

Vurderet af:  
Miljø- og Energiministeriets og Sundhedsstyrelsens arbejdsgruppe for udendørs luftforurening  
Status pr. august, 2000.

1. [Baggrund for vurderingen](#)
2. [Befolkningens eksponering](#)
  - 2.1 [Kilder i Danmark](#)
  - 2.2 [Niveauer](#)
  - 2.3 [Eksponering](#)
3. [Sundhedsmæssige effekter](#)
  - 3.1 [Toksikokinetik og virkningsmekanisme](#)
  - 3.2 [Dyreforsøg](#)
  - 3.3 [Kontrollerede humane forsøg](#)
  - 3.4 [Epidemiologiske undersøgelser](#)
4. [Risikoanalyse](#)
  - 4.1 [Effekter: kvalitativt og kvantitativt](#)
  - 4.2 [Risikogrupper](#)
  - 4.3 [Grænseværdier, information og varsling](#)
5. [Referencer](#)

## Forord

I 1998 tog Sundhedsstyrelsen initiativ til at nedsætte en fælles arbejdsgruppe for Miljø- og Energiministeriet og Sundhedsstyrelsen med henblik på at foretage vurderinger af de sundhedsmæssige aspekter i forbindelse med udendørs luftforurening, samt løbende at vurdere betydningen af nye EU-grænseværdier på området. I forbindelse med gruppens arbejde og som resultat af gruppens diskussioner udarbejdes der for de enkelte luftforureningskomponenter kortfattede monografier, der sammenfatter gruppens holdning med hensyn til sundhedsmæssige aspekter og relevansen af en eventuel varsling og alarmering af befolkningen ved forhøjede niveauer.

Gruppen er pr. november, 2000 sammensat af følgende personer:

Læge Jette Blands, Sundhedsstyrelsen  
Cand. pharm. Poul Bo Larsen, Miljøstyrelsen (formand)  
Afdelingslæge Elle Laursen, Sundhedsstyrelsen  
Seniorforsker Finn Palmgren, Danmarks Miljøundersøgelser  
Konsulent Per Balleby Suhr, Miljøstyrelsen  
Cand. scient. Ulrik Torp, Miljøstyrelsen  
Lektor, læge Torben Sigsgaard, Århus Universitet  
Overlæge dr. med. Ebbe Taudorf, Århus Kommunehospital

### Nitrogendioxid (NO<sub>2</sub>)

## 1 . Baggrund for vurderingen

Nitrogendioxid (NO<sub>2</sub>, kvælstofdioxid) og nitrogenmonoxid (NO, kvælstofilte) er de hyppigst forekommende nitrogenoxider. NO<sub>x</sub> (kvælstofilter) er betegnelsen for summen af NO<sub>2</sub> og NO plus visse andre kvælstofforbindelser. NO er ikke sundhedsskadelig i de forekommende koncentrationer, og der er ikke fastsat grænseværdier for hverken NO eller NO<sub>x</sub> til beskyttelse af helbred. NO<sub>x</sub> reguleres i de såkaldte kvælstofprotokoller, bl.a. til beskyttelse af økosystemer. NO omdannes dog relativt hurtigt ved reaktion med ozon til NO<sub>2</sub>; derfor vil forekomsten af NO<sub>2</sub> ofte være bestemt af den til rådighed værende mængde ozon. NO<sub>2</sub> er skadelig for menneskers helbred. Den efterfølgende vurdering omfatter derfor kun NO<sub>2</sub>.

I Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 119 af 12.3.1987 om grænseværdier for luftens indhold af nitrogendioxid er for Danmark fastsat en grænseværdi for nitrogendioxid på 200 µg/m<sup>3</sup> med en midlingstid på 1 time (98%-fraktil). Som vejledende grænseværdi er fastsat en værdi på 135 µg/m<sup>3</sup>, også med en midlingstid på 1 time (98%-fraktil) (Miljøministeriet 1987). Danske virksomheders emissioner reguleres via B-værdier (bidragsværdier)

WHO har i sine seneste vejledende retningslinier (som endnu ikke er publiceret) anbefalet en værdi på 200 µg/m<sup>3</sup> som 1-times værdi og 40 µg/m<sup>3</sup> som en 1-årsmiddelværdi, begrundet i lette lungefunktionsforandringer hos astmatikere ved et niveau på 365-565 µg/m<sup>3</sup> og under brug af en usikkerhedsfaktor på 2 (WHO 1999).

EU har i "Rådets direktiv 1999/30/EF af 22. april 1999 om luftkvalitetsgrænseværdier for svovldioxid, nitrogendioxid og nitrogendioxid, partikler og bly i luften" ved fastsættelse af grænseværdier for nitrogendioxid lagt sig op af WHO's anbefalinger (EU 1999). Per 1.1.2010 må en årsgrænseværdi for sundhedsbeskyttelse på  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ikke overskrides og en timegrænseværdi for sundhedsbeskyttelse på  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  må højst overskrides 18 gange per kalenderår. Sidstnævnte er indført for at give plads for enkeltstående helt specielle forhold og evt. målefejl. Direktivet, som er et minimumsdirektiv, skal være implementeret i Danmark senest den 19.7.2001. I direktivet er også fastsat grænseværdier for nitrogenoxider ( $\text{NO}_x$ ) af hensyn til beskyttelse af plantevæksten.

## 2 . Befolkningens eksponering

### 2.1 Kilder i Danmark

Nitrogenoxider 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 nitrogenoxid dannelse. Endelig dannes nitrogenoxider ved nogle industrielle processer, fx produktion af kunstgødning. Den helt dominerende kilde til nitrogenoxidforekomsten i danske byer er bilerne; denne kilde har derfor størst sundhedsmæssig betydning. Ser man derimod på den samlede emission, er kraft- og varmeproduktion en væsentlig kilde; dette har betydning for tilførsel af nitrogenforbindelser til økosystemerne.

Fra bilerne emitteres 5-30% af nitrogenoxiderne som  $\text{NO}_2$  - mest fra dieseldrevne biler. Fra effektive fyringsanlæg emitteres relativt mere  $\text{NO}_2$ .

### 2.2 Niveauer

Som det fremgår af Figur 1 (se nedenfor), har gennemsnitsniveauet af  $\text{NO}_2$  været næsten konstant, siden regelmæssige målinger begyndte i starten af 1980'erne. For København har der dog været en klar faldende tendens over de sidste 10 år, dog således, at niveauet de sidste par år har været ret konstant. Dette skyldes dels, at emissionen ikke har ændret sig meget i perioden, dels især at ozon-koncentrationen, der som nævnt er bestemmende for dannelse af  $\text{NO}_2$ , har været næsten konstant. I de allerseneste år er der dog tegn på, at  $\text{NO}_2$ -niveauet er begyndt at falde som følge af indførsel af katalysator på alle nye biler siden oktober 1990. Der fremgår også af figuren, at  $\text{NO}$ -niveauet begyndte at falde tidligere - som følge af katalysatorerne. Endvidere ses det, at  $\text{NO}$ -niveauet ude på landet er meget lavt, mens  $\text{NO}_2$ -niveauet på landet er 1/4-1/3 af byniveauet.

Døgnvariationen for  $\text{NO}$  i gaderum følger trafikmønsteret med en høj top i myldretiden om morgenen og en noget blødere top i myldretiden om eftermiddagen. Lørdag-søndag har en anden variation i trafikken og dermed i  $\text{NO}$ -variationen. Dette er i nogen grad også tilfældet for  $\text{NO}_2$ , men da  $\text{NO}_2$  hovedsagelig er en sekundær forurening, vil disse toppe være noget blødere.

**Tabel 1.** Resumé af måleresultater fra 1998 fra det landsdækkende luftkvalitets-måleprogram (Kemp og Palmgren 1999).

| Station                 | $\text{NO}_2$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )<br>(årsværdier beregnet på grundlag af middeltimesteværdier) |        |          |            |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|------------|
|                         | Middel                                                                                                  | Median | 98-perc. | 99,8-perc. |
| <b>Trafikstationer:</b> |                                                                                                         |        |          |            |
| København/1257          | 43                                                                                                      | 41     | 90       | 117        |
| Odense/9155             | 32                                                                                                      | 27     | 82       | 102        |
| Aalborg/8151            | 34                                                                                                      | 30     | 90       | 113        |
| <b>Bybaggrund:</b>      |                                                                                                         |        |          |            |
| København/1259          | 24                                                                                                      | 20     | 60       | 86         |
| Odense/9159             | 19                                                                                                      | 16     | 54       | 72         |
| Aalborg/8159            | 17                                                                                                      | 13     | 54       | 81         |
| <b>Landdistrikt:</b>    |                                                                                                         |        |          |            |
| Lille Valby/2090        | 11                                                                                                      | 8      | 42       | 54         |
| Keldsnor/9055           | 11                                                                                                      | 8      | 43       | 61         |
| Nuv. grænseværdi        | -                                                                                                       | -      | 200      | -          |
| Nye grænseværdier       | 40                                                                                                      | -      | -        | 200        |

|             |   |    |     |   |
|-------------|---|----|-----|---|
| Vejl. værdi | - | 50 | 135 | - |
|-------------|---|----|-----|---|

Da befolkningens eksponering med NO<sub>2</sub> især sker i relation til trafikken, skal der ifølge det nye EU direktiv måles både, hvor folk bor og på gadeniveau, og grænseværdierne skal opfyldes begge steder.

De nuværende niveauer af NO<sub>2</sub> vil give anledning til overskridelse af de nye EU-grænseværdier (se tabel 1). Det forventes dog, at Danmark som følge af allerede vedtagne tiltag vil kunne overholde grænseværdierne i 2010, når de skal være opfyldt i hele EU.

## 2.3 Eksponering

Mennesker udsættes især for NO<sub>2</sub>-forurening i forbindelse med trafikken. De mest udsatte er mennesker, der bor, arbejder eller af andre grunde opholder sig på og ved trafikerede gader. Da mennesker især færdes på trafikerede gader i myldretiden, hvor koncentrationen af trafikrelateret forurening af samme grund er højest, giver dette anledning til en væsentlig eksponering. Da NO<sub>2</sub> hovedsageligt er en sekundær forurening (oxidation af NO - se afsnit 2.1), er der dog ikke så store forskelle i koncentrationen mellem gade og bybaggrund (over hustage eller bag husrækkerne), som der er for de primære forureninger fra trafikken, fx benzen og CO; der er typisk tale om en faktor 2, set i forhold til en faktor 5-10 for benzen og CO.

## 3 . Sundhedsmæssige effekter

### 3.1 Toksikokinetik og virkningsmekanisme

(IPCS 1997; Miljøstyrelsen 1997)

Raske mennesker, udsat for 545-13500 µg/m<sup>3</sup> (0,29-7,2 ppm <sup>11</sup>) NO<sub>2</sub>, absorberer ca. 80-90% i lungevævet ved normal vejrtrækning. Undersøgelser af voksne astmatikere udsat for 560 µg/m<sup>3</sup> (0,3 ppm) har vist en absorption på 70% i hvile, stigende til 87% ved fysisk aktivitet. Størstedelen af NO<sub>2</sub> absorberes på overgangen til alveoler (lungevæv).

Metabolismen foregår i lungerne, hvor NO<sub>2</sub> omdannes til NO<sub>2</sub><sup>-</sup> eller NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, som optages i blodbanen. Halveringstiden er fra få minutter (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) til en time (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Hovedparten udskilles i urinen som NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

NO<sub>2</sub> påvirker luftvejsforgreningerne og selve lungevævet (alveolerne). Ved udsættelse for NO<sub>2</sub> 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.

I studier, hvor NO<sub>2</sub> er undersøgt sammen med andre luftforureningsstoffer, fx ozon og partikler, har NO<sub>2</sub> ikke haft interaktive effekter blandt raske.

Miljøstyrelsen (1997) har på baggrund af dyreeksperimentelle data konkluderet, at det vil være rimeligt at betragte irritative effekter ved samtidig udsættelse for NO<sub>2</sub> og ozon ved miljømæssige koncentrationer som additive.

### 3.2 Dyreforsøg

Ved talrige dyreforsøg er fundet bl.a. følgende toksiske effekter ved udsættelse for NO<sub>2</sub> (A Committee 1996; Miljøstyrelsen 1997; WHO 1994):

- *Strukturelle læsioner:* NO<sub>2</sub> er en stærk oxidant. En oxidering af cellernes fedtmembraner ødelægger cellens permeabilitet, hvilket medfører, at der trænger proteiner ud i lungevævet. Dette er set ved akut udsættelse for koncentrationer på 750 µg/m<sup>3</sup> (0,4 ppm) og kroniske udsættelser (i 9 måneder) på 75 µg/m<sup>3</sup> (0,04 ppm). I forbindelse med disse processer kan cilierne (fimrehårene) fra epitelcellerne blive ødelagt.
- *Immunitetsændringer:* Nedsat makrofagaktivitet er set i forbindelse med udsættelse for koncentrationer på 560-4300 µg/m<sup>3</sup> (0,3-2,3 ppm) igennem uger. Nedsættelse af humoral (legemsvæskebåren) og celledieret immunitet er vist ved udsættelse for høje koncentrationer af NO<sub>2</sub> (> 9400 µg/m<sup>3</sup> (5ppm)). I dyreforsøg er 1-6 måneders udsættelse for NO<sub>2</sub> i koncentrationer på 560-940 µg/m<sup>3</sup> (0,3-0,5 ppm) nødvendige for at forårsage forandringer i bl.a. lungernes struktur og forsvar mod bakterier. Høje (peak)-koncentrationer bidrager dog antagelig mere til toksiciteten end varigheden.

- *Lungefunktionsændringer:* Udsættelse for lave doser ( $380 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (0,2 ppm)) i 32-52 uger hos mus gav nedsat lungekapacitet, der varede i 30 dage efter ophør. Enkelte dyreforsøg viser emfysem-lignende tilstande (øget luftholdighed af lungerne) hos dyrene ved daglig udsættelse for  $9400 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (5 ppm) eller mere i måneder.
- *Carcinogenese:*  $\text{NO}_2^-$  er mutagent *in vitro*. IPCS (1997) konkluderer imidlertid, at der ikke er bevis for, at  $\text{NO}_2$  kan inducere tumorer direkte, eller at den kan fungere som en promoterende faktor. IPCS mener, at problemet må belyses ved yderligere forskning.

### 3.3 Kontrollerede humane forsøg

Kun få af de effekter, der er påvist i dyreforsøg, kan påvises i forsøg med raske mennesker (A Committee 1996, Blomberg et al. 1999, WHO 1994).

Korttidsudsættelse for  $\text{NO}_2$ -koncentrationer på  $4700 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (2,5 ppm) medfører nedsat lungefunktion hos raske; under samtidig fysisk anstrengelse medfører udsættelse for  $2800 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (1,5 ppm) ligeledes nedsat lungefunktion hos raske. Data er utilstrækkelige til at fastslå et dosis-respons forhold.

Immuniteten hos mennesker er undersøgt ved først at eksponere forsøgspersonen for  $\text{NO}_2$  ( $1100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (0,6 ppm) i 3 timer) og derefter foretage skylning af bronkierne, hvorefter de ophentede celler blev inficeret *in vitro*. Celler fra de  $\text{NO}_2$ -eksponerede viste et ringere immunrespons end kontrolgruppens. Efter samme metode er der målt øget lymfocytaktivitet (hvide blodlegemer) efter  $\text{NO}_2$ -eksponering på  $3800 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (2 ppm) i 4-6 timer. Dette er vist i flere undersøgelser, men med et begrænset antal forsøgspersoner.

Astmatikere er generelt mere følsomme over for  $\text{NO}_2$ -udsættelse end raske, men der er en betydelig variation også inden for gruppen af astmatikere. Formentlig er nogle astmatikere mere sensible end andre; de færreste studier har inkluderet forsøgspersoner med svær astma.

WHO (1994) konkluderer, at studier af astmatikere, udsat for  $380$ - $560 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (0,2-0,3 ppm), indikerer en reduktion på ca. 5% i lungefunktion og øget reaktivitet over for bronkokonstriktorer (stoffer, der medfører "sammentrækning" af bronkierne). WHO bruger disse undersøgelser til at fastlægge "laveste effektniveau" (LOAEL) (se afsnit 4.3).

I laboratoriestudier er det vist, at udsættelse for en luftblanding, som indeholder  $\text{NO}_2$  og  $\text{SO}_2$  (i realistiske koncentrationer, som kan opnås i tæt trafik) forværrer astma-reaktionen over for allergen. Dette var ikke tilfældet, hvis der blev foretaget allergenprovokation efter ånding fra en atmosfære med luft +  $\text{NO}_2$  eller luft +  $\text{SO}_2$  i samme koncentrationer som ved blandingseksponering (Devalia et al. 1994).

### 3.4 Epidemiologiske undersøgelser

Undersøgelser er vanskeliggjort af, at  $\text{NO}_2$ -påvirkningen ikke kan isoleres fra andre luftforureningskomponenter, og af, at den koncentration, som befolkningen har været udsat for, i mange tilfælde er vanskelig at måle (A Committee 1996, EU 1995, Miljøstyrelsen 1997).

Børn: Undersøgelser med indendørs eksposition af børn (fx hjem med gasovn) estimerer en 20%'s stigning i nedre luftvejssygdomme hos børn 5-12 år for hver stigning af  $\text{NO}_2$ -koncentrationen på  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (0,015 ppm) (2-ugers gennemsnit). Det vides dog ikke, om effekterne skyldes fx det gennemsnitlige niveau eller peak-værdierne.

Skønsmæssigt 5-6 ekstra vagtlægekontakter per døgn vedr. børn kunne i en københavnsk undersøgelse relateres til en stigning i  $\text{NO}_2$  på  $190 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Keiding et al., 1995).

Voksne: De foreliggende epidemiologiske undersøgelser er inkonklusive og behæftet med metodefejl. Det er ikke muligt ud fra disse undersøgelser at sandsynliggøre en sammenhæng mellem  $\text{NO}_2$  og luftvejslidelser hos voksne.

I et epidemiologisk studie over luftforureningens påvirkning af astmatikere fandtes dog stigende  $\text{SO}_2$ - og  $\text{NO}_2$ -koncentrationer at korrespondere synergistisk med hensyn til det påviste fald i lungefunktion (peak-flow) (Moseholm 1993).

Dette studie sammen med Devalias undersøgelse nævnt ovenfor understreger vigtigheden af i stigende grad at interessere sig for samspilseffekter imellem forskellige luftforureningskilder i stedet for kun at studere effekten af én luftforureningskilde ad gangen. Det er muligt, at der ses synergistiske effekter imellem en række luftforureningskilder, hvilket kan betyde, at de nuværende grænseværdier (effektbestemmelse ved enkeltstof-studier) er for høje.

## 4 . Risikoanalyse

## 4.1 Effekter: kvalitativt og kvantitativt

Ved de højest forekommende koncentrationer af NO<sub>2</sub> i Danmark (ca. 120 µg/m<sup>3</sup> som middeltidværdi) kan man ikke udelukke en øget forekomst af gener fra luftvejene, især hos astmatikere og andre personer med lidelser i luftvejene, de forskellige usikkerheder taget i betragtning. En øget genforekomst vil især kunne ses ved samtidig forekomst af andre luftforurenende stoffer, især SO<sub>2</sub>.

Ud fra de foreliggende arbejder og på baggrund af de luftkoncentrationsniveauer, der forligger i Danmark, vurderes det ikke muligt nærmere at kvantitere de sundhedsmæssige effekter hverken hos børn (Stadslægen et al. 1999) eller voksne.

## 4.2 Risikogrupper

Både børn, astmatikere og personer med kronisk obstruktive lungesygdomme må betragtes som en særlig følsom gruppe.

Ud over grupper med særlig følsomhed er grupper, der er særligt udsatte for NO<sub>2</sub>-forureningen, også potentielle risikogrupper. Dette inkluderer bl.a. personer, der arbejder eller af anden grund opholder sig i længere tid i miljøer med tæt trafik, fx chauffører, cykelbude, gadehandlere, sportsfolk/motionister og legende børn.

## 4.3 Grænseværdier, information og varsling

Grænseværdier

WHO (1999) har som nævnt (se afsnit 1) anbefalet en værdi på 200 µg/m<sup>3</sup> som 1-times værdi, begrundet i lette lungefunktionsforandringer hos astmatikere ved et niveau på 365-565 µg/m<sup>3</sup>, dvs. et såkaldt LOAEL. Der er brugt en usikkerhedsfaktor på 2, dvs. at der ikke er kalkuleret med den grad af beskyttelse, som normalt tilstræbes ved befolkningens udsættelse for miljøfremmede stoffer (hvor der oftest anvendes en usikkerhedsfaktor på 10 eller mere).

Skal der indlægges det sædvanlige sikkerhedsniveau, bør grænseværdien ligge væsentligt lavere end de foreslåede 200 µg/m<sup>3</sup>, fx 50 µg/m<sup>3</sup>. Et højt beskyttelsesniveau er bl.a. relevant pga. den tilsyneladende stigning i forekomsten i Danmark af personer med astma.

Desuden foreslår WHO 40 µg/m<sup>3</sup> som en 1-årsmiddelværdi, baseret på både udendørs og indendørs eksponering, dog uden at enkelte særlige studier støtter denne værdi. Værdien er imidlertid baseret på behovet for beskyttelse af befolkningen mod kronisk udsættelse i henhold til WHO's database (EU 1995).

I EU er der i april 1999 vedtaget nye grænseværdier for (bl.a.) NO<sub>2</sub> (se afsnit 1). Disse værdier skal være implementeret senest 19.7.2001. Samtidig hermed vil der blive iværksat løbende målinger under det landsdækkende LuftkvalitetsMåleProgram LMP. Da befolkningens eksponering for NO<sub>2</sub> især sker i relation til trafikken, skal der ifølge det nye direktiv måles både, hvor folk bor og på gadeniveau, og grænseværdierne skal opfyldes begge steder.

I henhold til EU-direktivet, artikel 10 skal grænseværdien revurderes senest i 2003 (EU 1999).

## Information/varsling

Danmark skal, når det ny EU-direktiv er implementeret, give offentligheden information om koncentrationen af NO<sub>2</sub> i luften i henhold til direktivets krav. Der er i dag allerede information både på DR tekst-TV (side 581) og på Internettet ([www.dmu.dk/AtmosphericEnvironment/netw.htm](http://www.dmu.dk/AtmosphericEnvironment/netw.htm)) for udvalgte luftmålestationer. Oplysningerne opdateres sædvanligvis hver 2. time i dagtiden.

Tærskelværdien for forureningsvarsel for nitrogendioxid er i henhold til direktivet 400 µg/m<sup>3</sup> over tre på hinanden følgende timer på steder med repræsentativ luftkvalitet. Der skal bl.a. informeres om, hvilke befolkningsgrupper der kan være særligt følsomme og hvilke forholdsregler man kan træffe.

NO<sub>2</sub> indgår i det eksisterende nationale smogvarslingsystem. Den aktuelle varslingsgrænse ligger på 350 µg/m<sup>3</sup>, hvilket er så højt, at denne grænse aldrig har og næppe nogensinde vil blive overskredet i Danmark.

Danmarks Miljøundersøgelser er ved at afprøve et system til forudsigelse af NO<sub>2</sub> (og andre forureningskomponenter) 3 dage frem i tiden.

## 5 . Referencer

- A Committee of the Environmental and Occupational Health Assembly of the American Thoracic Society (1996). State of the art. Health effects of outdoor air pollution. Am J Respir Crit Care Med **153** :477-498.
- Blomberg A, Krishna MT, Helleday R, Söderberg M, Ledin M-C, Kelly FJ, Frew AJ, Holgate ST, Sandström T (1999). Persistent airway inflammation but accommodated antioxidant and lung function responses after repeated daily exposure to nitrogen dioxide. Am J Respir Crit Care Med **159** :536-543.
- Devalia JL, Rusznak C, Herdman MJ, Trigg CJ, Tarraf H, Davies RJ (1994). Effect of nitrogen dioxide and sulphur dioxide on airway response of mild asthmatic patients to allergen inhalation. Lancet **344** :1668-1671.
- EU (1997). Position paper for air quality: nitrogen dioxide. November 1997.
- EU (1999). Rådets direktiv 1999/30/EF af 22. april 1999 om luftkvalitetsgrænseværdier for svovldioxid, nitrogendioxid og nitrogendioxid, partikler og bly i luften. EF-Tidende nr. L 163 af 29.6.1999;41-60.
- IPCS (International Programme on Chemical Safety) (1997). Nitrogen oxides (second edition). Environmental Health Criteria 188. WHO, Geneva.
- Keiding LM, Rindel AK, Kronborg D (1995). Respiratory illnesses in children and air pollution in Copenhagen. Arch Environ Health **50** ; 200-206.
- Kemp K, Palmgren F (1999). The Danish Air Quality Monitoring Programme. Annual Report for 1998. Department of Atmospheric Environment. NERI Technical Report 296.
- Miljøministeriet (1987). Bekendtgørelse om grænseværdier for luftens indhold af nitrogendioxid. Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 119 af 12.3.1987. Miljøministeriet, København.
- Miljøstyrelsen (1997). Sundhedsmæssig vurdering af luftforurening fra vejtrafik. Miljøprojekt nr. 352. København.
- Moseholm L, Taudorf E, Frøsig A (1993). Pulmonary function changes in asthmatics associated with low-level SO<sub>2</sub> and NO<sub>2</sub> air pollution, weather, and medicine intake. Allergy **48** ; 334-344.
- Stadslægen, København Kommune, Miljøkontrollen, Københavns Kommune, Embedslægeinstitutionen for Københavns Amt og Frederiksberg, Miljø- og Levnedsmiddelkontrollen, Frederiksberg Kommune, Teknisk Forvaltning, Københavns Amt (1999). Bli'r man syg af luften i Storkøbenhavn? Rapport om luftforurening og sygdom i Københavns Kommune, Frederiksberg Kommune & Københavns Amt. København.
- WHO (1999). Udkast til Air Quality Guidelines. Nitrogen dioxide. Fremsendt fra WHO, Bilthoven, Holland, 14.10.1999.
- WHO (1994). Update and revision of the air quality guidelines for Europe. Meeting of the Working Group "Classical" Air Pollutants, Bilthoven, The Netherlands, 11-14 October 1994. EUR/ICP/EHAZ 94 05/PB01. WHO, København.

Noter:

| 1 | 1ppm = 1880 µg/m<sup>3</sup> ; 1mg/m<sup>3</sup> = 0,53ppm; 1µg/m<sup>3</sup> = 5,32 x10<sup>-4</sup> ppm.