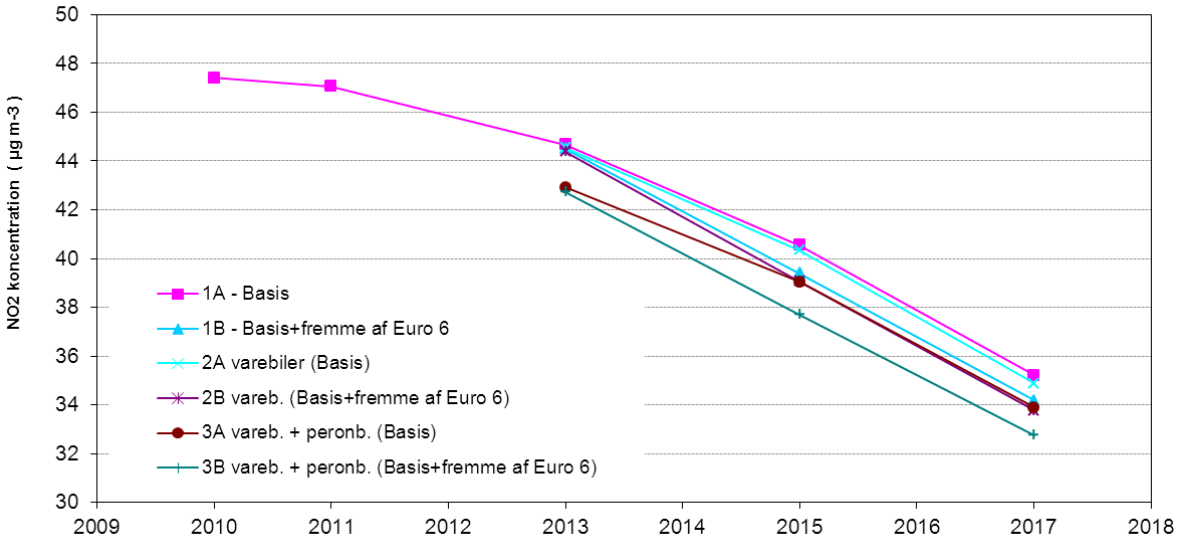
Ren-luftzone krav til varebiler samt fremme af Euro 6 (2B) reducerer NO_2 koncentrationen med 1,4 µg/m³ fra 40,5 µg/m³ til 39,1 µg/m³ i forhold til referencescenariet uden fremme af Euro 6 (1A) i 2015.

Ren-luftzone krav til både person- og varebiler (3A) reducerer NO_2 koncentrationen med 1,5 µg/m³ fra 40,5 µg/m³ til 39,0 µg/m³ i forhold til referencescenariet uden fremme af Euro 6 (1A) i 2015.

Ren-luftzone krav til både person- og varebiler samt fremme af Euro 6 (3B) reducerer NO_2 koncentrationen med 2,8 µg/m³ fra 40,5 µg/m³ til 37,7 µg/m³ i forhold til referencescenariet uden fremme af Euro 6 (1A) i 2015. Effekten af dette scenarie svarer omtrent til effekten af 2 års løbende udskiftning af bilparken.

Referencescenariet, som er inkl. de nuværende miljøzonekrav til tunge køretøjer (1A) er også sammenlignet med situation uden miljøzonekrav (ikke vist i tabel). Med de nuværende forudsætninger for trafikken, bilparken, emission mv. reducerede de nuværende miljøzoner NO_2 koncentrationen med omkring 0,8 µg/m³ i 2010. I miljøzoneprojektet blev det vurderet til 1,0 µg/m³ (Jensen et al. 2011).

Effekten af de forskellige scenarier er også visualiseret i Figur 6.6



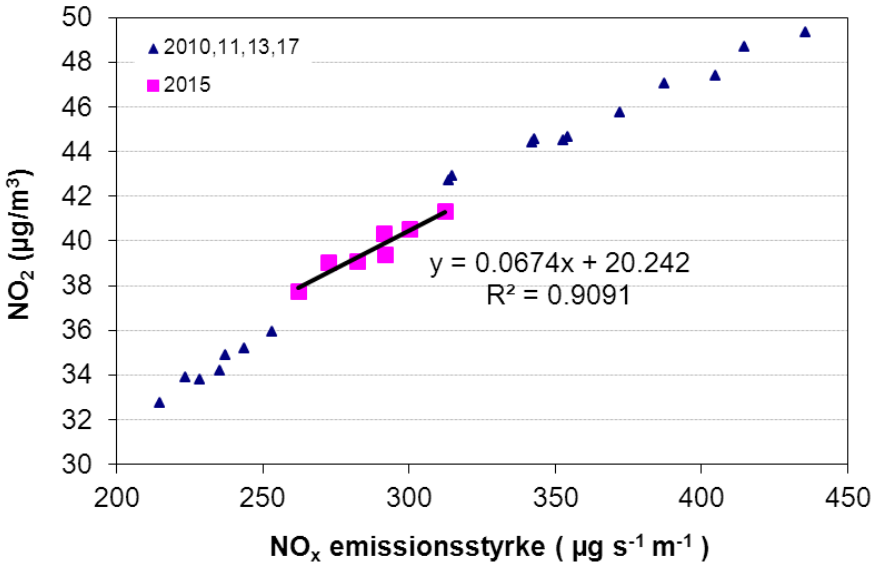
Figur 6.6. Illustration af effekten af de forskellige scenarier for NO_2 koncentrationen på H.C. Andersens Boulevard. Bemærk at koncentrationsaksen starter ved 30 µg/m³.

I beregningerne af effekten af de forskellige scenarier er der ikke taget hensyn til at scenarierne også vil reducere bybaggrundsforureningen lidt. Effekten vil derfor blive lidt større end angivet. Bybaggrundskoncentrationen vil dog påvirkes langt mindre end gadebidraget, idet bybaggrundskoncentrationen består af en regional baggrund, som er upåvirket af scenarierne, og bybaggrundsbidraget består ud over trafik også af bidrag fra andre kilder, som ikke påvirkes. En lidt lavere NO_x emission vil også øge ozonkoncentrationerne lidt i bybaggrund (mindre ozon forbruges af NO i omdannelse til NO_2). Der vil derfor være lidt mere ozon til rådighed for dannelse af NO_2 på gadeniveau. Ud fra størrelsen af bybaggrundsbidraget i 2015 og under antagelse af at trafikken udgør omkring halvdelen af alle emissioner i Storkø-

benhavn vil en 10 % reduktion i NO_x emissionen maksimalt føre til en reduktion i NO_2 koncentrationen på omkring 0,5 µg/m³. En NO_x reduktion på 5 % svarer til en maksimal reduktion i NO_2 på 0,25 µg/m³. Ved en NO_x reduktion på 2 % svarer det til en maksimal reduktion i NO_2 på 0,1 µg/m³.

6.5 Vurdering af emissionsscenarier for NO_x emission og NO_2 koncentration

Sammenhængen mellem NO_x emissionstæthed og NO_2 koncentration på H.C. Andersens Boulevard for alle referencescenarierne (1A, 1B) og hovedscenarierne (2A,2B,3A,3B) samt alle beregningsår (2010, 2011, 2013, 2015, 2017) er vist i Figur 6.7. De lilla firkantede prikker er reference- og hovedscenarier i 2015, hvor der er tegnet en regressionslinje, som danner baggrund for luftkvalitetsvurdering af emissionsscenarierne 4A-a-i og 4B-a-i.



Figur 6.7. Sammenhængen mellem NO_x emissionstæthed og NO_2 koncentrationen på H.C. Andersens Boulevard for alle reference- og hovedscenarier for alle beregningsår. Lilla firkantede prikker er reference og hovedscenarier i 2015, hvor der er tegnet en regressionslinje, som danner baggrund for luftkvalitetsvurdering af emissionsscenarierne.

I Tabel 6.8 er resultaterne for emissionen og NO_2 luftkvaliteten opsummeret for H.C. Andersens Boulevard i 2015 af emissionsscenarierne (4A-a-i,4B-a-i). Effekten for NO_2 kvaliteten er beregnet ud fra simpel regression mellem emissionstæthed og NO_2 koncentration.

Effekten af varianterne er sat i forhold til de scenarier, som de er tilknyttet.

Ingen effekt af at flytte Euro 1 grænse til Euro 0 eller 2 for benzinvarebiler

I scenarie 4A-a og 4B-a flyttes grænsen for benzinvarebiler fra Euro 1 til Euro 0 dvs. at det tillades at også Euro 1 kører i ren-luftzonen, hvilket alt andet lige vil give lidt mere emission i forhold til, at Euro 1 ikke må køre i ren-luftzonen. Når der fjernes Euroklasser bliver de i beregningerne erstattet af de tilbageværende Euroemissionsklasser i det forhold de har efter at de pågældende Euroklasser er fjernet, og benzin og diesel betragtes under et. Det betyder, at når der fjernes benzinvarebiler bliver de erstattet både af benzin og diesel varebiler, hvor diesel i gennemsnit har højere emissionsfaktorer end benzinbiler. Kombinationseffekten af dette er, at der næsten ikke er nogen effekt for emissionen (stigning på 0,1 %) og slet ingen for luftkvaliteten (0,0) af at flytte grænsen for benzinvarebiler fra Euro 1 til Euro 0.

I varianten, hvor grænsen flyttes fra Euro 1 til Euro 2 (4A-b,4B-b), som alt andet lige burde reducere emissionen lidt, giver kombinationseffekten samme resultat som ovenstående.

Grunden til at varianterne har lille betydning er, at andelen af benzinvarebiler er meget lille i forhold til diesel, og at der i 2015 er forholdsvis få Euro 0, 1 og 2 benzinvarebiler tilbage, og de bidrager samlet kun med 0,27 % af den samlede NO_x emission ifølge Tabel 6.2.

Mindre negativ effekt af at flytte Euro 1 grænse til Euro 0 for benzinpersonbiler

I denne variant flyttes grænsen for benzinpersonbiler fra Euro 1 til Euro 0 dvs. at Euro 1 må køre i ren-luftzonen, hvilket alt andet lige giver mere emission end hvis grænsen gik ved Euro 1. Der er en mindre stigning i emissionen (1,4 %) og stigning i NO_2 koncentrationen på 0,2 µg/m^3 af at flytte grænsen for benzinpersonbiler fra Euro 1 til Euro 0 (4A-c) i forhold til 3A uden fremme af Euro 6, mens stigningen er lidt større i forhold til 3B med fremme af Euro 6, hvor emissionen stiger med 1,7 % og NO_2 koncentrationen stiger med 0,3 µg/m^3 i scenarie 4B-c. Det skyldes, at der i 2015 stadigvæk er nogle benzinpersonbiler tilbage, og Euro 0 og Euro 1 bidrager samlet til 3,5 % af den samlede NO_x emission ifølge Tabel 6.2.

Mindre positiv effekt af at flytte Euro 1 grænse til Euro 2 for benzinpersonbiler

I denne variant flyttes grænsen for benzinpersonbiler fra Euro 1 til Euro 2 (4A-d) dvs. en yderligere skærpelse af ren-luftzonen, hvilket alt andet lige giver mindre emission. Der er en reduktion i emissionen på 1,6 % og en reduktion i NO_2 koncentrationen på 0,3 µg/m^3.

I forhold til scenarie 3B (personbiler med fremme af Euro 6) reduceres emissionen med 2,1 % og NO_2 koncentrationen reduceres med 0,4 µg/m^3.

Det skyldes, at der i 2015 stadigvæk er en del benzinpersonbiler tilbage, som er Euro 0-2, og disse bidrager samlet med 7,2 % af den samlede NO_x emission ifølge Tabel 6.2.

Minimal positiv effekt af SCR på Euro 3 og ældre busser

I scenarierne for SCR er det forudsat, at SCR reducerer NO_x emissionen med 80 % også ved bykørsel.

Effekten af eftermontering af SCR på rutebusser (4A-e uden fremme af Euro 6), som er Euro 3 eller ældre er en reduktion på 0,5 % i NO_x emissionen og en reduktion på 0,1 µg/m^3 for NO_2 koncentrationen i forhold til 1A (reference uden fremme af Euro 6).

For turistbusser er effekten af eftermontering af SCR på Euro 3 eller ældre (4A-f uden fremme af Euro 6) en reduktion på 0,6 % i NO_x emissionen og en reduktion på 0,1 µg/m^3 for NO_2 koncentrationen i forhold til 1A.

Grunden til, at effekten er lille, er at der er få busser i 2015, som er Euro 3 eller ældre, og de står samlet for kun 1,3 % af den samlede NO_x emission ifølge Tabel 6.2.

Effektberegningerne tager udgangspunkt i andelen af busser på H.C. Andersens Boulevard, og det er forudsat at fordelingen mellem rute- og turistbus-

ser er som det nationale gennemsnit. Den faktiske fordeling mellem rute- og turistbusser må formodes at kunne variere en del fra vej til vej.

De eksisterende miljøzoner, som kræver mindst Euro 4 for tunge køretøjer herunder busser (eller eftermontering af partikelfilter på ældre køretøjer) har bevirket, at der er relativt få Euro 3 og ældre busser. Endvidere stilles miljøkrav ved udbud af rutebusservice, som også har reduceret antallet af ældre rutebusser.

De samme varianter for hhv. rutebuser og turistbusser men inkl. fremme af Euro 6 (4B-e,f) giver stort set samme resultater som ovenstående, men er marginalt bedre. Det skyldes, at fremme af Euro 6 for person- og varebiler ikke ændrer på forudsætningerne for busser og lastbiler, og varianterne giver i absolute tal samme ændringer, men i procent vil B-scenarier være lidt større, da emissionerne er lidt mindre. De samme gælder for 4 B-g,h i forhold til 4A-g,h.

En vis positiv effekt af SCR på lastbiler

SCR på lastbiler, som er Euro 3 eller ældre (4A-g), reducerer NO_x emissionen med 4,3 % og reducerer NO_2 koncentrationen med 0,8 µg/m^3 i forhold til 1A. Trods de eksisterende miljøzoner er der her et vist potentiale, da Euro 3 og ældre bidrager med 5,3 % af de samlede NO_x emissioner i 2015 ifølge Tabel 6.2.

Større positiv effekt af 100 % Euro 6 for rutebusser

Et krav om 100 % Euro 6 for rutebusser (4A-h) vil reducere NO_x emissionen med 9,1 % og reducere NO_2 koncentrationen med 1,8 µg/m^3 i 2015 i forhold til 1A.

Grunden til den relative store reduktion er, at Euro 6 har meget lave emissionsfaktorer, og at Euro 5 forudsættes at have lige så høje emissioner som Euro 4 i den opdaterede version af COPERT 4. Rute- og turistbusser til og med Euro 6 andrager 13,8 % i 2015 af den samlede NO_x emission, hvor busser til og med Euro 5 andrager 13,4 % af den samlede NO_x emission. Rutebusser skønnes at andrage omkring 10 % af den samlede NO_x emission ud fra, at de udgør omkring 71 % af bilparken af rute- og turistbusser.

Minimal positiv effekt af reduceret salg af dieselbiler

Et scenarie med reduceret nysalg af diesel personbiler i årene 2013-15 med 5 procentpoint, dvs. fra 48 % til 43 % af alle personbiler betyder at dieselandelen i hele bilparken af personbiler i 2015 reduceres fra 34,1 % til 33,2 % (4A-i). Dette vil reducere NO_x emissionen med 0,4 % og reducere NO_2 koncentrationen med ca. 0,1 µg/m^3.

Varianten inkl. fremme af Euro 6 (4B-i) giver stort set samme resultater som ovenstående, men er marginalt dårligere.

Tabel 6.8. Vurdering af emissionsscenarier for H.C. Andersens Boulevard i 2015 (4Aa-i,4Ba-i) ud fra simpel regression mellem emissionstæthed og NO_2 koncentration.

Scenario	Beskrivelse	Relateres til	Ændring i NO_x emission i %	Ændring i NO_2 konc. på HCAB i µg/m^3
4A-a	a: Skift af grænse for benzinvarebiler i ren-luftzoner fra Euro 1 til Euro 0	2A	0,06 %	0,01
4A-b	b: Skift af grænse for benzinvarebiler i ren-luftzoner fra Euro 1 til Euro 2	2A	0,11 %	0,02
4A-c	c: Skift af grænse for benzinpersonbiler i ren-luftzoner fra Euro 1 til Euro 0	3A	1,4 %	0,25
4A-d	d: Skift af grænse for benzinpersonbiler i ren-luftzoner fra Euro 1 til Euro 2	3A	-1,6 %	-0,3
4A-e	e: SCR på rutebusser (Euro 3 og ældre)	1A	-0,51 %	-0,10
4A-f	f: SCR på turistbusser (Euro 3 og ældre)	1A	-0,58 %	-0,12
4A-g	g: SCR på lastbiler (Euro 3 og ældre)	1A	-4,3 %	-0,9
4A-h	h: 100 % Euro 6 for rutebusser	1A	-9,1 %	-1,8
4A-i	i: reduceret salg af dieselbiler 2013-15	1A	-0,40 %	-0,08
4B-a	a: Skift af grænse for benzinvarebiler i ren-luftzoner fra Euro 1 til Euro 0	2B	0,06 %	0,01
4B-b	b: Skift af grænse for benzinvarebiler i ren-luftzoner fra Euro 1 til Euro 2	2B	0,08 %	0,02
4B-c	c: Skift af grænse for benzinpersonbiler i ren-luftzoner fra Euro 1 til Euro 0	3B	1,7 %	0,3
4B-d	d: Skift af grænse for benzinpersonbiler i ren-luftzoner fra Euro 1 til Euro 2	3B	-2,1 %	-0,4
4B-e	e: SCR på rutebusser (Euro 3 og ældre)	1B	-0,53 %	-0,10
4B-f	f: SCR på turistbusser (Euro 3 og ældre)	1B	-0,60 %	-0,12
4B-g	g: SCR på lastbiler (Euro 3 og ældre)	1B	-4,4 %	-0,9
4B-h	h: 100 % Euro 6 for rutebusser	1B	-9,4 %	-1,8
4B-i	i: reduceret salg af dieselbiler 2013-15	1B	-0,37 %	-0,07

6.6 Følsomhedsanalyse for trafikparametre

Der er gennemført en mindre følsomhedsanalyse af udvalgte trafikparametre for at vurdere hvor følsomt resultaterne er på antagelserne om trafikmængden (årsdøgntrafikken - ÅDT), tungtrafikandelen, og hastigheden på H.C. Andersens Boulevard. Der er antaget 10 % afvigelse på antagelserne for disse parametre. Resultaterne er vist i Tabel 6.9.

Tabel 6.9. Følsomhedsanalyse for trafikparametre for H.C. Andersens Boulevard i 2015 i referencescenariet (1A)

Scenarie	NOx emissions-Tæthed (g/m/s)	Alle (g/km)	Personbil (g/km)	Taxi (g/km)	Varebil (g/km)	Lastbil<32t (g/km)	Lastbil>32t (g/km)	Bus (g/km)	Ændring NO_x emission (%)	Ændring NO_2 konc. ($\mu g/m^3$)
Reference	300	0,504	0,247	0,243	0,712	3,477	4,609	3,808	0,0 %	
+ 10 % ÅDT	330	0,504	0,247	0,243	0,712	3,477	4,609	3,808	10,0 %	1,28
- 10 % ÅDT	270	0,504	0,247	0,243	0,712	3,477	4,609	3,808	-10,0 %	-1,35
+ 10 % Tungandel	311	0,522	0,247	0,243	0,712	3,477	4,609	3,808	3,6 %	0,37
- 10 % Tungandel	289	0,485	0,247	0,243	0,712	3,477	4,609	3,808	-3,8 %	-0,37
+ 10 % Hastighed	288	0,483	0,236	0,234	0,684	3,345	4,391	3,629	-4,2 %	-1,35
- 10 % Hastighed	315	0,529	0,259	0,255	0,746	3,641	4,859	4,038	5,0 %	1,61

Som forventet er der en direkte proportional sammenhæng mellem trafikmængde og NO_x emissionen, hvor en 10 % større trafikmængde fører til 10 % mere emission og tilsvarende fører en 10 % mindre trafikmængde til 10 % mindre emission. Det er her forudsat at køretøjssammensætningen er den samme.

En 10 % øgning af tungandelen (lastbiler og busser) øger NO_x emissionen med omkring 4 %, da de tunge køretøjer har høje emissionsfaktorer. Tilsvarende ses et fald på omkring 4 % ved 10 % mindre tungandel.

En 10 % ændring i hastigheden fører til 4-5 % ændring i NO_x emissionen.

10 % ændring i trafikparametrene fører således til en ændring i NO_x emissionen på 4-10 %.

Hovedscenarierne (2A/B, 3A/B) giver en reduktion af NO_x emissionen i intervallet 3-13 % i 2015 afhængig af scenarie, så 10 % ændring i trafikparametrene kan have samme effekt på NO_x emissionen, som selve scenarierne.

Der er ikke en-til-en proportionalitet mellem emissionsændring og koncentrationsændring. Det skyldes primært den trafikskabte turbulence, som fx giver lidt mindre ændring i NO_2 koncentrationen ved en øgning af trafikken med 10 % i forhold til en reduktion i trafikken på 10 %. Hvis trafikmængden eller tungandelen stiger, stiger også emissioner og trafikskabte turbulence. Mere turbulence kompenserer lidt for effekten af emissionsstigning. Hvis hastigheden øges, stiger turbulencen, mens emissioner falder. Dvs. begge effekter adderes i dette scenarie.

6.7 Følsomhedsanalyse af eftermontering af partikelfilter på diesel personbiler

Der vil være mulighed for at køre ind i ren-luftzonen uden at opfylde de emissionskrav, som scenarierne beskriver, såfremt køretøjet har eftermonteret et partikelfilter. Dette gælder kun ældre dieseldrevne person- og varebiler.

Middellevetiden for varebiler er væsentlig lavere end for personbiler, ca. 11 år for varebiler og 16 år for personbiler, så det vurderes, at få vil eftermontere et partikelfilter på varebiler.

For ældre dieselpersonbiler forholder det sig sandsynligvis anderledes, da de har længere levetid. De betaler allerede 1.000 kr. i årlig afgift, hvis de ikke

har et partikelfilter. Der kan derfor være et større incitament til at eftermontere et partikelfilter, da bilen kan benyttes i sin restlevetid i ren-luftzonen, og at den årlige afgift på 1.000 kr. spares. Det er dermed en bedre forretning at eftermontere et partikelfilter. Eksempelvis vil en Euro 3 dieselpersonbil i 2014 være omkring 9-14 år gammel, så det er givet kun Euro 3 dieselpersonbiler, hvor det kunne være interessant at eftermontere et åbent partikelfilter, da biler med tidligere Euronormer vil være endnu ældre. Der foreligger ikke detaljerede beregninger over, hvor mange Euro 3 dieselpersonbiler, som kunne tænkes at få eftermonteret et åbnet partikelfilter.

Som et overslag over følsomheden er der foretaget en emissionsberegning i 2015 for H.C. Andersens Boulevard, hvor det er antaget at 50 % af Euro 3 dieselpersonbilerne sætter partikelfilter på, og forbliver i brug, mens endnu ældre personbiler udgår og bliver erstattet med nyere.

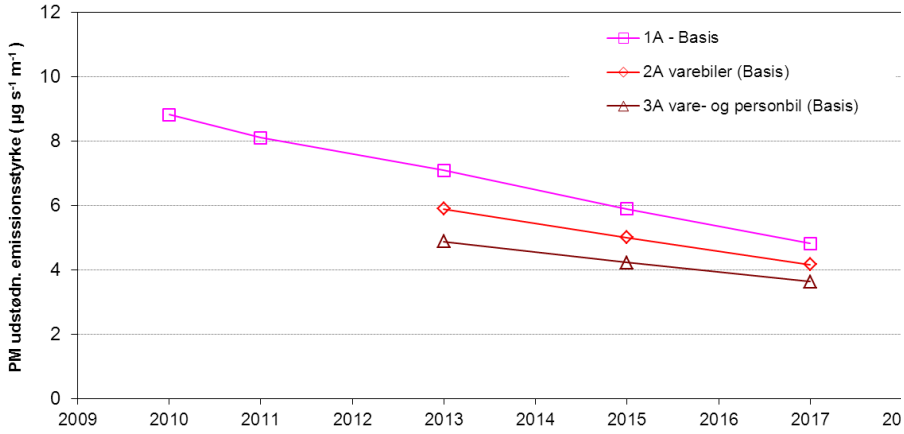
Dette vil resultere i en stigning i NO_x emissionen på omkring 2 % og en stigning i NO_2 koncentrationen på omkring 0,3 og 0,4 µg/m^3 i forhold til hhv. 3A og 3B (person- og varebilscenariet).

6.8 Vurdering af scenarier for partikelemissionen

For partikler er der ikke gennemført så detaljerede analyser, som for NO_x emissionen og NO_2 koncentrationen, da der ikke er overskridelser af grænseværdierne for PM_{10} og $PM_{2.5}$ (hhv. partikler under 10 mikrometer og 2,5 mikrometer i størrelse).

Der er alene foretaget beregninger af emissionsreduktionen af referencescenarie (1A) og scenarie om varebiler (2A) og vare- og personbiler (3A) dvs. uden fremme af Euro 6. Fremme af Euro 6 har ingen effekt på partikelemissioner, da emissionsfaktorer for person- og varebiler er de samme fra Euro 5 til Euro 6. Derfor er resultater for 1B, 2B og 3B det samme som hhv. 1A, 2A og 3A.

Udviklingen i partikeludstødningen i referencescenarie (1A) og scenarie om varebiler (2A) og vare- og personbiler (3A) er vist i Tabel 6.8.



Figur 6.8. Udviklingen i partikeludstødningen i referencescenarie (1A) og scenarie om varebiler (2A) og vare- og personbiler (3A).

Emissionsfaktorer for partikeludstødning for køretøjskategorierne i de forskellige scenarier og effekten i procent af scenarierne i forhold til referencescenariet er vist i Tabel 6.10. Effekten af de nuværende miljøzoner er 23 % for reduktion i partikeludstødningen med de nuværende forudsætninger, som er højere end i Miljøzonerapporten, hvor den var 16 % (Jensen et al. 2011).

Der er et generelt fald fremover som følge af udskiftning i bilparken. Scenarie 2A (varebiler) vil reducere partikeludstødningen med omkring 15 % i 2015 i forhold til 1A, og scenarie 3A (person- og varebiler) vil reducere partikelemissionen med 28 % i forhold til 1A.

Tabel 6.10. Emissionsfaktorer for partikeludstødning for køretøjskategorierne i de forskellige scenarier og effekten af scenarierne for emissioner og koncentrationer i forhold til referencescenariet.

	Emissionsfaktorer for PM udstødning i (g / km)							Emissionsændring ift. 1A	PM konc. ændring i ift. 1A
Scenario/årstal	**Personbil**	**Taxi**	**Varebil**	**Lastb.<32t**	**Lastb.>32t**	**Bus**	**Alle**	**(%)**	**(µg/m^3)**
1A - Reference									
2010	0,0078	0,0026	0,0410	0,0450	0,0510	0,0650	0,0148		
2011	0,0073	0,0026	0,0370	0,0420	0,0400	0,0600	0,0136		
2013	0,0067	0,0013	0,0300	0,0390	0,0380	0,0520	0,0119		
2015	0,0061	0,0013	0,0242	0,0297	0,0289	0,0400	0,0099		
2017	0,0054	0,0013	0,0175	0,0242	0,0202	0,0320	0,0081		
2A varebiler									
2013	0,0067	0,0013	0,0173	0,0390	0,0380	0,0520	0,0099	-16,8 %	-0,14
2015	0,0061	0,0013	0,0138	0,0297	0,0289	0,0400	0,0084	-15,2 %	-0,12
2017	0,0054	0,0013	0,0101	0,0242	0,0202	0,0320	0,0070	-13,6 %	-0,08
3A vare- og personbil									
2013	0,0044	0,0013	0,0173	0,0390	0,0380	0,0520	0,0082	-31,1 %	-0,31
2015	0,0043	0,0013	0,0138	0,0297	0,0289	0,0400	0,0071	-28,3 %	-0,24
2017	0,0042	0,0013	0,0101	0,0242	0,0202	0,0320	0,0061	-24,7 %	-0,17

Udover partikeludstødning er der også emissioner fra ikke-udstødning. Ikke-udstødning omfatter bremse-, dæk-, og vejslid samt ophvirvling heraf. Ikke-udstødning afhænger alene af trafikken, og påvirkes således ikke af de forskellige scenarier for ren-luftzoner. Udstødningspartikler er relativt små sodpartikler og regnes som $PM_{2.5}$ og giver derfor det samme absolute bidrag til PM_{10}, mens ikke-udstødning er større for PM_{10} end for $PM_{2.5}$.

I Tabel 6.11 er givet total $PM_{2.5}$ emission dvs. summen af partikeludstødning og $PM_{2.5}$ ikke-udstødning, og i Tabel 6.12 er givet total PM_{10} emission dvs. summen af partikeludstødning og PM_{10} ikke-udstødning. Effekten er med de nye forudsætninger vurderet til 12 % for $PM_{2.5}$ (mod 8 % i miljøzonerapporten) og 6 % for PM_{10} (mod 4 % i miljøzonerapporten), hvilket skyldes at der nu forudsættes en højere andel af tunge køretøjer. Scenariet med varebiler (2A) reducerer $PM_{2.5}$ med 5 % i 2015 og scenarie med person- og varebiler reducerer $PM_{2.5}$ med omkring 10 %. De tilsvarende tal for PM_{10} er hhv. 2 % og 4 %. PM_{10} reduceres ikke så meget som $PM_{2.5}$ (regnet som %), da ikke-udstødning er større for PM_{10} i forhold til $PM_{2.5}$. I absolute tal er ændringer præcis de samme for partikeludstødning, $PM_{2.5}$ og PM_{10}.

Tabel 6.11. $PM_{2.5}$ total emissionsfaktorer for køretøjskategorierne i de forskellige scenarier og effekten af scenarierne for emissioner og koncentrationer i forhold til referencescenariet.

	Emissionsfaktorer for $PM_{2.5}$ i (g / km)								$PM_{2.5}$ koncentrations ændring i ift. 1A i µg/m^3
Scenario/årstal	Personbil	Taxi	Varebil	Lastb.<32t	Lastb.>32t	Bus	Alle	Emissionsændring i procent ift. 1A	
1A - Reference									
2010	0,0226	0,0234	0,0620	0,1060	0,1320	0,1260	0,0335		
2011	0,0221	0,0234	0,0580	0,1030	0,1210	0,1210	0,0323		
2013	0,0215	0,0221	0,0510	0,1000	0,1190	0,1130	0,0306		
2015	0,0209	0,0221	0,0452	0,0907	0,1099	0,1010	0,0286		
2017	0,0202	0,0221	0,0385	0,0852	0,1012	0,0930	0,0268		
2A varebiler									
2013	0,0215	0,0221	0,0383	0,1000	0,1190	0,1130	0,0286	-6,5 %	-0,14
2015	0,0209	0,0221	0,0348	0,0907	0,1099	0,1010	0,0271	-5,2 %	-0,12
2017	0,0202	0,0221	0,0311	0,0852	0,1012	0,0930	0,0257	-4,1 %	-0,08
3A vare- og personbil									
2013	0,0192	0,0221	0,0383	0,1000	0,1190	0,1130	0,0269	-12,1 %	-0,31
2015	0,0191	0,0221	0,0348	0,0907	0,1099	0,1010	0,0258	-9,8 %	-0,24
2017	0,0190	0,0221	0,0311	0,0852	0,1012	0,0930	0,0248	-7,5 %	-0,17

Tabel 6.12. PM_{10} total emissionsfaktorer for køretøjskategorierne i de forskellige scenarier og effekten af scenarierne for emissioner og koncentrationer i forhold til referencescenariet.

	Emissionsfaktorer for PM_{10} i (g / km)								PM_{10} Koncentrations ændring i ift. 1A i µg/m^3
Scenario/årstal	Personbil	Taxi	Varebil	Lastb.<32t	Lastb.>32t	Bus	Alle	Emissionsændring i procent ift. 1A	
1A - Reference									
2010	0,0558	0,0716	0,1110	0,2750	0,3090	0,2950	0,0778		
2011	0,0553	0,0716	0,1070	0,2720	0,2980	0,2900	0,0766		
2013	0,0547	0,0703	0,1000	0,2690	0,2960	0,2820	0,0749		
2015	0,0541	0,0703	0,0942	0,2597	0,2869	0,2700	0,0729		
2017	0,0534	0,0703	0,0875	0,2542	0,2782	0,2620	0,0711		
2A varebiler									
2013	0,0547	0,0703	0,0873	0,2690	0,2960	0,2820	0,0729	-2,7 %	-0,14
2015	0,0541	0,0703	0,0838	0,2597	0,2869	0,2700	0,0714	-2,1 %	-0,12
2017	0,0534	0,0703	0,0801	0,2542	0,2782	0,2620	0,0700	-1,5 %	-0,08
3A vare- og personbil									
2013	0,0524	0,0703	0,0873	0,2690	0,2960	0,2820	0,0712	-4,9 %	-0,31
2015	0,0523	0,0703	0,0838	0,2597	0,2869	0,2700	0,0701	-3,8 %	-0,24
2017	0,0522	0,0703	0,0801	0,2542	0,2782	0,2620	0,0691	-2,8 %	-0,17

Reduktionen i koncentrationsbidraget, som følge af reduktionen i partikelemissionen, er beregnet med OSPM modellen, og sat i forhold til tidligere beregninger udført i miljøzoneprojektet. Herved opnås en vurdering af de forskellige scenariers betydning for luftkvaliteten af $PM_{2.5}$ og PM_{10}. Der er ikke foretaget beregninger af ændringer i den regionale baggrund og bybaggrund af partikelforureningen.

I miljøzoneprojektet blev der udført beregninger for H.C. Andersens Boulevard ved målestationen for 2015, hvilket gav en gadekoncentration på 18,9 µg/m^3 for $PM_{2.5}$ og 29,4 µg/m^3 for PM_{10}. Scenarie 2A/2B (varebiler) vil give en marginal reduktion i gadekoncentrationen på 0,12 µg/m^3 for $PM_{2.5}$ og PM_{10} (hhv. 0,6 % og 0,4 %) og Scenarie 3A/3B (vare- og personbiler) vil give en marginal reduktion i gadekoncentrationen på 0,24 µg/m^3 for $PM_{2.5}$ og

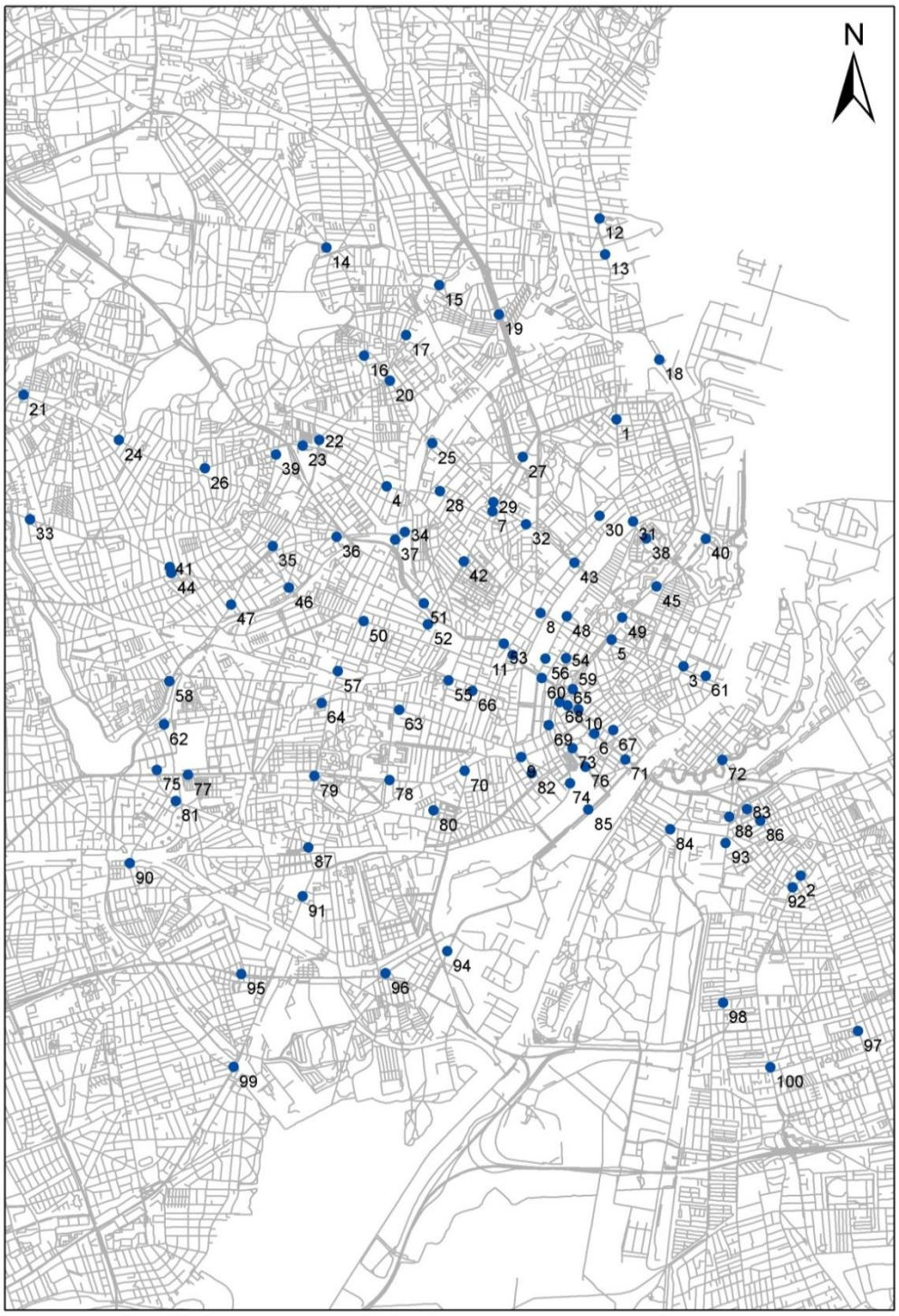
PM_{10} (hhv. 1,3 % og 0,8 %). Grunden til at der fås den samme koncentrationsændring for $PM_{2.5}$ og PM_{10} skyldes, at det kun er udstødningsbidraget som ændres, idet ikke-udstødningen ikke påvirkes af ren-luftzoner. Grunden til at de procentvise ændringer er beskedne for gadekoncentrationen af $PM_{2.5}$ og PM_{10} er, at der er et stort regionalt bidrag og et væsentligt bidrag fra ikke-udstødning.

Selv relativt store reduktioner i partikeludstødningen på 15 % i scenarie 2A/3B (varebiler) og 28 % i 3A/3B (vare- og personbiler) giver derfor små ændringer i luftkvaliteten af $PM_{2.5}$ og PM_{10}. Partikeludstødningen vurderes dog at være stærkt sundhedsskadelig, og effekten for folkesundheden af ren-luftzonerne er derfor større end ændringen i luftkvaliteten umiddelbart indikerer.

7 Luftkvalitetsvurdering for 99 gader i København

7.1 Referencescenariet i 2015 uden fremme af Euro 6 (1A)

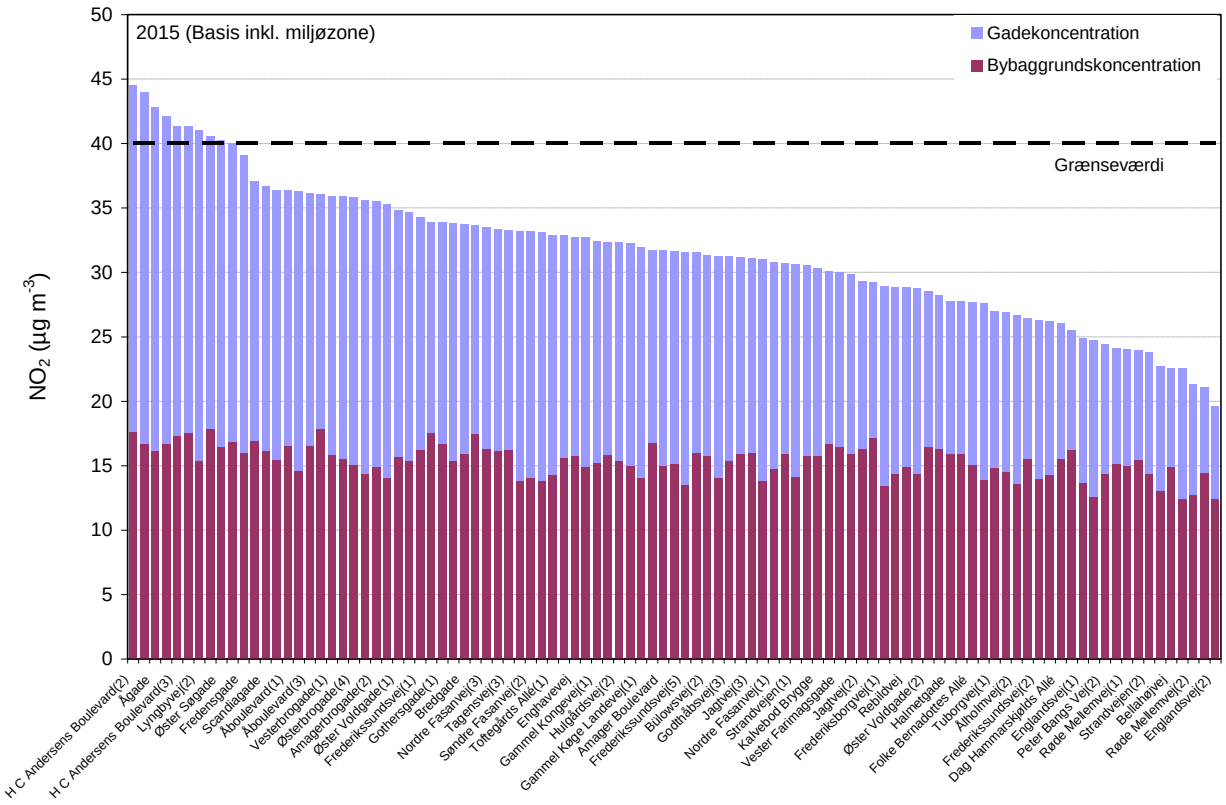
I Figur 7.1 er vist en oversigt over identifikationsnummeret for de 99 gader. I Bilag 3 er der en oversigt over tilhørende vejnavne og informationer om trafik og gadekonfiguration.



Figur 7.1. Identifikationsnummer på de 99 udvalgte gader i København.

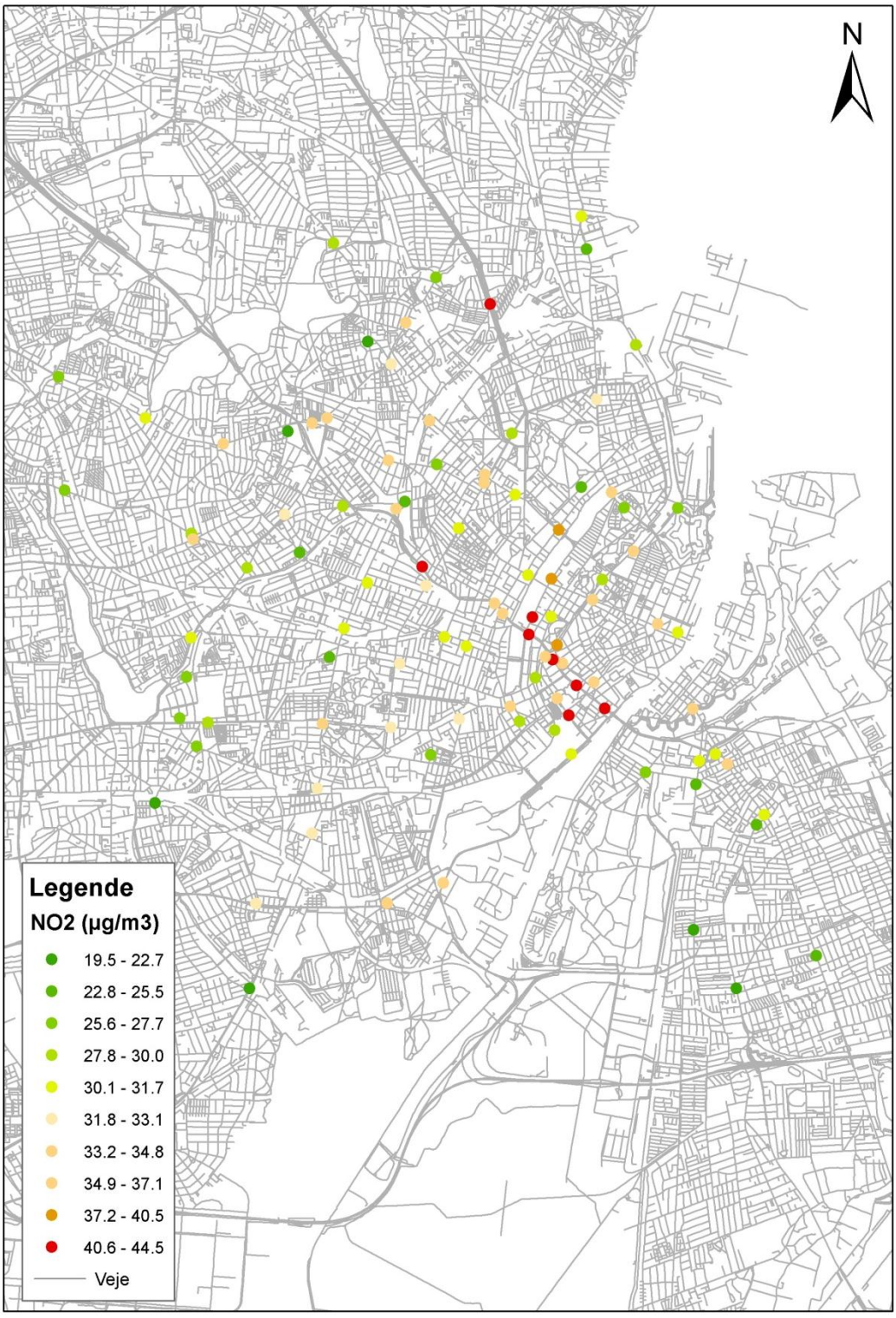
Figur 7.2 viser NO_2 koncentrationen i referencescenariet i 2015 (1A)som et bjælkediagram. Som det fremgår er der 8 gader, hvor grænseværdien overskrides i 2015 (højere end 40,5 µg/m³). Den højeste værdi er 44,5 µg/m³ og den laveste af de overskridelser er ved målestationen på H.C. Andersen-sen Boulevard (40,54 µg/m³).

Gade- og bybaggrundskoncentrationer for alle 99 gader og alle hovedscenarier er præsenteret i Bilag 4.



Figur 7.2. NO_2 koncentrationen i referencescenariet i 2015 (1A). Alle 99 gader vises i rækkefølge af deres koncentrationsværdi, men Ikke alle vejnavne tegnes.

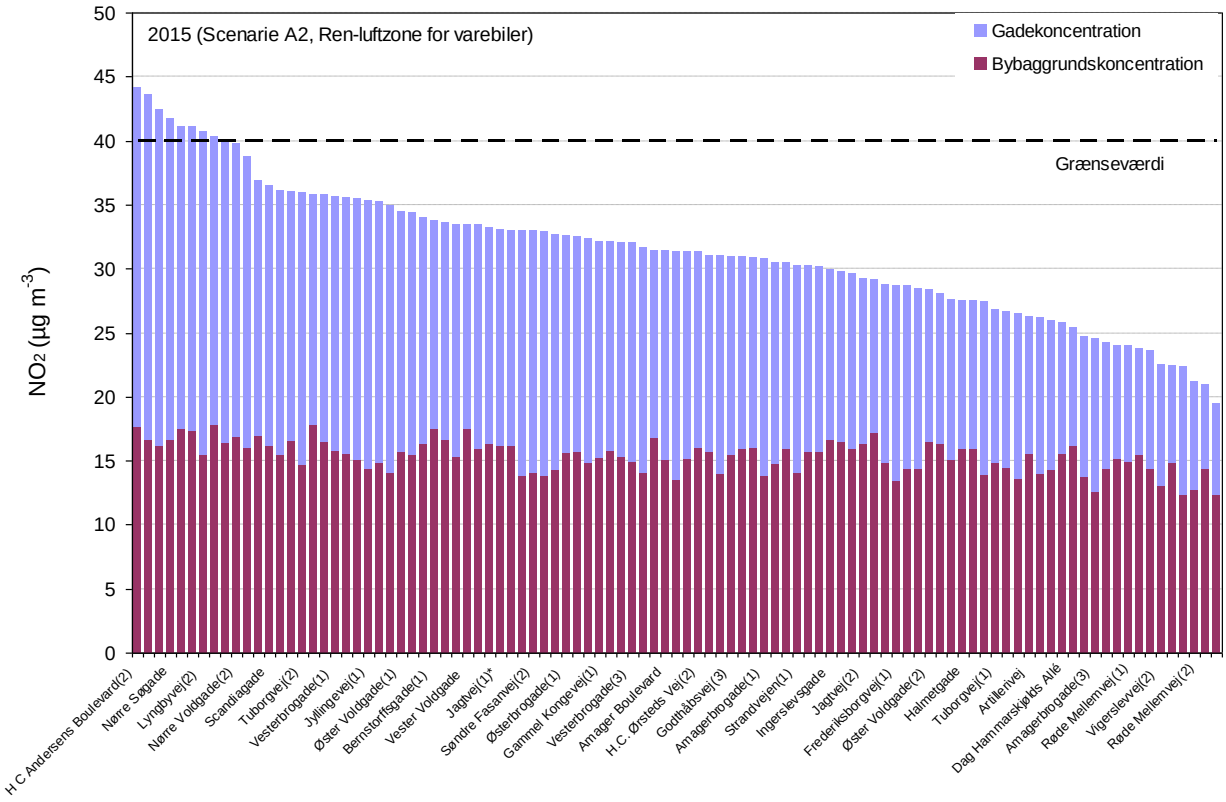
Figur 7.3 viser den geografiske placering af gaderne og NO_2 koncentrationen i referencescenariet i 2015 (1A). De 8 gader, hvor grænseværdien overskrides i 2015, ligger næsten alle på hovedstrækningen: H.C. Andersens Boulevard (1,2,3), Gyldenløvsgade og Ågade. Derudover er der Nørre Søgade, Bernstorffsgade(2) og Lyngbyvej(2). H.C. Andersens Boulevard(1), hvor målestationen ligger, er den 8. højeste og overskriver lige grænseværdien.



Figur 7.3. NO_2 koncentrationen på 99 gader i København i 2015 i referencescenariet (1A).

7.2 Ren-luftzone for varebiler (2A)

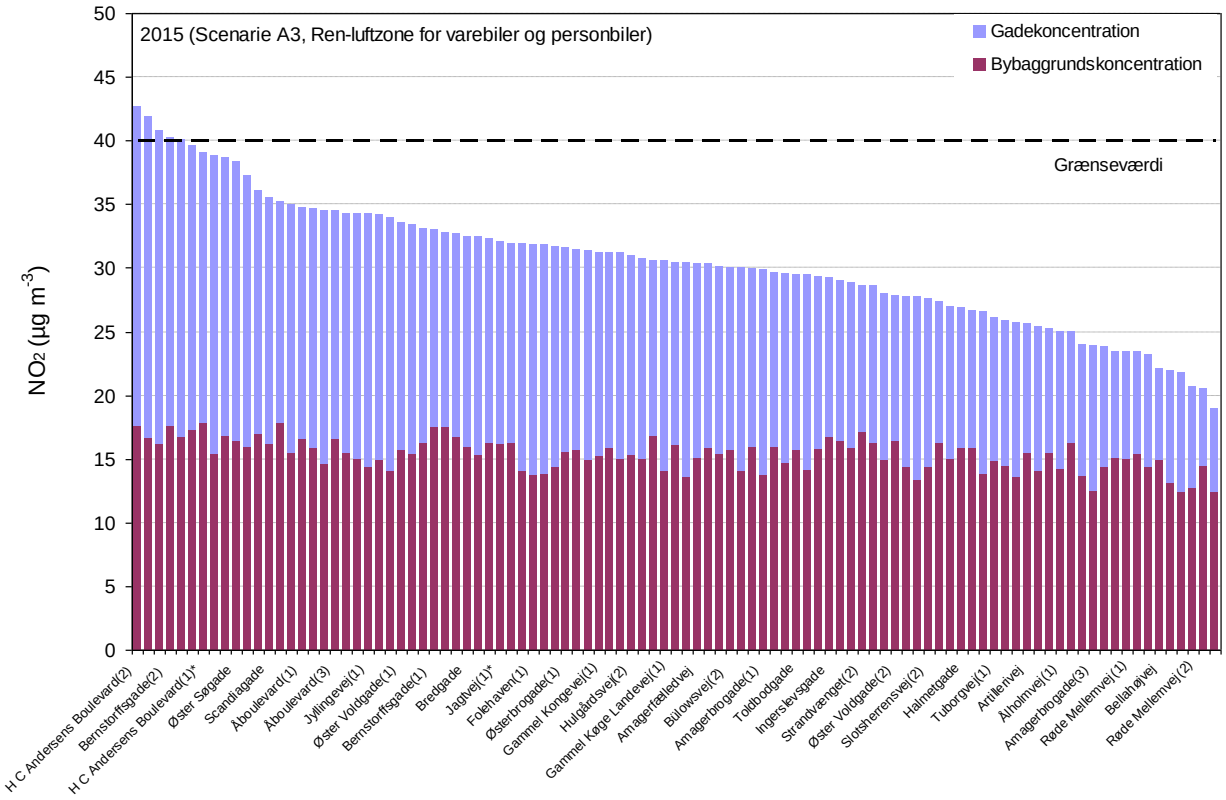
Figur 7.4 viser NO_2 koncentrationen i scenariet med varebiler i 2015 som et bjælkediagram (uden fremme af Euro 6). Som det fremgår er der 7 gader, hvor grænseværdien overskrides i 2015 (højere end 40,5 µg/m³). H.C. Andersens Boulevard(2) (44,1 µg/m³), Gyldenløvesgade (43,6 µg/m³), Ågade (42,5 µg/m³), Nørre Søgade (41,8), Bernstorffsgade(2) (41,1 µg/m³), H.C. Andersens Boulevard(3) (41,1 µg/m³) og Lyngbyvej(2) (40,7 µg/m³). H.C. Andersens Boulevard(1) ved målestationen er 40,3 µg/m³.



Figur 7.4. NO_2 koncentrationen for scenarie med varebiler i 2015 uden fremme af Euro 6 (2A). Alle 99 gader vises i rækkefølge af deres koncentrationsværdi, men Ikke alle vejnavne tegnes.

7.3 Ren-luftzone for person- og varebiler (3A)

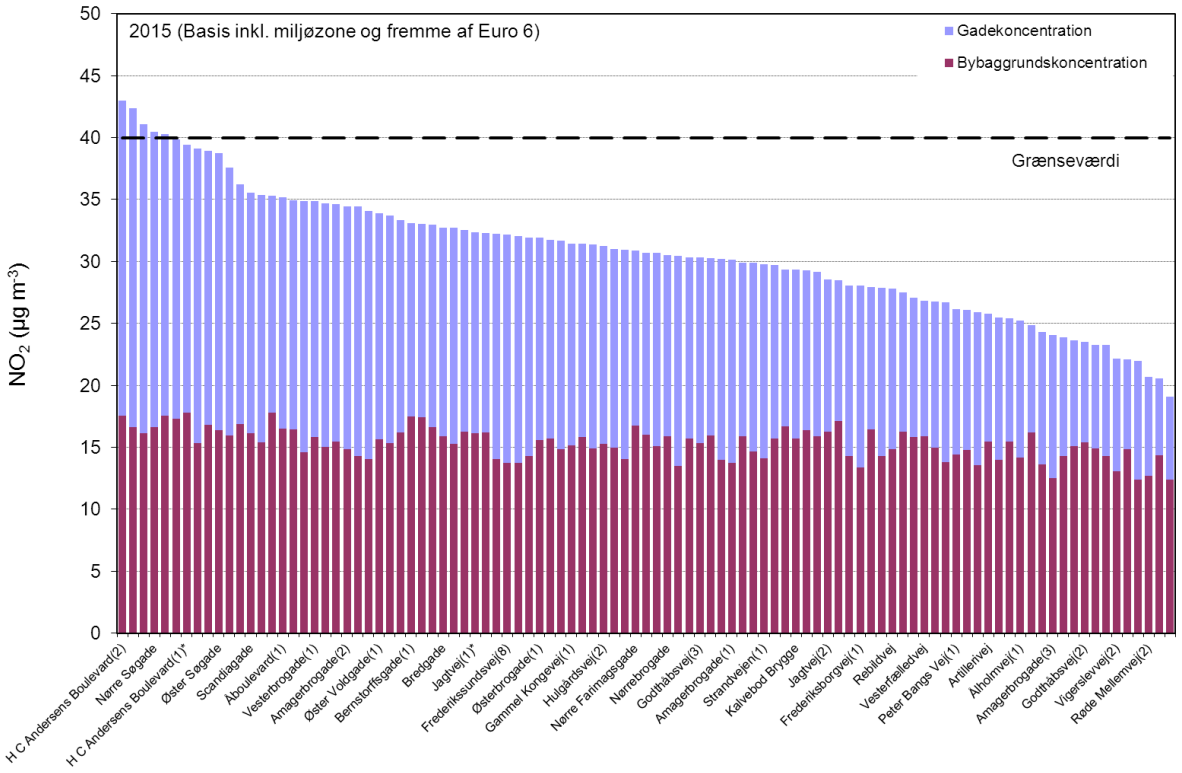
Figur 7.5 viser NO_2 koncentrationen i scenariet med person- og varebiler i 2015 (uden fremme af Euro 6). Som det fremgår er der 3 gader, hvor grænseværdien overskrides i 2015 (højere end 40,5 µg/m^3). H.C. Andersens Boulevard(2) (42,7 µg/m^3), Gyldenløvesgade (41,9 µg/m^3), og Ågade (40,8 µg/m^3). H.C. Andersens Boulevard(1) ved målestationen er 39,0 µg/m^3.



Figur 7.5. NO_2 koncentrationen i scenariet med person- og varebiler i 2015 uden fremme af Euro 6 (3A). Alle 99 gader vises i rækkefølge af deres koncentrationsværdi, men Ikke alle vejnavne tegnes.

7.4 Referencescenariet med fremme af Euro 6 (1B)

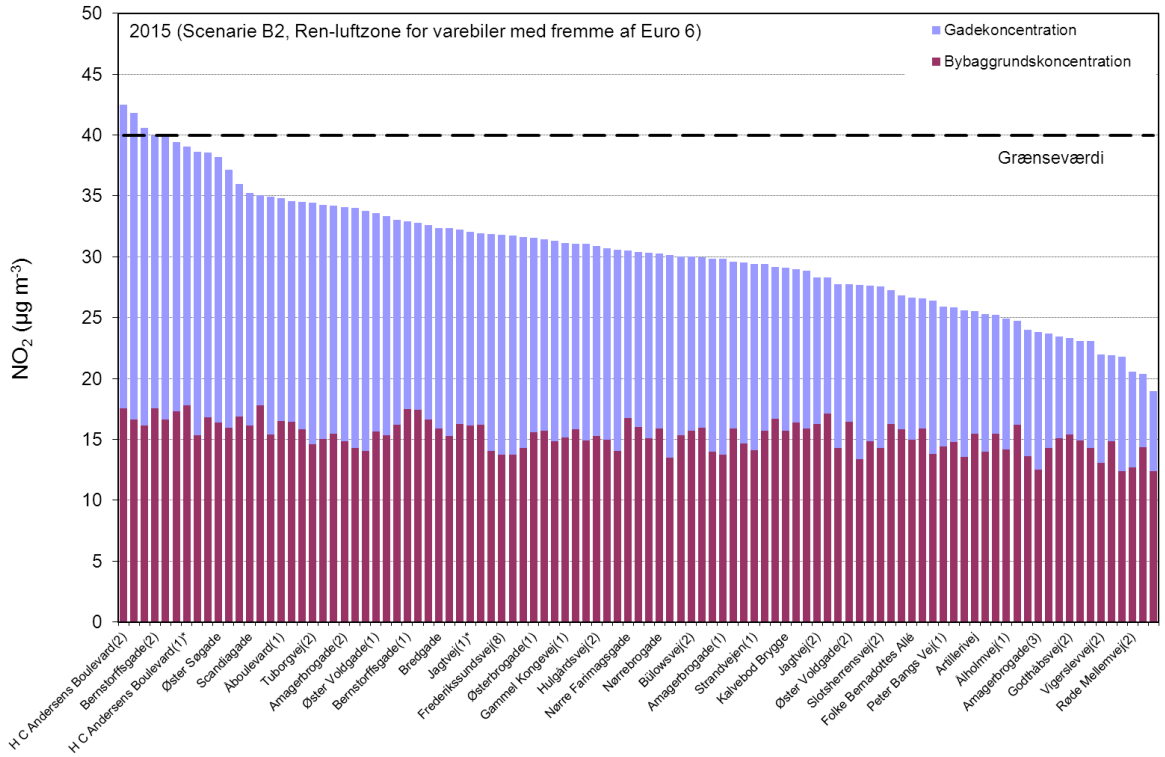
Figur 7.6 viser NO_2 koncentrationen i referencescenariet i 2015 med fremme af Euro 6 (1B). Som det fremgår er der 3 gader, hvor grænseværdien overskrides i 2015 (højere end 40,5 µg/m³). H.C. Andersens Boulevard(2) (43,0 µg/m³), Gyldenløvesgade (42,4 µg/m³) og Ågade (41,1 µg/m³). H.C. Andersens Boulevard(1) ved målestationen er 39,4 µg/m³.



Figur 7.6. NO_2 koncentrationen i referencescenariet i 2015 med fremme af Euro 6 (1B). Alle 99 gader vises i rækkefølge af deres koncentrationsværdi, men Ikke alle vejnavne tegnes.

7.5 Ren-luftzone for varebiler (2B)

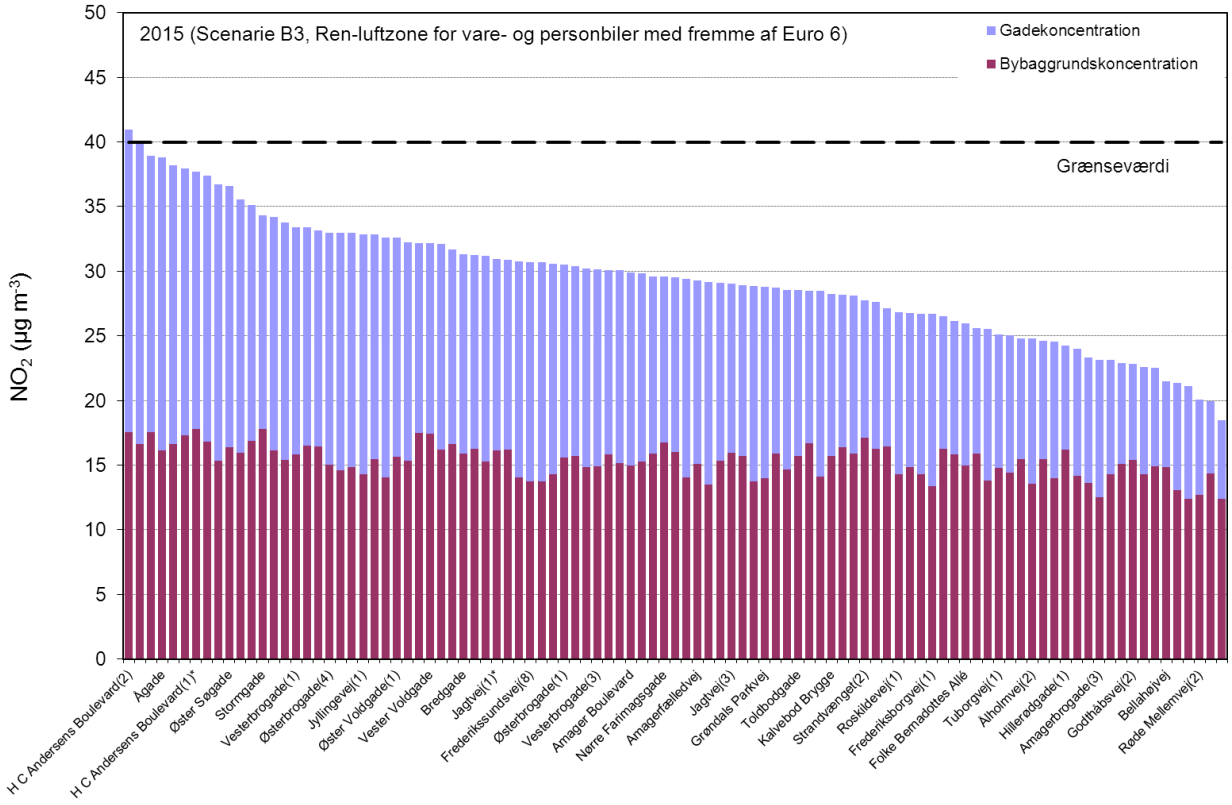
Figur 7.7 viser NO_2 koncentrationen i scenariet med varebiler i 2015 med fremme af Euro 6. Som det fremgår er der 3 gader, hvor grænseværdien overskrides i 2015 (højere end 40,5 µg/m³). H.C. Andersens Boulevard(2) (42,5 µg/m³), Gyldenløvesgade (41,8 µg/m³), og Ågade (40,6 µg/m³). H.C. Andersens Boulevard(1) ved målestationen er 39,1 µg/m³.



Figur 7.7. NO_2 koncentrationen i scenariet med varebiler i 2015 med fremme af Euro 6 (2B). Alle 99 gader vises i rækkefølge af deres koncentrationsværdi, men Ikke alle vejnavne tegnes.

7.6 Ren-luftzone for person- og varebiler (3B)

Figur 7.8 viser NO_2 koncentrationen i scenariet med person- og varebiler i 2015 med fremme af Euro 6. Som det fremgår er der 1 gade, hvor grænseværdien overskrides i 2015 (højere end 40,5 µg/m^3) nemlig H.C. Andersens Boulevard(2) (40,9 µg/m^3). H.C. Andersens Boulevard(1) ved målestationen er 37,7 µg/m^3.



Figur 7.8. NO_2 koncentrationen i scenariet med person- og varebiler i 2015 med fremme af Euro 6 (3B). Alle 99 gader vises i rækkefølge af deres koncentrationsværdi, men Ikke alle vejnavne tegnes.

Tabel 7.1 opsummerer gader med overskridelser af grænseværdien for NO_2 i 2015.

Tabel 7.1. Opsummering af overskridelser af grænseværdien for NO_2 i 2015. Overskridelser af grænseværdien er markeret med grå baggrund.

Gadenavn	Reference (1A) µg/m^3	Varebiler (2A) µg/m^3	Person- og varebiler (3A) µg/m^3	Reference (1B) µg/m^3	Varebiler (2B) µg/m^3	Person- og varebiler (3B) µg/m^3
H.C. Andersens Boulevard(2)	44,5	44,1	42,7	43,0	42,5	40,9
Gyldenløvsgade	44,0	43,6	41,9	42,4	41,8	40,1
Ågade	42,8	42,5	40,8	41,1	40,6	38,8
Nørre Søgade	42,1	41,8	40,1	40,4	39,9	38,2
H.C. Andersens Boulevard(3)	41,4	41,1	39,7	39,9	39,4	37,9
Bernstorffsgade(2)	41,3	41,1	40,8	40,3	39,9	38,9
Lyngbyvej(2)	41,0	40,7	38,9	39,1	38,6	36,7
H.C. Andersens Boulevard(1)*	40,5	40,3	39,0	39,4	39,1	37,7
Antal overskridelser	8	7	4	3	3	1[a]

*Målestation.

[a]Hvis overvurdering af bybaggrund (omkring 0,5 µg/m^3, se afsnit 6.4) indregnes vil der ikke være overskridelser i dette scenarie.

Referencer

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.

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.

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

EEA (2010): EMEP/EEA emission inventory guidebook 2009, updated June 2010. Passenger cars, light-duty trucks, heavy-duty vehicles including buses and motor cycles. 129 p.

Ellermann, T., Nordstrøm, C., Brandt, J., Christensen, J., Ketzel, 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.

Ellermann, T., Ketzel, M., Winther, M., Nordstrøm, C., (2012): Foreløbige resultater for NO_2 i 2011 og vurdering af årsag til de høje koncentrationer på H.C. Andersens Boulevard. Notat fra DCE. 13. januar 2012.

Ellermann, T., Ketzel, M. & Jensen, S.S. (2012): Sammenligning af NO_2 målinger og OSPM beregninger for 10 gadestrækninger i København. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, xx s. - Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. xxx http://www.dmu.dk/Pub/TRxxx.pdf (under udarbejdelse).

Graz University of Technology (2009): Emission Factors from the Model PHEM for the HBEFA Version 3. Report Nr. I-20a/2009 Haus-Em 33a/08/679 from 07.12.2009.

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., Ketzel, M. (2009): NO_2 virkemiddelkatalog - virkemidler til begrænsning af overskridelser af NO_2 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 Na-

tional 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., Larson, T., Kaufman, J., Kc, D. (2009b): 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., Ketzel, M., Nøjgaard, J. K. & Becker, T. (2011): Hvad er effekten af miljøzoner for luftkvaliteten? - Vurdering for København, Frederiksberg, Aarhus, Odense, og Aalborg. Slutrapport. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet 110 s. –Faglig rapport nr. 830. http://www.dmu.dk/Pub/FR830.pdf.

Jensen, S.S., Ketzel, M., Winther, M. (2012). Luftkvalitetsvurdering af trængselsafgifter i København. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 48 s. -Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 16. http://www.dmu.dk/Pub/SR16.pdf

Ketzel, 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. Int. J. of Environment and Pollution. Vol. 47, Nos. 1/2/3/4, 2011.

Københavns Kommune (2011): Trafiktal og andre færdselsundersøgelser 2006-2010. Forår 2011.

Miljøstyrelsen (2009): Effekter af miljøzonekrav på person-og varebilsmarkedet. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen Nr. 6 2009. Udarbejdet af COWI for Miljøstyrelsen.

Miljøstyrelsen & Trafikstyrelsen (2010): Notat om eftermontering af partikelfiltre til varebiler. 20.10.2010.

Miljøstyrelsen (2012): Forudsætninger for antallet af køretøjer i den samfundsøkonomiske analyse af nye tiltag for ren-luftzoner. Notat. 7. August 2012.

Plejdrup, 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

Regeringen (2011): Et Danmark, der står sammen. Regeringsgrundlag. Oktober 2011.

Winther, M. 2012: Danish emission inventories for road transport and other mobile sources. Inventories until year 2010. National Environmental Research Institute, University of Aarhus. 219 pp. – NERI Technical Report No. 686. http://www.dmu.dk/Pub/FR686.pdf

Bilag 1 Indregistreringsdatoer for Euroemissionsnormer

Første indregistreringsdato er opsummeret for de forskellige Euroemissionsklasser i nedenstående tabeller for hhv. personbiler, varebiler og lastbiler/busser (Winther 2012). Alle solgte biler skal opfylde den pågældende Euronorm efter første indregistreringsdato. Euronormerne træder derfor juridisk i kraft ved denne dato.

Eksempelvis er første indregistreringsdato for en Euro 3 dieseldreven personbil 1.1.2001 dvs. alle solgte biler efter 1.1.2001 skal være Euro 3, og Euro 3 kan sælges frem til 1.1.2006, hvor Euro 4 starter. I 2014 vil Euro 3 dieseldreven personbiler derfor kunne være omkring 9-14 år.

En given Euroklasse skal senest typegodkendes et år tidligere end første indregistreringsdato. Det betyder i praksis at en given Euroklasse også sælges før første indregistreringsdato. I de oplysninger om bilparken, som ligger til grund for efterfølgende emissionsberegninger er der taget hensyn til dette.

Table 1. Overview of the existing EU emission directives for road transport vehicles.

Vehicle category	Emission layer	EU directive	First reg. date
Passenger cars (gasoline)	PRE ECE	-	-
	ECE 15/00-01	70/220 - 74/290	1972[a]
	ECE 15/02	77/102	1981[b]
	ECE 15/03	78/665	1982[c]
	ECE 15/04	83/351	1987[d]
	Euro I	91/441	1.10.1990[e]
	Euro II	94/12	1.1.1997
	Euro III	98/69	1.1.2001
	Euro IV	98/69	1.1.2006
	Euro V	715/2007	1.1.2011
	Euro VI	715/2007	1.9.2015
Passenger cars (diesel and LPG)	Conventional	-	-
	ECE 15/04	83/351	1987[d]
	Euro I	91/441	1.10.1990[e]
	Euro II	94/12	1.1.1997
	Euro III	98/69	1.1.2001
	Euro IV	98/69	1.1.2006
	Euro V	715/2007	1.1.2011
	Euro VI	715/2007	1.9.2015
Light duty trucks (gasoline and diesel)	Conventional	-	-
	ECE 15/00-01	70/220 - 74/290	1972[a]
	ECE 15/02	77/102	1981[b]
	ECE 15/03	78/665	1982[c]
	ECE 15/04	83/351	1987[d]
	Euro I	93/59	1.10.1994
	Euro II	96/69	1.10.1998
	Euro III	98/69	1.1.2002
	Euro IV	98/69	1.1.2007
	Euro V	715/2007	1.1.2012
	Euro VI	715/2007	1.9.2016
Heavy duty vehicles	Euro 0	88/77	1.10.1990
	Euro I	91/542	1.10.1993
	Euro II	91/542	1.10.1996
	Euro III	1999/96	1.10.2001
	Euro IV	1999/96	1.10.2006
	Euro V	1999/96	1.10.2009
	Euro VI	595/2009	1.1.2014
Mopeds	Conventional	-	-
	Euro I	97/24	2000
	Euro II	2002/51	2004
Motor cycles	Conventional	-	-
	Euro I	97/24	2000
	Euro II	2002/51	2004
	Euro III	2002/51	2007

a,b,c,d: Expert judgement suggest that Danish vehicles enter into the traffic before EU directive first registration dates. The effective inventory starting years are a: 1970; b: 1979; c: 1981; d: 1986.

e: The directive came into force in Denmark in 1991 (EU starting year: 1993).

Bilag 2: Euroemissionsnormer for køretøjer

Emissionsnormerne for de forskellige køretøjer er vist i nedenstående tabeller (Winther 2012). Person- og varebiler testet gennem en bestemt kørecyklus på et rullefelt og emissionen opsamles og skal være under grænseværdien. For tunge køretøjer (lastbiler og busser) er det selve motoren som testes gennem en motorbelastningstest. Normer før Euro 1 – kaldet Euro 0 - er ikke vist.

Private cars and light duty vehicles I (<1305 kg).

G pr km		EURO 1	EURO 2	EURO 3[1)]	EURO 4	EURO 5	EURO 6
Normal temp.							
CO	Gasoline	2.72	2.2	2.3	1.0	1.0	1.0
	Diesel	2.72	1.0	0.64	0.5	0.5	0.5
HC	Gasoline	-	-	0.20	0.10	0.1	0.1
NMHC	Gasoline	-	-	-	-	0.068	0.068
NO_x	Gasoline	-	-	0.15	0.08	0.06	0.06
	Diesel	-	-	0.5	0.25	0.18	0.08
$HC+NO_x$	Gasoline	0.97	0.5	-	-		-
	Diesel	0.97	0.7/0.9[2)]	0.56	0.30	0.23	0.17
Particulates	Diesel	0.14	0.08/0.10[2)]	0.05	0.025	0.005	0.005
Low temp.							
CO	Gasoline	-	-	-	15	15	15
HC	Gasoline	-	-	-	1.8	1.8	1.8
Evaporation							
HC[3)]	Gasoline	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

[1)] Changed test procedure at normal temperatures (40 s warm-up phase omitted) and for evaporation measurements.

[2)] Less stringent emission limits for direct injection diesel engines.

[3)] Unit: g/test.

Light duty vehicles II (1305-1760 kg)

G pr km		EURO 1	EURO 2	EURO 3[1)]	EURO 4	EURO 5	EURO 6
Normal temp.							
CO	Gasoline	5.17	4.0	4.17	1.81	1.81	1.81
	Diesel	5.17	1.25	0.80	0.63	0.63	0.63
HC	Gasoline	-	-	0.25	0.13	0.13	0.13
NMHC	Gasoline	-	-	-	-	0.9	0.9
NO_x	Gasoline	-	-	0.18	0.10	0.75	0.75
	Diesel	-	-	0.65	0.33	0.235	0.105
$HC+NO_x$	Gasoline	1.4	0.6	-	-	-	-
	Diesel	1.4	1.0/1.3[2)]	0.72	0.39	0.295	0.195
Particulates	Gasoline					0.005	0.005
	Diesel	0.19	0.12/0.14[2)]	0.07	0.04	0.005	0.005
Low temp.							
CO	Gasoline	-	-	-	24	24	24
HC	Gasoline	-	-		2.7	2.7	2.7
Evaporation							
HC[3)]	Gasoline	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

[1)] Changed test procedure at normal temperatures (40 s warm-up phase omitted) and for evaporation measurements.

[2)] Less stringent emission limits for direct injection diesel engines.

[3)] Unit: g/test.

Light duty vehicles III (>1760 kg).

G pr km		EURO 1	EURO 2	EURO 3[1)]	EURO 4	EURO 5	EURO 6
Normal temp.							
CO	Gasoline	6.9	5.0	5.22	2.27	2.27	2.27
	Diesel	6.9	1.5	0.95	0.74	0.74	0.74
HC	Gasoline	-	-	0.29	0.16	0.16	0.16
NMHC	Gasoline					0.108	0.108
NO_x	Gasoline	-	-	0.21	0.11	0.082	0.082
	Diesel	-	-	0.78	0.39	0.28	0.125
HC+NO_x	Gasoline	1.7	0.7	-	-	-	-
	Diesel	1.7	1.2/1.6[2)]	0.86	0.46	0.35	0.215
Particulates	Gasoline					0.005	0.005
	Diesel	0.25	0.17/0.20[2)]	0.10	0.06	0.005	0.005
Low temp.							
CO	Gasoline	-	-	-	30	30	30
HC	Gasoline	-	-	-	3.2	3.2	3.2
Evaporation							
HC[3)]	Gasoline	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

[1)] Changed test procedure at normal temperatures (40 s warm-up phase omitted) and for evaporation measurements

[2)] Less stringent emission limits for direct injection diesel engines

[3)] Unit: g/test

Heavy duty diesel vehicles.

(g pr kWh)		EURO I	EURO II	EURO III	EURO IV	EURO V	EURO VI	EEV[2)]
	Test[1)]	1993	1996	2001	2006	2009	2014	2000
CO	ECE/ESC	4.5	4.0	2.1	1.5	1.5	1.5	1.5
	ETC	-	-	(5.45)	4.0	4.0	4.0	3.0
HC	ECE/ESC	1.1	1.1	0.66	0.46	0.46	0.13	0.25
	ETC	-	-	(0.78)	0.55	0.55	0.16	0.40
NO_x	ECE/ESC	8.0	7.0	5.0	3.5	2.0	0.4	2.0
	ETC	-	-	(5.0)	3.5	2.0	0.4	2.0
Particulates[3)]	ECE/ESC	0.36/0.61	0.15/0.25	0.10/0.13	0.02	0.02	0.01	0.02
	ETC	-	-	(0.16/0.21)	0.03	0.03	0.01	0.02
	ELR	-	-	0.8	0.5	0.5		0.15
NH_3	ECE/ESC						10 (ppm)	
	ETC						10 (ppm)	

[1)] Test procedure: Euro 1 og Euro 2: ECE (stationary)
Euro 3: ESC (stationary) + ELR (load response)
Euro 4, Euro 5 og EEV: ESC (stationary) + ETC (transient) + ELR (load response)

[2)] EEV: Emission limits for extra environmental friendly vehicles, used as a basis for economical incitaments (gas fueled vehicles).

[3)] For Euro 1, Euro 2 og Euro 3 less stringent emission limits apply for small engines:
Euro 1: <85 kW
Euro 2: <0,7 l
Euro 3: <0,75 l

Bilag 3 Trafik- og gadekonfiguration for 99 gader

Oversigt over vigtigste trafik- og gadekonfigurationsinformationer for de 99 udvalgte gader i København

GadeID	Gadenavn	Bemærkning	Trafik-tællenr	ÅDT	LB %	Hastig-hed	Døgnvariation	Bygnings-højde	Gade-bredde
1	Østerbrogade(1)	Mindre tilstødende veje	232	20400	3.8	40	.\Type_F.trf	22	33
2	Amagerbrogade(1)	Samme placering	94	12900	5.0	40	.\Type_F.trf	21	18
3	Bredgade	Flyttet geografisk på strækning	3	13733	3.7	40	.\Type_F.trf	24	16
4	Frederikssundsvej(1)	Flyttet geografisk på strækning	117	17367	5.7	40	.\Type_F.trf	21	24
5	Gothersgade(1)	Flyttet geografisk på strækning	270	14000	4.8	40	.\Type_D.trf	23	22
6	H C Andersens Boulevard(1)	Målestation HCAB	-	51500	4.7	45	HCAB_new_Renluft_2011_AADT.trf	22	60
7	Jagtvej(1)	Målestation Jagtvej	-	23500	3.1	42	Jagtvej_New_MZ2010_AADT.trf	22	25
8	Nørrebrogade	Samme placering	5	9500	8.3	40	.\Type_F.trf	23	22
9	Vesterbrogade(1)	Flyttet geografisk på strækning	603	14900	5.2	40	.\Type_F.trf	23	16
10	Vester Voldgade	Flyttet geografisk på strækning	218	9050	10.3	40	.\Type_D.trf	24	20
11	Åboulevard(1)	Samme placering	61	38233	2.5	51	Aaboulevard_New_MZ2010_AADT.trf	22	34
12	Strandvejen(1)	Flyttet geografisk på strækning	194	18667	4.6	40	.\Type_F.trf	22	33
13	Strandvejen(2)	Flyttet geografisk på strækning	43	25133	5.1	40	.\Type_F.trf	13	82
14	Frederiksborgvej(1)	Flyttet geografisk på strækning	13	16433	3.2	40	.\Type_F.trf	19	28
15	Tuborgvej(1)	Flyttet geografisk på strækning	49	31067	2.1	40	.\Type_F.trf	8	42
16	Frederiksborgvej(2)	Flyttet geografisk på strækning	677	6400	0.0	40	.\Type_F.trf	14	24
17	Tuborgvej(2)	Samme placering	48	33033	2.7	40	.\Type_F.trf	18	37
18	Strandvænget(2)	Flyttet geografisk på strækning	195	18700	5.6	40	.\Type_F.trf	8	31
19	Lyngbyvej(2)	Flyttet geografisk på strækning	31	65567	2.1	51	.\Type_F.trf	13	28
20	Tagensvej(1)	Flyttet geografisk på strækning	46	18700	3.5	40	.\Type_F.trf	20	26
21	Frederikssundsvej(2)	Flyttet geografisk på strækning	14	20633	3.5	40	.\Type_F.trf	10	32
22	Tomsgårdsvej(2)	Flyttet geografisk på strækning	204	32500	2.5	40	.\Type_F.trf	20	30
23	Frederikssundsvej(3)	Samme placering	723	18100	4.7	40	.\Type_F.trf	21	28
24	Frederikssundsvej(5)	Flyttet geografisk på strækning	626	23900	5.1	40	.\Type_F.trf	10	23
25	Tagensvej(2)	Flyttet geografisk på strækning	671	21300	5.1	40	.\Type_F.trf	24	27
26	Frederikssundsvej(8)	Samme placering	120	18800	4.8	40	.\Type_F.trf	20	20
27	Jagtvej(2)	Flyttet geografisk på strækning	617	19200	5.1	40	.\Type_D.trf	9	36
28	Halmetgade	Flyttet til Halmetgade	275	12600	3.9	40	.\Type_D.trf	21	26
29	Tagensvej(3)	Flyttet geografisk på strækning	479	20000	3.3	40	.\Type_F.trf	21	29
30	Blegdamsvej	Flyttet til Blegdamsvej	255	8100	4.0	40	.\Type_D.trf	22	39
31	Østerbrogade(4)	Flyttet geografisk på strækning	59	23800	3.9	40	.\Type_F.trf	25	35
32	Tagensvej(4)	Flyttet geografisk på strækning	614	16200	4.4	40	.\Type_F.trf	21	35
33	Slotsherrensvej(1)	Samme placering	40	17433	2.6	40	.\Type_F.trf	13	26
34	Hillerødgade(1)	Samme placering	635	11600	4.3	40	.\Type_D.trf	6	22
35	Hulgårdsvej(2)	Flyttet geografisk på strækning	138	25300	3.0	40	.\Type_F.trf	16	33
36	Hillerødgade(3)	Flyttet geografisk på strækning	21	18433	2.8	40	.\Type_F.trf	14	38
37	Nordre Fasanvej(3)	Samme placering	636	15600	4.7	40	.\Type_D.trf	21	19
38	Dag Hammarskjølds Allé	Samme placering	65	15600	3.9	40	.\Type_F.trf	19	59
39	Bellahøjvej	Flyttet geografiks på strækning	99	10400	2.7	40	.\Type_D.trf	14	42
40	Folke Bernadottes Allé	Flyttet geografisk på strækning	68	20300	5.2	40	.\Type_F.trf	6	18
41	Slotsherrensvej(2)	Mulige mindre tilstødende veje	184	13400	3.4	40	.\Type_F.trf	15	24

42	Jagtvej(3)	Samme placering	23	18367	3.8	40	.\Type_D.trf	22	43
43	Fredensgade	Samme placering	69	45633	3.1	51	.\Type_F.trf	14	30
44	Jyllingevej(1)	Flyttet geografisk på strækning	638	29600	4.8	40	.\Type_F.trf	15	23
45	Øster Voldgade(1)	Samme placering	731	11000	6.4	40	.\Type_D.trf	25	16
46	Godthåbsvej(2)	Samme placering	549	6500	3.6	40	.\Type_D.trf	17	29
47	Rebildvej	Samme placering	176	23000	3.3	40	.\Type_F.trf	7	19
48	Øster Søgade	Flyttet geografisk på strækning	60	25033	2.5	40	.\Type_F.trf	22	20
49	Øster Voldgade(2)	Samme placering	91	17800	6.3	40	.\Type_D.trf	18	48
50	Godthåbsvej(3)	Flyttet geografisk på strækning	905	13500	4.0	40	.\Type_D.trf	19	18
51	Ågade	Samme placering	481	57000	3.5	51	.\Type_F.trf	15	32
52	Falkoner Alle(2)	Flyttet geografisk på strækning	913	15900	3.9	40	.\Type_D.trf	21	19
53	Åboulevard(3)	Samme placering	61	38233	2.5	51	Aaboulevard_New_MZ2010_AADT.trf	20	34
54	Nørre Farimagsgade	Flyttet geografisk på strækninig	577	16200	3.1	40	.\Type_D.trf	21	34
55	Bülowsvej(2)	Flyttet geografisk på strækning	900	12300	2.2	40	.\Type_D.trf	21	17
56	Nørre Søgade	Samme placering	170	30400	2.3	41	.\Type_F.trf	19	20
57	Nordre Fasanvej(1)	Samme placering	912	17100	3.8	40	.\Type_D.trf	21	25
58	Grøndals Parkvej	Flyttet geografisk på strækning	18	20000	3.6	40	.\Type_F.trf	13	22
59	Nørre Voldgade(2)	Flyttet geografisk på strækning	34	22833	7.0	40	.\Type_D.trf	22	30
60	Gyldenløvesgade	Flyttet geografisk på strækning	724	67600	3.1	40	.\Type_F.trf	28	60
61	Toldbodgade	Flyttet til Toldbodgade	157	11300	3.5	40	.\Type_C.trf	22	17
62	Peter Bangs Vej(1)	Flyttet geografisk på strækning	501	12100	2.4	40	.\Type_D.trf	19	24
63	Gammel Kongevej(1)	Samme placering	904	12000	4.3	40	.\Type_D.trf	21	15
64	Peter Bangs Vej(2)	Flyttet geografisk på strækning	907	13500	4.7	40	.\Type_D.trf	16	38
65	H C Andersens Boulevard(3)	Flyttet geografisk på strækning	1	51033	3.4	41	.\Type_F.trf	17	44
66	H.C. Ørsteds Vej(2)	Flyttet geografisk på strækning	901	12100	4.5	40	.\Type_D.trf	22	18
67	Stormgade	Flyttet geografisk på strækning	191	12600	10.0	40	.\Type_D.trf	24	17
68	Hammerichsgade	Flyttet geografisk på strækning	276	11600	9.2	40	.\Type_D.trf	24	16
69	Vester Farimagsgade	Flyttet geografisk på strækning	53	13333	4.0	40	.\Type_D.trf	23	32
70	Enghavevej	Flyttet til Enghavevej	613	12800	3.8	40	.\Type_D.trf	20	15
71	H C Andersens Boulevard(2)	Flyttet geografisk på strækning	29	55433	4.2	40	.\Type_F.trf	23	48
72	Torvegade	Flyttet geografisk på strækning	86	24333	3.6	40	.\Type_D.trf	23	25
73	Bernstorffsgade(1)	Samme placering	726	21500	9.4	40	.\Type_D.trf	14	38
74	Ingerslevsgade	Flyttet til Ingerslevsgade	72	9867	6.3	40	.\Type_D.trf	15	24
75	Ålholmvej(1)	Flyttet geografisk på strækning	242	17450	0.0	40	.\Type_F.trf	14	27
76	Bernstorffsgade(2)	Enkelte mindre tilstødende veje	697	19800	8.8	40	.\Type_D.trf	21	20
77	Roskildevej(1)	Flyttes geografisk på strækning	384	20267	3.5	40	.\Type_F.trf	19	35
78	Vesterbrogade(3)	Flyttes geografisk på strækning	902	15500	5.6	40	.\Type_F.trf	20	20
79	Søndre Fasanvej(2)	Flyttes geografisk på strækning	713	15300	5.2	40	.\Type_D.trf	19	19
80	Vesterfælledvej	Flyttes geografisk på strækning	684	12600	0.0	40	.\Type_D.trf	20	19
81	Ålholmvej(2)	Kun små tilstødende villaveje	210	12000	3.2	40	.\Type_D.trf	15	22
82	Istedgade	Flyttet geografisk på strækning	602	9900	5.2	40	.\Type_D.trf	23	16
83	Amager Boulevard	Samme placering	92	14400	7.4	40	.\Type_F.trf	23	31
84	Artillerivej	Flyttet geografisk på strækning	645	13800	2.2	40	.\Type_D.trf	21	34
85	Kalvebod Brygge	Samme placering	25	44400	3.7	40	.\Type_F.trf	8	59
86	Amagerbrogade(2)	Flyttet geografisk på strækning	551	21400	5.3	40	.\Type_F.trf	22	25
87	Toftegårds Allé(1)	Flyttet geografisk på strækning	203	28400	5.4	40	.\Type_D.trf	19	29
88	Amagerfælledvej	Flyttet geografisk på strækning	604	17800	3.6	40	.\Type_D.trf	23	24
90	Vigerslevvej(2)	Flyttes geografisk på strækning	56	15867	3.6	40	.\Type_F.trf	16	50

91	Gammel Køge Landevej(1)	Samme placering	123	23200	3.4	40	.\Type_F.trf	21	32
92	Englandsvej(1)	Flyttet geografisk på strækning	643	9900	3.3	40	.\Type_F.trf	20	22
93	Røde Mellemvej(1)	Flyttet geografisk på strækning	245	14000	0.0	40	.\Type_D.trf	8	27
94	Scandiagade	Flyttet til Scandiagade	683	29100	6.3	40	.\Type_D.trf	13	32
95	Folehaven(1)	Flyttet geografisk på strækning	488	38000	5.7	40	.\Type_F.trf	13	45
96	P Knudsens Gade(2)	Flyttet geografisk på strækning	605	29800	5.7	40	.\Type_F.trf	13	29
97	Amagerbrogade(3)	Flyttet geografisk på strækning	62	11500	4.9	40	.\Type_F.trf	15	29
98	Røde Mellemvej(2)	Flyttet geografisk på strækning	179	11900	3.7	40	.\Type_D.trf	7	24
99	Gammel Køge Landevej(2)	Flyttet geografisk på strækning	16	16367	3.8	40	.\Type_F.trf	14	48
100	Englandsvej(2)	Samme placering	8	14567	3.0	51	.\Type_F.trf	10	38

Bilag 4 NO_2 gade- og bybaggrundskoncentration for 99 gader

Reference uden fremme af Euro 6 i 2015 (1A)

Nr	GadeNr	Gadenavn	NO_2 Gade	NO_2 Bybagg	Nr	GadeNr	Gadenavn	NO_2 Gade	NO_2 Bybagg
1	71	H C Andersens Boulevard(2)	44.5	17.6	51	24	Frederikssundsvej(5)	31.5	13.5
2	60	Gyldenløvesgade	44.0	16.6	52	66	H.C. Ørsteds Vej(2)	31.5	16.0
3	51	Ågade	42.8	16.1	53	55	Bülowsvej(2)	31.3	15.7
4	56	Nørre Søgade	42.1	16.7	54	58	Grøndals Parkvej	31.2	14.0
5	65	H C Andersens Boulevard(3)	41.4	17.3	55	50	Godthåbsvej(3)	31.2	15.4
6	76	Bernstorffsgade(2)	41.3	17.5	56	8	Nørrebrogade	31.1	15.9
7	19	Lyngbyvej(2)	41.0	15.4	57	42	Jagtvej(3)	31.1	15.9
8	6	H C Andersens Boulevard(1)*	40.5	17.8	58	2	Amagerbrogade(1)	31.0	13.8
9	48	Øster Søgade	40.2	16.4	59	57	Nordre Fasanvej(1)	30.8	14.7
10	59	Nørre Voldgade(2)	40.0	16.8	60	32	Tagensvej(4)	30.7	15.9
11	43	Fredensgade	39.1	15.9	61	12	Strandvejen(1)	30.6	14.1
12	68	Hammerichsgade	37.1	16.9	62	61	Toldbodgade	30.5	15.7
13	94	Scandiagade	36.7	16.1	63	85	Kalvebod Brygge	30.3	15.7
14	25	Tagensvej(2)	36.4	15.4	64	74	Ingerslevsgade	30.0	16.7
15	11	Åboulevard(1)	36.3	16.5	65	69	Vester Farimagsgade	30.0	16.4
16	17	Tuborgvej(2)	36.2	14.6	66	82	Istedgade	29.8	15.9
17	53	Åboulevard(3)	36.1	16.5	67	27	Jagtvej(2)	29.3	16.3
18	67	Stormgade	36.1	17.8	68	18	Strandvænget(2)	29.2	17.1
19	9	Vesterbrogade(1)	35.9	15.8	69	14	Frederiksborgvej(1)	28.9	13.4
20	22	Tomsgårdsvej(2)	35.9	15.5	70	77	Roskildevej(1)	28.9	14.3
21	31	Østerbrogade(4)	35.8	15.0	71	47	Rebildvej	28.8	14.8
22	44	Jyllingevej(1)	35.6	14.3	72	41	Slotsherrensvej(2)	28.7	14.3
23	86	Amagerbrogade(2)	35.5	14.8	73	49	Øster Voldgade(2)	28.5	16.4
24	96	P Knudsens Gade(2)	35.3	14.0	74	36	Hillerødgade(3)	28.2	16.3
25	45	Øster Voldgade(1)	34.8	15.7	75	28	Halmetgade	27.7	15.9
26	23	Frederikssundsvej(3)	34.7	15.4	76	80	Vesterfælledvej	27.7	15.9
27	4	Frederikssundsvej(1)	34.2	16.2	77	40	Folke Bernadottes Allé	27.6	15.0
28	73	Bernstorffsgade(1)	33.8	17.5	78	33	Slotsherrensvej(1)	27.6	13.8
29	5	Gothersgade(1)	33.8	16.7	79	15	Tuborgvej(1)	27.0	14.8
30	72	Torvegade	33.8	15.3	80	62	Peter Bangs Vej(1)	26.9	14.4
31	3	Bredgade	33.7	15.9	81	81	Ålholmvej(2)	26.7	13.5
32	10	Vester Voldgade	33.6	17.5	82	84	Artillerivej	26.4	15.5
33	37	Nordre Fasanvej(3)	33.5	16.2	83	21	Frederikssundsvej(2)	26.3	14.0
34	7	Jagtvej(1)*	33.3	16.1	84	75	Ålholmvej(1)	26.2	14.2
35	29	Tagensvej(3)	33.3	16.2	85	38	Dag Hammarskjølds Allé	26.0	15.5
36	26	Frederikssundsvej(8)	33.2	13.8	86	34	Hillerødgade(1)	25.5	16.2
37	79	Søndre Fasanvej(2)	33.2	14.0	87	92	Englandsvej(1)	24.9	13.6
38	95	Folehaven(1)	33.1	13.8	88	97	Amagerbrogade(3)	24.7	12.5
39	87	Toftegårds Allé(1)	32.9	14.3	89	64	Peter Bangs Vej(2)	24.4	14.3
40	1	Østerbrogade(1)	32.9	15.6	90	30	Blegdamsvej	24.1	15.1
41	70	Enghavevej	32.7	15.7	91	93	Røde Mellemvej(1)	24.0	14.9
42	20	Tagensvej(1)	32.7	14.8	92	46	Godthåbsvej(2)	24.0	15.4
43	63	Gammel Kongevej(1)	32.4	15.2	93	13	Strandvejen(2)	23.8	14.3
44	52	Falkoner Alle(2)	32.3	15.8	94	90	Vigerslevvej(2)	22.7	13.0
45	35	Hulgårdsvej(2)	32.3	15.3	95	39	Bellahøjvej	22.6	14.8
46	78	Vesterbrogade(3)	32.2	14.9	96	99	Gammel Køge Landevej(2)	22.5	12.4
47	91	Gammel Køge Landevej(1)	31.9	14.0	97	98	Røde Mellemvej(2)	21.3	12.7
48	54	Nørre Farimagsgade	31.7	16.8	98	16	Frederiksborgvej(2)	21.0	14.4
49	83	Amager Boulevard	31.7	15.0	99	100	Englandsvej(2)	19.5	12.4
50	88	Amagerfælledvej	31.6	15.1					

Figur 0.1. NO_2 gade- og bybaggrundskoncentration for reference uden fremme af Euro 6 i 2015 (1A).

Scenariet med varebiler i 2015 (2A)

40,

Nr	GadeNr	Gadenavn	NO_2 Gade	NO_2 Bybagg	Nr	GadeNr	Gadenavn	NO_2 Gade	NO_2 Bybagg
1	71	H C Andersens Boulevard(2)	44.1	17.6	51	88	Amagerfælledvej	31.3	15.1
2	60	Gyldenløvesgade	43.6	16.6	52	66	H.C. Ørsteds Vej(2)	31.3	16.0
3	51	Ågade	42.5	16.1	53	55	Bülowsvej(2)	31.1	15.7
4	56	Nørre Søgade	41.8	16.7	54	58	Grøndals Parkvej	31.0	14.0
5	76	Bernstorffsgade(2)	41.1	17.5	55	50	Godthåbsvej(3)	31.0	15.4
6	65	H C Andersens Boulevard(3)	41.1	17.3	56	8	Nørrebrogade	30.9	15.9
7	19	Lyngbyvej(2)	40.7	15.4	57	42	Jagtvej(3)	30.9	15.9
8	6	H C Andersens Boulevard(1)*	40.3	17.8	58	2	Amagerbrogade(1)	30.8	13.8
9	48	Øster Søgade	39.9	16.4	59	57	Nordre Fasanvej(1)	30.5	14.7
10	59	Nørre Voldgade(2)	39.8	16.8	60	32	Tagensvej(4)	30.5	15.9
11	43	Fredensgade	38.8	15.9	61	12	Strandvejen(1)	30.4	14.1
12	68	Hammerichsgade	36.9	16.9	62	61	Toldbodgade	30.3	15.7
13	94	Scandiagade	36.5	16.1	63	85	Kalvebod Brygge	30.2	15.7
14	25	Tagensvej(2)	36.1	15.4	64	74	Ingerslevsgade	29.9	16.7
15	11	Åboulevard(1)	36.1	16.5	65	69	Vester Farimagsgade	29.8	16.4
16	17	Tuborgvej(2)	35.9	14.6	66	82	Istedgade	29.7	15.9
17	67	Stormgade	35.9	17.8	67	27	Jagtvej(2)	29.2	16.3
18	53	Åboulevard(3)	35.8	16.5	68	18	Strandvænget(2)	29.1	17.1
19	9	Vesterbrogade(1)	35.6	15.8	69	47	Rebildvej	28.7	14.8
20	22	Tomsgårdsvej(2)	35.6	15.5	70	14	Frederiksborgvej(1)	28.7	13.4
21	31	Østerbrogade(4)	35.5	15.0	71	77	Roskildevej(1)	28.6	14.3
22	44	Jyllingevej(1)	35.4	14.3	72	41	Slotsherrensvej(2)	28.5	14.3
23	86	Amagerbrogade(2)	35.2	14.8	73	49	Øster Voldgade(2)	28.4	16.4
24	96	P Knudsens Gade(2)	35.0	14.0	74	36	Hillerødgade(3)	28.1	16.3
25	45	Øster Voldgade(1)	34.6	15.7	75	40	Folke Bernadottes Allé	27.6	15.0
26	23	Frederikssundsvej(3)	34.4	15.4	76	28	Halmetgade	27.6	15.9
27	4	Frederikssundsvej(1)	34.0	16.2	77	80	Vesterfælledvej	27.5	15.9
28	73	Bernstorffsgade(1)	33.7	17.5	78	33	Slotsherrensvej(1)	27.4	13.8
29	5	Gothersgade(1)	33.6	16.7	79	15	Tuborgvej(1)	26.9	14.8
30	72	Torvegade	33.5	15.3	80	62	Peter Bangs Vej(1)	26.7	14.4
31	10	Vester Voldgade	33.5	17.5	81	81	Ålholmvej(2)	26.5	13.5
32	3	Bredgade	33.5	15.9	82	84	Artillerivej	26.3	15.5
33	37	Nordre Fasanvej(3)	33.3	16.2	83	21	Frederikssundsvej(2)	26.1	14.0
34	7	Jagtvej(1)*	33.1	16.1	84	75	Ålholmvej(1)	26.0	14.2
35	29	Tagensvej(3)	33.0	16.2	85	38	Dag Hammarskjølds Allé	25.8	15.5
36	26	Frederikssundsvej(8)	32.9	13.8	86	34	Hillerødgade(1)	25.5	16.2
37	79	Søndre Fasanvej(2)	32.9	14.0	87	92	Englandsvej(1)	24.7	13.6
38	95	Folehaven(1)	32.9	13.8	88	97	Amagerbrogade(3)	24.5	12.5
39	87	Toftegårds Allé(1)	32.7	14.3	89	64	Peter Bangs Vej(2)	24.3	14.3
40	1	Østerbrogade(1)	32.6	15.6	90	30	Blegdamsvej	24.0	15.1
41	70	Enghavevej	32.5	15.7	91	93	Røde Mellemvej(1)	24.0	14.9
42	20	Tagensvej(1)	32.4	14.8	92	46	Godthåbsvej(2)	23.9	15.4
43	63	Gammel Kongevej(1)	32.1	15.2	93	13	Strandvejen(2)	23.7	14.3
44	52	Falkoner Alle(2)	32.1	15.8	94	90	Vigerslevvej(2)	22.6	13.0
45	35	Hulgårdsvej(2)	32.1	15.3	95	39	Bellahøjvej	22.5	14.8
46	78	Vesterbrogade(3)	32.0	14.9	96	99	Gammel Køge Landevej(2)	22.4	12.4
47	91	Gammel Køge Landevej(1)	31.7	14.0	97	98	Røde Mellemvej(2)	21.2	12.7
48	54	Nørre Farimagsgade	31.5	16.8	98	16	Frederiksborgvej(2)	21.0	14.4
49	83	Amager Boulevard	31.5	15.0	99	100	Englandsvej(2)	19.5	12.4
50	24	Frederikssundsvej(5)	31.4	13.5					

Figur 0.2. NO_2 gade- og bybaggrundskoncentration for scenariet med varebiler i 2015 (2A).

Nr	GadeNr	Gadenavn	NO_2 Gade	NO_2 Bybagg	Nr	GadeNr	Gadenavn	NO_2 Gade	NO_2 Bybagg
1	71	H C Andersens Boulevard(2)	42.7	17.6	51	24	Frederikssundsvej(5)	30.4	13.5
2	60	Gyldenløvesgade	41.9	16.6	52	88	Amagerfælledvej	30.4	15.1
3	51	Ågade	40.8	16.1	53	8	Nørrebrogade	30.3	15.9
4	76	Bernstorffsgade(2)	40.2	17.5	54	50	Godthåbsvej(3)	30.1	15.4
5	56	Nørre Søgade	40.1	16.7	55	55	Bülowsvej(2)	30.0	15.7
6	65	H C Andersens Boulevard(3)	39.7	17.3	56	58	Grøndals Parkvej	30.0	14.0
7	6	H C Andersens Boulevard(1)*	39.0	17.8	57	42	Jagtvej(3)	30.0	15.9
8	19	Lyngbyvej(2)	38.9	15.4	58	2	Amagerbrogade(1)	29.9	13.8
9	59	Nørre Voldgade(2)	38.7	16.8	59	32	Tagensvej(4)	29.6	15.9
10	48	Øster Søgade	38.3	16.4	60	57	Nordre Fasanvej(1)	29.6	14.7
11	43	Fredensgade	37.3	15.9	61	61	Toldbodgade	29.5	15.7
12	68	Hammerichsgade	36.1	16.9	62	12	Strandvejen(1)	29.4	14.1
13	94	Scandiagade	35.5	16.1	63	85	Kalvebod Brygge	29.4	15.7
14	67	Stormgade	35.2	17.8	64	74	Ingerslevsgade	29.3	16.7
15	25	Tagensvej(2)	35.0	15.4	65	69	Vester Farimagsgade	29.0	16.4
16	11	Åboulevard(1)	34.7	16.5	66	82	Istedgade	28.9	15.9
17	9	Vesterbrogade(1)	34.6	15.8	67	18	Strandvænget(2)	28.6	17.1
18	17	Tuborgvej(2)	34.5	14.6	68	27	Jagtvej(2)	28.6	16.3
19	53	Åboulevard(3)	34.5	16.5	69	47	Rebildvej	28.0	14.8
20	22	Tomsgårdsvej(2)	34.3	15.5	70	49	Øster Voldgade(2)	27.8	16.4
21	31	Østerbrogade(4)	34.3	15.0	71	77	Roskildevej(1)	27.8	14.3
22	44	Jyllingevej(1)	34.3	14.3	72	14	Frederiksborgvej(1)	27.7	13.4
23	86	Amagerbrogade(2)	34.2	14.8	73	41	Slotsherrensvej(2)	27.7	14.3
24	96	P Knudsens Gade(2)	34.0	14.0	74	36	Hillerødgade(3)	27.4	16.3
25	45	Øster Voldgade(1)	33.6	15.7	75	40	Folke Bernadottes Allé	27.0	15.0
26	23	Frederikssundsvej(3)	33.4	15.4	76	28	Halmetgade	26.9	15.9
27	4	Frederikssundsvej(1)	33.1	16.2	77	80	Vesterfælledvej	26.6	15.9
28	73	Bernstorffsgade(1)	33.1	17.5	78	33	Slotsherrensvej(1)	26.5	13.8
29	10	Vester Voldgade	32.9	17.5	79	15	Tuborgvej(1)	26.1	14.8
30	5	Gothersgade(1)	32.7	16.7	80	62	Peter Bangs Vej(1)	25.9	14.4
31	3	Bredgade	32.4	15.9	81	81	Ålholmvej(2)	25.7	13.5
32	72	Torvegade	32.4	15.3	82	84	Artillerivej	25.6	15.5
33	37	Nordre Fasanvej(3)	32.4	16.2	83	21	Frederikssundsvej(2)	25.5	14.0
34	7	Jagtvej(1)*	32.0	16.1	84	38	Dag Hammarskjølds Allé	25.2	15.5
35	29	Tagensvej(3)	32.0	16.2	85	75	Ålholmvej(1)	25.1	14.2
36	79	Søndre Fasanvej(2)	31.9	14.0	86	34	Hillerødgade(1)	25.0	16.2
37	95	Folehaven(1)	31.9	13.8	87	92	Englandsvej(1)	24.0	13.6
38	26	Frederikssundsvej(8)	31.9	13.8	88	97	Amagerbrogade(3)	23.9	12.5
39	87	Toftegårds Allé(1)	31.7	14.3	89	64	Peter Bangs Vej(2)	23.8	14.3
40	1	Østerbrogade(1)	31.6	15.6	90	30	Blegdamsvej	23.5	15.1
41	70	Enghavevej	31.5	15.7	91	93	Røde Mellemvej(1)	23.4	14.9
42	20	Tagensvej(1)	31.4	14.8	92	46	Godthåbsvej(2)	23.4	15.4
43	63	Gammel Kongevej(1)	31.2	15.2	93	13	Strandvejen(2)	23.2	14.3
44	52	Falkoner Alle(2)	31.2	15.8	94	39	Bellahøjvej	22.0	14.8
45	78	Vesterbrogade(3)	31.1	14.9	95	90	Vigerslevvej(2)	22.0	13.0
46	35	Hulgårdsvej(2)	31.0	15.3	96	99	Gammel Køge Landevej(2)	21.8	12.4
47	83	Amager Boulevard	30.7	15.0	97	98	Røde Mellemvej(2)	20.8	12.7
48	54	Nørre Farimagsgade	30.6	16.8	98	16	Frederiksborgvej(2)	20.5	14.4
49	91	Gammel Køge Landevej(1)	30.6	14.0	99	100	Englandsvej(2)	19.0	12.4
50	66	H.C. Ørsteds Vej(2)	30.5	16.0					

Figur 0.3. NO_2 gade- og bybaggrundskoncentration for scenariet med person- og varebiler i 2015 uden fremme af Euro 6 (3A).

Nr	GadeNr	Gadenavn	NO_2 Gade	NO_2 Bybagg	Nr	GadeNr	Gadenavn	NO_2 Gade	NO_2 Bybagg
1	71	H C Andersens Boulevard(2)	43.0	17.6	51	88	Amagerfælledvej	30.7	15.1
2	60	Gyldenløvesgade	42.4	16.6	52	8	Nørrebrogade	30.5	15.9
3	51	Ågade	41.1	16.1	53	24	Frederikssundsvej(5)	30.5	13.5
4	56	Nørre Søgade	40.4	16.7	54	55	Bülowsvej(2)	30.3	15.7
5	76	Bernstorffsgade(2)	40.3	17.5	55	50	Godthåbsvej(3)	30.3	15.4
6	65	H C Andersens Boulevard(3)	39.9	17.3	56	42	Jagtvej(3)	30.3	15.9
7	6	H C Andersens Boulevard(1)*	39.4	17.8	57	58	Grøndals Parkvej	30.2	14.0
8	19	Lyngbyvej(2)	39.1	15.4	58	2	Amagerbrogade(1)	30.2	13.8
9	59	Nørre Voldgade(2)	38.9	16.8	59	32	Tagensvej(4)	29.9	15.9
10	48	Øster Søgade	38.7	16.4	60	57	Nordre Fasanvej(1)	29.9	14.7
11	43	Fredensgade	37.6	15.9	61	12	Strandvejen(1)	29.8	14.1
12	68	Hammerichsgade	36.2	16.9	62	61	Toldbodgade	29.7	15.7
13	94	Scandiagade	35.6	16.1	63	74	Ingerslevsgade	29.4	16.7
14	25	Tagensvej(2)	35.3	15.4	64	85	Kalvebod Brygge	29.3	15.7
15	67	Stormgade	35.3	17.8	65	69	Vester Farimagsgade	29.3	16.4
16	11	Åboulevard(1)	35.2	16.5	66	82	Istedgade	29.1	15.9
17	53	Åboulevard(3)	34.9	16.5	67	27	Jagtvej(2)	28.5	16.3
18	17	Tuborgvej(2)	34.9	14.6	68	18	Strandvænget(2)	28.5	17.1
19	9	Vesterbrogade(1)	34.9	15.8	69	77	Roskildevej(1)	28.0	14.3
20	31	Østerbrogade(4)	34.7	15.0	70	14	Frederiksborgvej(1)	28.0	13.4
21	22	Tomsgårdsvej(2)	34.6	15.5	71	49	Øster Voldgade(2)	27.9	16.4
22	86	Amagerbrogade(2)	34.5	14.8	72	41	Slotsherrensvej(2)	27.9	14.3
23	44	Jyllingevej(1)	34.4	14.3	73	47	Rebildvej	27.8	14.8
24	96	P Knudsens Gade(2)	34.1	14.0	74	36	Hillerødgade(3)	27.5	16.3
25	45	Øster Voldgade(1)	33.9	15.7	75	28	Halmetgade	27.1	15.9
26	23	Frederikssundsvej(3)	33.7	15.4	76	80	Vesterfælledvej	26.8	15.9
27	4	Frederikssundsvej(1)	33.3	16.2	77	40	Folke Bernadottes Allé	26.8	15.0
28	73	Bernstorffsgade(1)	33.1	17.5	78	33	Slotsherrensvej(1)	26.7	13.8
29	10	Vester Voldgade	33.0	17.5	79	62	Peter Bangs Vej(1)	26.2	14.4
30	5	Gothersgade(1)	33.0	16.7	80	15	Tuborgvej(1)	26.1	14.8
31	3	Bredgade	32.7	15.9	81	81	Ålholmvej(2)	25.9	13.5
32	72	Torvegade	32.7	15.3	82	84	Artillerivej	25.8	15.5
33	37	Nordre Fasanvej(3)	32.6	16.2	83	21	Frederikssundsvej(2)	25.5	14.0
34	7	Jagtvej(1)*	32.4	16.1	84	38	Dag Hammarskjølds Allé	25.4	15.5
35	29	Tagensvej(3)	32.3	16.2	85	75	Ålholmvej(1)	25.2	14.2
36	79	Søndre Fasanvej(2)	32.2	14.0	86	34	Hillerødgade(1)	24.9	16.2
37	26	Frederikssundsvej(8)	32.2	13.8	87	92	Englandsvej(1)	24.3	13.6
38	95	Folehaven(1)	32.1	13.8	88	97	Amagerbrogade(3)	24.1	12.5
39	87	Toftegårds Allé(1)	31.9	14.3	89	64	Peter Bangs Vej(2)	23.9	14.3
40	1	Østerbrogade(1)	31.9	15.6	90	30	Blegdamsvej	23.6	15.1
41	70	Enghavevej	31.7	15.7	91	46	Godthåbsvej(2)	23.5	15.4
42	20	Tagensvej(1)	31.7	14.8	92	93	Røde Mellemvej(1)	23.3	14.9
43	63	Gammel Kongevej(1)	31.4	15.2	93	13	Strandvejen(2)	23.2	14.3
44	52	Falkoner Alle(2)	31.4	15.8	94	90	Vigerslevvej(2)	22.2	13.0
45	78	Vesterbrogade(3)	31.4	14.9	95	39	Bellahøjvej	22.1	14.8
46	35	Hulgårdsvej(2)	31.3	15.3	96	99	Gammel Køge Landevej(2)	22.0	12.4
47	83	Amager Boulevard	31.0	15.0	97	98	Røde Mellemvej(2)	20.7	12.7
48	91	Gammel Køge Landevej(1)	30.9	14.0	98	16	Frederiksborgvej(2)	20.5	14.4
49	54	Nørre Farimagsgade	30.9	16.8	99	100	Englandsvej(2)	19.1	12.4
50	66	H.C. Ørsteds Vej(2)	30.7	16.0					

Figur 0.4. NO_2 gade- og bybaggrundskoncentration for reference med fremme af Euro 6 i 2015 (1B).

Scenariet for varebiler med fremme af Euro 6 i 2015 (2B)

Nr	GadeNr	Gadenavn	NO_2 Gade	NO_2 Bybagg	Nr	GadeNr	Gadenavn	NO_2 Gade	NO_2 Bybagg
1	71	H C Andersens Boulevard(2)	42.5	17.6	51	88	Amagerfælledvej	30.3	15.1
2	60	Gyldenløvesgade	41.8	16.6	52	8	Nørrebrogade	30.3	15.9
3	51	Ågade	40.6	16.1	53	24	Frederikssundsvej(5)	30.1	13.5
4	76	Bernstorffsgade(2)	39.9	17.5	54	50	Godthåbsvej(3)	30.0	15.4
5	56	Nørre Søgade	39.9	16.7	55	55	Bülowsvej(2)	30.0	15.7
6	65	H C Andersens Boulevard(3)	39.4	17.3	56	42	Jagtvej(3)	30.0	15.9
7	6	H C Andersens Boulevard(1)*	39.1	17.8	57	58	Grøndals Parkvej	29.9	14.0
8	19	Lyngbyvej(2)	38.6	15.4	58	2	Amagerbrogade(1)	29.8	13.8
9	59	Nørre Voldgade(2)	38.5	16.8	59	32	Tagensvej(4)	29.6	15.9
10	48	Øster Søgade	38.2	16.4	60	57	Nordre Fasanvej(1)	29.6	14.7
11	43	Fredensgade	37.1	15.9	61	12	Strandvejen(1)	29.4	14.1
12	68	Hammerichsgade	36.0	16.9	62	61	Toldbodgade	29.4	15.7
13	94	Scandiagade	35.3	16.1	63	74	Ingerslevsgade	29.2	16.7
14	67	Stormgade	35.1	17.8	64	85	Kalvebod Brygge	29.1	15.7
15	25	Tagensvej(2)	34.9	15.4	65	69	Vester Farimagsgade	29.0	16.4
16	11	Åboulevard(1)	34.8	16.5	66	82	Istedgade	28.9	15.9
17	53	Åboulevard(3)	34.5	16.5	67	27	Jagtvej(2)	28.3	16.3
18	9	Vesterbrogade(1)	34.5	15.8	68	18	Strandvænget(2)	28.3	17.1
19	17	Tuborgvej(2)	34.4	14.6	69	77	Roskildevej(1)	27.7	14.3
20	31	Østerbrogade(4)	34.3	15.0	70	49	Øster Voldgade(2)	27.7	16.4
21	22	Tomsgårdsvej(2)	34.2	15.5	71	14	Frederiksborgvej(1)	27.7	13.4
22	86	Amagerbrogade(2)	34.1	14.8	72	47	Rebildvej	27.6	14.8
23	44	Jyllingevej(1)	34.0	14.3	73	41	Slotsherrensvej(2)	27.6	14.3
24	96	P Knudsens Gade(2)	33.7	14.0	74	36	Hillerødgade(3)	27.3	16.3
25	45	Øster Voldgade(1)	33.6	15.7	75	28	Halmetgade	26.8	15.9
26	23	Frederikssundsvej(3)	33.3	15.4	76	40	Folke Bernadottes Allé	26.6	15.0
27	4	Frederikssundsvej(1)	33.0	16.2	77	80	Vesterfælledvej	26.6	15.9
28	73	Bernstorffsgade(1)	32.9	17.5	78	33	Slotsherrensvej(1)	26.4	13.8
29	10	Vester Voldgade	32.8	17.5	79	62	Peter Bangs Vej(1)	25.9	14.4
30	5	Gothersgade(1)	32.6	16.7	80	15	Tuborgvej(1)	25.9	14.8
31	3	Bredgade	32.4	15.9	81	81	Ålholmvej(2)	25.6	13.5
32	72	Torvegade	32.4	15.3	82	84	Artillerivej	25.5	15.5
33	37	Nordre Fasanvej(3)	32.2	16.2	83	21	Frederikssundsvej(2)	25.3	14.0
34	7	Jagtvej(1)*	32.1	16.1	84	38	Dag Hammarskjølds Allé	25.2	15.5
35	29	Tagensvej(3)	31.9	16.2	85	75	Ålholmvej(1)	24.9	14.2
36	79	Søndre Fasanvej(2)	31.8	14.0	86	34	Hillerødgade(1)	24.7	16.2
37	26	Frederikssundsvej(8)	31.8	13.8	87	92	Englandsvej(1)	24.0	13.6
38	95	Folehaven(1)	31.7	13.8	88	97	Amagerbrogade(3)	23.8	12.5
39	87	Toftegårds Allé(1)	31.6	14.3	89	64	Peter Bangs Vej(2)	23.7	14.3
40	1	Østerbrogade(1)	31.6	15.6	90	30	Blegdamsvej	23.5	15.1
41	70	Enghavevej	31.4	15.7	91	46	Godthåbsvej(2)	23.3	15.4
42	20	Tagensvej(1)	31.3	14.8	92	93	Røde Mellemvej(1)	23.1	14.9
43	63	Gammel Kongevej(1)	31.1	15.2	93	13	Strandvejen(2)	23.1	14.3
44	52	Falkoner Alle(2)	31.1	15.8	94	90	Vigerslevvej(2)	22.0	13.0
45	78	Vesterbrogade(3)	31.1	14.9	95	39	Bellahøjvej	21.9	14.8
46	35	Hulgårdsvej(2)	30.9	15.3	96	99	Gammel Køge Landevej(2)	21.8	12.4
47	83	Amager Boulevard	30.7	15.0	97	98	Røde Mellemvej(2)	20.6	12.7
48	91	Gammel Køge Landevej(1)	30.6	14.0	98	16	Frederiksborgvej(2)	20.4	14.4
49	54	Nørre Farimagsgade	30.5	16.8	99	100	Englandsvej(2)	19.0	12.4
50	66	H.C. Ørsteds Vej(2)	30.4	16.0					

Figur 0.5. NO_2 gade- og bybaggrundskoncentration for varebiler med fremme af Euro 6 i 2015 (2B).

Nr	GadeNr	Gadenavn	NO_2 Gade	NO_2 Bybagg	Nr	GadeNr	Gadenavn	NO_2 Gade	NO_2 Bybagg
1	71	H C Andersens Boulevard(2)	40.9	17.6	51	91	Gammel Køge Landevej(1)	29.4	14.0
2	60	Gyldenløvesgade	40.1	16.6	52	88	Amagerfælledvej	29.3	15.1
3	76	Bernstorffsgade(2)	38.9	17.5	53	24	Frederikssundsvej(5)	29.2	13.5
4	51	Ågade	38.8	16.1	54	50	Godthåbsvej(3)	29.1	15.4
5	56	Nørre Søgade	38.2	16.7	55	42	Jagtvej(3)	29.0	15.9
6	65	H C Andersens Boulevard(3)	37.9	17.3	56	55	Bülowsvej(2)	28.9	15.7
7	6	H C Andersens Boulevard(1)*	37.7	17.8	57	2	Amagerbrogade(1)	28.8	13.8
8	59	Nørre Voldgade(2)	37.4	16.8	58	58	Grøndals Parkvej	28.8	14.0
9	19	Lyngbyvej(2)	36.7	15.4	59	32	Tagensvej(4)	28.7	15.9
10	48	Øster Søgade	36.6	16.4	60	57	Nordre Fasanvej(1)	28.6	14.7
11	43	Fredensgade	35.5	15.9	61	61	Toldbodgade	28.5	15.7
12	68	Hammerichsgade	35.1	16.9	62	74	Ingerslevsgade	28.5	16.7
13	67	Stormgade	34.3	17.8	63	12	Strandvejen(1)	28.5	14.1
14	94	Scandiagade	34.2	16.1	64	85	Kalvebod Brygge	28.3	15.7
15	25	Tagensvej(2)	33.8	15.4	65	69	Vester Farimagsgade	28.2	16.4
16	9	Vesterbrogade(1)	33.4	15.8	66	82	Istedgade	28.1	15.9
17	11	Åboulevard(1)	33.4	16.5	67	18	Strandvænget(2)	27.7	17.1
18	53	Åboulevard(3)	33.2	16.5	68	27	Jagtvej(2)	27.6	16.3
19	31	Østerbrogade(4)	33.0	15.0	69	49	Øster Voldgade(2)	27.1	16.4
20	17	Tuborgvej(2)	33.0	14.6	70	77	Roskildevej(1)	26.8	14.3
21	86	Amagerbrogade(2)	33.0	14.8	71	47	Rebildvej	26.8	14.8
22	44	Jyllingevej(1)	32.8	14.3	72	41	Slotsherrensvej(2)	26.7	14.3
23	22	Tomsgårdsvej(2)	32.8	15.5	73	14	Frederiksborgvej(1)	26.7	13.4
24	96	P Knudsens Gade(2)	32.6	14.0	74	36	Hillerødgade(3)	26.5	16.3
25	45	Øster Voldgade(1)	32.6	15.7	75	28	Halmetgade	26.1	15.9
26	23	Frederikssundsvej(3)	32.2	15.4	76	40	Folke Bernadottes Allé	26.0	15.0
27	73	Bernstorffsgade(1)	32.2	17.5	77	80	Vesterfælledvej	25.6	15.9
28	10	Vester Voldgade	32.1	17.5	78	33	Slotsherrensvej(1)	25.5	13.8
29	4	Frederikssundsvej(1)	32.1	16.2	79	15	Tuborgvej(1)	25.1	14.8
30	5	Gothersgade(1)	31.7	16.7	80	62	Peter Bangs Vej(1)	25.0	14.4
31	3	Bredgade	31.3	15.9	81	84	Artillerivej	24.8	15.5
32	37	Nordre Fasanvej(3)	31.3	16.2	82	81	Ålholmvej(2)	24.8	13.5
33	72	Torvegade	31.2	15.3	83	38	Dag Hammarskjølds Allé	24.6	15.5
34	7	Jagtvej(1)*	30.9	16.1	84	21	Frederikssundsvej(2)	24.5	14.0
35	29	Tagensvej(3)	30.9	16.2	85	34	Hillerødgade(1)	24.3	16.2
36	79	Søndre Fasanvej(2)	30.8	14.0	86	75	Ålholmvej(1)	24.0	14.2
37	26	Frederikssundsvej(8)	30.7	13.8	87	92	Englandsvej(1)	23.3	13.6
38	95	Folehaven(1)	30.7	13.8	88	97	Amagerbrogade(3)	23.1	12.5
39	87	Toftegårds Allé(1)	30.6	14.3	89	64	Peter Bangs Vej(2)	23.1	14.3
40	1	Østerbrogade(1)	30.5	15.6	90	30	Blegdamsvej	22.9	15.1
41	70	Enghavevej	30.4	15.7	91	46	Godthåbsvej(2)	22.8	15.4
42	20	Tagensvej(1)	30.2	14.8	92	13	Strandvejen(2)	22.6	14.3
43	78	Vesterbrogade(3)	30.2	14.9	93	93	Røde Mellemvej(1)	22.5	14.9
44	52	Falkoner Alle(2)	30.1	15.8	94	39	Bellahøjvej	21.5	14.8
45	63	Gammel Kongevej(1)	30.1	15.2	95	90	Vigerslevvej(2)	21.4	13.0
46	83	Amager Boulevard	29.9	15.0	96	99	Gammel Køge Landevej(2)	21.1	12.4
47	35	Hulgårdsvej(2)	29.8	15.3	97	98	Røde Mellemvej(2)	20.1	12.7
48	8	Nørrebrogade	29.6	15.9	98	16	Frederiksborgvej(2)	19.9	14.4
49	54	Nørre Farimagsgade	29.6	16.8	99	100	Englandsvej(2)	18.5	12.4
50	66	H.C. Ørsteds Vej(2)	29.5	16.0					

Figur 0.6. NO_2 gade- og bybaggrundskoncentration for person- og varebiler med fremme af Euro 6 i 2015 (3B).

LUFTKVALITETSVURDERING AF REN-LUFTZONE I KØBENHAVN

Formålet med projektet er at vurdere en række virkemidler, som en del af ren-luftzoner, som kan sikre at luftkvaliteten forbedres i de større byer og at grænseværdien for NO_2 overholdes, hvor den er overskredet. Der foretages en emissions- og luftkvalitetsvurdering af virkemidlerne med udgangspunkt i København.

ISBN: 978-87-92825-49-0
ISSN: 2244-9981