

08.12.2010

**Luftkvalitetsplan for kvælstofdioxid (NO₂)
i København/Frederiksberg, Århus og Aalborg**

- Renere luft i byerne

Miljøstyrelsen

December 2010

Indholdsfortegnelse

1. Forord	3
2. Sammenfatning	4
3. Indledning	5
4. Ansvarlige myndigheder	5
5. Generelle oplysninger om NO ₂ -forureningen	6
6. Forureningens oprindelse og de væsentligste kilder	10
7. Analyse af situationen	11
8. Foranstaltninger eller projekter til forbedring af luftkvaliteten iværksat før luftkvalitetsdirektivets ikrafttræden i juni 2008	15
9. Foranstaltninger eller projekter til forbedring af luftkvaliteten iværksat efter luftkvalitetsdirektivets ikrafttræden i juni 2008	16
10. Yderligere tiltag til reduktion af NO _x – som ikke indgår direkte i reduktionsberegningen	19
11. Foranstaltninger eller projekter, som er planlagt eller som skal gennemføres på lang sigt	19
12. Referencer	20

UDKAST

1. Forord

Forurenet luft er sundhedsskadelig og har negative konsekvenser ikke alene for mennesker, men også for jordbund, vandområder, planter og dyr.

Miljøstyrelsen har udarbejdet udkast til en luftkvalitetsplan for NO₂, som er forankret i regeringens luftstrategi "Ren luft til alle" fra juni 2008. Der er i strategien fra 2008 opstillet fem indsatsområder: Renere luft i byerne, renere luft fra skibsfart, renere brændefyring, tværgående miljøteknologisk indsats og en international indsats. Denne luftkvalitetsplan udspringer af indsatsområdet renere luft i byerne.

Formålet med luftkvalitetsplanen er at skitsere, hvordan vi i Danmark får nedbragt NO₂-forureningen, så EU's grænseværdi kan overholdes senest i 2015. Grænseværdien for NO₂ trådte i kraft 1. januar 2010, og der kan iagttages overskridelser i Danmarks tre største byer. Det er dog muligt at få udsættelse for overholdelse af grænseværdien i op til 5 år. Denne mulighed agter Danmark på linje en række øvrige EU lande at benytte sig af.

Planen redegør 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 grænseværdien overholdes senest i 2015.

Det er en forudsætning for udsættelse for overholdelse af grænseværdien for NO₂ fra 2010 til 2015, at der er udarbejdet en luftkvalitetsplan, der sandsynliggør, at grænseværdien overholdes i 2015.

Udkastet til luftkvalitetsplan er udarbejdet af Miljøstyrelsen i samarbejde med Danmarks Miljøundersøgelser ved Århus Universitet og COWI A/S, og udkastet følger de anvisninger med hensyn til form og indhold, der er udstukket i EU's Luftkvalitetsdirektiv.

2. Sammenfatning

Grænseværdien for kvælstofdioxid, NO₂, træder i kraft i 2010. På baggrund af målingerne i 2009 forventes det, at den vil blive overskredet langs stærkt trafikerede gader i København, Århus og Aalborg. NO₂ virker irriterende på luftvejene, men der vurderes dog ikke at være betydelige sundhedseffekter ved de koncentrationer, vi har i Danmark.

Kilden til foreningen er primært udstødning fra dieselmotorer. Problemet er størst i København, hvor der er den tætteste koncentration af trafik. Den nuværende årsmiddelværdi på H.C. Andersens Boulevard i København ligger på omkring 50 µg/m³. Grænseværdien for NO₂ er på 40 µg/m³.

Problemet skyldes især den stigende andel af dieselmotorer, og at dieselmotorernes udstødning indeholder flere kvælstofoxider end forventet, da EU's krav blev fastlagt. EU's regulering af dieselmotorerne har således ikke virket efter hensigten. Derfor er der i EU's nye luftkvalitetsdirektiv fra 2008 åbnet mulighed for at søge om 5 års udsættelse for denne grænseværdi. Danmark planlægger at benytte denne mulighed.

Det er en forudsætning for at få udsættelse for overholdelse af grænseværdien for NO₂ fra 2010 til 2015, at der er udarbejdet en luftkvalitetsplan, der sandsynliggør, at grænseværdien overholdes i 2015. Dette er baggrunden for nærværende udkast til luftkvalitetsplan.

Der er i vurderingen af situationen i 2015 taget udgangspunkt i udviklingen på H.C. Andersens Boulevard, idet denne gade anses for at være repræsentativ for de højeste NO₂-koncentrationer, der forekommer i Danmark. Det antages, at såfremt grænseværdien overholdes på denne gade, vil det også være tilfældet på de øvrige gadestrækninger i København såvel som i Århus og Aalborg.

COWI¹³ har på baggrund af en tidligere analyse fra Danmarks Miljøundersøgelser ved Århus Universitet fremskrevet forureningsniveauet på baggrund af de seneste tiltag vedtaget af regeringen og den løbende miljømæssige forbedring af bilparken i takt med, at ældre køretøjer skiftes ud med nye og mindre forurenende køretøjer. Med tiltag som miljøzoner og grønne taxier er forureningsniveauet i 2015 beregnet til 37 µg/m³. Det forventes på den baggrund, at Danmark vil overholde grænseværdien for NO₂ i 2015.

Beregningerne er behæftet med en vis usikkerhed, og Miljøstyrelsen vil følge udviklingen løbende frem mod 2015.

3. Indledning

Der er målt overskridelser af grænseværdien plus tolerancemargin for luftens indhold af nitrogendioxid (NO₂) i København de seneste år. Tolerancemarginen er et tillæg til grænseværdien, der nedtrappes gradvist indtil grænseværdien træder i kraft. Hvis grænseværdi inklusiv tolerancemagien er overskredet, skal der foretages en nærmere vurdering af situationen med henblik på at iværksætte tiltag, der sikrer at grænseværdien overholdes, når den træder i kraft. Grænseværdien på 40 µg/m³ trådte i kraft 1. januar 2010 og er en årsmiddelværdi. Når grænseværdien er trådt i kraft, bortfalder tolerancemarginen.

Der er indtil nu ikke konstateret overskridelser af grænseværdien plus tolerancemargin for Danmarks øvrige større byer. Der forventes dog vanskeligheder med at overholde selve grænseværdien i for NO₂ i Århus og Aalborg indenfor 2010-fristen, idet der var mindre overskridelser af grænseværdien i begge byer i 2009.

Det gældende direktiv om luftkvalitet, der trådte i kraft 11. juni 2008, giver EU's medlemslande mulighed for at opnå udsættelse for overholdelse af grænseværdien for NO₂ i op til 5 år efter grænseværdiens ikrafttrædelse. Muligheden blev blandt andet indført på baggrund af en uventet stagnation i nedgangen af NO₂-forureningen, der blandt andet skyldes uventet høje NO_x-udslip fra dieselmotorer.

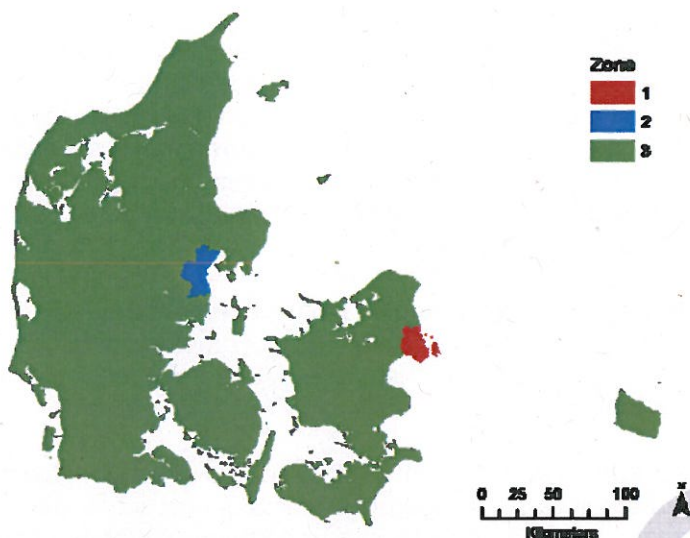
Regeringen har i luftstrategien "Ren luft til alle" fra 2008 meldt ud, at Danmark planlægger at søge om udsættelse for overholdelse af grænseværdien for NO₂ til 2015, hvilket direktivet åbner mulighed for. En ansøgning om udsættelse forudsætter, at der foreligger en luftkvalitetsplan for de områder, hvor grænseværdien overskrides, og som dokumenterer hvordan Danmark vil overholde grænseværdien senest i 2015. Såfremt Danmark opnår udsættelse, vil EU fastsætte et nyt tidspunkt for, hvornår grænseværdien skal være overholdt samt en ny tolerancemargin.

4. Ansvarlige myndigheder

Det er Miljøstyrelsen, der er ansvarlig myndighed for vurdering og styring af luftkvaliteten.

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

Miljøstyrelsen agter at søge om udsættelse for København zone 1, Århus zone 2 samt Ålborg by som en del af zone 3. Zonerne fremgår af billedet nedenfor.



Figur 1 Luftkvalitetszoner i Danmark⁸

5. Generelle oplysninger om NO₂-forureningen

Sundhedsmæssige aspekter af NO₂-forureningen

Nitrogenoxider omtales med fælles betegnelsen NO_x og er summen af koncentrationen af de to gasser NO₂ og NO. NO_x dannes ved alle forbrændingsprocesser ved høj temperatur, som er bruttoreaktioner mellem luftens ilt og kvælstof. Derfor dannes nitrogenoxider 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 nitrogenoxiddannelse. Endelig dannes nitrogenoxider ved nogle industrielle processer, fx produktion af kunstgødning. Den helt dominerende kilde til NO_x i danske byer er trafikken. Ser man derimod på den samlede emission, er kraft- og varmeproduktion en væsentlig kilde; dette har især betydning for tilførsel af nitrogenforbindelser til økosystemer.

NO₂ har sundhedsskadelige effekter, mens NO i de forekomne koncentrationer ikke er sundhedsskadeligt. NO omdannes dog til NO₂, og 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, der kommer direkte fra udstødningsgasserne.

NO₂ er en reaktiv gas, der påvirker luftvejsforgreningerne og selve lungevævet (alveolerne). Ved udsættelse for højere niveauer af NO₂ ses slimhindepåvirkning af selve lungevævet med bl.a. betændelsesreaktion og tab af cilier (fimrehår). Herved nedsættes lungernes beskyttelse mod u hensigtsmæssige påvirkninger udefra. Desuden ses nedsat lungefunktion. WHO har anbefalet en værdi på 200 µg/m³ som 1-times værdi for at beskytte mod akutte effekter begrundet i en lang række forsøg, der har vist lette lungefunktionsforandringer hos astmatikere ved korttidseksponeringer med koncentrationer på 365-565 µg/m³ og under brug af en usikkerhedsfaktor på 2¹.

I undersøgelser, der har belyst sammenhængen mellem helbredseffekter og gennemsnitsniveauet af NO₂ (dvs. lang tids udsættelse) sammen med en række andre luftforureningskomponenter, her især partikler, er der fundet en række sammenhænge til bl.a. øget dødelighed i befolkningen, til hospitalsindlæggelser som følge af luftvejs- og hjertekarsygdomme, samt til påvirkning af lungefunktionen, herunder påvirkning af børns lungeudvikling.

Måling af NO₂ anvendes ofte som en indikator for trafikforurening generelt, men det er vanskeligt mere præcist at vurdere den selvstændige effekt og dosis-response for NO₂. Der er således færre præcise data, der kan underbygge en fastsættelse af en selvstændig grænseværdi for langtidseksposering for NO₂. WHO noterer i deres seneste vurdering fra 2005, at der i visse undersøgelser er fundet effekter ned til et gennemsnitsniveau på 40 µg/m³ og anbefaler denne værdi som en grænseværdi for årgennemsnittet. Denne anbefaling er videreført i EU's luftkvalitetsdirektiver².

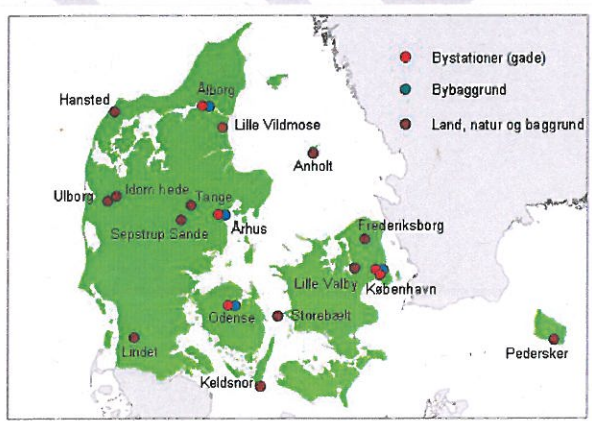
Overholdelse af grænseværdien på 40 µg/m³ for NO₂ er ikke ensbetydende med et forureningsniveau uden sundhedsskadelige effekter, fordi NO₂ er meget tæt knyttet til andre luftforureningskomponenter - herunder partikler. Dette betyder, at enhver reduktion af gennemsnitsniveauet for NO₂ også under grænseværdien vil kunne medføre sundhedsmæssige gevinster.

Samspillet mellem de forskellige faktorer i udeluften vil kunne være afgørende for de helbredskonsekvenser, der fx ses hos personer med astma og luftvejsallergi. Således synes det især at være ved samtidig udsættelse for andre luftvejsirriterende kemiske stoffer eller/og pollen, at der ses sundhedsskadelige effekter af NO₂ hos disse grupper.

Overvågning af luftkvalitet i Danmark

I Danmark er Miljøstyrelsen ansvarlig for at vurdere og styre luftkvaliteten. Direktiv 2008/50/EF og 2004/107/EF om vurdering og styring af luftkvaliteten og renere luft i Europa fastsætter kravene til overvågning. Antallet af målestationer for forskellige forurenende stoffer afhænger af forureningsniveauet. Generelt stiger kravene til overvågning jo tættere forureningsniveauerne er på at overskride grænseværdierne mv. Selve målingerne og overvågningen foretages af Danmarks Miljøundersøgelser for Miljøstyrelsen.

Det nuværende overvågningsprogram er baseret på tilsammen 21 målestationer fordelt på danske by-, bybaggrunds- og baggrundsområder. Målinger af baggrundsområder eksempelvis på Langeland fortæller, hvor stort det udenlandske forureningsbidrag er. Bybaggrunds niveauer supplerer med viden om byens forureningsbidrag som helhed, mens bymålinger 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 de største byer. Figur 2 nedenfor viser den geografiske placering af målestationerne. En del af disse målestationer understøtter overvågningen af belastningen af naturområder med forurening fra luften.



Figur 2 Målestationer i de danske luftkvalitetsovervågningsprogrammer i år 2009³.

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 60.000⁴ køretøjer dagligt. Der udføres målinger, der måles for en lang række stoffer og heriblandt NO₂. Til sammenligning er målestationen på Jagtvej også i København. Denne er placeret i en bred gadeslugt med en dagligt gennemsnitlig trafikmængde på 20.000⁴ køretøjer. Bybaggrundsstationen i København er placeret på taget af HC Ørstedsinstituttet.



Figur 3 Fra venstre til højre, billede af gademålestation på HC. Andersens Boulevard, bybaggrundsstation på taget af HC. Ørstedsinstituttet og baggrundsstation i Lille Valby⁵

Overskridelser af grænseværdien for NO₂

EU's grænseværdier for luftens indhold af en række stoffer er fastsat i direktiv 2008/50/EF og 2004/107/EF, som følger WHO's anbefalinger på området. I Tabel 1 er de konkrete direktivforpligtelser i relation til NO₂ angivet. Det skal bemærkes, at målene er bindende både for så vidt angår årsmiddelværdi samt time- og døgnmiddelværdier.

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) ^a	200 µg/m ³ , må ikke overskrides mere end 18 gange pr. kalenderår
Årsmiddelværdi	1. januar 2010 (2015) ^b	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 ifølge DMU⁶, er i 2008 på HC Andersens Boulevard, hvor den 19. højeste timemiddelværdi ligger på 169 µg/m³. Der forventes ingen overskridelser af timemiddelværdien i 2010 eller senere. Målopfyldelsen vurderes derfor alene at være kritisk med hensyn til årsmiddelværdien.

^a Mulighed for udsættelse jf. direktiv 2008/50/EF

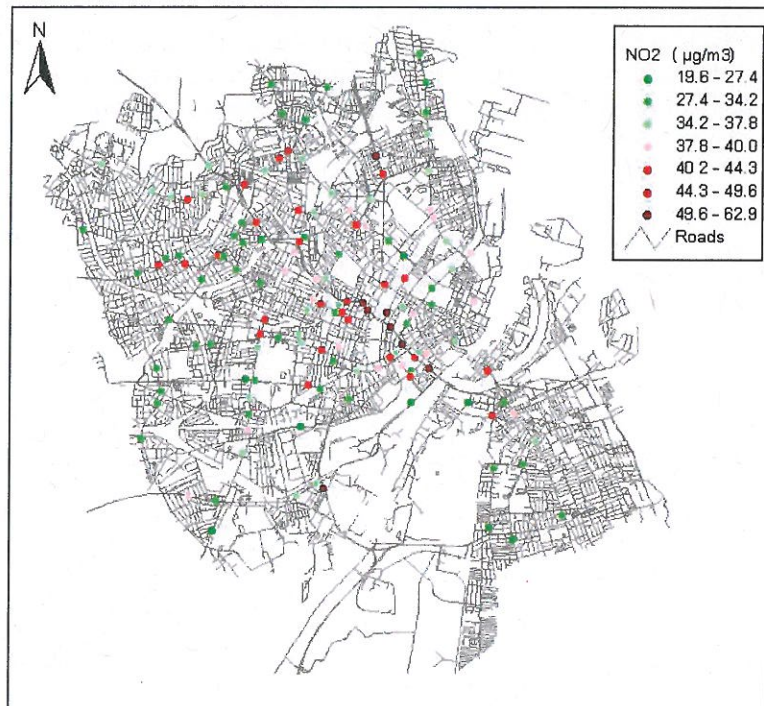
^b Mulighed for udsættelse jf. direktiv 2008/50/EF

Tabel 2 Koncentrationer af kvælstofdioxid (NO₂) 2005-09. Tal med fed indikerer overskridelse af grænseværdi plus tolerancemargin.

Kvælstofdioxid (NO ₂): Årsmiddelværdi (angives som µg/m ³)	København (Jagtvej)	København (HCAB)	Århus	Odense	Aalborg	Bybaggrund (København)	Baggrund (landet, Ll. Valby)
2005	47	54	47	31	40	23	12
2006	53	53	45	34	43	25	12
2007	41	52	40	32	34	19	9
2008	45	55	41	29	40	20	11
2009	43	50	41	31	41	18	10

Som det fremgår af tabellen vurderes målopfyldelsen særligt at være kritisk i København. Miljøstyrelsen har i 2009 i samarbejde med Københavns Kommune fået udfærdiget et NO₂-Virkemiddelkatalog¹¹. I den forbindelse er det beregnet, at 35 gadestrækninger i København overskrider grænseværdien i 2010. Beregningen bygger på i alt 138 af de mest trafikerede gadestrækninger i København, hvor der er vurderet at være risiko for forhøjede niveauer af NO₂. De 138 gadestrækninger, der er modelleret i København, fremgår af Figur 5.

Det er særligt de store og mere trafikintensive byområder, der har forhøjede koncentrationsniveauer af NO₂. Byerne København og Frederiksberg har ca. 614.000 indbyggere, mens Århus og Aalborg ligger på henholdsvis 240.000 og 122.000 indbyggere⁷. I København, hvor de største koncentrationer måles, er det kun på relativt få gadestrækninger, at grænseværdien overskrides. På den baggrund er det Miljøstyrelsens vurdering, at befolkningens 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.

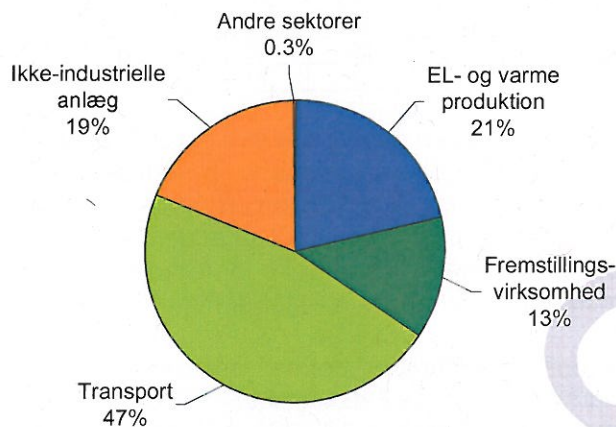


Figur 4 Modellerede overskridelser af NO₂ grænseværdien på 40 µg/m³ for årsmiddelværdien i 2010 i København¹¹

6. Forureningens oprindelse og de væsentligste kilder

Transport er en af de væsentligste kilder til forhøjede koncentrationsniveauer. Det fremgår af figuren nedenfor.

NO_x emission 2008



Figur 5: Fordeling af NO_x emission i 2008⁸

Den væsentligste kilde til NO_x emission i Danmark er transport med 47 %, der udledes i forbindelse med vejtransport, indenlands søtransport, jernbaner og civil luftfart. Vejtransporten er også en dominerende kilde i byområderne, hvor der er overskridelser af NO₂ grænseværdien. Herudover kan det ses, at 21 % af den danske NO_x udledning stammer fra kraft- og kraftvarmeværker, raffinaderier, olieudvinding mv., 19 % af forureningen stammer fra husholdninger (fx brændeovne, oliefyr), handel, service, gartnerivirksomheder mv., mens 13 % udledes i forbindelse med industriel produktion i fremstillings-, bygge- og anlægsindustrien.

Tabel 3: NO_x emissioner fordelt på sektorer 1985-2008⁸

NO _x , tonnes	El- og varmereproduktion	Fremstillingsvirksomhed	Transport	Ikke industrielle anlæg	Andre sektorer	Total
1985	121603	25831	112165	32474	2280	294352
1986	133419	27208	117755	33336	2003	313721
1987	129467	26410	117375	30734	2011	305997
1988	120590	25076	118496	30497	1743	296402
1989	99323	26416	119296	29326	1829	276190
1990	94758	24248	124511	29183	1163	273864
1991	136347	26427	125274	31677	1243	320968
1992	96015	26908	124633	29582	1167	278307
1993	99130	26854	122337	30421	1059	279803
1994	102697	26703	121124	29691	1259	281473
1995	88363	26660	118260	31338	1041	265661
1996	127083	27862	116345	30770	962	303023
1997	86085	28123	111246	29583	1105	256143
1998	71571	28624	104032	29396	908	234531
1999	59274	27414	97594	30383	1210	215875
2000	50857	27139	91838	30688	979	201500
2001	50842	26724	88755	31077	973	198372
2002	52660	25288	85073	31299	908	195228
2003	63208	24086	84719	30890	988	203891
2004	51678	23592	82448	29073	852	187643
2005	46054	23167	80494	30327	489	180531
2006	50623	23071	79380	28538	495	182108
2007	41557	21547	77893	27541	439	168977
2008	32576	19656	70859	28188	407	151686

Ifølge Danmarks Miljøundersøgelser faldt den totale NO_x emission med 48 % i perioden 1985 til 2008, som det også fremgår af tabellen. 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. NO_x-udledningen fra transport faldt med 37 % i perioden, mens udledningen fra energiindustrier faldt med 73 %.⁸

7. Analyse af situationen

Dette kapitel giver en overordnet analyse af luftforureningen med NO₂. For mere dybtgående analyser henvises der til Miljøprojekt 1268¹¹.

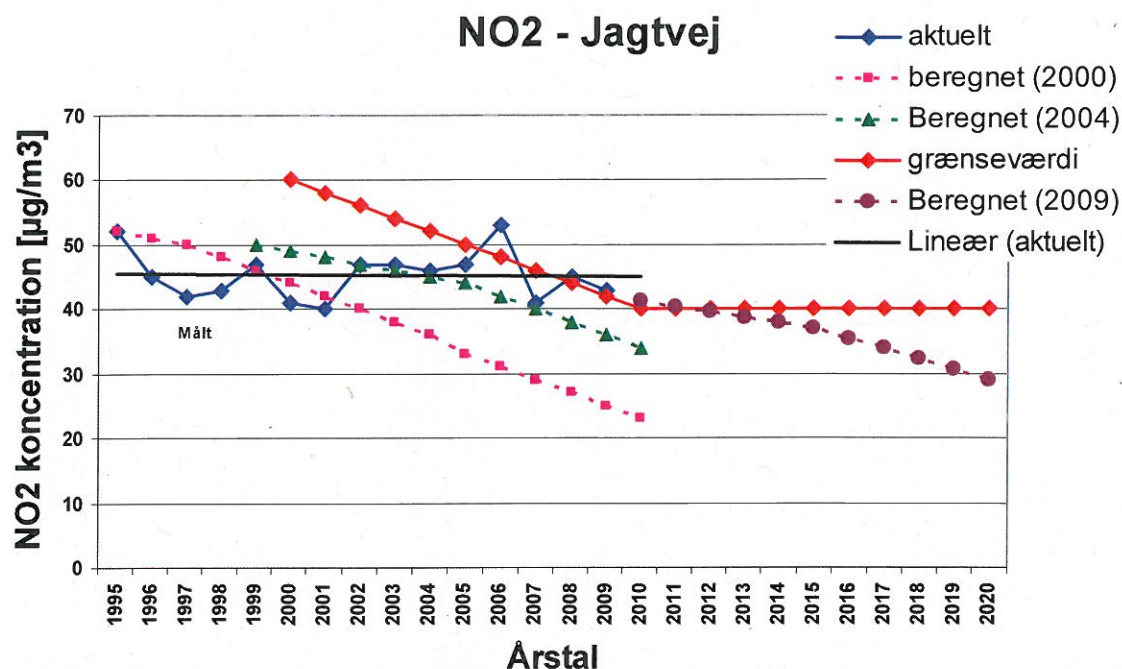
Miljøstyrelsen har i samarbejde med Danmarks Miljøundersøgelser, Århus Universitet, fulgt udviklingen i NO₂-koncentrationen. Den første prognose for NO₂-koncentrationen i 2010 blev udarbejdet i 2000⁹. Den viste, at grænseværdien ville blive holdt i 2010 med en god margin. Men allerede i 2002 var der en overskridelse af grænseværdien inklusiv tolerancemargen på HC. Andersens Boulevard. På den baggrund blev der, jf. bestemmelserne i luftkvalitetsdirektivet, iværksat en ny analyse, der forelå i 2004¹⁰, og en analyse af mulige virkemidler, der udkom i 2005. Der blev i denne periode iværksat en række tiltag, som der er redegjort for i kapitel 8.

På baggrund af revisionen af luftkvalitetsdirektivet i perioden 2005-08, den fortsatte stagnation i NO₂-koncentrationerne og udviklingen i de forhold, der har indflydelse på forureningen, blev der i 2007 iværksat en ny analyse af situationen, der forelå i 2009¹¹.

I figur 6 nedenfor er udviklingen i NO₂-koncentrationen på Jagtvejen vist for perioden 1995 - 2009 sammen med rækken af modelbaserede prognoser fra Danmarks Miljøundersøgelser. Figuren illustrerer en række centrale budskaber:

1. Set over hele perioden har NO₂-koncentrationen stort set været konstant.

2. De oprindelige prognoser forudså, at Danmark ville kunne overholde grænseværdien uden yderligere tiltag.
3. Der forventes fortsat et fald ifølge de nyeste modelberegninger.



Figur 6: Historisk udvikling i NO₂-koncentrationen på Jagtvejen sammenholdt med 3 modelberegninger foretaget af DMU i 2000, 2004 og 2009 samt grænseværdien inklusiv tolerancemargen.

Den oprindelige prognose fra 2000, der viser et markant fald, var baseret på en antagelse om fortsat lav udbredelse af dieselmotorer. Årsagen til de markante ændringer i prognoserne skal findes i tre forhold:

1. Markant stigning i salget af dieselmotorer siden slutningen af 90'erne. Dieselandelen for personbiler i Danmark lå på under 5 % midt i 90'erne for personbiler. I dag udgør dieselmotorer over 50 % af nybilsalget for personbiler. Endvidere er andelen fortsat høj for varebiler (ca. 85 %) og for tunge køretøjer (lige under 100 %).
2. Moderne dieselmotorer har en høj andel af NO₂ i udstødningen i modsætning til ældre typer, der hovedsageligt udsendte NO. NO omdannes relativt hurtigt til NO₂ i atmosfæren, så dette fænomen øger ikke den samlede miljøbelastning, men betyder en stigning i NO₂-koncentrationen af NO₂ tæt på kilden. Dette gælder for eksempel langs trafikerede gader.
3. Moderne dieselmotorer udsender mere NO_x, når de kører i byen, end det fremgår af deres miljøgodkendelse. Dette skyldes blandt andet, at bykørsel har et mere ujævnt forløb end det, der gælder i de testcykler, der anvendes i forbindelse med EU's godkendelsesprocedure for motorkøretøjer. Fra 1993 til i dag er miljøkravene ved typegodkendelsen strammet med 75 %, men dette har endnu ikke betydet nogen væsentlig nedgang i de faktiske NO_x-emissionerne fra dieselmotorer ved almindelig kørsel.^c

^c I modsætning hertil er der sket en reduktion på mere end 90 % i forureningen fra benzindrivne biler.

Nedenstående tabel viser nøgletallene fra beregninger, der er vist på figur 6.

Tabel 4: Prognoser for koncentrationen på Jagtvejen og HC. Andersens Boulevard i København i 2010 beregnet af DMU i 2000, 2004 og 2009.

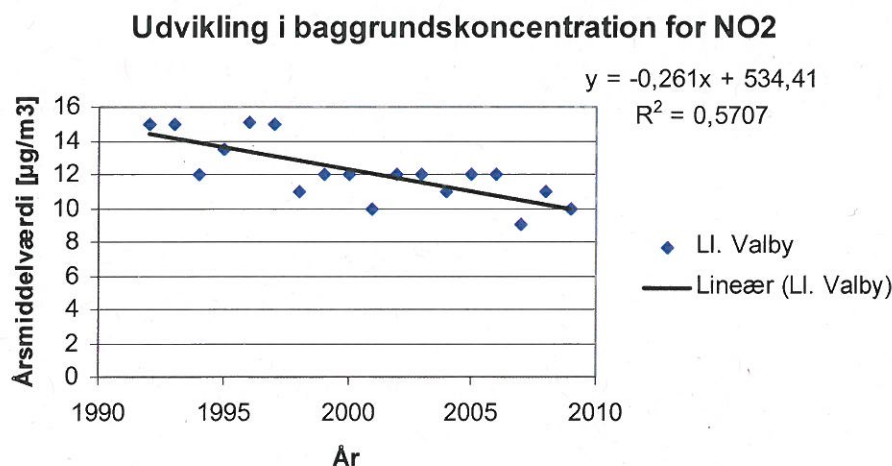
	Jagtvejen [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	HC. Andersens Boulevard [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Modelleret 2000	23	findes ikke
Modelleret 2004	34	50
Modelleret 2009	41,6	48,4

Udover disse analyser har Miljøstyrelsen fået udarbejdet en rapport om effekten af regeringens grønne transportpolitik. Resultaterne heraf præsenteres i kapitel 9.

Udviklingen i koncentrationer

Udover anvendelse af modellering til analyse af situationen kan man få et overblik ved at se på udviklingen i den målte NO_2 -koncentration på forskellige typer af målestationer.

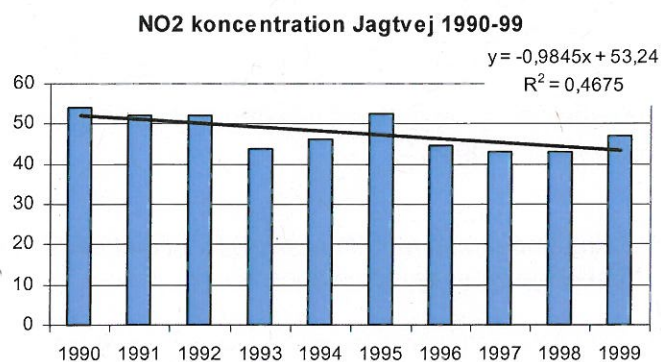
Figur 7 viser udviklingen i NO_2 -koncentrationen ved Lille Valby vest for København. Der er tale om en regional baggrundsstation, og målingerne afspejler dermed udviklingen i det samlede NO_x -udslip over et større område, inklusiv grænseoverskridende luftforurening. Der ses en klar nedadgående udvikling 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 7: Udvikling i NO_2 -koncentration ved Lille Valby ca. 30 km vest for Københavns centrum. Det ses at koncentrationen er faldet ca. $0,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per år siden 1992 svarende til et samlet fald på ca. $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Figur 8-10 viser en række opgørelser over udviklingen i NO_2 koncentrationen i København. Figurerne illustrerer et fald i forureningen i 1990'erne. Faldet vurderes især at være en følge af kravet om katalysator på benzinbiler. Der ses endvidere, at udviklingen er stagneret i 2000'erne. Dette kan tolkes som om, at det fortsatte fald i NO_x -udslippet fra industri, kraftværker og benzinbiler modvirkes af en stigende andel af dieslbiler.

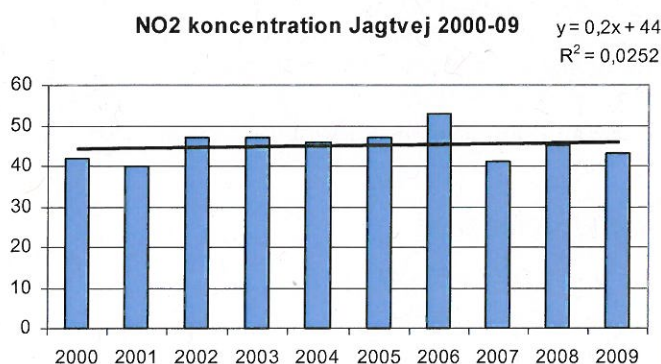
Sammenlignes figur 9 og 10 ses en relativ stigning i gadekoncentrationen, som kan tolkes som en øget betydning af det direkte NO₂-udslip i gaderummet. DMU's analyse fra 2009 indeholder en mere dybtgående analyse af betydningen af det direkte NO₂-udslip.



Figur 8

Udvikling i luftkoncentrationen på Jagtvejen i København i perioden 1990-1999.

Der ses en klar nedadgående tendens, der kan kædes sammen med, at der blev indført krav om katalysatorer på alle nye benzinbiler i starten af årtiet.

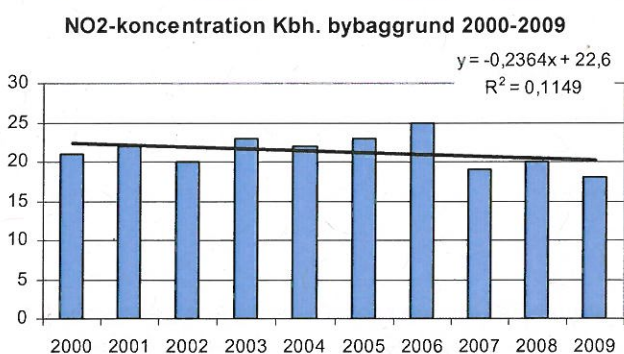


Figur 9

Udvikling i luftkoncentrationen på Jagtvejen i København i perioden 2000-2010.

Tendensen er svagt stigende, men behæftet med stor usikkerhed. Generelt er forureningen stagneret.

En sandsynlig forklaring er, at faldet i forureningen fra benzinbilerne modvirkes af en stigende andel af dieslbiler.



Figur 10

Udvikling i NO₂-koncentrationen i bybaggrunden i perioden 2000-2009 målt på taget af H.C. Ørsted Institutet.

Tendensen er svagt faldende, men behæftet med stor usikkerhed.

8. 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.

Lovforslag L 124 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 dieselbiler 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.

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

Overordnet beskrivelse af indsatsen

Regeringen har gennemført og er ved at gennemføre en række initiativer, der er i større og mindre grad er relateret til indsatsen for at forbedre luftkvaliteten i byerne, jf. regeringens luftstrategi fra 2008.

Tiltagene kan inddeles i tre grupper: Generel reduktion af NO_x-udslip af hensyn til miljøbelastningen fra luftforurening, reduktion i partikelpartikelforureningen af hensyn til folkesundheden og endelig forliget om grøn transport, hvor hensynet til klimabelastningen er det centrale formål. Fælles for disse indsatser er, at de tillige har en positiv effekt i forhold til NO₂-forureningen i byerne.

Generel reduktion af NO_x-udslip

Danmark har igennem de sidste 20 år gennemført en metodisk reduktion i udslip af svovldioxid og NO_x fra stationære kilder. Der er opnået en reduktion på 95 % i udslippet af svovldioxid og 73 % i udslippet af NO_x (Tabel 3). Det primære formål har været at reducere miljøbelastningen af naturområder, men indsatsen afspejles også i en faldende baggrundskoncentration af blandt andet NO₂ (Figur 7).

EU's direktiv om emissionslofter (NEC-direktivet) blev vedtaget i 2000 og fastsatte et mål på 127.000 tons for det samlede danske NO_x-udslip i 2010. 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.

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. Faldet er dog ikke lige markant på alle målestationer, og der er på den baggrund ikke medtaget et fald i baggrundskoncentrationen i vurderingen af luftkvalitetssituationen i 2015.

Partikelindsatsen

Regeringens indsats for at reducere partikelforureningen har især været rettet imod dieseldrøjet og brændeovne. Brændeovnsindsatsen 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), Ålborg (februar 2009), Odense (juli 2010) og Århus (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 partikelfilter på alle Euro 2-køretøjer og ældre, mens der fra 1. juli 2010 skal være partikelfilter på alle Euro 3-køretøjer og ældre.

Effekten af miljøzoner afhænger i høj grad af hvilke teknologier, der benyttes. En del af de ældre køretøjer er blevet forsynet med partikelfiltre, mens andre er blevet udskiftet med nye køretøjer i stedet for at forsyne dem med filtre. Miljøstyrelsen har i forbindelse med indførelsen af miljøzonerne igangsat et evalueringsprojekt. I foråret 2010 forelå en midtvejsrapport fra evalueringen, som viste, at miljøzonerne giver en væsentlig reduktion i NO_x -emissionerne indenfor miljøzonerne, idet mange lastbiler og busser er blevet skiftet ud med nye mindre forurenende køretøjer. DMU har vurderet, at reduktionen i NO_2 -koncentration som følge af indførelsen af miljøzoner er på $3,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på HC. Andersens Boulevard.

Grøn transport

Forliget om grøn transport indeholder en lang række initiativer, der i større eller mindre grad vil medvirke til en reduktion af NO_2 -forureningen. 'Grønne taxier' er det element, der har den største effekt. COWI har gennemført en vurdering af de enkelte elementer i 'Grøn Transport'. Her er kort gengivet de væsentligste elementer.

Taxier bidrager væsentligt til luftforurening i de bynære områder, herunder især i det centrale København. DMUMU estimerer, at taxikørsel i hovedstadsområdet står for omkring 7-9 % af den samlede udledning af NO_x og partikler. På den baggrund er der fastsat miljøkrav ved nyindkøb af taxikøretøjer. Reglerne trådte i kraft d. 15. september 2009. I løbet af de næste to år forventes de fleste taxier at være skiftet ud og derefter vil alle taxier, der kører i byen, leve op til kravene for Euro 6-køretøjer, forsynet med effektive partikelfiltre og overholde mindst energiklasse C.

Denne indsats er meget væsentlig for at nedbringe luftforureningen. Taxier udskiftes normalt i løbet af et par år, og derfor slår miljøeffekten hurtigt igennem, når miljøkravene til nyindkøbte taxier skærpes¹². DMU har vurderet her i et notat af 10. november 2010 vurderet, at miljøkravene til taxier vil give en reduktion i NO_2 -koncentration i 2015 på $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, imens COWI har vurderet effekten til at være ca. $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Da luftkvalitetsplanen tager udgangspunkt i COWIs beregninger fra efteråret 2010, er der i opgørelsen af effekten af de samlede tiltag medtaget en reduktion på $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Det har siden 2000 været et krav, at personbiler skal energimærkes. Trafikstyrelsen har nu udvidet denne ordning til også at omfatte varebiler. Energimærkningen betyder, at bilens brændstofforbrug og energiklasse vil fremgå, når bilen udstilles med henblik på salg. Det er i denne beregning antaget, at den øgede bevidsthed om energi- og brændstofforbrug vil resultere i en reduktion af NO_x , som det også fremgår af nedenstående tabel.

Regeringen har i 2010 forlænget afgiftsfritagelsen for el-biler frem til 2015. Elbilernes lokale emissioner af NO_x er nul. Effekten af tiltaget vil afhænge af indfasningen af elbiler. I tabellen nedenfor er der regnet på, at der indfases 30.000 elbiler, der substituerer det samme antal Euro 5 personbiler. Det svarer til 4,2 % af nybilsalget i 5-årsperioden 2011 – 2015.

Hybridbusser sparer ca. 30 % CO_2 og ca. 40 % NO_x i forhold til de nuværende busser på konventionelle brændsler. Effekten af udbredelse af hybridbusser er ikke medtaget, da der på nuværende tidspunkt er usikkerhed om udbredelsesgraden af teknologien. Omvendt er hybridbusser en teknologi, der i dag er kommercielt tilgængelig, og det må regnes for sandsynligt, at de vil få en vis udbredelse i den offentlige busdrift frem mod 2015.

Trafikstyrelsens Center for Grøn Transport skal indenfor en ramme på 200 millioner kroner i perioden 2009-2012 gennemføre forsøgs- og demonstrationsprojekter. Der kan herunder f.eks.

gives støtte til alternative brændstoffer og ny teknologi, herunder elbiler. I efteråret 2010 udmøntes første ansøgningspulje.

Der er indført brændstofforbrugsafgift for varebiler. I bemærkningerne til lovforslaget L24 fra 2009 vurderes effekten af tiltaget at være 1,3 % af det samlede energiforbrug for varebiler. Der er i denne sammenhæng regnet på det maksimale NO_x reduktionspotentiale.

Table 5: Beregnet effekt af igangværende og planlagte initiativer¹³

Tiltag	NO _x - Reduktion i µg/m ³
Energimærkning	0,1
Grønne taxier	0,8
Fjernelse af fradrag	0,0
Miljøzoner (fra ref 11)	3,1
Elbiler	0,2
Brændstof af skat varebiler	0,1
Samlet reduktion	≈ 4

Overholdelse af grænseværdien i 2015

I tabel 6 nedenfor gives et samlet overblik over de tiltag, der vil sikre at grænseværdien for NO₂ fra 2015 overholdes.

Table 6: Reduktionsbehov (årsmiddelværdi) for kvælstofdioxid (NO₂).

Kvælstofdioxid (NO ₂): Årsmiddelværdier	København (Jagtvej) [µg/m ³]	København (HCAB) [µg/m ³]	Århus [µg/m ³]	Odense [µg/m ³]	Aalborg [µg/m ³]
2005	47	54	47	31	40
2006	53	53	45	34	43
2007	41	52	40	32	34
2008	45	55	41	29	40
2009	43	50	41	31	41
Forventet niveau 2010 uden tiltag	42	48	-	-	-
Forventet niveau 2015 uden tiltag	-	41	-	-	-
Miljøzoner	-	-3 ¹⁴			
Grønne taxier	-	-1 ¹³			
Øvrige tiltag	-	-0 ¹³			
Forventet niveau 2015 med tiltag	-	37	-	-	-
EU mål 2010 (2015)	<40 µg/m ³	<40 µg/m ³	<40 µg/m ³	<40 µg/m ³	<40 µg/m ³
Forventet niveau 2015	-	37	-	-	-

Det forventede niveau i 2015 for H.C. Andersens Boulevard (HCAB) - uden tiltag - på 41 µg/m³ er udregnet på følgende måde. COWI¹³ opgør en baseline på 38,7 µg/m³. Heri indgår ikke effekten af den første fase af miljøzonerne. Miljøzonerne består imidlertid af to faser. DMU angiver i deres miljøzoneevalueringssrapport¹⁴, at miljøzonerne samlet set giver en reduktion på 3,1 µg/m³, og COWI opgør miljøzone fase II til 0,6 µg/m³ og dermed udgør fase I 2,5 µg/m³. De 41 µg/m³ afspejler således den forventede koncentration uden miljøzoner. Beregningen er foretaget på denne måde for at vise NO₂ koncentration med og uden tiltag.

COWIs beregninger er baseret på trafiktællinger efter, at miljøzonernes fase I er trådt i kraft (talt i efteråret 2009), men i forhold til opdelingen af tiltag, som følge af direktivet, før og efter direktivets vedtagelse, skal den samlede effekt af miljøzonerne regnes med efter direktivets vedtagelse.

Der er taget udgangspunkt i H.C. Andersens Boulevard, idet gaden er markant mere trafikeret end de øvrige gadestationer. Det antages, at såfremt grænseværdien overholdes på denne gade, vil

det også være tilfældet på de øvrige gadestrækninger i København såvel som i Århus og Aalborg. I beregningen indgår de tiltag, der har den mest markante effekt på NO₂-koncentrationen. Der vil dog være tiltag herudover, der bidrager til at nedbringe NO₂ koncentrationen yderligere. De fremgår af tabellen nedenfor.

Usikkerheder

Der er en del usikkerheder i fremskrivningen af NO₂ koncentrationen. Der er en variation på op til 10 % i årsmiddelværdien for NO₂ på grund af forskellen fra år til år i de klimatiske forhold. Dertil kommer en usikkerhed i fremskrivning af bilparken og andelen af tung trafik. Begge faktorer er påvirkelig af udviklingen i økonomien. Dertil kommer en usikkerhed om de faktiske emissioner af NO_x fra dieselmotorer. I forhold til udviklingen frem mod 2015 er det især emissionen fra Euro 5 person- og varebiler, der er usikkerhed om. Omvendt er der ikke medtaget noget bidrag fra den generelle fald i den regionale luftforurening og 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 for eksempel hybridbusser.

Miljøstyrelsen vil følge udviklingen løbende i de kommende år med henblik på at vurdere, om udviklingen følger den forventede fremskrivning.

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

Regeringen en række igangværende og planlagte tiltag, hvor effekten enten vurderes at være meget lille eller hvor, der er usikkerhed i forhold til tiltagenes udbredelse. Her kan nævnes offentlige grønne indkøb, certificering af grønne transportvirksomheder og grønne kommuner samt energieffektiv køreteknik. En nærmere beskrivelse heraf fremgår af COWIs dokumentationsnotat¹³.

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. Reduktion på de 5.000 tons er et estimat foretaget af Skatteministeriet i samarbejde med Miljøstyrelsen i forbindelse med introduktion af afgiften. Det er endnu ikke muligt at foretage en nærmere vurdering af, om den forudsætning opfyldes.

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. Dette er derfor ikke medtaget i beregningerne.

11. 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.

Der vil på lang sigt være fokus på revision af luftkvalitetsdirektiverne, de nationale emissionslofter (NEC direktivet) og konventionerne om langtransporteret langtransporteret luftforurening (LRTAP konventionerne), implementering af industriemissions direktiverne og skibsfartens bidrag via den internationale søfartsorganisation IMO.

12. Referencer

-
- ¹ WHO, World Health Organisation, WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, Global update 2005.
- ² Direktiv 2008/50/EF.
- ³ http://www2.dmu.dk/1_Viden/2_miljoe-tilstand/3_luft/4_maalinger/5_maaleprogrammer/oversigtskort.asp
- ⁴ Københavns Kommune, Trafiktal og andre færdselsundersøgelser 2005-2009, 2010.
- ⁵ www.dmu.dk
- ⁶ http://www2.dmu.dk/1_Viden/2_miljoe-tilstand/3_luft/4_maalinger/5_niveauer/6_NOX/Nox_stat.asp?aar=2008
- ⁷ Danmarks Statistik, Danmark i tal 2010, <http://www.dst.dk/Statistik/ags/DKital.aspx>
- ⁸ Steen Solvang Jensen, Thomas Ellermann, Jesper Christensen, Notat – information om forureningens oprindelse for NO_x som input til luftkvalitetsplan for NO₂, 10. november 2010
- ⁹ Steen Solvang Jensen, Ruwin Berkowicz, Morten Winter, Finn Palmgren og Zahari Zlatev, Fremtidig luftkvalitet i danske byer - effekter af skærpede emissionsnormer, Danmarks Miljøundersøgelser, Trafikdage på Ålborg Universitet 2000
- ¹⁰ Ruwim Berkowicz, Finn Palmgren, Steen S. Jensen og Jørgen Brandt, Analyse af forhøjet NO₂ niveau i København og prognose for 2010, Faglig rapport fra DMU(ATMI) nr. 498, 2004
- ¹¹ Steen Solvang Jensen og Matthias Ketznel, NO₂ virkemiddelkatalog - virkemidler til begrænsning af overskridelser af NO₂ grænseværdien for luftkvalitet i større byer, Danmarks Miljøundersøgelser, Århus Universitet, Miljøprojekt Nr. 1268, 2009
- ¹² Steen Solvang Jensen og Matthias Ketznel, Taxiers bidrag til luftforurening af NO_x og partikler i København, Notat om effekt af grønne taxier, 16. januar 2009
- ¹³ Jørgen Jordal-Jørgensen, COWI-dokumentationsnotat, Bilpark.No_x emissioner, 10. november 2010
- ¹⁴ Steen Solvang Jensen m.fl. Luftkvalitetsvurdering af miljøzoner i Danmark – midtvejsrapport, faglig rapport fra DMU nr. 748, 2010