

Titel:

Luftkvalitetsplan for kvælstofdioxid (NO₂) i København

Redaktion:

Katja Asmussen og
Christian Lange Fogh

Udgiver:

Miljøstyrelsen
Strandgade 29
1401 København K
www.mst.dk

År:

2014

ISBN nr.

978-87-93178-97-7

Ansvarsfraskrivelse:

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse.

Indhold

Forord	3
Konklusion og sammenfatning	4
English summary	6
1. Indledning	8
2. Ansvarlig myndighed	9
3. Generelle oplysninger om NO₂-forureningen	11
3.1 Hvad er kvælstofdioxid (NO ₂) forurening?	11
3.2 Sundhedsmæssige aspekter af NO ₂ -forureningen.....	11
3.3 Overvågning af luftkvalitet i Danmark.....	12
3.4 Grænseværdien for NO ₂ og målte årsmiddelværdier	15
4. Forureningens oprindelse og de væsentligste kilder	18
4.1 Udviklingen i forureningen	18
4.2 De danske kilder til forureningen	19
4.3 Det udenlandske bidrag til forureningen.....	20
5. Analyse af situationen	21
5.1 Vurdering af den faldende tendens i baggrundskoncentrationen	23
6. Foranstaltninger eller projekter til forbedring af luftkvaliteten iværksat før luftkvalitetsdirektivets ikrafttræden i juni 2008	25
7. Foranstaltninger eller projekter til forbedring af luftkvaliteten iværksat eller vurderet efter luftkvalitetsdirektivets ikrafttræden i juni 2008	27
7.1 Generel reduktion af NO _x -udslip.....	27
7.2 Partikelindsatsen	28
7.3 Dieseldudligningsafgiften	28
7.4 SCR på busser	28
7.5 Fremme nyere og mindre forurenende Euro 6 biler	29
7.6 Renluftzoner.....	29
7.7 Trafikflow	29
7.8 Overholdelse af grænseværdien	30
7.9 Usikkerheder	31
8. Yderligere tiltag til reduktion af NO_x – som ikke indgår direkte i reduktionsberegningen	32
8.1 NO _x -afgift.....	32
8.2 Grønne taxier (2009-)	32
8.3 Forlængelse af afgiftsfritagelsen for elbiler	33
9. Foranstaltninger eller projekter, som er planlagt eller som skal gennemføres på lang sigt	34
Referencer	35

Forord

Luftkvalitetsplanen for kvælstofdioxid (NO₂) gør status for indsatsen for at nedbringe luftforureningen med kvælstofdioxid efter regeringen lancerede sin luftpakke ”ren luft til danskerne” i juni 2014.

Luftkvalitetsplanen er udarbejdet af Miljøstyrelsen og følger de anvisninger med hensyn til form og indhold, der er beskrevet i EU's Luftkvalitetsdirektiv 2008/50/EF.

Konklusion og sammenfatning

EU's grænseværdi for kvælstofdioxid, NO₂, trådte i kraft i 2010. Grænseværdien for NO₂ er på 40 µg/m³. Frem til 2010 var der overskridelser i flere danske byer. Siden 2010 har der kun været overskridelser på én målestation i København. NO₂ virker irriterende på luftvejene, men der ses ikke betydelige helbredseffekter ved de koncentrationer, vi har i Danmark.

Kilden til forureningen er primært udstødning fra dieslbiler, og forureningen er størst i København, hvor der er den tætteste koncentration af trafik. EU stiller krav til bilers forurening gennem de såkaldte Euronormer. NO₂ niveauet i Københavns gader skyldes især den stigende andel af dieslbiler, og at dieslbilernes udstødning indeholder flere kvælstofoxider end forventet, da EU's euronormer blev fastlagt. EU's regulering af dieslbilerne har således ikke virket efter hensigten.

Miljøstyrelsen sendte en luftkvalitetsplan i høring i december 2010, på baggrund af forventede overskridelse af grænseværdien i København, og i februar 2011 meddelte Danmark til EU-Kommissionen, at Danmark havde til hensigt at anvende muligheden for at udsætte fristen for overholdelse af grænseværdien for NO₂ fra 2011 til 2015 på baggrund af den udarbejdede luftkvalitetsplan. I december 2011 gjorde Kommissionen indsigelse mod en udsættelse primært på baggrund af, at de målte NO₂ niveauer i 2010 var højere end forventet.

Miljøstyrelsen igangsatte derfor en række projekter i løbet af 2011 og 2012, med fokus på årsager til et konstateret spring i de målte koncentrationer fra 2010, og fokus på mulige yderligere virkemidler til at reducere koncentrationen i København. Der blev i 2012 udarbejdet en ny fremskrivning af udviklingen i NO₂-koncentration, en vurdering af blandt andet renluftzoner som virkemiddel, samt lavet analyser af forureningsbidraget fra byggerier, øvrige mobile ikke-vejgående maskiner og tog. Hovedparten af disse undersøgelser blev bistået af en følgegruppe med deltagelse fra København og Frederiksberg kommuner samt Det Økologiske Råd.

Nærværende luftkvalitetsplan redegør for resultaterne af de analyser af situationen på H.C. Andersens Boulevard, som er blevet gennemført, og redegør for de tiltag som regeringen i juni 2014 har besluttet at iværksætte med henblik på at nedbringe NO₂ koncentrationen i København.

Analyserne viser, at stigningen i de målte NO₂ niveauer i 2010 alt væsentligst skyldes en omlægning af vejbanerne på H.C. Andersens Boulevard i 2010, der har medført, at trafikken er flyttet tættere på målestationen. Ved at genetablere forholdet mellem vejbane og målestation vil der opnås kontinuerlig og sammenlignelig måling af forureningsniveauet. Dette er bekræftet med resultater fra en midlertidig parallel målestation i foråret 2014.

EU's regulering af dieselperson- og varebiler virker fortsat ikke efter hensigten og deres udledningen af NO_x falder ikke som forventet. Det betyder, at der i København er behov for en yderligere indsats end som forventet i den tidligere luftkvalitetsplan fra 2010. I juni 2014 lancerede regeringen således pakken "Ren luft til danskerne", hvor der afsættes 149 mio. kr. til indsatser målrettet luftforurening med kvælstofoxider (NO₂) i København og partikler.

Indsatsen består af følgende elementer:

- 74 mio. kr. til renere busser i København, hvilket vil reducere NO₂ væsentligt.
- 75 mio. kroner til indsatser rettet mod mindre forurening fra brændeovne, øget kontrol af forurening fra skibe samt udvikling af ren-luft-teknologi og bysamarbejder.

Der er indgået en aftale mellem Miljøstyrelsen og Movia om indsatsen for renere busser i København. Selve eftermonteringen af kombinationssystemer (SCR og partikelfilter) forventes at starte i foråret 2015.

Baseret på forureningsniveauerne beregnet i fremskrivningen fra 2013 og de iværksatte tiltag, der blev besluttet i foråret 2014, ville grænseværdien kunne overholdes i 2015. Denne fremskrivning var dog behæftet med usikkerheder. Som det fremgår af denne plan er der på nuværende tidspunkt en række usikkerhedsfaktorer, som peger på, at overholdelse af grænseværdien for NO₂ ikke sker i 2015, men hurtigst muligt derefter. Den primære årsag er den manglende effekt af EU's euronormer for dieslbiler.

Udkast til LKP har været sendt i offentlig høring, hvor flere interessenter efterspurgte yderligere virkemidler. Som grundlag for denne LKP har flere af de foreslåede virkemidler været analyseret, men politisk fravalgt. De i høringen foreslåede yderligere virkemidler vurderes således at have tekniske eller økonomiske komplikationer, som ikke står mål med deres potentielle bidrag til at overholde grænseværdien.

I høringen blev endvidere udtrykt kritik af flytning af målestationen på HCAB, som vil reetablere afstand mellem vognbaner og målestationen, efter kommunens flytning af vognbanerne knap 3 meter tættere på målestationen i 2010. Miljøstyrelsen fastholder dog, at det er hensigtsmæssigt med en revideret placering, der bedre repræsenterer udviklingen over en længere tidsperiode og befolkningens eksponering, set i forhold til grænseværdiens midlingstid.

Den endelige målopfyldelse baseres på de faktiske målinger af luftkvaliteten og beregnes som et gennemsnit for et helt år. Tallet indberettes til EU-Kommissionen i september måned. Miljøstyrelsen følger luftkvaliteten løbende med henblik på at vurdere udviklingen i forhold til overholdelse af grænseværdien.

Miljøstyrelsen vurderer, at denne luftkvalitetsplan omfatter egnede nationale tiltag, der kan sikre, at overskridelsesperioden bliver kortest mulig.

Det langsigtede perspektiv i nedbringelse af luftforureningen har et internationalt fokus. Luftforurening er grænseoverskridende, og det er derfor vigtigt også at arbejde på, at forureningen ikke kun reduceres i Danmark, men i hele EU og globalt.

English summary

The limit value set for Nitrogen dioxide set by the EU came into force in 2010. The limit value is 40 µg/m³ as an annual mean. In the period up to 2010 there were exceedances in several Danish cities. From 2010 onwards there have only been exceedances at one measurement station in Copenhagen. NO₂ creates an inflammatory response in the airways, but the health effects are not significant at the concentration levels observed in Denmark.

The source for the pollution is primarily exhaust from diesel engines. The pollution is highest in Copenhagen where it has the densest concentration of traffic. Exhaust emissions are regulated by the EU through the euro standards. The NO₂ pollution in Copenhagen is primarily caused by the increased share of diesel vehicles, and the fact that the exhaust of the diesel cars has a higher concentration of NO₂ than prescribed by the euro standards. The European regulation has thus not really worked as intended.

The Danish EPA held a public consultation on an air quality plan in December 2010 as it was anticipated that the limit value would be exceeded in 2010 (year of entry into force). In February 2011 the Danish EPA sent the plan to the EU Commission together with an announcement that Denmark wanted to have the entry into force of the NO₂ limit value extended from 2010 to 2015. In December 2011 the Commission objected to the Danish notification on the ground that the measured NO₂ levels in 2010 were higher than those anticipated in the air quality plan.

To explore the reasons for the higher NO₂ levels the Danish EPA initiated a number of projects in 2011 and 2012 with the aim to explain the sudden increase in concentrations from 2010 and onwards, and exploring additional measures that could reduce the pollution in Copenhagen. In 2012 a new projection of the NO₂ pollution was made, low emission zones were examined, and the contribution from nearby construction sites, mobile non-road machinery and trains. The majority of these studies were discussed with the Copenhagen and Frederiksberg municipalities and the Eco-Council.

This air quality plan summarizes the results of the different studies of the situation on H.C. Andersen's Boulevard, and presents the various measures that the Danish government in June 2014 decided to launch in order to reduce the NO₂ pollution in Copenhagen.

The analyses show, that the increase in NO₂ concentration in 2010 primarily was caused by a new layout of the road lanes on H.C. Andersen's Boulevard in 2010. This has moved the traffic closer to the measurement station. By establishing the relationship between the road lanes and the measurement station a more correct assessment of the pollution levels will be obtained. This has been confirmed by operation of a parallel measurement station in the spring of 2014.

The EU regulation of the exhaust from diesel engines still needs modification in order to achieve reduction in the emission of NO_x. This means, that an additional effort is needed in Copenhagen compared to the previous air quality plan from 2010. Therefore, in 2014 the government launched a package "Clean Air for the Danes" where 20.000.000 € is earmarked to reduce air pollution including NO₂ pollution in Copenhagen and particles.

The effort consists of the following elements:

- 10 million € for cleaner busses in Copenhagen, which will reduce NO₂ levels significantly.
- 10 million € for abatement measures regarding air pollution from wood stoves, increased control of air pollution from ships and development of clean air technologies and urban collaborations.

The measure for cleaner busses in Copenhagen will begin in the autumn of 2014. The other measures will be finally planned in the autumn of 2014 and the "Clean Air for the Danes" plan will have full effect from 2016

Based on the pollution levels calculated in the projection from 2013 and the measures that was adopted in the spring of 2014 it was expected that the limit value would be maintained in 2015. The projection did have a number of inherent uncertainties such as the development in the amount of traffic and the emissions from the new vehicles and that the retrofit of SCR might not take full effect in 2015.

The development in the NO₂ concentration up to the summer 2014 continues to show only a slight decrease in the NO₂-pollution. The actual result of the environmental monitoring does point to a higher pollution level in 2015 than calculated in the projection and thereby a delay in maintaining the limit value. The primary reason for this is the continued failure of the eurostandards for diesel engines.

The Danish EPA do consider that this air quality plan do set out all appropriate measures, so that the exceedance period will be kept as short as possible.

The long term perspective in reducing air pollution has an international focus. Air pollution is a cross border problem and for this reason it is important to work for, that the pollution is reduced not only in Denmark, but in all of EU and globally.

1. Indledning

Formålet med luftkvalitetsplanen er at beskrive, hvordan vi i Danmark får nedbragt NO₂-forureningen hurtigst muligt, så EU's grænseværdi kan overholdes snarest jf. artikel 23 i luftkvalitetsdirektiv 2008/50/EF. Grænseværdien for NO₂ på 40 µg/m³ trådte i kraft 1. januar 2010 og er en årsmiddelværdi.

Med en ændring af luftkvalitetsdirektiverne blev der i 2008 enighed om, på europæisk plan at give mulighed for at meddele EU-Kommissionen udsættelse for overholdelse af grænseværdien for NO₂ fra 2010 til 2015. Muligheden blev blandt andet indført på baggrund af en uventet stagnation i nedgangen af NO₂-forureningen, der blandt andet skyldtes uventede høje NO_x-udslip fra dieseldrøjetøjer. En sådan meddelelse skal underbygges af en luftkvalitetsplan, der redegør for, hvornår grænseværdien overholdes.

En luftkvalitetsplan skal redegøre for:

- hvorfor problemet er opstået,
- de tiltag, der er iværksat frem til vedtagelse af det reviderede luftkvalitetsdirektiv i 2008,
- planlagte tiltag, der efterfølgende er iværksat bl.a. med henblik på at sikre, at overskridelsesperioden bliver kortest mulig.

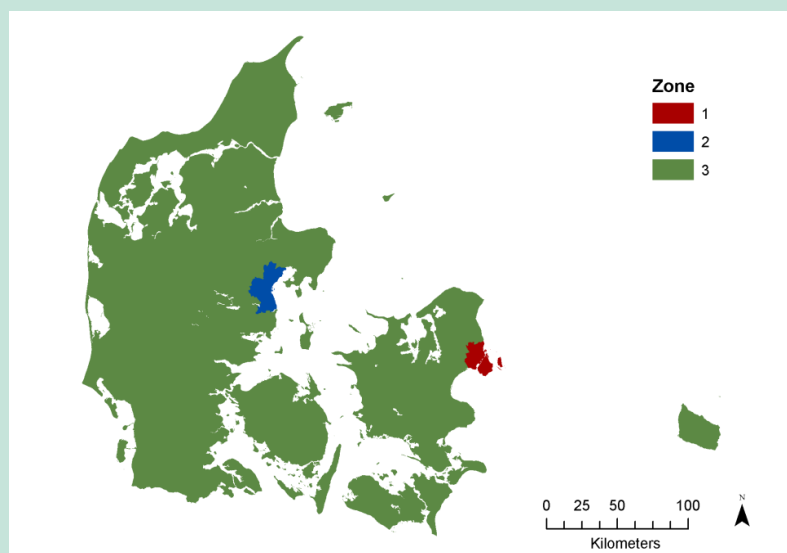
Der er målt overskridelser af grænseværdien for luftens indhold af kvælstofdioxid (NO₂) i København ved én målestation, hvor der blev målt hhv. 46 og 55 µg/m³ på to forskellige placeringer af målestationen i 2013, mens grænseværdien siden 2010 har været overholdt ved de øvrige 4 gademålestationer i Danmark. Hvis grænseværdien er overskredet, skal der foretages en nærmere vurdering af situationen med henblik på at iværksætte tiltag, der sikrer, at grænseværdien vil overholdes. Dette gøres i denne plan.

2. Ansvarlig myndighed

Det er Miljøstyrelsen, der er ansvarlig myndighed for vurdering og styring af luftkvaliteten i medfør af bekendtgørelse 851 af 2010.

Miljøstyrelsen
Strandgade 29
1401 København
mail: mst@mst.dk

Danmark er inddelt i tre luftkvalitetszoner som kan ses af kortet nedenfor. Denne luftkvalitetsplan fokuserer på København og Frederiksberg og dermed luftkvalitetszone 1, hvor der er målt en overskridelse af grænseværdien.



FIGUR 1
LUFTKVALITETSZONER I DANMARK (ELLERMANN M.FL., 2013)

3. Generelle oplysninger om NO₂-forureningen

3.1 Hvad er kvælstofdioxid (NO₂) forurening?

Kvælstofoxider omtales med fælles betegnelsen NO_x og er summen af koncentrationen af de to gasser kvælstofdioxid (NO₂) og kvælstofoxid (NO). NO_x dannes ved alle forbrændingsprocesser ved høj temperatur, som er bruttoreaktioner mellem luftens ilt og kvælstof. Derfor dannes kvælstofoxider både i fyringsanlæg, der anvender gas, olie, kul eller andet brændsel, og i forbrændingsmotorer, diesel- såvel som benzinmotorer. Desuden findes kvælstofforbindelser i visse brændsler, fx kul, som giver anledning til yderligere kvælstofdannelse. Endelig dannes kvælstofoxider ved nogle industrielle processer, fx produktion af kunstgødning.

Den helt dominerende kilde til NO_x i danske byer er trafikken. Ser man på den samlede nationale emission, er kraft- og varmeproduktion også en væsentlig kilde. Dette har især betydning for dannelsen af partikler og tilførsel af kvælstofforbindelser til økosystemer.

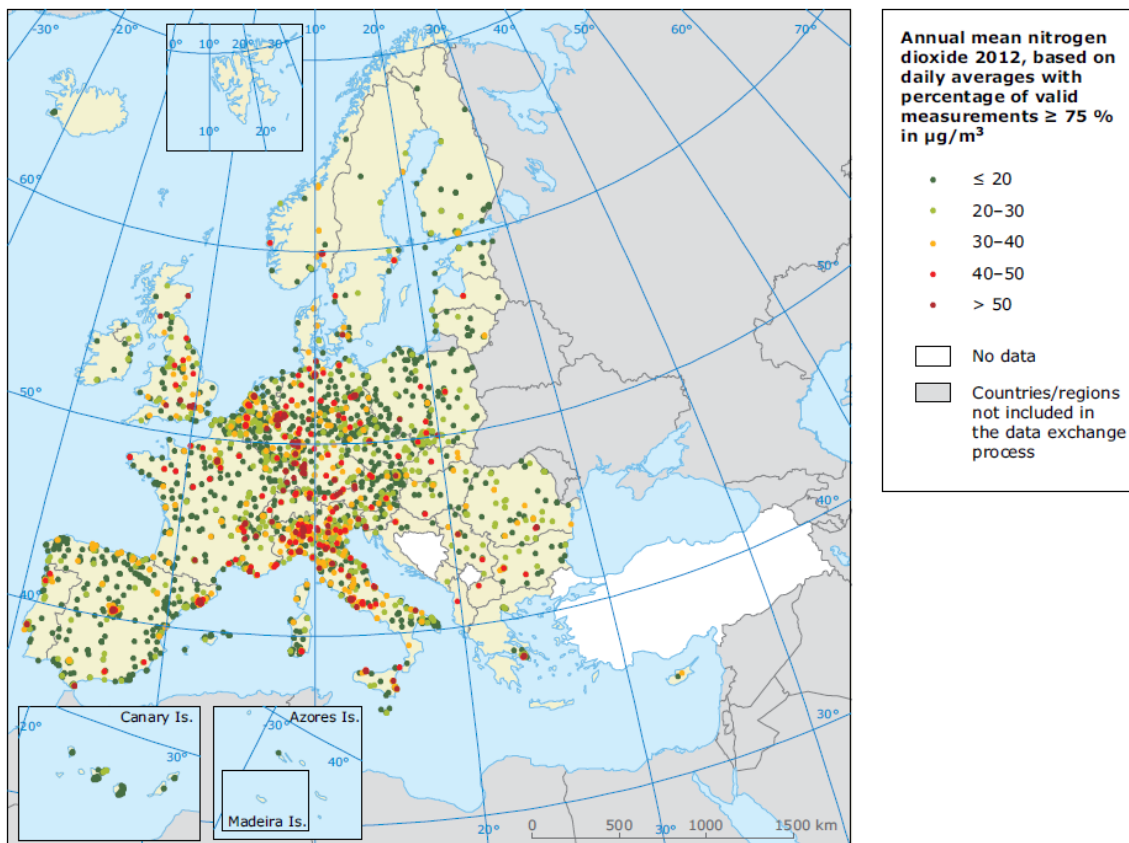
3.2 Sundhedsmæssige aspekter af NO₂-forureningen

NO₂ er en sundhedsskadelig gasart, mens NO (den anden del af NO_x) i de forekommende koncentrationer ikke er sundhedsskadeligt. NO omdannes dog relativt hurtigt til NO₂ i atmosfæren. Tidligere var den dominerende kilde til NO₂-forureningen langs gader en reaktion imellem NO og O₃ (ozon). I dag er der også et væsentligt bidrag (ca. 20 %) af NO₂-forureningen langs en trafikeret gade, der kommer direkte fra udstødningsgasserne. I luften omdannes NO_x ligeledes til partikler (nitratpartikler = sekundære partikler).

NO₂ er en reaktiv gas, der kan påvirke luftvejsforgreningerne og selve lungevævet ved udsættelse for højere niveauer af NO₂. Herved kan lungernes beskyttelse mod u hensigtsmæssige påvirkninger udefra nedsættes. Desuden ses nedsat lungefunktion ved længere tids eksponering af forhøjede værdier.

Måling af NO₂ anvendes ofte som en indikator for trafikforurening generelt, men det er vanskeligt mere præcist at vurdere den selvstændige effekt og dosis-respons for NO₂. Der er således færre præcise data, der kan underbygge en fastsættelse af en selvstændig grænseværdi for langtidseksponering for NO₂.

Sammenlignet med partikelforurening, hvor der er en veldokumenteret sammenhæng imellem øget dødelighed og eksponering, er sammenhængen imellem NO₂ forurening og øget sygdom således mindre veldokumenteret. Samlet set vurderes der ikke at være betydelige helbredseffekter ved de koncentrationer, vi har i Danmark (WHO 2005, Ellermann m.fl., 2014A, Brandt m.fl., 2013).



Note: Red and dark red dots correspond to exceedances of the annual limit value ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

FIGUR 2

MÅLTE ÅRLIGE KONCENTRATIONER AF NO_2 FOR 2012 (EEA, 2014)

Ovenfor ses NO_2 -koncentrationen i de europæiske lande. Der er generelt udfordringer i de fleste lande med at overholde grænseværdien i tæt befolkede områder med megen transport. Og store byer som London, Berlin, Rom osv. viser årsværdier på helt op til mellem 75 og $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. I Danmark er overskridelsen, som det ses med den røde prik, begrænset til en målestation i København.

3.3 Overvågning af luftkvalitet i Danmark

Luftkvaliteten overvåges kontinuerligt i Danmark med henblik på beskyttelse af menneskers sundhed. I Danmark er Miljøstyrelsen ansvarlig for at vurdere luftkvaliteten samt løbende at se på, om placeringen og antallet af målestationer følger direktivets anvisninger. Direktiv 2008/50/EF om luftkvaliteten og renere luft i Europa fastsætter kravene til overvågning. Antallet af målestationer af forskellige forurenende stoffer afhænger af forureningsniveauet og befolkningstal. Generelt stiger kravene til overvågning jo tættere forureningsniveauerne er på at overskride grænseværdierne mv.

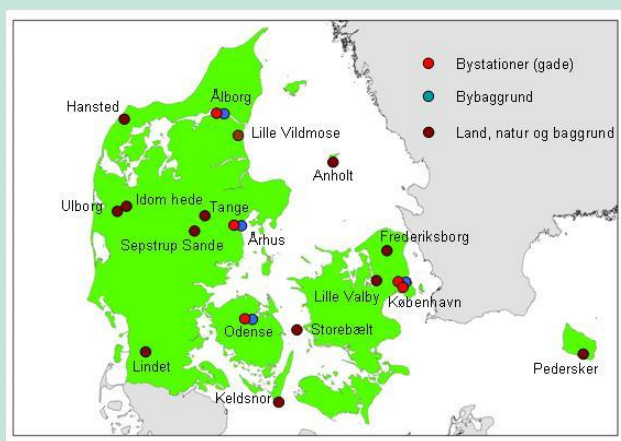
Der er således opstillet kriterier i EU for, hvilke stoffer der skal måles, samt antallet af målesteder. Danmark er inddelt i tre overvågningszoner, hvor København og de omkringliggende kommuner udgør Zone 1, mens Aarhus udgør Zone 2 og det øvrige Danmark udgør Zone 3 (se figur 2 ovenfor). Koncentrationen af NO_2 måles på 13 målestationer fordelt med 5 målestationer langs trafikerede gader, 4 i byerne væk fra gader (kaldet bybaggrundsstationer) og 4 i landområder. Overvågningen foretages som et led i Delprogram for luft under NOVANA og forestås af DCE ved Aarhus Universitet (National Center for Miljø og Energi).

Miljøstyrelsen har sammen med DCE analyseret Danmarks måleprogram, og flere målestationer vil på baggrund heraf få nye placeringer. Årsagerne hertil er mange. Eksempelvis har orkanen Bodil ødelagt en målestation i Ulfborg, og i Odense er trafikken ført væk fra den gadestrækning, hvor målestationen står, og den vurderes ikke længere at være repræsentativ. Der vil ligeledes blive set på målestationer i København,

Aarhus og Aalborg (Ellermann m.fl., 2014B). Miljøstyrelsen fortsætter samarbejde med DCE om at gennemgå det danske luftmåleprogram med henblik på at etablere disse målesteder, således at de lever op til direktivets anvisninger, men samtidig kan forventes at have en fast placering for at tilgodese behovet for kontinuerlige og sammenlignelige måledata.

Det nuværende overvågningsprogram

Det nuværende overvågningsprogram i Danmark er baseret på 21 målestationer fordelt på gademåling, bybaggrundsmåling og landbaggrundsmåling. Målinger af baggrundsområder eksempelvis på Langeland fortæller, hvor stort det udenlandske forureningsbidrag er. Bybaggrunds niveauer supplerer viden om byens forureningsbidrag som helhed, mens målingerne på gadestationerne er trafikorienterede målestationer, der viser forureningsniveauet langs forskellige gadestrækninger. Koncentrationen af NO₂ måles på 13 målestationer fordelt med 5 målestationer langs trafikerede gader, 4 i byerne væk fra gader (kaldet bybaggrundsstationer) og 4 i landområder. Denne fordeling følger direktivets anvisninger. Målingerne suppleres med modelberegninger i København og Aalborg. Figur 3 ovenfor viser den geografiske placering af målestationerne. En del af disse målestationer understøtter overvågningen af belastningen af naturområder med forurening fra luften.



FIGUR 3
MÅLESTATIONER I DE DANSKE LUFTKVALITETSOVERVÅGNINGSPROGRAMMER (ELLERMANN M.FL., 2013)

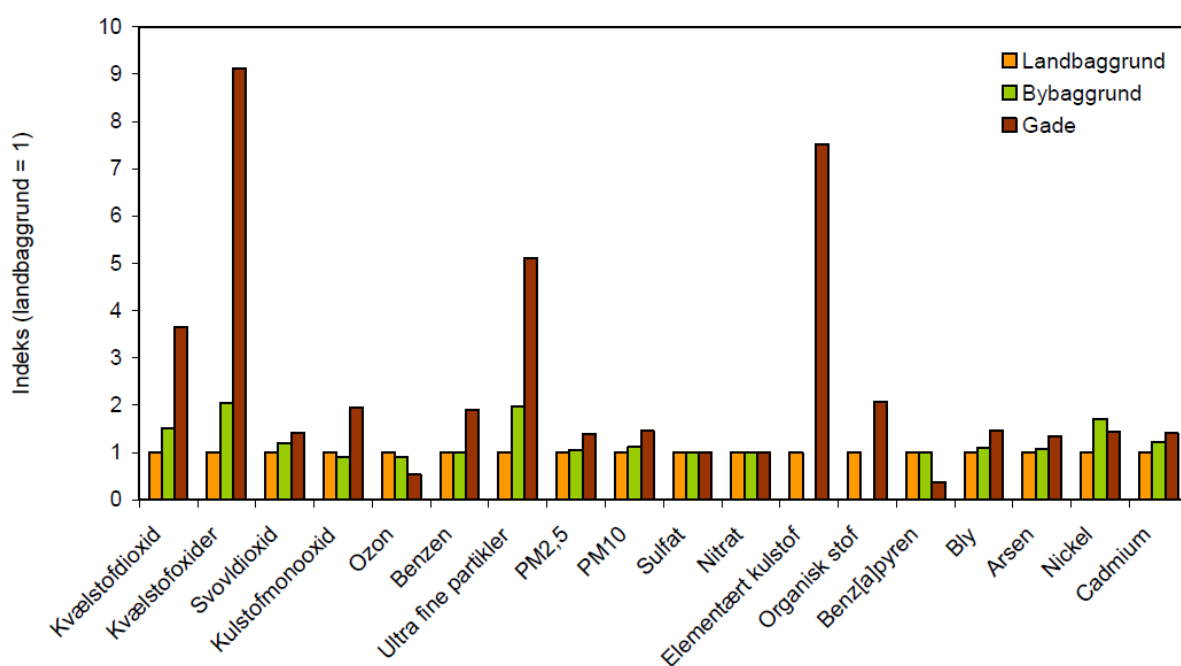
Målestationen på HC. Andersens Boulevard i København er en trafikorienteret gadestation oprettet i 1982 på nordsiden af en nu 6-sporet hovedfærdselsåre i København med en gennemsnitlig trafikmængde på omkring 50.000 køretøjer dagligt (Københavns Kommune 2008-2012). Der måles for en lang række stoffer og heriblandt NO₂. Målestationen på Jagtvej i København, er placeret i en bred gadeslugt med en dagligt gennemsnitlig trafikmængde på ca. 15.000 køretøjer og anvendes til at sammenligne data fra HCAB. Bybaggrundsstationen i København er placeret på taget af HC Ørstedsinstituttet, Københavns Universitet.



FIGUR 4

FRA VENSTRE TIL HØJRE, BILLEDE AF GADEMÅLESTATION PÅ HC. ANDERSENS BOULEVARD, BYBAGGRUNDSSTATION PÅ TAGET AF HC. ØRSTEDINSTITUTTET OG BAGGRUNDSSTATION PÅ RISØ.

Der er generelt stor forskel på niveauerne som måles på de tre typer af målestationer. For NO₂ er eksponeringen 3-4 gange højere på gadeplan end på landet og ca. 2-3 gange så høj som bybaggrund. Figuren nedenfor viser forskellen i luftkvalitet for landbaggrund, bybaggrund og gadeplan for en række stoffer.

**FIGUR 5**

FORSKEL I LUFTKVALITET I LANDBAGGRUND (REGIONALT BIDRAG), BYBAGGRUND OG GADE. VÆRDIERNE ER BASERET PÅ MIDDELVÆRDIER FRA ALLE MÅLESTATIONER DER MEDTAGER DE ENKELTE KOMPONENTER (ELLERMANN ET AL., 2014A)

Befolkningens eksponering af forurening ses ofte på baggrund af målinger foretaget i bybaggrund, da dette giver et billede af, hvad folk i gennemsnit udsættes for i tæt befolkede områder.

3.4 Grænseværdien for NO₂ og målte årsmiddelværdier

EU's grænseværdi for luftens indhold af NO₂ er fastsat i direktiv 2008/50/EF. I Tabel 1 er de konkrete direktivforpligtelser i relation til NO₂ angivet.

TABEL 1

OVERSIGT OVER GRÆNSEVÆRDIER FOR KVÆLSTOFDIOXID (NO₂) FASTSAT I DIREKTIV 2008/50/EF.

Stof: kvælstofdioxid (NO ₂)	Ikrafttræden	Grænseværdi
Timemiddelværdi	1. januar 2010 (2015) ¹	200 µg/m ³ , må ikke overskrides mere end 18 gange pr. kalenderår
Årsmiddelværdi	1. januar 2010 (2015) ¹	40 µg/m ³

Der er ikke målt overskridelser af timemiddelværdien for NO₂, der ligger på >200 µg/m³ med 18 tilladte overskridelser. De højeste værdier, der er målt, er i 2012 på H.C. Andersens Boulevard, hvor den 19. højeste timemiddelværdi ligger på 150 µg/m³. Der har ikke været overskridelser af timemiddelværdien i 2013, og der forventes ingen overskridelser fremadrettet. Målopfyldelsen vurderes derfor alene at være kritisk med hensyn til årsmiddelværdien.

TABEL 2

KONCENTRATIONER AF KVÆLSTOFDIOXID (NO₂) 2005-13. TAL MED FED RØD INDIKERER OVERSKRIDELSE AF GRÆNSEVÆRDI PLUS TOLERANCEMARGIN², MEN FED ALENE ER EN OVERSKRIDELSE AF SELVE GRÆNSEVÆRDIEN (ELLERMANN M.FL. 2010-2014)

Kvælstofdioxid (NO ₂): Årsmiddelværdi (angives som µg/m ³)	København (Jagtvej)	København (HCAB)	Aarhus	Odense	Aalborg	Bybaggrund (København)	Baggrund (landet, Ll. Valby)
2009	43	50	41	31	41	18	10
2010	39	56	39	32	39	17	11
2011	40	54	39	25	31	18	9
2012	38	55	35	26	30	17	9
2013	38	55³	35	27	32	16	9

Som det fremgår af tabel 2 har årsmiddelværdien inkl. tolerancemargin for koncentrationen af NO₂ været overholdt i alle danske byer undtagen København på H.C. Andersens Boulevard.

Høje koncentrationsniveauer af NO₂ findes langs nogle få gader, som er særligt store og trafikintensive. På den baggrund er det Miljøstyrelsens vurdering, at befolkningens generelle eksponering for forhøjede niveauer af NO₂ er relativt begrænset. Det drejer sig om de tættest bebyggede og trafikerede gaderum, idet der ikke gør sig særlige topografiske forhold gældende i de områder, hvor der er iagttaget overskridelser.

1

Mulighed for udsættelse jf. direktiv 2008/50/EF, Luftkvalitetsdirektivet

2

Tolerancemargin er 50 % af juli 1999 som lineært reduceres med lige store procentsatser for første gang 1.1.2001 og derefter hver 12. måned så margin er 0 % den 1. januar 2010.

3

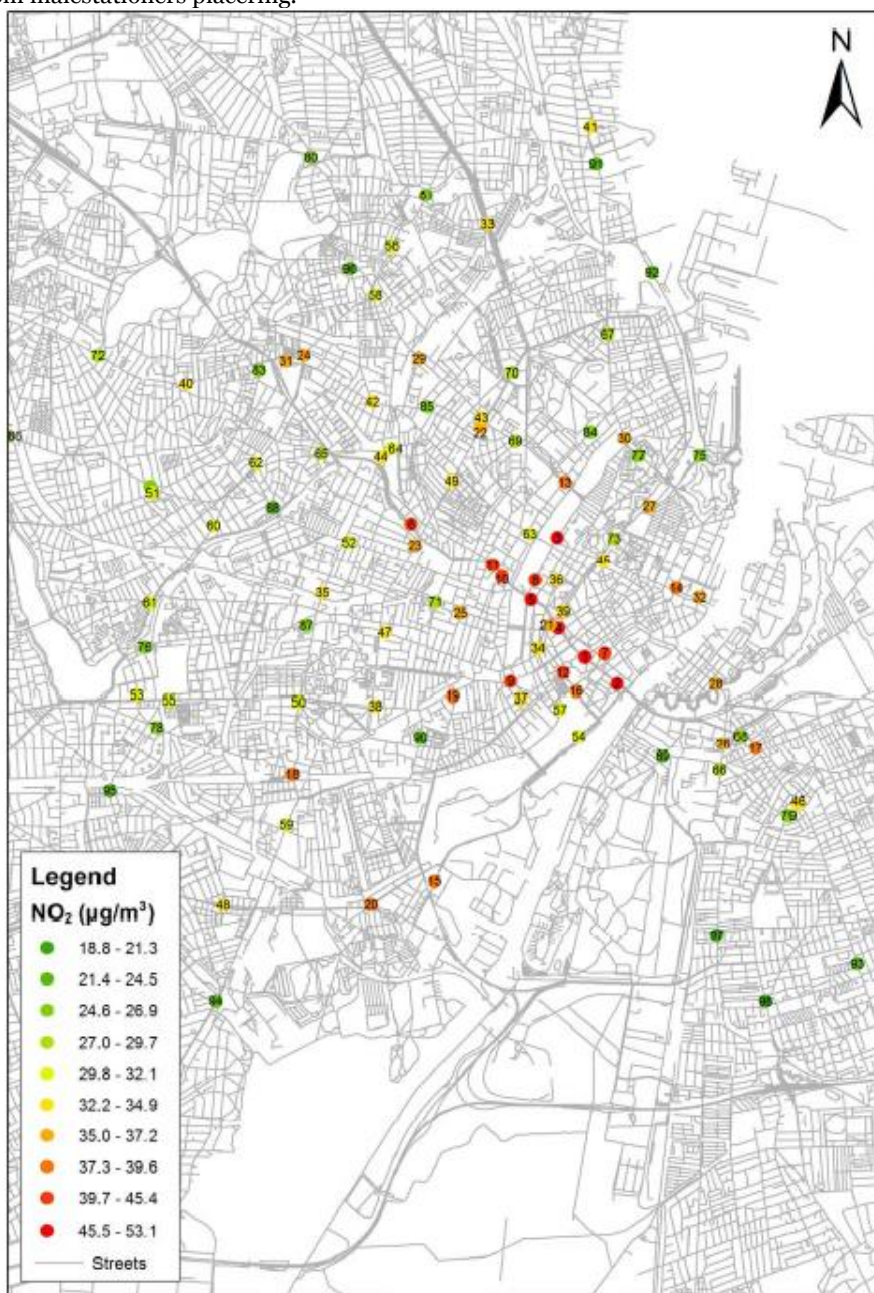
Måling på parallel ekstra målestation i foråret 2014 viste et niveau svarende til ca. 46 µg/m³ som beskrevet i kapitel 5.

Modelberegninger af NO₂ forureningen

De kontinuerlige målinger suppleres med årlige modelberegninger af omkring 100 gadestrækninger i København, der indgår i årsrapporterne for luftovervågningen. Modelberegninger af koncentrationsniveauerne i 2013 for København viser, at grænseværdi overskrides på 12 ud af i alt 99 modellerede gadestrækninger (Ellermann m.fl., 2015).

Miljøstyrelsen udvælger prøvetagningssteder, hvor koncentrationen måles, som skal være repræsentative for den højeste koncentration, som befolkningen udsættes for. Når EU vurderer, om grænseværdier er overholdt, er det de målte, og ikke de modellerede værdier, der bruges til at vurdere målopfyldelse.

Modelberegninger anvendes til at se på forureningens spredning og dermed hvor stor en befolkning eller bymæssigt område, der vurderes udsat for forureningen. Modeller kan ligeledes anvendes til at vurdere fremtidige tendenser af forureningen, samt placering af målestationer i forhold til direktivets bestemmelser om målestationers placering.



FIGUR 6

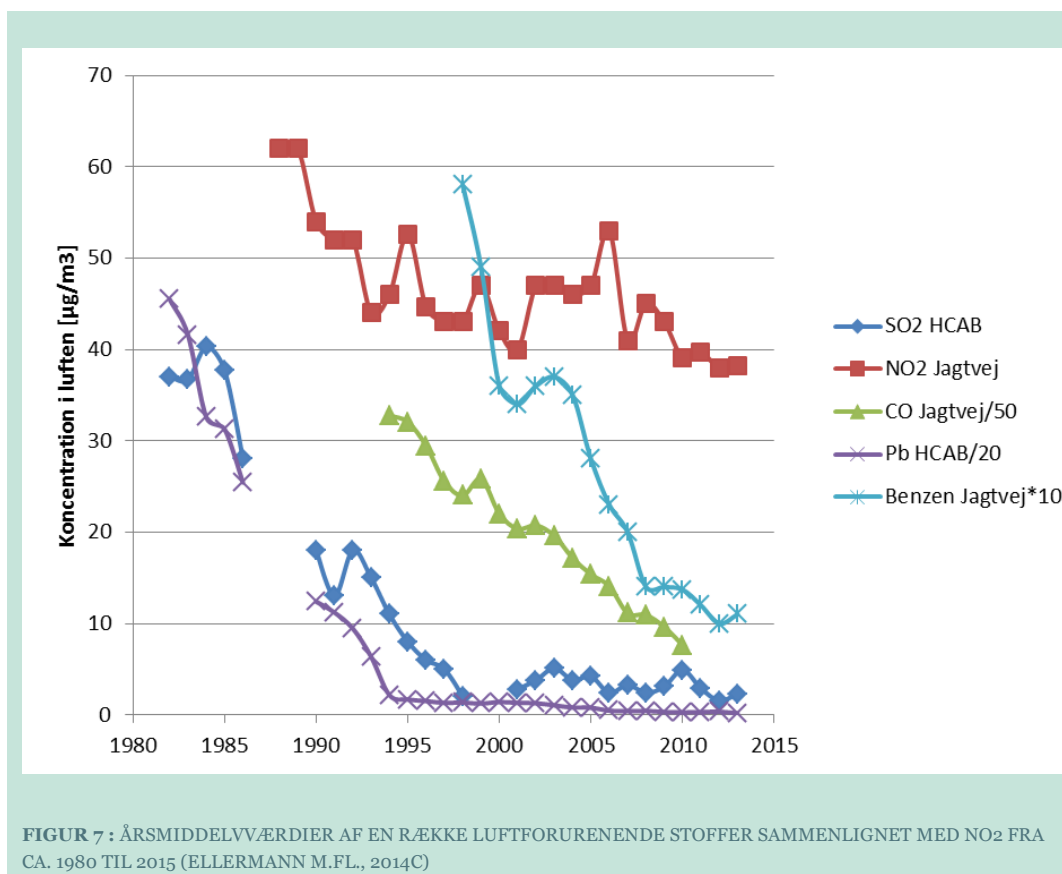
MODELLEREDE OVERSKRIDELSER AF NO₂ GRÆNSEVÆRDIEN PÅ 40 MG/M³ FOR ÅRSMIDDELVÆRDIEN I 2013 I KØBENHAVN (ELLERMANN M.FL.,2015)

H.C. Andersen Boulevard udgør en hovedtrafikåre gennem København og er den gade i midtbyen med den største trafikandel. Overskridelserne er især koncentreret omkring få stærkt trafikerede hovedfærdselsårer og berører dermed en mindre del af befolkningen i København.

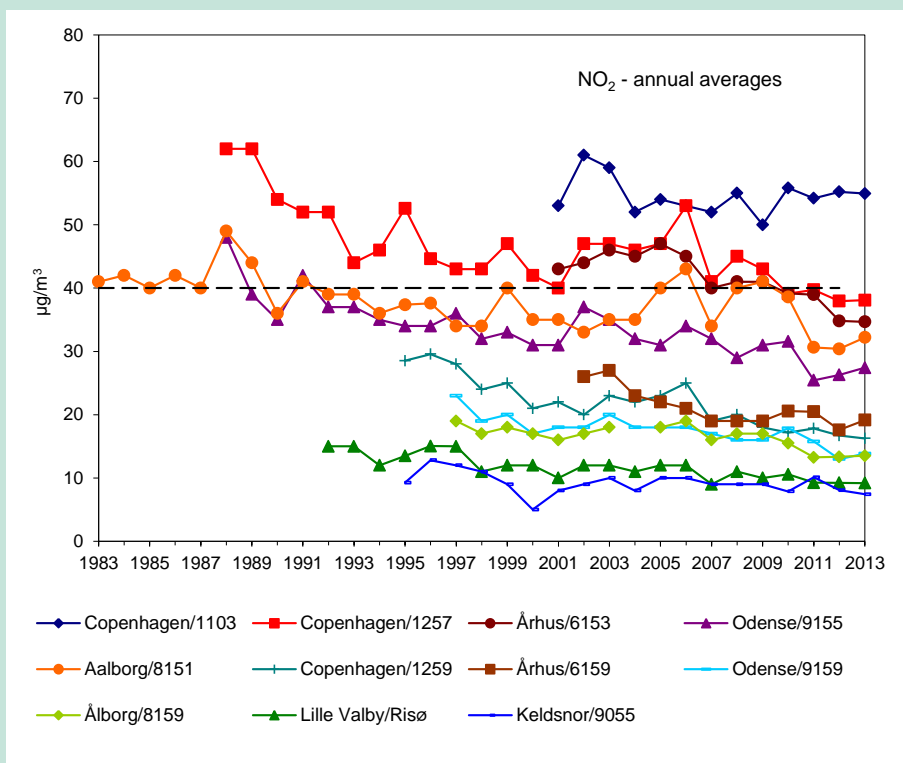
4. Forureningens oprindelse og de væsentligste kilder

4.1 Udviklingen i forureningen

Udeluften i Danmark bliver renere og renere. Udfasning af bly i benzin i 1980'erne og indførelse af katalysatorer, der bl.a. renser udstødningen for den giftige gas kulmonoxid (CO) på benzinbiler i 1990'erne, og miljøzoner i 00'erne har medført et væsentligt fald i luftforureningen i byerne. Indsatsen overfor køretøjer har tilsvarende givet et fald i koncentration af svovldioxid, bly og benzen i luften. Samtidig har krav til virksomheder, international skibsfart, brændeovne mv. medvirket til at baggrundforureningen falder – ikke kun i Danmark men hele Europa.



Ikke alle forurenende stoffer er faldet så hurtigt som forudset. Nedenfor ses udviklingen i NO₂ koncentrationen på de respektive målestationer i Danmark frem til 2013.



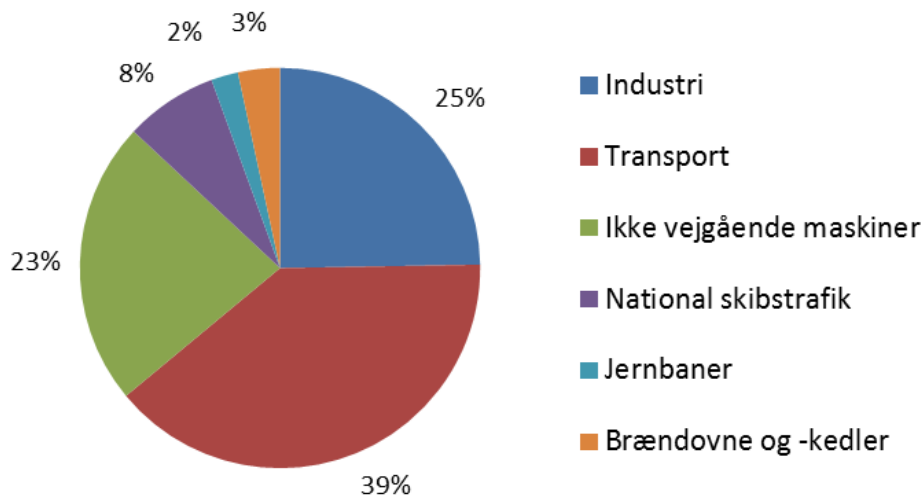
FIGUR 8:
 ÅRSMIDDELVÆRDIER FOR GADE-, BYBAGGRUND-, OG LANDSTATIONER FOR NO₂ FREM TIL 2013. COPENHAGEN 1103 ER GADEMÅLETSATIONEN PÅ H.C. ANDERSENS BOULEVARD. COPENHAGEN 1257 ER GADEMÅLESTATIONEN VED JAGTVEJ. COPEGHAGEN 1259 ER BYBAGGRUNDSSTATIONEN PÅ TAGET AF H.C. ØRSTEDSINSTITUTTET (ELLERMANN M.FL., 2014C)

4.2 De danske kilder til forureningen

Transportsektoren er en af de væsentligste kilder til forhøjede koncentrationsniveauer. Det fremgår af figuren nedenfor. Transport dækker over vejtransport, mobile ikke-vejpgående maskiner, indenlands søtransport, jernbaner og civil luftfart. Vejtransporten er en dominerende kilde i byområderne, hvor der er overskridelser af NO₂ grænseværdien. Herudover kan det ses, at 25 % af den danske NO_x udledning stammer fra industri såsom kraft- og kraftvarmeværker, raffinaderier, olieudvinding. Husholdninger (fx brændeovne, oliefyr), udgør 3 % af NO_x udledningen.

Den samlede NO_x-udledning fra danske kilder lå i 2012 på 116.000 tons. Den tilladte udledning i forbindelse med det danske emissionsloft for 2010 er 127.000 tons⁴. I perioden 1990-2011 er de danske NO_x emissioner faldet med 55 % svarende til en absolut reduktion på 153.000 tons (EEA, 2013B). Vejtransport er den største kilde til NO_x-udledningen, og sammen med mobile ikke-vejpgående maskiner, står disse to kilder for omtrent to tredjedele af den danske udledning.

Danske NOx emissioner i 2012



FIGUR 9
FORDELING AF NOx EMISSION, DANSKE KILDER FORDELT PÅ HOVEDSEKTORER FOR 2012⁵

Reduktionen kan tilskrives mere udbredt brug af benzinbiler med katalysator og installation af low-NO_x brændere og De-NO_x-anlæg på elværker og fjernvarmeanlæg. Udledningen af NO₂ fra særligt dieslbilerne er ikke gået så hurtigt som forventet, da dieslbilerne har en generelt højere udledning ved bykørsel, samt at der ses en stigning i den direkte udledte NO₂-andel. Dieslbilerne har en grænse for, hvor meget NO_x (NO+NO₂) de må udlede, der er reguleret via euronormerne, men der er ikke præciseret, hvor stor en andel af NO_x, der må udledes som NO₂.

EEA (Det europæiske Miljøagentur) finder i deres årsrapport for 2013 (EEA, 2013A), at der er et generelt fald i udledning af NO_x på europæisk plan på 34 % i perioden 2002-2011, men at faldet i NO_x er signifikant højere end det målte NO₂ niveau på gadeplan, som i samme periode er faldet med 8 %.

4.3 Det udenlandske bidrag til forureningen

Luftforening med NO₂ er primært et problem langs trafikerede veje. Det regionale bidrag udgør kun 20 % af forureningen på trafikerede vejstrækninger, som det også fremgår af figur 5, hvor NO₂-koncentrationen på et gennemsnit af de danske gadestationer sammenlignes med bygbaggrunden og målinger på landet (regionalt bidrag).

5

http://cdr.eionet.europa.eu/dk/Air_Emission_Inventories/Submission_EMEP_UNECE/envuvyjna/Denmark_NFR_Report_2014.xls/manage_document

5. **Analyse af situationen**

Dette kapitel giver en overordnet analyse af luftforureningen med NO₂ i København siden sidste luftkvalitetsplan fra december 2010/februar 2011 (Miljøstyrelsen, 2011).

Danmark meddelte ved brev af den 23. februar 2011 Kommissionen, at man fra dansk side ønskede at anvende muligheden for udsættelse af forpligtelsen til at overholde grænseværdien for NO₂. Meddelelsen blev ledsaget af en luftkvalitetsplan. Den daværende luftkvalitetsplan, og de forudsætninger denne byggede på, viste, at Danmark i 2015 med de anviste tiltag såsom grønne taxier, afgiftsfritagelse for elbiler mv. ville overholde grænseværdien.

I forsommeren 2011 bliver Miljøstyrelsen - i forbindelse med besvarelse af supplerende spørgsmål fra Kommissionen til den fremsendte luftkvalitetsplan for NO₂ - opmærksom på et uventet spring i koncentrationerne målt på målestationen ved H.C. Andersens Boulevard i forbindelse med den årlige afrapportering fra luftovervågningsprogrammet. Da der ikke blev målt et tilsvarende spring i koncentrationerne på de øvrige målestationer i København, blev fokus rettet mod mulige lokale omstændigheder på H.C. Andersens Boulevard. På daværende tidspunkt skønnede DCE, at de nærliggende byggerier ved Rådhuspladsen samt i tilstødende sidegader var den sandsynlige årsag til det uventede spring (Ellermann m.fl., 2011).

Dette foranledigede, at Miljøstyrelsen igangsatte en række projekter i løbet af 2011 og 2012 med fokus på dels årsag til spring i de målte koncentrationer og vurdering af mulige yderligere virkemidler til at reducere koncentrationen på H.C. Andersens Boulevard. Der blev udarbejdet en ny fremskrivning af udviklingen i NO₂-koncentration samt foretaget en vurdering af mulige virkemidler, bl.a. renluftzoner (Solvang m.fl. 2012). Endvidere blev der analyseret på bidraget til forureningen fra byggerier, øvrige mobile ikke-vejsgående maskiner og tog. Hovedparten af disse undersøgelser er bistået af en følgegruppe med deltagelse fra København og Frederiksberg kommuner og Det Økologiske Råd. (Rørdam m.fl., 2013A og 2013B, Normann m.fl., 2013).

Fremskrivningen inddrog den nyeste viden om udvikling i bilparken (fx andelen af dieslbiler), mængden af trafikken samt hastigheden på gadestrækningen, andelen af tung trafik og beregnede derefter det bedste bud på udviklingen i forureningen på en given gadestrækning frem i tiden.

Fremskrivning af NO₂-forureningen fra 2012 antog, at springet på H.C. Andersens Boulevard var af midlertidig karakter, og bekræftede fremskrivningen fra Luftkvalitetsplanen for NO₂ (2011), idet NO₂ koncentrationen i 2015 blev beregnet til ca. 40,5 µg/m³, hvilket var meget tæt på det som tidligere fremskrivninger var nået frem til. Miljøstyrelsen vurderede på den baggrund, at Danmark ville overholde grænseværdien i 2015 ved den allerede vedtagne indsats, herunder stigningen i dieseludligningsafgiften, der netop var vedtaget.

I juni 2013 blev der lavet yderligere en fremskrivning af DCE, hvor der blandt andet blev analyseret på den manglende effekt af euronormerne⁶. Fremskrivningen viste niveauer på 42,3 og 44,9 µg/m³ afhængigt af,

6

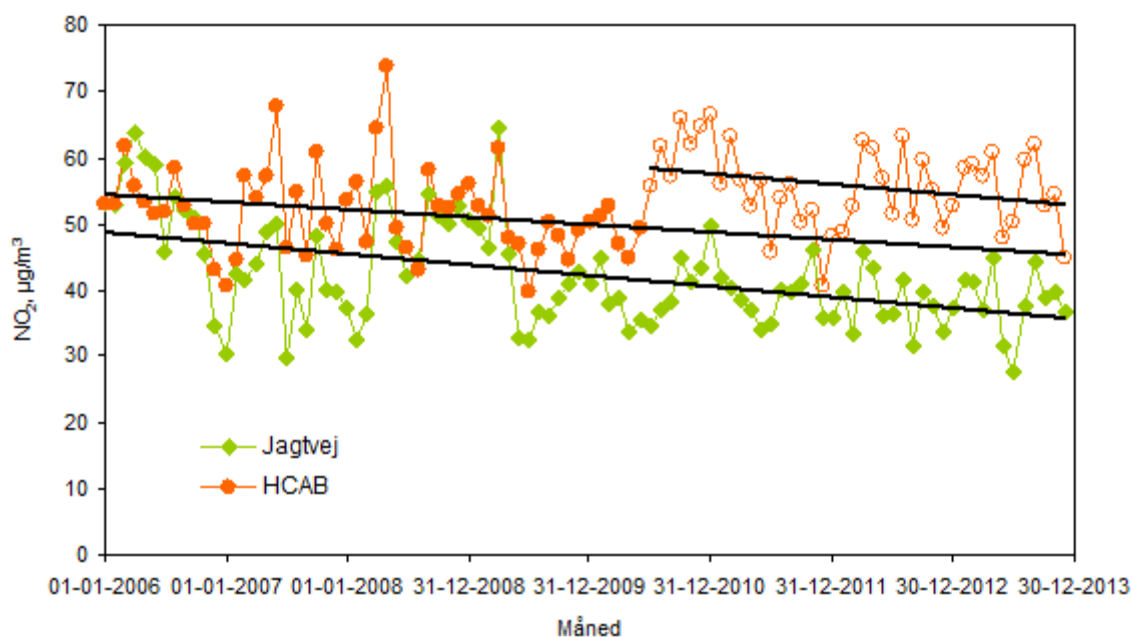
Euronormerne fastsætter værdier for hvor meget et nyt køretøj må udlede af bla. NO₂. Dette dokumenteres ved en omfattende test af et køretøj før det kan typegodkendes til salg i EU. Det har dog vist sig, at testsituationen ikke modsvarer af virkeligheden. Dieslbiler udleder betydeligt mere NO₂ i

hvorvidt man antog, at der ikke var sket forbedring fra Euro 5 til Euro 6, eller om der ikke var sket forbedring fra Euro 4 til Euro 6. Niveaueet $42,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ blev frem til sommer 2014 vurderet til at være den mest sandsynlige prognose ud fra den på daværende tidspunkt tilgængelige information om real-life målinger af Euro 5 og 6 dieselmotorer, hvor der især havde været tale om den manglende effekt af Euro 6 (Solvang og Ketzl, 2013).

Parallelt iværksatte Miljøstyrelsen sammen med DCE en undersøgelse af de forøgede koncentrationer specifikt på H.C. Andersens Boulevard (Ellermann m.fl., 2014B). Målingerne på Jagtvejen havde ikke vist tilsvarende spring, men en kontinuerlig nedadgående tendens. Der var således grund til at formode, at der er tale om en isoleret forhøjelse på H.C. Andersens Boulevard. Derfor etableredes der i foråret 2014 parallelle målinger med én yderligere målestation på H.C. Andersens Boulevard med det formål at se på, om springet i koncentrationsniveau udspringer af helt lokale isolerede faktorer.

Figuren nedenfor viser målingerne på de to oprindelige gademålestationer (Jagtvej og H.C. Andersens Boulevard), og det spring i NO_2 -koncentrationen på H.C. Andersens Boulevard fra foråret 2010. Det ses ligeledes, at den nedadgående tendens fortsætter, jf. Figur 10, blot er det målte forureningsniveau højere.

Der er dog en betydelig usikkerhed på den nedadgående tendens. Den forsvinder for eksempel, når man ser på årsmiddelværdier fra 2010 og frem, jf. tabel 2



FIGUR 10
UDVIKLING I NO_2 -KONCENTRATIONEN PÅ H.C. ANDERSENS BOULEVARD OG JAGTVEJ. ILLUSTRATION AF UVENTET SPRING I KONCENTRATIONEN AF NO_2 (ELLERMANN M.FL., 2014B)

virkeligheden end ved test. Der arbejdes løbende med at sikre at testforholdene svarer til virkelighedens verden, men dette har vist sig vanskelig for dieselmotors udledning af NO_x .

Resultaterne af undersøgelserne af mobile ikke-vejgående maskiner og de nærliggende byggepladser viste, at udledningen i København ikke har ændret sig i forhold til de hidtidige antagelser om kildens størrelse. Miljøstyrelsen konkluderer på baggrund af resultaterne, at mobile ikke-vejgående maskiner samlet set i København ikke er en væsentlig kilde til luftforurening langs gader, men kan lokalt forårsage forhøjede forureningsniveauer (Rørdam 2013A).

Analysen af årsager til den isolerede stigning på ca. $9 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ på H. C. Andersens Boulevard peger på, at en busbane er nedlagt og omdannet til almindelig vejbane, hvilket har bragt trafikken tættere på målestationen. Den midlertidige opsatte målestation, hvor måleindtaget er placeret ca. 3 meter længere væk fra vejen, måler koncentrationsniveauer omkring $9 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ lavere end ved den eksisterende målestation. Hertil kommer et fald i trafikens gennemsnitshastighed (dvs. mere kø-kørsel der giver større NOx udledning) på strækningen ud for målestationen på H. C. Andersens Boulevard. Ændringerne af trafikflow er foretaget med henblik på at forbedre trafiksikkerheden i det større nærliggende lyskryds, og vurderes af DCE at give et muligt mindre bidrag til springet. Disse to faktorer konkluderes at være de væsentligste årsager til den pludselige uventede stigning i koncentrationen.

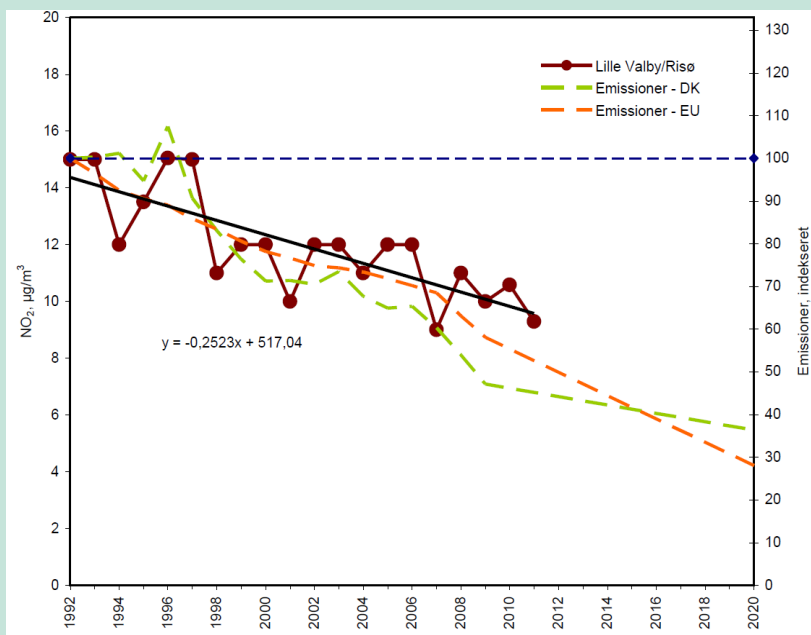
For at sikre kontinuerlige målinger og dermed et retvisende grundlag til brug for en fortsat indsats for at forbedre luftkvaliteten i København og øvrige større byer i Danmark, vurderes det at være hensigtsmæssigt at reetablere afstanden mellem målestation og trafikken, ved at opstille en ny målestation som reetablerer forholdet mellem målestationen og gadestrækningen, som dette forhold var før foråret 2010. Dette skridt burde være foretaget samtidig med ændringen på vejen. Med reetableringen vil indtaget til NO₂-måleren være placeret ca. seks meter fra vejbanen, hvilket er i overensstemmelse med EU's luftkvalitetsdirektivs krav. Heri ligger også, at de data, der indsamles fra de enkelte målestationer, nødvendigvis må være indhentet under konsistente forhold over tid, idet der ellers intet grundlag er, hverken for at anvende data til at evaluere lokale forbedringer, eller for at anvende data til analyse af den tidsmæssige udvikling af luftkvaliteten i Danmark og EU.

Endvidere følger det af direktivet, at placeringen af målestationer regelmæssigt bør tages op til fornyet overvejelse med ny dokumentation for at sikre, at kriterierne for valget fortsat er gyldige.

5.1 Vurdering af den faldende tendens i baggrundskoncentrationen

Udover anvendelse af modellering til analyse af koncentrationen kan man få et overblik ved at se på udviklingen i den målte NO₂-koncentration på forskellige typer af målestationer. Formålet er at kvantificere den faldende tendens, der fortsat kan ses på samtlige målestationer.

Figur 7 viser udviklingen i NO₂-koncentrationen ved Lille Valby vest for København. Der er tale om en regional baggrundsstation, og målingerne afspejler dermed udviklingen i det samlede NO_x-udslip over et større område, inklusiv grænseoverskridende luftforurening. Der ses en klar nedadgående udvikling i forureningen, der dog flader lidt ud i de seneste år. Udviklingen kan kædes sammen med reduktionen i det samlede udslip af NO_x på europæisk plan som følge af den løbende indsats for begrænsning af luftforurening. En vigtig medvirkende faktor er EU's direktiv om nationale emissionslofter (NEC-direktivet), der blandt andet fastsætter et loft for de enkelte medlemslandes udslip af NO_x i 2010 og frem.



FIGUR 11

UDVIKLINGSTENDENS FOR NO₂ MÅLT VED LILLE VALBY/RISØ MÅLESTATION (REGIONAL BAGGRUND) 1992-2012. DER ER ENDVIDERE EN SORT TENDENSLINJE BESTEMT VED LINEÆR REGRESSION. YDERLIGERE VISES HHV. DEN DANSKE OG EUROPÆISKE UDLEDNING AF NO_x IDEKSERET TIL 100 I 1992. FREMSKRIVNINGEN AF EMISSIONER TIL 2020 ER BASERET PÅ LINEÆRT FALD SVARENDE TIL DE NATIONALE EMISSIONSLOFTER FOR 2020 (SOLVANG JENSEN M.F.L., 2012).

Udvikling i NO₂-koncentration ved Lille Valby ca. 30 km vest for Københavns centrum er illustreret i figuren ovenfor. Det ses blandt andet, at koncentrationen er faldet ca. 0,25 µg/m³ per år siden 1992 svarende til et samlet fald på knap 5 µg/m³ i perioden 1992-2012. Miljøstyrelsen forventer, at den nedadgående tendens i baggrundskoncentrationen fortsætter, og dette er indregnet i vurderingen af et niveau på 42,3 µg/m³ i 2015.

6. **Foranstaltninger eller projekter til forbedring af luftkvaliteten iværksat før luftkvalitetsdirektivets ikrafttræden i juni 2008**

I det følgende gennemgås de væsentligste tiltag, der før 2008 er blevet iværksat for at begrænse emissionen af NO₂ fra både stationære anlæg, virksomheder, fyringsanlæg og køretøjer. Det bemærkes, at reguleringen af emissioner fra de mobile kilder er underlagt fuld EU-harmonisering, og at alle direktiver er implementeret i dansk lovgivning uden forbehold.

Efter luftkvalitetsdirektiv 2008/50/EF bilag 15 skal der redegøres for iværksatte tiltag før og efter 2008.

Ændring af lov om registreringsafgift af motorkøretøjer (L24) blev vedtaget af Folketinget den 17. december 2004. Den lempede afgift for svovlfri benzin og svovlfri diesel betød, at markedet skiftede til svovlfrie brændstoffer 4 år før, det var lovpligtigt. I perioden 1. januar 2005 til 1. januar 2009 blev afgiften nedsat med 2 øre/liter for svovlfri diesel og med 4 øre/liter for svovlfri benzin. Differentieringen bortfaldt med virkning fra 1. januar 2009, hvor EU-kravet til indholdet af svovl blev skærpet, så det blev obligatorisk at anvende svovlfri diesel og svovlfri benzin. Især svovlfri benzin giver en lavere NO_x udledning, idet katalysatoren på benzinbiler har en højere virkningsgrad, når der anvendes svovlfrie brændstoffer.

Folketinget vedtog den 16. december 2005 en lovændring, der indebar, at der fra den 1. januar 2006 gives nedslag i den afgiftspligtige værdi for nye dieselmotorer med lavt partikeludslip. Nedslaget på 4.000 kr. er givet i årene 2006-2009. Tiltaget bidrager til en reduktion af NO₂-forurening, idet det tilskynder til anskaffelse af biler med en nyere euronorm. I perioden fra januar til november 2010 udgjorde andelen af Euro 5 køretøjer solgt før normen bliver obligatorisk (1. januar 2011) 90 % af det samlede salg af dieselpersonbiler.

Foruden indsatsen overfor dels partikelforurening, dels reduktion af svovl i benzin og diesel har Danmark implementeret EU-regler i dansk lovgivning, som har bidraget til reduktion af NO_x-udledning:

Luftvejledningen: Allerede i 1974 udsendte Miljøministeriet sin første vejledning til anvendelse ved miljøgodkendelse af virksomheder og energianlæg. Den gældende udgave af vejledningen er fra 2001. Vejledningen indeholder emissionsgrænseværdier for udledningen af NO_x fra industrivirksomheder (400 mg/m³ regnet som NO₂) og energianlæg mindre end 50 MW (emissionsgrænseværdierne varierer fra 65-300 mg/m³ regnet som NO₂ afhængig brændselstype og anlægsstørrelse).

Bekendtgørelsen nr. 1640 af 13. december 2006 om godkendelse af listevirksomhed gennemfører blandt andet IPPC-direktivet 96/61/EF. Bekendtgørelsen fastsætter regler om godkendelsesordningen for en lang række virksomheder. Det gælder både virksomheder omfattet af IPPC-krav og nationalt regulerede virksomheder eksempelvis ved standard vilkår. Der er krav om anvendelse af bedst tilgængelig teknologi (BAT).

Bekendtgørelsen nr. 808 af 25. september 2003 om store fyringsanlæg gennemfører direktiv 2001/80/EF og fastsætter regler om begrænsning af emission af svovldioxid (SO₂), NO_x og støv fra fyringsanlæg med en indfyret effekt på 50 MW og derover.

Affaldsforbrændingsbekendtgørelsen nr. 162 af 11. marts 2003 sikrer gennemførelsen af direktiv 2000/76/EF og indeholder blandt andet emissionsgrænseværdier for NO_x. Alle eksisterende affaldsforbrændingsanlæg er omfattet af bekendtgørelsen.

Kvotebekendtgørelsen var tidligere det primære redskab til regulering af NO_x udslip fra el-sektoren. Bekendtgørelsen fastsatte årlige kvoter for NO_x udslippet fra kraftproduktion og har betydet, at de faktiske NO_x-udslip fra kraftværkerne har ligget betydeligt under de grænseværdier, der er fastsat i fx. Bekendtgørelsen om store fyringsanlæg. Kvotebekendtgørelse er nu ophævet og afløst af en afgift på NO_x-udslip på 5 kr./kg, der blev indført fra den 1. januar 2010.

7. Foranstaltninger eller projekter til forbedring af luftkvaliteten iværksat eller vurderet efter luftkvalitetsdirektivets ikrafttræden i juni 2008

Nedenfor gennemgås de væsentligste tiltag, der er iværksat eller vurderet i forhold til overholdelse af grænseværdien.

7.1 Generel reduktion af NO_x-udslip

Danmark har igennem de sidste 20 år gennemført en systematisk reduktion i udslip af svovldioxid og NO_x fra stationære kilder. Der er opnået en reduktion på 95 % i udslippet af svovldioxid og 55 % i udslippet af NO_x. Det primære formål har været at reducere miljøbelastningen af naturområder, men indsatsen afspejles også i en faldende baggrundskoncentration af blandt andet NO₂ (Figur 11).

I bekendtgørelse om emissionslofter for svovldioxid, nitrogenoxider, flygtige organiske forbindelser og ammoniak fastsattes et mål på 127.000 tons for det samlede danske NO_x-udslip i 2010. Målet er baseret på NEC-direktivet. For at sikre overholdelse af målet i NEC-direktivet blev der indført en afgift på NO_x den 1. januar 2010, som nærmere beskrevet i kapitel 10. I forbindelse med forhandlingen af en revideret Göteborg Protokol under LRTAP⁷ har Danmark forpligtiget sig til en reduktion af NO_x-udslippet på 56 % i perioden 2005 til 2020. Der vil således også være fokus på reduktion af de danske NO_x-emissioner i de kommende år frem mod 2020.

Der har hidtil været et fald på ca. 0,25 µg/m³ per år i baggrundskoncentrationen af NO₂ som illustreret ved Figur 7. Dette svarer til et fald på 1,25 µg/m³ fra 2010 til 2015, hvis det årlige fald i koncentrationen fortsætter som hidtil. Miljøstyrelsen vurderer, at de europæiske NO_x-emissioner også vil falde i de kommende år, og at der derfor fortsat kan forventes et fald.

7

Konventionen om Grænseoverskridende luftforurening, LRTAP

7.2 Partikelindsatsen

Indsatsen for at reducere partikelforureningen har især været rettet imod dieseldrøjet og brændeovne. Brændeovnsindsatsens vurderes dog ikke at have betydning for NO₂-forureningen. Indsatsen i forhold til dieseldrøjet bidrager til en reduktion af NO₂-forurening, idet omlægning af bilafgifterne har tilskyndet til anskaffelse af biler med en nyere euronorm. Udover fradraget til person- og varebiler med partikelfilter beskrevet i kapitel 8, er der den 1. april 2010 indført en årlig afgift på 1.000 kr. på dieselpersonbiler uden partikelfilter. Dette vil medvirke til en hurtigere udfasning af ældre dieslbiler. Der er ikke i luftkvalitetsplanen vurderet en samlet effekt i forhold de lette køretøjer, idet det er vanskeligt at vurdere, hvordan udviklingen ville have været uden afgiftsændringerne.

Miljøzoner er et andet konkret initiativ, hvor der stilles miljøkrav til tunge køretøjer i de fire største byer, og effekten heraf er blevet vurderet. Miljøzoner er blevet indført i København, Frederiksberg (begge i september 2008), Aalborg (februar 2009), Odense (juli 2010) og Aarhus (september 2010). Det primære formål er at nedbringe partikelforureningen ved at stille krav om partikelfiltre på ældre lastbiler og busser. Kravene er indført i to trin: I 2008 blev der indført krav om partikelfiltre på alle Euro 2-køretøjer og ældre, mens der fra 1. juli 2010 skal være partikelfiltre på alle Euro 3-køretøjer og ældre. DCE har vurderet, at reduktionen i NO₂-koncentration som følge af indførelsen af miljøzoner er på 1-2 µg/m³ på H.C. Andersens Boulevard i 2015 (Solvang m.fl. 2011). Denne reduktion indgår i den baseline for 2015, der blev beregnet i 2012 og 2013.

Danmark har i perioden 2004-2010 ydet tilskud til eftermontering af partikelfiltre på tunge køretøjer. Der var afsat 60 mio. kr. til ordningen som har ydet tilskud til eftermontering af partikelfiltre på 3.500 lastbiler og busser.

7.3 Dieseludligningsafgiften

Folketinget vedtog i maj 2012 at forhøje dieseludligningsafgiften per 1. januar 2013. For en diesebil, der kører 20 km/l, stiger den årlige ejeravgift fra 3.300 kr. til 4.240 kr. Dette har medvirket til et kraftigt fald i andelen af dieslbiler i nybilsalget fra 48 % i 2008-11 til 32 % i 2013. Dette betyder, at dieselandelen for den samlede bilpark formodentlig vil stabilisere sig omkring de 30 %, hvor det i fremskrivningen fra 2012 blev vurderet, at den ville nå 48 %. Et yderligere fald på 18 % i dieselandelen vil have en positiv betydning for udviklingen i emissionerne fra bilparken. Konkret anslås skiftet fra diesel til benzinbiler at medføre en reduktion i forureningen på H.C. Andersens Boulevard på 0,2 µg/m³ i 2015. Effekten vil stige over tid i takt med, at dieselandelen falder igen. Effekten vil også slå igennem på andre gadestrækninger.

7.4 SCR på busser

SCR er en engelsk forkortelse for selektiv katalytisk reduktion. Der er en metode, hvor man ved indsprøjtning af ammoniak i en røggas kan reducere forekomsten af NO_x. Efter ammoniakken er 'tilsat' strømmer røggasen forbi en overflade belagt med metaller, der virker som katalysatorer for en reaktion mellem NO_x og NH₃, og der dannes N₂ (som udgør 78 % af atmosfæren) og vand.

Teknikken er oprindeligt udviklet til anvendelse på kraftværker. Som følge af de stadigt strengere krav til forureningen fra køretøjer er der sket en videreudvikling til lille skala til tunge køretøjer

I luftkvalitetsvurderingen for København fra 2012, har DCE vurderet, at der vil kunne opnås en reduktion i NO₂-forureningen på 1,8 µg/m³, hvis alle bybusser i København opfyldte Euro 6 normen – hvilket svarer til, at de har SCR monteret (Solvang m.fl. 2012).

Miljøstyrelsen, Movia og Københavns Kommune har et fælles demonstrationsprojekt, der skal undersøge mulighederne for at opgradere eksisterende busser med rensningsteknologier med henblik på at reducere deres NO_x-udslip. Forsøget kører frem til april 2015. Der foretages test af 4 SCR løsninger på i alt 10 busser.

Regeringen har i juni 2014 – som del af pakken 'Ren luft til danskerne' - besluttet at afsætte de nødvendige midler til at finansiere en eftermontering af SCR på 300-450 busser. En lignende indsats er blevet gennemført i London og tegner til at være en succes. Forventningen er, at dette vil give en effekt svarende til en reduktion på 1,8 µg/m³ NO₂ på H.C. Andersens Boulevard. Eftermonteringen vil blive gennemført hurtigst muligt i 2015 under hensyntagen til udbudsregler og busdriften. Effekten vil således blive indfaset i løbet af 2015.

7.5 Fremme nyere og mindre forurenende Euro 6 biler

Reduceret afgift på bestemte typer køretøjer kan fremme udbredelsen af disse. Fx blev det overvejet at justere i indregistreringsafgiften for at fremme salget af Euro 6 biler tidligere end disse ville blive obligatoriske fra 2015. Dette var baseret på forventningen om, at Euro 6 normen ville reducere person- og varebilers udledning af NO_x.

På europæisk plan har det dog vist sig, at der i nogle byområder er observeret en stigning i NO₂-koncentrationerne i tæt trafikerede gader, hvilket kan tilskrives en øget udledning fra nyere dieselmotorer (fx EEA 2013, icct 2014). Mod intentionerne med de gradvist skærpede normer for bilernes udledning, har det vist sig, at bilerne ved bykørsel har en udledning på op til 8 gange den tilladte udledningsnorm (euronorm).

Da der begyndte at fremkomme oplysninger om, at Euro 6 for vare- og personbiler ikke ville medføre et markant fald i udledningen af NO_x ved bykørsel, blev dette tiltag opgivet. I forlængelse heraf skrev den danske miljøminister til EU's kommissærer for miljø og for erhverv i januar 2013 og beklagede den manglende effekt af euronormerne, som vanskeliggør overholdelse af grænseværdi, og efterlyste yderligere regulering fra EU.

Kommissærerne tilkendegav i deres fælles svar fra marts 2013, at Kommissionen forventede at fremsætte et forslag, der ville forbedre situationen for Euro 6 fra 2017/18. Kommissionen har endnu ikke fremsat et sådant forslag.

7.6 Renluftzoner

I foråret 2012 foretog DCE ved Aarhus Universitet en vurdering af luftkvaliteten og effekten af at indføre renluftzoner i København. En renluftzone med restriktioner for de ældste og mest forurenende vare- og personbiler blev vurderet til at give en reduktion i NO₂ koncentrationen på 1,5 µg/m³.

Tiltaget blev vurderet til at berøre knap 100.000 bilejere. De bilejere, hvis køretøj ikke længere opfyldte kravene, ville skulle udskifte køretøjet eller installere et filter på køretøjet, hvis de fortsat ønsker at køre i zonen.

Den manglende effekt af EU's regulering af dieselmotorer, slår også igennem med en relativt lav effekt af renluftzoner. Dette slår især igennem for varebiler, der har en høj diesel andel. Gamle dieselmotorer vil således typisk blive skiftet ud med nye dieselmotorer, som ikke giver nogen særlig forbedring i NO_x-udledningen.

7.7 Trafikflow

Et jævnt trafikflow, hvor start/stop situationer undgås så vidt muligt, forbedrer bilernes forbrænding og samtidig forbedrer det effektiviteten af NO_x rensningssystemer, som mange nyere dieselmotorer har – særligt de tunge køretøjer. Derfor kan der dels spares en del brændstof ved at forbedre trafikflowet og samtidig nedbringe forureningen. Der er meget trafikeret i København og mange typer trafikanter skal tilgodeses.

Københavns kommune har investeret i intelligente signalstyringer, hvilket giver mulighed for mere effektiv justering af trafikflowet, så bl.a. gennemsnitshastigheden på strækningen ved målestationen på H.C. Andersens Boulevard kan øges og NO₂ forureningen reduceres.

I forbindelse med implementeringen af det nye system er Københavns Kommune i gang med at vurdere muligheden for at forbedre trafikflowet på hele H.C. Andersens Boulevard. Her vurderes fremkommeligheden for alle trafikarter på strækningen, da H.C. Andersens Boulevard også har meget store mængder cyklister, fodgængere og passagerer i den kollektive trafik. Effekterne på luftforureningen af de implementerede tiltag vil blive vurderet gennem sammenligning med målingerne på strækningen.

7.8 Overholdelse af grænseværdien

Regeringen lancerede sin beslutning i juni 2014 om indsatser mod luftforurening baseret på en fremskrivning af forureningsniveauet til 2015. Fremskrivningen var udarbejdet i sommeren 2013 på baggrund af målinger af forureningsniveauet i 2010 og 2011, samt forudsætninger om udvikling i forureningen fra nye biler.

I tabel 5 nedenfor gives et samlet overblik over de tiltag, der er besluttet med henblik på, at grænseværdien for NO₂ overholdes i København. Der har siden grænseværdien trådte i kraft i 2010 udelukkende været målt overskridelser på målestationen ved H.C. Andersens Boulevard i København. På øvrige målestationer på Jagtvejen i København samt i Aarhus, Odense og Aalborg har grænseværdien været overholdt fra 2010.

I kapitel 3 er der redegjort for den række af projekter og analyser, der er gennemført for at vurdere situationen.

DCE's fremskrivning fra juni 2013 samt valg af forventninger til Euronormerne er lagt til grund for vurdering af overholdelse af grænseværdien i 2015. DCE's fremskrivning baserer sig på den tilgængelige information om emissionsfaktorer mv. I fremskrivningens baseline indgår de tiltag, der allerede er taget og implementeret for at forbedre luftkvaliteten (Solvang og Ketzler 2013).

Hertil kommer de seneste tiltag, som regeringen har iværksat for at nedbringe forureningen yderligere. Det drejer sig om dieseludligningsafgiften og SCR på busser.

TABEL 3: REDUKTIONSBEHOV (ÅRSMIDDELVÆRDI) FOR KVÆLSTOFDIOXID (NO₂).

Kvælstofdioxid (NO ₂):	København (HCAB) [µg/m ³]
Forventet baselineniveau 2015 uden tiltag (Jf. DCE fremskrivning fra juni 2013)	42,3
Dieseludligningsafgift	-0,2
SCR-på bybusser	-1,8
Forbedret trafikflow	endnu ikke skønnet
Forventet niveau med tiltag	40,3 (~ 40)
EU grænseværdi	<40 µg/m ³

Baseret på foreningsniveauerne beregnet i fremskrivningen fra 2013 og de iværksatte tiltag, der blev besluttet i foråret 2014, ville grænseværdien kunne overholdes i 2015.

7.9 Usikkerheder

Der er usikkerheder forbundet med fremskrivninger af koncentrationsniveauer af luftforurening og dermed også af NO₂ koncentrationen på H.C. Andersens Boulevard.

Selve modellen er metodisk behæftet med usikkerhed. Direktivet stiller krav om, at beregningerne maksimalt må have en usikkerhed på plus/minus 25 %, og den anvendte model anses at opfylde dette krav.

Der er en variation på op til 10 % i årsmiddelværdien for NO₂ på grund af forskellen fra år til år i de klimatiske forhold.

Løbende ændringer i bilparkens sammensætning (her særligt andelen af dieslbiler) samt andelen af tung trafik påvirker fremskrivningen. Den generelle økonomiske udvikling i samfundet bestemmer i høj grad udviklingen i disse faktorer.

Endeligt er der usikkerhed om de faktiske emissioner af NO_x, den direkte udledte NO₂ andel og emissioner ved bykørsel fra dieselperson- og varebiler. I forhold til udviklingen frem mod 2015 er det især de faktiske udledninger fra Euro 5 og 6 for person- og varebiler, der er usikkerhed om. I Danmark har vi indtil nu justeret det forventede niveau for NO₂ fra Euro 5 og 6 for person- og varebiler i 2015 med ekstra 1,8 µg/m³ i forhold til den første luftkvalitetsplan, og der vil sandsynligvis være behov for yderligere at justere forventningerne. Mange europæiske storbyer er udfordret som følge heraf i forhold til overholdelse af grænseværdien.

Der opnås således løbende ny viden omkring Euro 5 og 6 dieslbilers udledninger under normale kørselsforhold. Inden for det seneste år er der fremkommet flere nye studier, der viser at udledningen fra Euro 6 dieselpersonbiler er ca. 8 gange højere under faktisk kørsel, end forudsat ved typetesten.

EU Kommissionen arbejder på at forbedre test af dieslbiler, så testsituationen vil svare til virkelighedens udledninger. Kommissionen har oplyst, at en ny teststandard vil blive fremlagt i 2014 med henblik på at effektivering fra 2017 eller 2018. Kommissionen har dog endnu ikke endeligt fremsat det konkrete forslag. Under alle omstændigheder vil virkningen af den nye teststandard først få effekt efter nogen tid i takt med, at der markedsføres biler efter den nye teststandard (Euro 6B), og køretøjerne skiftes ud af bilejerne.

Der er i vurderingen af overholdelse af grænseværdien ikke medtaget bidrag fra en række tiltag, hvor det er vanskeligt at vurdere effekten af tiltaget fx på grund af usikkerhed om udbredelse af tiltaget i 2015. Dette gælder blandt andet fremme af grønne taxier (beskrevet i kapitel 8.2) og forbedring af trafikflowet på H.C. Andersens Boulevard (beskrevet i kapitel 7.7).

Udfordringen i forhold til overholdelse af grænseværdien reflekteres også i den målte årsmiddelværdi for H.C. Andersens Boulevard, som i 2013 var på 55 µg/m³, hvilket efter reetablering af afstand mellem vejbane og målestation vil svare til 46 µg/m³. Med et generelt fald i baggrundsniveau på 0,5 µg/m³ over to år samt effekt af SCR og dieseludligningsafgiften (1,8 + 0,2 µg/m³), ville niveauet i 2015 med dette beregningsudgangspunkt være 43,5 µg/m³. Hertil kommer, at eftermontering af SCR systemer efter planen vil være afsluttet ultimo 2015, hvorefter den fulde effekt opnås. Der er således på nuværende tidspunkt en række usikkerhedsfaktorer, som peger på, at overholdelse af grænseværdien for NO₂ ikke sker i 2015, men hurtigst muligt derefter.

Den endelige målopfyldelse baseres på de faktiske målinger af luftkvaliteten og beregnes som et gennemsnit for et helt år. Tallet indberettes til EU-Kommissionen hvert år i september måned. Miljøstyrelsen følger luftkvaliteten løbende med henblik på at vurdere udviklingen i forhold til overholdelse af grænseværdien.

8. Yderligere tiltag til reduktion af NO_x – som ikke indgår direkte i reduktionsberegningen

Regeringen har en række igangværende og planlagte tiltag, hvor effekten enten vurderes at være meget lille eller hvor, der er usikkerhed i forhold til tiltagens udbredelse. Her kan nævnes offentlige grønne indkøb, certificering af grønne transportvirksomheder og grønne transportkommuner samt energieffektiv køreteknik.

8.1 NO_x-afgift

Med lov nr. 472 af 17. juni 2008 er der indført afgift af kvælstofoxider (NO_x), der udledes til luften ved forbrænding. Det er forudsat, at den afgift på NO_x-emission på 5 kr. pr. kg NO_x, der trådte i kraft den 1. januar 2010, vil give en reduktion af NO_x-emissionen på omkring 5.000 tons om året.

I 2012 blev afgiften yderligere sat op til 25 kr. pr kg. NO_x. Dette forventes at give en yderligere reduktion i NO_x udledningen på 10.000 tons og vil medvirke til at sikre et fortsat fald i baggrundskoncentrationen af NO₂.

8.2 Grønne taxier (2009-)

Forliget om grøn transport fra 2009 indeholder en lang række initiativer, der i større eller mindre grad vil medvirke til en reduktion af NO₂-forureningen. 'Grønne taxier' er det element, der tidligere forventedes en stor NO₂-reduktion fra, da taxier bidrager væsentligt til luftforurening i de bynære områder, herunder især i det centrale København. DCE har estimeret, at taxikørsel i hovedstadsområdet står for omkring 7-9 % af den samlede udledning af NO_x og partikler. Taxier udskiftes normalt i løbet af et par år, og derfor slår miljøeffekten hurtigt igennem, når miljøkravene til nyindkøbte taxier skærpes (Solvang og Ketznel, 2009). På den baggrund indgik muligheden for at fastsætte miljøkrav ved nyindkøb af taxikøretøjer i forliget.

Reglerne om miljøkrav til nye taxier trådte i kraft d. 15. september 2009. Alle nye taxier, der kører i byen, skal i dag være forsynet med effektive partikelfiltre og overholde mindst energiklasse C. DCE har vurderet i et notat af 10. november 2010, at miljøkravene til taxier vil kunne have givet en reduktion i NO₂-koncentration i 2015 på op til 2 µg/m³ i 2015, imens COWI har vurderet effekten til at være ca. 1 µg/m³. Udbuddet af disse biler har dog været begrænset frem mod ikrafttrædelsen af den nye euronorm, og Trafikstyrelsen har derfor besluttet ikke at iværksætte et krav om Euro 6 i forhold til nye taxier. Hertil kommer, at det har vist sig, at nyere dieselperson- og varebiler ved bykørsel udleder relativt meget NO_x, og effekten derfor ikke er som forventet. Det er stadig hensigten at fremskynde "grønne taxier", men tiltaget er ikke medtaget i effektberegningen på baggrund af usikkerheden om mulig implementering og effekt.

8.3 Forlængelse af afgiftsfritagelsen for elbiler

Elbiler er blevet fritaget fra afgifter yderligere for en periode frem til 2015. Elbilernes lokale NO_x emission er nul. Effekten af tiltaget vil afhænge af interessen for elbiler. De seneste år har både Københavns- og Frederiksberg kommuner investeret i elbiler både til brug for de kommunale servicearbejdere og en buslinje samt en skraldebil. Elbiler udgør i dag 0,1 % af den danske bilpark. Det er imidlertid svært at beregne effekten for de konkrete gader og tiltaget indgår derfor ikke i reduktionstabellen.

9. Foranstaltninger eller projekter, som er planlagt eller som skal gennemføres på lang sigt

Det langsigtede perspektiv i nedbringelse af luftforureningen har et internationalt fokus. Luftforurening er grænseoverskridende, og det er derfor vigtigt at arbejde på, at forureningen ikke kun reduceres i Danmark, men i hele EU og globalt.

Skibstrafik

FN's internationale søfartsorganisation, IMO, har i efteråret 2008 vedtaget skærpede krav til luftemissionerne fra skibstrafikken. Dette er af særlig interesse for Danmark, da farvandet omkring Danmark hører til verdens mest befærdede. De seneste undersøgelser af skibenes NO_x emissioner viser, at de skærpede NO_x krav udlignes af en stigning i skibstrafikken. Det har vist sig vanskeligt at opnå enighed om at etablere et område i Nord- og Østersøen, hvor der vedtages skærpede krav til skibenes NO_x udledning. Danmark arbejder fortsat på at understøtte en beslutning om etablering af et NECA (NO_x Emission Control Area) i Nord- og Østersøen med de lande, der støder op til disse farvande.

Nationale Emissionslofter (NEC)

Der vil på lang sigt være fokus på revision af luftkvalitetsdirektiverne med evt. fastsættelse af nye luftkvalitetsgrænseværdier, samt på reduktion af de samlede nationale emissioner. EU Kommissionen har omkring årsskiftet 2013/14 fremsat forslag til revision af de nationale emissionsreduktionsforpligtelser (NEC direktivet) og grænseværdier for forurening fra mellemstore fyringsanlæg 1-50 MW. Begge disse d sidstnævnte vil have betydning for reduktion af grænseoverskridende luftforurening og dermed også reduktion af baggrundsforurening. En reduktion af baggrundsforureningen vurderes på den længere bane at være afgørende for overholdelse af mulige nye grænseværdier for luftkvalitet. Kommissionens forslag til nye direktiver forhandles imellem Europa Parlamentet og Rådet.

Afgiftsfritagelse for landstrøm

Formålet med at fremme brugen af landstrøm for skibe, mens de ligger ved kaj i havn er, at reducere den lokale påvirkning af luftkvaliteten i havnebyer og modvirke CO₂-emissioner under forudsætning af, at el produceres mere miljøvenligt på land end om bord på skibene.

Folketinget har i maj 2014 vedtaget en afgiftslempelse for skibe i havn, der benytter landstrøm. Afgiftssatsen foreslås er sat ned til EU's minimumsafgift på 0,4 øre pr. kWh.

Afhængigt af benyttelsesgraden vil der kunne opnås en reduktion af NO_x, svovldioxid og partikler.

Referencer

- Brandt, Jørgen m.fl. Sundhedseffekter og relaterede eksterne omkostninger af luftforurening i København, Aarhus Universitet, Videnskabelig rapport fra DCE – National Center for Miljø og Energi nr. 64, 2013
- Direktiv 2008/50/EF – behøver vi den?
- EEA, Air quality in Europe – 2013 report, 2013A <http://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2013>
- EEA, Air pollution fact sheet Denmark, 2013B <http://www.eea.europa.eu/themes/air/air-pollution-country-fact-sheets>
- EEA, Air quality in Europe – 2014 report, 2014, <http://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2014>
- Ellermann, Thomas m.fl., Danish air quality monitoring programme, annual summary for 2009, 2010
- Ellermann, Thomas m.fl., Danish air quality monitoring programme, annual summary for 2010, 2011
- Ellermann, Thomas m.fl., Danish air quality monitoring programme, annual summary for 2011, 2012
- Ellermann, Thomas m.fl., Danish air quality monitoring programme, annual summary for 2012, <http://dce2.au.dk/pub/SR67.pdf>, 2013
- Ellermann, Thomas m.fl., Danish air quality monitoring programme, annual summary for 2013, 2015 (in press)
- Ellermann, Thomas m.fl., Luftforureningens indvirkning på sundheden i Danmark, Aarhus Universitet, Videnskabelig rapport fra DCE – National Center for Miljø og Energi nr. 96, 2014A <http://dce2.au.dk/pub/SR96.pdf>, 2014
- Ellermann, Thomas m.fl., Undersøgelse af de forøgede koncentrationer af NO₂ på H.C. Andersens Boulevard, Videnskabelig rapport fra DCE National Center for Miljø og Energi nr. 111, 2014B
- Ellermann, Thomas m.fl., Danish air quality monitoring programme, annual summary for 2013, 2014C (in press)
- Københavns Kommune, Trafikken i København, Trafiktal 2008-2012, <http://www.kk.dk/da/om-kommunen/fakta-og-statistik/statistik-og-historie/emneopdelt-statistik/trafik/trafiktal-foer-2012>
- Miljøstyrelsen, Luftkvalitetsplan for kvælstofdioxid (NO₂) i København/Frederiksberg, Aarhus og Aalborg – Renere luft i byerne, (<http://mst.dk/media/mst/66577/Luftkvalitetsplan.pdf>), 2011
- Normann Vangsbo, Peter m.fl., NO_x- og PM₁₀- emissioner fra ikke vejgående maskiner, Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 6, 2013 <http://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2013/08/978-87-93026-46-9.pdf>, 2013
- Rørdam Olesen, Helge m.fl., Luftforurening fra mobile ikke-vejpgående maskiner i byområder, Aarhus Universitet, Videnskabelig rapport fra DCE – National Center for Miljø og Energi nr. 65, 2013A
- Rørdam Olesen, Helge m.fl., Luftforurening fra togdrift i byområder, Miljøprojekt nr. 1484 <http://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2013/04/978-87-93026-15-5.pdf>, 2013B
- Solvang Jensen, Steen og Matthias Ketzel, Taxiers bidrag til luftforurening af NO_x og partikler i København, Notat om effekt af grønne taxier, 16. januar 2009
- Solvang Jensen, Steen m.fl. Hvad er effekten af Miljøzoner for luftkvaliteten - slutrapport, Aarhus Universitet, Faglig rapport fra DMU nr. 830, 2011
- Solvang Jensen, Steen og Matthias Ketzel, Jørgen Brandt, Morten Winther og Thomas Ellermann, Luftkvalitetsvurdering af Ren-Luftzone i København, Aarhus Universitet, Videnskabelig rapport fra DCE – National Center for Miljø og Energi nr. 25, 2012
- Solvang Jensen, Steen og Matthias Ketzel, Scenarier for H.C. Andersens Boulevard 2015, Notat, 24. juni 2013
- White Paper on Transport, REAL-WORLD EXHAUST EMISSIONS FROM MODERN DIESEL CARS, A META-ANALYSIS OF PEMS EMISSIONS DATA FROM EU (Euro 6) AND US (TIER 2 BIN 5/ULEV II) DIESEL PASSENGER CARS, ICCT 2015
- WHO, World Health Organisation, WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, 2005.

