

# HELBREDSMÆSSIGE EFFEKTER AF TRAFIKRELATERET LUFTFORURENING

En epidemiologisk undersøgelse af arbejdere i Københavns Kommune



Bedriftssundhedstjenesten  
for ansatte ved  
Københavns Kommune

Enghavevej 80, 1.  
2450 København SV  
Telefon 01-212110

Institut for  
Social medicin,  
Københavns Universitet

Panum Institutttet  
Blegdamsvej 3  
2200 København N

MILJØSTYRELSEN  
BIBLIOTEKET  
Strandgade 29  
1401 København K

Julie Gehl  
Martin Nielsen  
Ole Raaschou-Nielsen

September 1989

## FORORD

Baggrunden for projektet er flere henvendelser til Bedriftssundhedstjenesten for ansatte under Københavns Kommune (BST) fra arbejdere, som har følt sig generet af luftforureningen på gader og veje. Problemet har været drøftet i flere sikkerhedsudvalg under Stadsingeniørens Direktorat, hvilket resulterede i en anmodning fra Vejkontorets sikkerhedsudvalg til BST om at undersøge problemets omfang og karakter.

Bedriftssundhedstjenesten tog herefter initiativ til at gennemføre undersøgelsen, som er planlagt i fællesskab med arbejdsgrupper, nedsat af sikkerhedsudvalgene under Vejkontoret og Begravelsesvæsenet. Undersøgelsen er desuden udført i samarbejde med Institut for Social Medicin på Københavns Universitet og Miljøstyrelsen.

Firmaet Hans Buch & Co. har støttet projektet i form af donation af projektets måleprogram. Hovedstadsrådet har leveret måleresultater samt været til stor hjælp ved databehandlingen af måleresultaterne. Miljølaboratoriet (Risø) har leveret måleresultater fra deres faste målestationer i København. Det samme har Miljøkontrollen i Københavns Kommune. Undersøgelsen har modtaget økonomisk støtte fra Stadsingeniørens Direktorat, Miljøstyrelsen og Plums Økologifond.

Rapporten er udarbejdet af stud.med. Julie Gehl og stud.med. Martin Nielsen, Institut for Social Medicin samt stud. techn.soc. Ole Raaschou-Nielsen, BST, som har udgjort projektgruppen. Hele projektgruppen har været ansvarlig for spørgeskemaundersøgelsen, Ole Raaschou-Nielsen har været ansvarlig for luftforureningsmålingerne og Martin Nielsen samt Julie Gehl har været ansvarlig for litteraturgennemgangen.

Vejledere for projektet har været læge Hans Klausen, civilingeniør Frits Nielsen og arbejdsmiljøtekniker Peter Hasle, alle BST, samt mag.scient.soc. Tage Søndergaard Kristensen

og mag.scient.soc. Mogens Trab Damsgård, Institut for Social  
Medicin, Københavns Universitet.

Københavns Kommunes Miljøkontrol har været inddraget under  
udarbejdelsen af kapitlet om luftforureningsmålingerne.

Der er i kapitel 1 lavet et kortfattet resumé af undersøgel-  
sens vigtigste resultater og konklusioner. Dele af den øvri-  
ge rapport kan på grund af fagligt/teknisk sprog være van-  
skelig at læse.

Vi vil gerne takke deltagerne i spørgeskemaundersøgelsen,  
fordi de ville bruge tid på at deltage. Desuden en tak til  
alle dem, der har støttet projektet økonomisk eller på anden  
måde.

København d. 22/9 - 1989

Julie Gehl

Martin Nielsen

Ole Raaschou-Nielsen

# INDHOLDSFORTEGNELSE

1. Resumé.....	1
2. Baggrund.....	5
2.1 Luftforurening fra trafikken.....	5
2.2 Den sundhedsmæssige betydning af luftforureningen.....	9
2.3 Grænseværdier for det ydre miljø.....	13
3. Undersøgelsens formål og design.....	15
3.1 Formål.....	15
3.2 Spørgeskemaundersøgelsen.....	15
3.3 Ekspositions niveauer.....	16
3.4 Litteraturgennemgang.....	17
4. Luftforureningsmålingerne.....	18
4.1 Formål.....	18
4.2 Måleprogram.....	18
4.3 Luftforureningsniveauer på veje og kirke- gårde.....	26
4.4 Trafikkens andel af luftforureningen.....	38
4.5 Målingerne i forhold til grænseværdier.....	39
4.6 Koncentrationsforskelle i de tre højder....	41
5. Spørgeskemaundersøgelsen.....	52
5.1 Beskrivelse af spørgeskemaundersøgelsen....	52
5.2 Resultater af spørgeskemaundersøgelsen....	54
5.3 Diskussion.....	62
5.4 Konklusion.....	67
6. Luftforureningens helbredsmæssige effekter.....	68
6.1 Indledning.....	68
6.2 Nitrogenoxider (kvælstofilter).....	68
6.3 Ozon.....	73
6.4 Peroxyacetylnitratforbindelser.....	74
6.5 Formaldehyd og acrolein.....	75
6.6 Svovloxider.....	76
6.7 Partikler.....	77
6.8 Carbon monoxid (kulilte).....	79
6.9 "Den urbane faktor".....	83
7. Opsamling og diskussion.....	85
Litteraturliste.....	90
Bilag	

## 1. RESUMÉ

Gennem en spørgeskemaundersøgelse foretaget i december 1988 og januar 1989 er registreret gener og symptomer blandt specialarbejdere og gartnere ansat i Københavns Kommune, med henblik på vurdering af helbredsmæssige effekter af udsættelse for luftforurening fra trafikken.

Undersøgelsens deltagere er delt op i tre grupper:

Gruppe 1 udgøres af specialarbejdere og gartnere på 5 kirkegårde i København, som er lav-udsatte for luftforurening fra trafikken.

Gruppe 2 er specialarbejdere i Københavns Kommunes gaderenholdelse, der arbejder dagligt på gader og veje og derfor er høj-udsatte for luftforurening fra trafikken.

Gruppe 3 er specialarbejdere i Københavns Kommunes gadevedligeholdelse, anlægsafdeling og belægningssektion, som ligeledes arbejder dagligt på gader og veje i København. Ansatte i denne gruppe er høj-udsatte for luftforurening fra trafikken, men er derudover også udsat for røg og dampe fra asfalt og/eller stribemasse.

Ved hjælp af luftforureningsmålinger og en undersøgelse af deltagernes arbejde er de tre gruppers udsættelse for luftforurening belyst. På vejene er der målt mellem 2 og 29 gange højere luftforureningsniveauer for kvælstofmonoxid (NO), kulilte (CO) og svovldioxid (SO<sub>2</sub>) i forhold til kirkegårdene. Disse tre stoffer er primære luftforureningsmidler (udstødes direkte fra bilernes motorer), og det er rimeligt at antage, at luftforureningsforskellene fra veje til kirkegårde ligger i samme størrelsesorden for også andre primære luftforureningsmidler fra trafikken, som der ikke er målt for i denne undersøgelse, fx kulbrinter og partikler. For kvælstofdioxid (NO<sub>2</sub>) er der målt fra samme niveau til 9 gange højere niveau på vejene. Målingerne af ozon (O<sub>3</sub>) peger ikke på, at der er systematiske forskelle fra niveauerne på vejene til ni-

veauerne på kirkegårdene, men tyder på store lokale forskelle.

De samlede resultater beskriver, hvordan gruppe 1 udsættes for mindre luftforurening fra trafikken end gruppe 2 og gruppe 3. Gruppe 3 udsættes formodentlig for mere luftforurening end gruppe 2 af to grunde: For det første fordi denne gruppe gennem dagligt arbejde med asfalt og sribemasse udsættes for røg og dampe herfra. For det andet fordi udsættelsen for luftforureningen fra trafikken formentlig er større på grund af hårdere fysisk arbejde, hvorved der indåndes mere luft, samt fordi der ofte arbejdes tættere på trafikken.

438 af de ialt 518 adspurgte har deltaget i spørgeskemaundersøgelsen. 56 er frasorteret på grund af indendørs arbejde, funktion som arbejdsleder, arbejde med kemikalier der kan påvirke symptombilledet eller kroniske sygdomme der er opstået før ansættelse i det nuværende job. Således indgår ialt 382 i undersøgelsesmateriale. Disse fordeler sig med 120 i gruppe 1, 118 i gruppe 2 og 144 i gruppe 3.

Ved sammenligning af gruppe 1 (lavudsat for luftforurening fra trafikken) med gruppe 2 (højudsat for luftforurening fra trafikken), er der i gruppe 2 fundet statistisk sikker forøget forekomst af hovedpine, svimmelhed, "mærkelig smag i munden", unaturlig tilbøjelighed til at falde i søvn, irriterede slimhinder i øjne, næse og hals, samt anfaldsvis vejrtrækningsbesvær og kronisk bronkitis. Der er i den statistiske analyse kontrolleret for en uens fordeling af alder og rygevaner i de 2 grupper.

Kronisk bronkitis er lige så hyppigt forekommende (25%) blandt ikke rygere som er højudsat for luftforurening (i gruppe 2), som blandt rygere der er lavudsat for luftforurening (i gruppe 1). Sygdommen forekommer endnu hyppigere (40%) hos rygere som også er højudsat for luftforurening (i gruppe 2), og meget sjældent (4%) hos ikke rygere der er lavudsat for luftforurening (i gruppe 1).

Spørgeskemaundersøgelsens resultater peger således på, at luftforurening fra trafikken har en række helbredsmæssige effekter, akutte såvel som kroniske.

Stort set alle symptomerne forekommer desuden endnu mere udbredt i gruppe 3. Det er sandsynligt, at dette skyldes kombinationen af udsættelse for luftforurening fra trafikken, og udsættelse for røg og dampe i forbindelse med arbejde med asfalt og sribemasse.

Undersøgelsen viser den forventede sammenhæng mellem forekomst af luftvejssymptomer og rygning. Derudover ses en tendens til at symptomforekomsten stiger med alderen for stort set alle de adspurgte symptomer. Disse fund styrker undersøgelsens gyldighed.

En gennemgang af litteratur om helbredsmæssige konsekvenser af luftforurening fra trafikken understøtter fundene i spørgeskemaundersøgelsen. Således er der fundet helbredsmæssige effekter af niveauer, som ligger relativt tæt på de i undersøgelsen målte niveauer for stofferne  $\text{NO}_2$ ,  $\text{O}_3$  og aldehyder. Forekomsten af peroxyacetylnitrat-forbindelser ligger sandsynligvis også tæt ved de laveste symptomgivende niveauer. Det er rimeligt at antage, at udsættelsen for en kombination af disse stoffer samt andre, som  $\text{SO}_2$  og partikler, vil kunne føre til effekter ved lavere niveauer af de enkelte stoffer.

Det er kendt, at luftforurening fra trafikken indeholder stoffer, der kan være kræftfremkaldende, fx PAH'er (polyaromatiske hydrocarbon'er), samt stoffer der kan give andre kroniske skader, fx bly. Undersøgelsen af disse virkninger ligger imidlertid uden for rammerne af dette studie.

Der er desuden målt gennemsnitlige forskelle på luftforureningen i forskellige højder. Ved tre vejlokaliteter er der målt i tre højder, og for stofferne  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$  og  $\text{SO}_2$  er fundet de højeste gennemsnitlige koncentrationer i 0,5 meters højde, de næsthøjeste gennemsnitlige koncentrationer i 1,5 meters højde og de laveste gennemsnitlige koncentrationer

ner i 3,5 meters højde. Forskellen i luftforureningsniveauerne i de forskellige højder er meget afhængig af stof og målested, men i 1,5 meters højde har vi gennemsnitligt for alle fire stoffer og alle tre steder målt luftforureningsniveauer, der var 14% (varierende fra -9% til +40%) højere end i 3,5 meters højde. I 0,5 meters højde var luftforureningsniveauet tilsvarende 18% (varierende fra -11% til +50%) højere end niveauet i 3,5 meters højde.

Det skal understreges at disse forskelle reelt skal forstås som gennemsnitlige. Der findes mange eksempler på tidspunkter med et højere luftforureningsniveau i 3,5 meters højde end i de 2 lavere målehøjder.

De officielle luftmålingsprogrammer måler luftforurening i en standardhøjde på ca. 3,5 meter i typisk 1,5 meters afstand fra kørebanen. Dvs. at der ved disse målinger gennemsnitligt vil måles mindre luftforurening end den faktiske koncentration, vejarbejdere og andre udsættes for, når de færdes tæt ved kørebanen.

Målingerne er gennemført inden for en ca. 6 måneders periode uden tilfælde af inversionslag med efterfølgende "smog-episoder", og der er måleresultater fra fem målepositioner på Københavns Kommunes vejnet. Blandt disse vejmålinger findes der for  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ , CO og  $\text{O}_3$  måleresultater, der ligger lige under eller tangerer WHO's anbefalede grænseværdier.

Når der i denne undersøgelse konstateres helbredsmæssige effekter, men ikke overskridelser af ovennævnte grænseværdier, peger det på utilstrækkeligheden af, at grænseværdifastsættelser alene sker under hensyntagen til de enkelte stoffers effektgrænser, idet kombinationseffekter da lades ude af betragtning.



## 2. BAGGRUND

Ansatte under Københavns Kommunes Vejkontor har henvendt sig til Københavns Kommunes Bedriftssundhedstjeneste, fordi de ofte har følt sig generet af luftforureningen fra biler i forbindelse med dagligt arbejde på gader og veje.

Det er kendt at biler bidrager til luftforureningen. Udstødningsgasser indeholder et stort antal forskellige stoffer i meget forskellige mængder. Bilernes bidrag til den samlede luftforurening afhænger af lokaliteten. I trafikerede gader i byerne er bilerne hovedkilden til luftforureningen.

Den sundhedsmæssige betydning af denne luftforurening har været livligt debatteret, og der foreligger en stor mængde videnskabelige undersøgelser af varierende relevans om emnet. Der har ligeledes i de sidste år været meget blæst om etableringen af måleprogrammer, varslingsystemer samt fastsættelse af grænseværdier for luftforureningen.

### 2.1. Luftforurening fra trafikken.

Luftforurening er en kompleks størrelse. Der er mange kilder til forureningen, som hver bidrager med mange forskellige kemiske stoffer. Mange faktorer spiller ind på luftforureningens størrelse på et givet tidspunkt, og man ser da også store variationer i koncentrationen. De væsentligste dele af luftforureningen skyldes afbrænding af fossile brændstoffer (olie, kul, gas) i industrien, el- og varmeproduktion og transportmidler.

På årsbasis ses variationer der skyldes meteorologiske variationer, forøget afbrænding af fossilt brændstof om vinteren, og eventuelle variationer i trafikbelastningen.

Inden for en måned ses systematiske variationer med højere luftforureningsniveauer på hverdage end på søn- og helligdage, hvilket i byområder primært skyldes forskelle i trafik-

mængden. Desuden ses store variationer på grund af de meteorologiske forholds foranderlighed. Alt andet lige betyder større vindhastighed mindre luftforurening lokalt. Vindretningen har også stor lokal betydning, især i smalle gader med høj bebyggelse ved siderne. Desuden har vindforholdene betydning for omfanget af fjerntransporten af luftforurening fra andre lande. Der kan derudover - især i vinterperioden - dannes inversionslag (spærrelag) i atmosfæren. Inversionslag ligger som et låg over byen og forhindrer luftforureningen i at slippe væk. Desuden er sollys en faktor i de fotokemiske reaktioner, som ozon og visse kulbrinter indgår i.

Inden for et døgn ses også systematiske variationer i luftforureningen i byområder, som hovedsagelig knytter sig til variationerne i trafikmængden. De to myldretider giver sig udslag i et luftforureningsmaksimum mellem kl. 8 og 9 og igen omkring kl. 17. Hvis man følger udviklingen i luftforureningen i gadeniveau, vil den ikke forløbe som en jævn glideudvikling. Den vil derimod forløbe som en meget takket kurve, der hele tiden stiger og falder. Dette er illustreret i bilag 4.6.

Der er ikke lavet en systematisk undersøgelse af de forskellige luftforureningskilder i København. Trafikkens andel af luftforureningen må derfor i høj grad baseres på studier fra udenlandske storbyer. Det skal hertil bemærkes, at København formentlig adskiller sig væsentligt fra mange andre europæiske storbyer ved en relativ lille mængde industri samt et kraftigt udbygget fjernvarmenet. Begge dele betyder, at trafikens andel af luftforureningen i København formentlig er noget højere end i mange andre storbyer. En yderligere redegørelse for luftforureningsproblematikken kan findes i en publikation fra Miljøstyrelsen (26).

#### Luftforureningens kemiske sammensætning

Ved afbrænding af fossilt brændstof, som er baseret på kulbrinter, dannes kuldioxyd ( $\text{CO}_2$ ) og vand ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Ufuldstændig forbrænding danner kulilte samt frigiver helt eller delvist

uforbrændte kulbrinter. Brændstoffet indeholder desuden mindre mængder uorganiske stoffer, først og fremmest svovl. Kvälstofforbindelser dannes ved reaktion mellem luftens kvälstof og ilt. Ved forbrændingen dannes et meget stort antal stoffer, formodentlig op til eller mere end 1000 enkeltforbindelser. De væsentligste gennemgås nedenfor på baggrund af Miljøstyrelsen (26) og Nielsen og Grandjean (27).

**Kulilte (CO)** udgør en primær forurening \*), hvor stort set 100% af CO-forureningen i byer stammer fra trafikken.

**Kvälstofoxid (NO)** dannes som en primær forurening. Nielsen og Grandjean (27) angiver, at op til ca. 60% af NO-forureningen i bycentre stammer fra trafikken, mens Miljøstyrelsen (26) angiver, at bilernes andel af NO-forureningen kan stige til 80% eller mere i trafikerede gader i myldretiderne. Den resterende NO-forurening stammer fra afbrænding af fossilt brændstof fra stationære kilder (kraftværker, boligopvarmning, industri, mv.).

**Kvälstofdioxid (NO<sub>2</sub>)** udgør dels en primær og dels en sekundær forurening. Den sekundære NO<sub>2</sub>-forurening dannes over en periode ved kemisk reaktion mellem NO og bl.a. ilt og ozon. I trafikerede byområder angives, at 15-25% er primær NO<sub>2</sub> fra trafikken, at 35-50% er sekundær NO<sub>2</sub> fra trafikken og at 25-50% stammer fra stationære kilder. Miljøstyrelsen (26) refererer en undersøgelse for at angive bilernes andel af NO<sub>2</sub>-forureningen i gader op til 70 %.

**Svovldioxid (SO<sub>2</sub>)** udgør en primær forurening. Hovedkilden til den totale SO<sub>2</sub>-forurening er afbrænding af fossilt brændstof fra stationære kilder. Dieselmotorer afgiver SO<sub>2</sub>, og det er vores vurdering, at trafikens andel af SO<sub>2</sub>-forureningen i gadeniveau kan være betragtelig.

\*) De forureninger, der udstødes direkte i luften, kaldes primære forureninger, mens de forureninger, der dannes ved kemiske reaktioner ud fra de primære forureninger, kaldes sekundære forureninger.

**Kulbrinter (HC)** frigives fra forbrændingen som en primær forurening. Der findes mange forskellige kulbrinter i luftforureningen. Blandt de vigtigste er uforbrændt brændstof. Det er kulbrinter med fra 5 til 15 kulstofatomer, som i industriel sammenhæng betegnes organiske opløsningsmidler. Et af de farligste af disse er benzen, som stammer fra uforbrændt eller fordampet benzin. Op til 90% af benzenforureningen i trafikerede byområder stammer fra trafikken. En anden gruppe udgøres af polyaromatiske hydrocarboner (PAH). Det angives at op til 90% af PAH-forureningen stammer fra trafikken i trafikerede byområder.

**Aldehyder** som fx formaldehyd og acrolein dannes både som primære og sekundære forureninger fra trafikken. Udover eventuel lokal industri, der kan forurene med disse stoffer, er der formodentlig ikke andre væsentlige forureningskilder i udendørs byluft end trafikken.

**Partikler, støv, sod** er en lidt udefinerlig gruppe, som også tit betegnes som svævestøv. Den udgøres bl.a. af kulstøv, kulbrinter på partikelform, asbeststøv fra bremsebelægnings- og samt partikler fra vejbanen, som trafikken hvirvler op. Diesebilerne er kilden til hovedparten af den partikelforurening, der kommer fra bilernes udstødningsgasser.

**Dioxiner og dibenzofuraner** dannes som primære forureninger fra trafikken. Disse stoffer menes bl.a. at stamme fra dichlorethan, der tilsættes blyholdig benzin for at hindre en skadelig effekt, som blyet ellers kunne have på motoren. Andre kilder til forurening med disse stoffer udgøres af affaldsforbrændingsanlæg samt anlæg til smeltning af genbrugsmetal. Det angives i et svensk studie (Egebäck, 11), at de svenske bilers andel af dioxinforureningen svarer til dioxinforureningen fra 2-20 affaldsforbrændingsanlæg af gennemsnitsstørrelse. Det er således rimeligt at antage, at trafikens andel af forureningen i trafikerede byområder er stor.

**Bly** udgør en primærforurening, hvor så godt som 100% af blyforureningen i trafikerede gader stammer fra trafikken.

Ozon,  $O_3$  udgør en sekundær forurening, og der er ingen væsentlige kilder til primær ozonforurening. Ozon indgår i en række fotokemiske reaktioner med primære og sekundære luftforureninger, hvorfor det er vanskeligt at fastsætte trafikens bidrag til ozonforureningen. Det skønnes dog, at den ozonbelastning der kan begrundes i luftforurening fra trafikken, i nogen tilfælde kan udgøre omkring 50%. Ozon-niveauet er iøvrigt ofte højere på landet end i byen.

Peroxyacetylnitrat-forbindelser dannes udelukkende ved en fotokemisk reaktion mellem  $NO_2$  og peroxyradikaler. Sidstnævnte er dannet ved fotooxidation af kulbrinte-luftforurening og udgør således en sekundær forurening. Peroxyacetylnitrat-forbindelser vil normalt forekomme i en koncentration på 2-20% af ozonkoncentrationen. I trafikerede byområder formodes op til 70% at stamme fra trafikken.

## 2.2. Den sundhedsmæssige betydning af luftforureningen

Talrige studier har undersøgt helbredsmæssige effekter af trafikrelateret luftforurening. Imidlertid omhandler hovedparten af disse studier enkeltstoffers virkninger, undersøgt bl.a. ved hjælp af klimakammerforsøg med mennesker og ved hjælp af dyreforsøg. Samtidig udsættes mennesker i trafikken for en kombineret virkning af de mange forskellige stoffer. En person, der gennem sit arbejde dagligt færdes i trafikerede områder, vil desuden være udsat for en langtidspåvirkning, der ikke kan måles gennem laboratorieforsøg (med mennesker).

Der er derfor behov for undersøgelser, der kan vurdere de helbredsmæssige konsekvenser af den samlede udsættelse for de mange enkeltstoffer i den trafikrelaterede luftforurening, fx i form af epidemiologiske befolkningsundersøgelser. Sådanne epidemiologiske undersøgelser er lavet, men desværre mangler mange af dem mål for udsættelsen for forurening eller er baseret på måling af et enkelt stof.

Der findes således ikke epidemiologiske undersøgelser med vel belyste ekspositionsforhold, der kan vurdere helbredsmæssige effekter af de i Danmark relevante niveauer af trafikrelateret luftforurening.

Tabel 1 giver en oversigt over de vigtigste effekter af de enkeltstoffer, som dominerer luftforureningen. En række stoffer har en akut irriterende effekt på luftveje og øjne. Det må antages, at de enkelte stoffer virker sammen med i det mindste en additiv effekt. Langvarig udsættelse for luftvejsirriterende stoffer medfører også en risiko for kroniske luftvejslidelser, først og fremmest kronisk bronkitis.

Tabel 1. Summarisk oversigt over visse luftforureningskomponenters påvirkning af helbredet ved lavere koncentrationer.

	luftvejs- irr.	øjen- irr.	hjerter/ kar/blod	central- nerve- system	kræft
NO <sub>2</sub>	x	(x)			
Kvælstofoxid	(x)	(x)			
Ozon	x	(x)			
Aldehyder	x	x			(x)
Svovloxider	x	x			(x)
Inaktive partikler	x	x			
Peroxyace- tylnitrat	(x)	x			
Kulilte			x		
Bly			x	x	
Kulbrinter (C <sub>5</sub> -C <sub>15</sub> )	x			x	(x)
PAH					x
Dioxin og dibenzofuran					x

Nedenfor sammenfattes de vigtigste effekter af de enkelte stoffer. En mere omfattende gennemgang findes i kapitel 6.

**Kvælstofdioxid ( $\text{NO}_2$ ):** Luftvejsirriterende effekt, forringelse af lungefunktionen samt skadelige virkninger på lungevævet.

**Kvælstofoxid (NO):** Luftvejsirriterende effekt, men ved væsentlig højere koncentrationer end for  $\text{NO}_2$ . Stoffets effekter er dog dårligt undersøgt.

**Ozon ( $\text{O}_3$ ):** Slimhindeirriterende effekt, hoste, nedsat lungefunktion og hovedpine.

**Peroxyacetylnitratforbindelser :** Har skadelig virkning på luftvejene som ozon og en specifik øjenirriterende virkning. Stoffet forekommer i koncentrationer på 2-20% af ozonkoncentrationen, således at de skadelige virkninger på luftvejene forårsaget af ozon vil overskygge virkningerne af peroxynitratforbindelserne. Der ses derimod specifikke øjenirriterende effekter af peroxynitratforbindelser.

**Formaldehyd og acrolein :** Begge stoffer er luftvejsirritanter samt stærkt øjenirriterende. Formaldehyd betragtes som carcinogent.

**Svovloxider ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$  OG  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) :** Har luftvejsirriterende effekter og kan forårsage mere alvorlige luftvejsgener og -sygdomme. Svovloxider kan hæmme den mucociliære clearance (en af luftvejenes rensningsmekanismer), og kan forårsage bronkokonstriktion. Ved høje koncentrationer er der fundet kemisk bronkitis, forværring af eksisterende luftvejssygdomme, samt forøget sygelighed og dødelighed i befolkningsgrupper.

**Partikler:** Inerte (kemisk inaktive) partikler vil kunne give irritation af luftveje og slimhinder. Andre skadevirkninger kan dog forårsages af stoffer, der binder sig til de inaktive partiklers overflade. Det er kendt, at fx PAH'er kan bin-

de sig til partiklers overflade. Partikler kan også bestå af mere reaktive stoffer som svovloxider og nitrogenforbindelser, som kan have skadevirkninger jvf. ovenfor.

**Kulilte (CO):** Den sundhedsskadelige effekt består i at blodets iltbindingskapacitet nedsættes, når der bindes CO-molekyler til blodets hæmoglobin. Der er altså tale om skadevirkninger som følge af relativ iltmangel.

**Bly :** Den væsentligste effekt er en langtidspåvirkning af det centrale nervesystem og bloddannelsen.

**Kulbrinter (C<sub>5</sub>-C<sub>15</sub>):** De væsentligste effekter udgøres af skader på centralnervesystemet samt irritation af slimhinderne, men ved højere koncentrationer end normalt forekommende udendørs. Effekten ved lave koncentrationer er ikke vel undersøgt.

**PAH og andre carcinogener:** Der er fundet talrige carcinogene stoffer i udstødningsgas fra biler, specielt dieselmotorer. Det drejer sig bl.a. om: PAH'er, og andre organiske polycykliske forbindelser, polyklorerede dioxiner og dibenzofuraner, benzen, formaldehyd samt asbeststøv fra bremsebelægninger.

På grund af store variationer i luftforureningsniveauerne er det vigtigt at vurdere den sundhedsmæssige effekt af både den gennemsnitlige langtidsudsættelse og den maksimale korttidsudsættelse.

For CO gælder, at gennemsnit over en lidt længere periode er den mest anvendelige værdi, fordi det tager tid for carboxyhæmoglobin-ligevægten at indstille sig. For NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, formaldehyd, peroxyacetylnitratforbindelser m.fl., gælder derimod, at flere af de skadelige virkningsmekanismer er mere direkte og kan forekomme efter kort tids udsættelse. Derfor vil maksimale korttidsværdier være mere relevante for en sundhedsmæssig vurdering af de akutte irritative effekter. For kronisk bronkitis må det forventes, at såvel maksimale



korttidsudsættelser som gennemsnitsudsættelser over længere perioder, har betydning for udvikling af sygdommen.

Det har ikke været muligt at inddrage langtidseffekter som kræft, hjerte/kar-sygdomme og skader på centralnervesystemet i undersøgelsen, og forurening med bly, PAH og andre kulbrinter vil ikke blive yderligere behandlet.

### 2.3. Grænseværdier for det ydre miljø

For  $\text{NO}_2$  er den danske grænseværdi på 106 ppb ( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Der er tale om en 98% percentil af timemiddelværdier over et år, hvilket i praksis vil sige, at grænseværdien må overskrides 175 timer på et år.

For  $\text{SO}_2$  er der en dansk grænseværdi på 87 ppb ( $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Der er tale om en 98% percentil af 24 timers middelværdier over et år. Grænseværdien må således overskrides 7 døgn på et år.

For svævestøv er der en dansk grænseværdi på  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Der er tale om en 95 % percentil af 24 timers middelværdier over et år. Grænseværdien må således overskrides 18 døgn på et år.

WHO har desuden foreslået grænseværdier for flere stoffer, målt over et kortere tidsrum:

$\text{SO}_2$ : (1987); vejledende grænseværdi på 123 ppb ( $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), som 1 times middelværdi, der aldrig må overskrides.

$\text{NO}_2$ : (1987); vejledende grænseværdi på 213 ppb ( $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), som 1 times middelværdi, der aldrig må overskrides.

CO : (1987); anbefaler grænseværdier på :  
 10 ppm ( $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ ) som 8 timers middelværdi og  
 25 ppm ( $30 \text{ mg}/\text{m}^3$ ) som 1 times middelværdi.

$O_3$  : (1987); vejledende grænseværdier på:  
75-100 ppb ( $150-200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), som 1 timesværdi, der aldrig må overskrides, samt  
50-60 ppb ( $100-120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), som 8 timers middelværdi (af timemiddelværdier), der aldrig må overskrides.

I bilag 4.13 gives en orientering over forskellige landes samt WHO's grænseværdier. Baggrunden for værdien findes desuden nærmere beskrevet i WHO (34,) og Hovedstadsrådet (16).

### 3. UNDERSØGELSENS FORMÅL OG DESIGN

#### 3.1. Formål

Undersøgelsens formål er at belyse akutte helbredsmæssige effekter af udsættelse for trafikrelateret luftforurening, gennem en sammenligning af primært akutte symptomssymptomer i 3 grupper af arbejdere med forskellig eksposition for luftforurening.

Vores hypotese var, at der ville være en sammenhæng mellem hyppigheden af symptomer og eksposition for trafikrelateret luftforurening.

Undersøgelsen har 3 dele:

- En spørgeskemaundersøgelse.
- En vurdering af ekspositionsniveauerne.
- En litteraturgennemgang.

#### 3.2. Spørgeskemaundersøgelsen

Spørgeskemaundersøgelsen omfatter tre forskelligt eksponerede grupper:

##### Gruppe 1. Laveksponeret for trafikrelateret luftforurening

Denne gruppe omfatter 172 specialarbejdere og gartnere fra Københavns Kommunes fem kirkegårde. Arbejdet udføres på kirkegårdene, hvorfor ekspositionen for trafikrelateret luftforurening er relativ lav.

##### Gruppe 2. Højeksponeret for trafikrelateret luftforurening

Denne gruppe omfatter 172 specialarbejdere ansat i Københavns Kommunes Vejkontors gaderenholdelsesafdeling. Arbejdet udføres dagligt på gader og veje i Københavns Kommune, hvor der fejes, tømmes papirkurve, repareres og renholdes bænke, buslæskure mv. Arbejderne i denne gruppe er relativt højt

eksponeret for trafikrelateret luftforurening, på grund af den tætte kontakt med trafikken gennem en hel arbejdsdag.

### Gruppe 3. Højeksponeret for trafikrelateret luftforurening samt eksponeret for røg og dampe fra asfalt og sribemasse.

Denne gruppe omfatter 174 specialarbejdere. Disse specialarbejdere er ansat i Københavns Kommunes Vejkontors anlægsafdeling (37 mand), gadevedligeholdelsesafdeling (112 mand) samt belægningssektion (25 mand).

Arbejdet udføres dagligt på gader og veje og består hovedsagelig i reparations- og anlægsarbejde. Ekspositionen for trafikrelateret luftforurening er formentlig større end for gruppe 2. Dette skyldes dels, at arbejderne i denne gruppe ofte arbejder klos op ad trafikken, fx i udgravninger i selve gaden, og dels at arbejdet er mere fysisk krævende, hvorfor der indåndes større luftmængder. Røg og dampe fra asfalt og sribemasse udgør derudover en speciel eksposition for arbejderne i denne gruppe.

#### Symptomer

Spørgeskemaet omfatter primært akutte symptomer. Dels uspecifikke som hovedpine, træthed, svimmelhed og kvalme, og dels symptomer med tilknytning til luftveje og slimhinder som øjenirritation, hoste, opspyt og anfaldsvis vejrtrækningsbesvær samt symptomer på kronisk bronkitis.

Spørgeskemaet omfatter desuden en række baggrundsvariable, bl.a. alder, køn og rygevaner, samt eksposition for andre arbejdsmiljøpåvirkninger fra støj og bekæmpelsesmidler.

### 3.3. Ekspositions niveauer

Vi har undersøgt ekspositionen for trafikrelateret luftforurening ved hjælp af luftforureningsmålinger. Måleprogrammet

har omfattet følgende luftforureningskomponenter: NO, NO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub> og O<sub>3</sub>.

Ekspositionsniveauet for arbejderne i gruppe 1 er undersøgt ved hjælp af målinger på Vestre kirkegård og Assistens kirkegård, hver af 4-6 ugers varighed.

Ekspositionsniveauet for arbejderne i gruppe 2 og 3 er undersøgt ved hjælp af målinger på Vester Voldgade, H.C. Andersens Boulevard og Gammel Torv, hver af 4-6 ugers varighed. Desuden målinger på Jagtvej og Holmbladsgade af ca. 6 måneders varighed. De to sidstnævnte målinger er udført af Miljølaboratoriet på Risø henholdsvis Miljøkontrollen, Københavns Kommune.

Ekspositionsforholdene er desuden belyst gennem en gennemgang af arbejdsprocesser og -organisering.

De to højeksponerede gruppers daglige arbejde på gader og veje sandsynliggør, at eventuelle helbredseffekter forårsaget af trafikrelateret luftforurening vil kunne findes i disse grupper. Ved at sammenligne tre grupper, der alle arbejder i København, er det ved sammenligning af symptomforekomster muligt at se bort fra generelle forskelle mellem by- og landbefolkningen ("den urbane faktor"). Desuden kan ses bort fra luftforurening fra stationære kilder, som antages at være gennemsnitligt ens for de tre grupper.

Undersøgelsens design giver således, gennem sammenligning af symptomforekomster i gruppe 1 og gruppe 2, mulighed for at vurdere de helbredsmæssige effekter af den trafikrelaterede luftforurening alene.

### 3.4. Litteraturgennemgang

Som supplement til spørgeskemaundersøgelsen og luftmålingerne har vi gennemgået litteratur om helbredsmæssige effekter af udsættelse for trafikrelateret luftforurening med hovedvægten på de akutte symptomer.

## 4. LUFTFORURENINGSMÅLINGERNE

### 4.1. Formål

Det primære formål med luftforureningsmålingerne er, at undersøge forskellene mellem den trafikrelaterede luftforurening som ansatte i begravelsesvæsenet udsættes for på kirkegårdene og den trafikrelaterede luftforurening som ansatte i gaderenholdelsen og gadevedligeholdelsen udsættes for på gader og veje. I forbindelse med målingerne på vejene er det et delmål at undersøge, om der er forskel på luftforureningsniveauerne i 0,5 1,5 og 3,5 meters højde. I det omfang det er muligt, er måleresultaterne desuden sammenlignet med eksisterende grænseværdier.

### 4.2 Måleprogram

#### Materiale

Vores måleprogram bestod af to luftmålinger af hver ca. 5 ugers varighed på Assistens kirkegård henholdsvis Vestre kirkegård. Derudover en luftmåling af ca. 4 ugers varighed på Gammel Torv (ved Vestergade). Vi har desuden anvendt måleresultater fra to lignende målinger af ca. 6 ugers varighed. Den ene er foretaget for Københavns Kommunes BST på Vester Voldgade (SØ for Dantes Plads), mens den anden er foretaget for Hovedstadsrådet på H.C. Andersens Boulevard (ved brandstationen). Disse 5 målinger strækker sig over perioden fra 27/9 1988 til 28/4 1989. De er alle udført af firmaet Hans Buch & Co. og er foretaget med den samme målestation. Der er målt for følgende stoffer : NO (kvælstofoxid), NO<sub>2</sub> (kvælstofdioxid), CO (kulilte), SO<sub>2</sub> (svovldioxid) og O<sub>3</sub> (ozon).

Derudover har vi fået stillet måleresultater til rådighed fra Københavns Kommunes Miljøkontrols målestation i Holmbladsgade i perioden fra 19/10 1988 til 28/4 1989, hvor der er målt for NO, NO<sub>2</sub> og CO. Desuden har vi fået måleresulta-

ter fra Miljølaboratoriets (Risø) faste målestation på Jagtvej (v. Tagensvej) i perioden 27/9 1988 til 28/4 1989, hvor der er målt for NO, NO<sub>2</sub> og SO<sub>2</sub>.

### Arbejds- og ekspositionsforhold for specialarbejdere i gaderenholdelsen

De fleste specialarbejdere i gaderenholdelsen er tilknyttet et distrikt. De dækker Københavns Kommunes vejnet, hvorfor den samlede gruppe bliver spredt over det meste af dette vejnet.

Som helhed betragtet gælder det dog, at der er en overvægt af arbejdsopgaver på den mere trafikerede del af det københavnske vejnet. Dette hænger sammen med flere ting. En del arbejdsopgaver knytter sig direkte til busruterne, som udover selv at være en kilde til luftforurening, i hovedreglen følger de større og mere trafikerede gader. Det drejer sig om opgaver som rengøring af buslaskure, busholdepladser, tømning/opsætning/reparation/vedligeholdelse af papirkurve ved busstoppesteder, rengøring af bænke m.v. Ligeledes knytter en del arbejdsopgaver sig til renholdelse af torve og pladser. Selvom der findes eksempler på det modsatte, så ligger de fleste torve og pladser op ad de mere trafikerede gader og veje. Eksempler herpå er Rådhuspladsen, Chr. Havns Torv, Sct. Hans Torv, Kgs. Nytorv, Trianglen, Enghave Plads og Toftegårds Plads.

Desuden er en del af det københavnske vejnet offentligt og en del er privat. Som tendens gælder, at den offentlige del er mere trafikbelastet end den private del. Specialarbejderne i gaderenholdelsen arbejder stort set kun på den offentlige del af vejene. Det skal bemærkes, at på grund af specialarbejdernes mobilitet vil stort set alle komme til at arbejde på stærkt trafikerede gader i løbet af en arbejdsdag. En stærkt trafikeret gade vil derfor være det rette sted at vurdere den maksimale korttidsudsættelse for luftforurening, som specialarbejderne udsættes for.

Gaderenholdelsens specialarbejdere arbejder typisk tæt på trafikken (fortov, rendesten, busstoppesteder osv.), men færdes dog også lidt væk fra trafikken (torve og pladser mv.), såvel som helt ude i trafikken (fejmaskine, bil m.m.) eller på selve kørebanen (rensning af regnvandsbrønde m.m.).

#### Arbejds- og ekspositionsforhold for specialarbejdere i gadevedligeholdelsen, anlægsafdelingen og belægningssektionen

Disse specialarbejdere arbejder på Københavns Kommunes vejnet. Ofte arbejdes der i selve gaden, helt tæt på trafikken. Der arbejdes også i visse tilfælde på knæ eller i udgravninger med hovedet i udstødningsrørshøjde. Hvis arbejdet foregår i gaden, vil trafikken på dette sted typisk køre langsommere, tættere og med flere accelerationer/opbremsninger end almindelig bykørsel på grund af afspærring, advarselskilte og indsnævring af gaden.

Dette har betydning for luftforureningen fra bilerne, idet forureningen øges ved mange accelerationer og stop (Miljøstyrelsen, 26). En engelsk undersøgelse viser desuden, at CO- og kulbrinte-forureningen pr. kørt kilometer stiger med faldende hastighed. Dette gælder for hastigheder fra ca. 80 km/t og ned. CO- og kulbrinte-forureningen pr. km forøges ca. tre gange, hvis hastigheden falder fra 70 til 20 km/t. NO<sub>x</sub>-forureningen (forureningen af kvælstofoxider) pr. km er nogenlunde ens ved gennemsnitshastigheder fra 20 til 60 km/t (Miljøstyrelsen, 26). Større og længerevarende vejarbejder kan dog formindske den passerende trafikmængde og der arbejdes, bortset fra ved større eller længerevarende vejarbejder, normalt ikke i de stærkest trafikerede gader i myldretiden.

Det er desuden af betydning for den totale dosis luftforurening, hvor meget luft der indåndes på en arbejdsdag. Jo hårdere fysisk arbejde, jo mere luft indåndes. Det arbejde, der udføres i gadevedligeholdelsen, anlægsafdelingen og belægningssektionen, må vurderes som klart mere fysisk belastende



end arbejdet der udføres i gaderenholdelsen og på kirkegårdene. Når vi vurderer arbejdet som mere fysisk belastende, skyldes det bl.a., at der udføres en del tungt manuelt arbejde.

Der arbejdes desuden (ofte dagligt) med udlægning af asfalt og sribemasse, og specialarbejderne udsættes derfor for luftforurening fra disse materialer.

### Metode og repræsentativitet

Det er kendt, at luftforureningsniveauerne er stærkt afhængige af de meteorologiske forhold samt målepositionen. Afhængigheden er dog forskellig fra stof til stof. Trafikmængden på vejene i nærheden har klar betydning, ligeledes trafikens karakter. Benzindrevne biler giver en anden luftforurening end dieseldrevne, såvel som langsom trafik er forskellig fra hurtig og jævnt glidende trafik, som igen adskiller sig fra trafik der starter, stopper og accelererer. Målestedets åbenhed, forstået som vejens bredde og de omliggende bygningers højde, har også klar betydning. Desuden har det betydning hvor tæt på trafikken der måles, samt i hvilken højde der måles. Det er ligeledes kendt, at sollys er en betydende faktor i de omdannelsesprocesser, som den primære luftforurening fra trafikken indgår i.

For at kunne sammenligne luftforureningsniveauerne fra sted til sted havde det været en fordel at kunne måle samtidigt på alle målepositioner. Dette var imidlertid ikke muligt, da vi kun rådede over én målestation. Det var desuden kun muligt at disponere over målestationen i et begrænset tidsrum, hvorfor vi måtte måle i relativt korte perioder (4-5 uger) hvert sted. Sideløbende med egne målinger, har det imidlertid også været muligt at inddrage måleresultater fra målestationer, der har målt konstant, og på samme sted gennem hele forløbet. Hermed bliver det muligt at vurdere, om de eventuelle luftforureningsforskelle, som vi finder fra målinger på veje til målinger på kirkegårde, også eksisterer for samtidige målinger fx i den periode, hvor vores målesta-

tion stod på Vestre kirkegård.

Den transportable målestation målte i følgende perioder:

27/9 til 3/11 - 1988 : Vester Voldgade (SØ. f. Dantes Pl.)  
 7/11 til 20/12 - 1988 : H.C. Andersens Boulevard (ved  
 brandstationen).  
 23/12 til 1/2 - 1988-89: Vestre kirkegård  
 3/2 til 1/3 - 1989 : Gammel Torv (v. Vestergade)  
 3/4 til 28/4 - 1989 : Assistens Kirkegård

Vi har desuden måleresultater fra:

27/9 til 28/4 - 1988-89 : Jagtvej (S.f. Tagensvej)  
 19/10 til 28/4 - 1988-89 : Holmbladsgade (Ø.f. Halgreensg.)

En grundigere beskrivelse af målestationernes placering samt målemetoder er foretaget i bilag 4.2 til 4.3 og 4.7 til 4.12.

Da det primære formål med luftforureningsmålingerne er at angive forskelle i ekspositions niveauer for de grupper, der indgår i den epidemiologiske undersøgelse, er data så vidt muligt indsamlet i overensstemmelse med de relevante arbejdstider. Resultaterne af vejmålingerne med den transportable målestation samt målingerne på Jagtvej omfatter tiden fra 6.30 til 15.00, mens måleresultaterne fra Holmbladsgade samt fra kirkegårdene omfatter 7.00 til 15.00. Der er kun inddraget måleresultater fra arbejdsdage (hverdage).

Uden for arbejdstiden, samt på fridage, antages udsættelsen for luftforurening - gennemsnitligt set - at være ens for undersøgelsens tre grupper af arbejdere.

Disse forhold betyder, at det første myldretidsmaksimum medtages i vores måleresultater, mens det andet ikke gør. De lavere forureningsniveauer i weekenden og på helligdage indgår ikke i vores tal.

Trafikmængden, talt ved det trafiktællepunkt der er mest repræsentativt for hvert målested på vejene, varierer meget. Følgende angivelser gælder total trafikmængde i begge retninger på hverdage fra kl. 6 til 18. Tallene stammer fra Københavns Kommunes Vejkontors trafiktællinger (Københavns Kommune, 20). For Jagtvej er der dog tale om en vurdering fra Vejkontoret.

Vester Voldgade (S. for Stormgade):	8220	(1988)
H.C. Andersens Blvd. (v. Langebro):	47250	(1987)
Vestergade (NØ. f. Rådshuspladsen):	4200	(1987)
Holmbladsgade (mellem Amagerbrog. og Østrigsgade)	: 7700	(1987)
Jagtvej (v. målestationen)	: 19660	(1988)

H.C. Andersens Boulevard og Jagtvej repræsenterer de stærkt trafikerede gader, mens de 3 andre formentlig i højere grad repræsenterer de middeltrafikerede gader i Københavns Kommunes vejnet. Som helhed repræsenterer de 5 målepositioner, trods deres forskelligheder, den mere trafikbelastede del af Københavns Kommunes vejnet. Dette stemmer godt overens med vejarbejdernes faktiske arbejdsområder.

På grund af luftforureningens stærke afhængighed af tid og sted, er det næppe muligt at give en fuldstændigt dækkende beskrivelse af den luftforurening, som vejarbejderne udsættes for på Københavns Kommunes vejnet. Med hensyn til det stedmæssige udsnit vurderer vi dog, at de 5 steder på vejnettet giver repræsentative eksempler på, hvad vejarbejderne udsættes for på en arbejdsdag. Det har ikke været muligt at vurdere, om det tidsmæssige udsnit som den totale måleperiode på ca. 1/2 år udgør, er repræsentativt for luftforureningsniveauet gennem fx de sidste 5 år.

Der er på Gammel Torv, Vester Voldgade og H.C. Andersens Boulevard foretaget målinger i både 0,5 1,5 og 3,5 meters højde. 3,5 meter er standardhøjden som de fleste luftmålinger foretages i. Målingerne er desuden foretaget i 1,5 meters højde hvor menneskers indånding normalt foregår, mens vejarbejderne tit indånder luften i 0,5 meters højde, når de

arbejder på knæ eller arbejder i udgravninger i gaden. Desuden er der på Gammel Torv målt inde på torvet, idet en del gaderenholdelsesarbejde foregår på torve og pladser.

Også andre studier har undersøgt sammenhængen mellem luftforurening og højden over vejen. Et canadisk studie har målt i 5 højder fra 0 til 1,5 meter over vejen og fundet størst CO-koncentration i 43 cm's højde. (Wright, 37)

Ved sammenligningen af måleresultater fra de 5 målepositioner på vejene (skema 1 til 5 i afsnit 4.3), er så vidt muligt anvendt målinger i 1,5 meters højde. På Jagtvej og Holmbladsgade målt dog kun i 3,5 meters højde.

#### Kirkegårdsmålingernes repræsentativitet.

Københavns Kommunes 5 kirkegårde ligger spredt inden for kommunen (bilag 4.1), med Vestre kirkegård og Bispebjerg kirkegård som de største med hensyn til både areal og personale, og Brønshøj kirkegård som den mindste. Vi valgte at placere vores 2 kirkegårdsmålinger på Assistens henholdsvis Vestre kirkegård. Assistens kirkegård blev valgt, fordi her forventedes det højeste luftforureningsniveau, idet kirkegården er relativt lille og ligger tæt op ad stærkt trafikerede gader. Luftforureningsniveauet blev på forhånd vurderet til at være lavere - og nogenlunde ens - på de 4 andre kirkegårde. Den anden måling blev placeret på Vestre kirkegård, fordi denne kirkegård har flest ansatte.

Målestationen blev på Vestre kirkegård placeret centralt på kirkegården, mens vi på Assistens kirkegård af praktiske grunde var nødt til at placere målestationen relativt tæt på Jagtvej (ca. 100 m) og i umiddelbar nærhed af kirkegårdens maskinhus. (Placeringerne er angivet i bilag 4.2 og 4.3). Der er på kirkegårdene målt i standardhøjde (3,5 m), idet der ikke var nogen forureningskilder i nærheden, som kunne forårsage koncentrationsforskelle i forskellige højder.

## Målestørrelser til angivelse af luftforureningsniveauer

Luftforureningsniveauet kan angives på forskellige måder:

- Som gennemsnit over perioder, hvis længde kan variere fra år til minutter. Sådanne gennemsnit betegnes som middelværdier.
- En middelværdi over en længere periode kan suppleres med en angivelse af den maksimale korttidsværdi i en del af perioden.
- Eller en percentil (fraktil) i måleperioden. En 98% percentil for NO vil sige den værdi, som 98% af målingerne (fx timemiddelværdier) holder sig under i måleperioden, eller den værdi som 2% af målingerne ligger på/over.

Der er beregnet følgende størrelser for alle stofferne :

- Daglige middelværdier (veje: 6.30 til 15.00 og kirkegårde: 7.00 til 15.00).
- Daglige maksimale timemiddelværdier
- Daglige maksimale 3 minuts-værdier.

For Jagtvej og Holmbladsgade har det ikke været muligt at beregne 3 minuts-værdier.

Udover gennemsnit og størsteværdier i hver måleperiode, er desuden beregnet en "1/4-tidsværdi" for de 3 målestørrelser. Der er tale om en 75% percentil, altså den værdi, som forureningsniveauet lå på (eller over) i 1/4 af dagene i måleperioden. Når der anvendes en 75% percentil (hvor mange grænseværdier anvender fx 98% percentiler) skyldes det, at luftforureningen antageligt skal ligge på/over det angivne niveau relativt ofte, for at kunne give udslag i spørgeske-maundersøgelsens symptombesvarelser.

### 4.3. Luftforureningsniveauer på veje og kirkegårde

Resultaterne af målinger 5 forskellige steder på vejnettet samt på 2 kirkegårde i Københavns Kommune, er fremstillet i tabel 4.1 - 4.5 i næste afsnit. De peger på klare niveauforskelle mellem veje og kirkegårde, med de største luftforureningskoncentrationer på vejene. Der ses desuden forskelle mellem såvel de forskellige vejpositioner som mellem de 2 kirkegårde.

Der er en svag tendens til højere luftforureningsniveauer på Assistens kirkegård i forhold til Vestre kirkegård, især for maksimale daglige timemiddelværdier og 3 minuts-værdier. For NO, NO<sub>2</sub>, og CO er der ikke tale om nævneværdige forskelle for dagsmiddelværdier. De markant højere SO<sub>2</sub>-niveauer på Assistens kirkegård modificeres af, at der efter denne måleperiode blev konstateret et nulpunkts-skred på SO<sub>2</sub>-måleren. Det betyder, at de målte SO<sub>2</sub>-værdier på Assistens kirkegård er op til 10 ppb for høje.

Tendensen til mere luftforurening på Assistens kirkegård skyldes sandsynligvis, at kirkegården er relativt lille og ligger ved tæt trafikerede gader, samt målestationens placering relativt tæt på Jagtvej og kirkegårdens maskinhus. Det vurderes at luftforureningsniveauet er nogenlunde ens på de 4 andre kirkegårde, og målingerne på Vestre kirkegård betragtes således som repræsentative for hovedparten af de kirkegårdsarbejdere, der deltager i undersøgelsen. Målingerne herfra vil derfor være målestok ved sammenligning mellem kirkegårde og veje. Målingerne på Assistens kirkegård angiver de niveauer, som en mindre del af deltagerne kan udsættes for i deres arbejde.

Det er vanskeligt, ud fra de 5 vejmålinger, at finde et repræsentativt luftforureningsniveau for vejarbejderne.

Fra alle 5 målepositioner foreligger der resultater for NO og NO<sub>2</sub>, og for begge disse stoffer ligger Holmbladsgade klart lavere end de 4 andre steder. Der er målt for CO på 4 målepositioner, og også her ligger Holmbladsgade lavest (på dagsgennemsnit).

De lavere niveauer i Holmbladsgade skyldes sandsynligvis målepositionens relative åbenhed, den større afstand til kørebanen, den mindre trafikbelastning og endelig det forhold, at der her er målt i 3,5 meters højde mod 1,5 meters højde for vejmålingerne på Vester Voldgade, H.C. Andersens Boulevard og Gammel Torv.

Det vil være rimeligt at tage et gennemsnit af alle vejmålingerne som udtryk for "det vejniveau", der skal sammenlignes med kirkegårdene, når det er dagsmiddelværdier der sammenlignes. Vejarbejderne (gaderenholdelsen) kommer nemlig på mange forskellige gader på en hel arbejdsdag.

Ved sammenligning af maksimale korttidsværdier (time- eller 3 minuts-værdier) for veje og kirkegårde, er det ikke mere rimeligt at anvende et gennemsnit af alle vejmålingerne som udtryk for "vejniveauet". På grund af vejarbejdernes mobilitet på en arbejdsdag, i særlig grad for gaderenholdelsen, vil de stort set alle i løbet af en arbejdsdag arbejde på stærkt trafikerede veje i kortere eller længere tid. Det er derfor mere rimeligt at antage, at vejarbejderne ofte vil være udsat for korttidsbelastninger, der svarer til luftforureningsniveauet på de steder, hvor vi har målt de højeste koncentrationer. Disse luftforureningsniveauer vil det derfor være rimelige at anvende, når vejarbejdernes udsættelse for maksimale korttidsbelastninger skal vurderes.

De fleste af de målte stoffer ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{SO}_2$  og  $\text{O}_3$ ) har en akut irriterende virkning, og det forekommer derfor rimeligt at vurdere den sundhedsmæssige betydning af disse ud fra de maksimale korttidsværdier. Med hensyn til udvikling af kronisk bronkitis må det forventes at såvel maksimale korttidsværdier som gennemsnitsværdier over længere perioder har relevans. Den langsommere effekt af  $\text{CO}$  gør derimod dagsmiddelværdier mere relevante for dette stof.  $\text{NO}$ , som er primær forurening, kan desuden betragtes som en indikator for den samlede primære luftforurening fra trafikken, og derfor vurderes både maksimale korttidsværdier og dagsmiddelværdier for dette stof.

### Sammenligning mellem veje og kirkegårde

Resultaterne af målingerne for de 5 stoffer på de 7 målepotioner er i absolutte tal sammenfattet i tabel 1 - 5. Disse peger på væsentlige forskelle mellem kirkegårde og veje.

Den relative forskel mellem kirkegårdsniveauet repræsenteret ved Vestre kirkegård og vejniveauerne er illustreret på figur 4.1.

Nedenfor angives for hvert stof forskellen fra kirkegårdsniveauet til et gennemsnit af alle vejmålinger af det pågældende stof, fx 9 gange højere niveau på vejene. I parentes lige efter angives forskellen fra kirkegårdsniveau til laveste vejmåling henholdsvis højeste vejmåling, fx (4 til 21 gange højere).

For den primære luftforurening NO ligger vejniveauet 14 gange (5 til 29 gange) højere end kirkegårdsniveauet for gennemsnit af dagsmiddelværdier, 9 gange (3 til 16 gange) højere for 1/4-tidsværdier af daglige maksimale timemiddelværdier og 15 gange (9 til 21 gange) højere for 1/4-tidsværdier af daglige maksimale 3 minuts-værdier.

For den primære luftforurening CO ligger vejniveauet 4 gange (2 til 7 gange) højere end kirkegårdsniveauet for gennemsnittet af dagsmiddelværdier, og 5 gange (2 til 9 gange) højere for 1/4-tidsværdier af dagsmiddelværdier.

For den primære luftforurening SO<sub>2</sub> ligger vejene 7 gange (5 til 9 gange) højere end kirkegårdene for 1/4-tidsværdien af daglige maksimale timemiddelværdier, og 9 gange (7 til 13 gange) højere for 1/4-tidsværdier af daglige maksimale 3 minuts-værdier.

De primære luftforureninger NO, CO og SO<sub>2</sub> ligger således samlet 2 til 29 gange højere på vejene end på kirkegårdene.

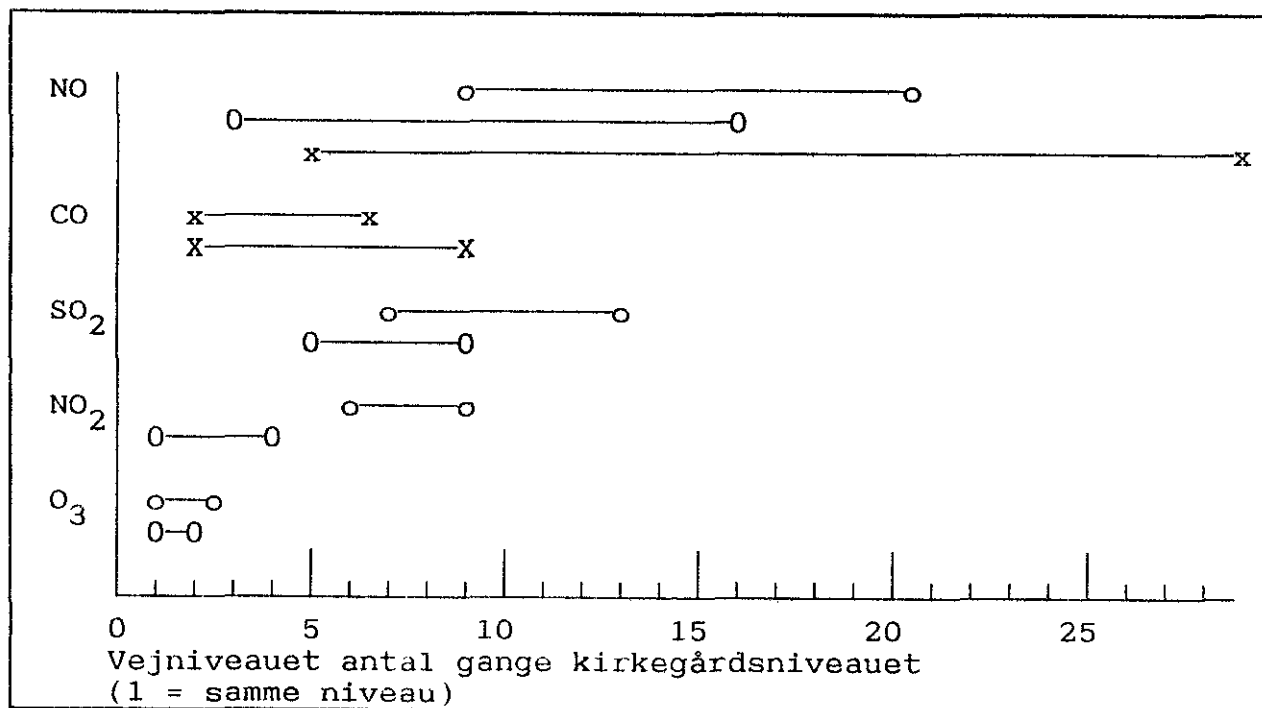
For den hovedsageligt sekundære luftforurening NO<sub>2</sub> ligger vejene 2,5 gange (fra samme niveau til 4 gange) højere for



1/4-tidsværdien af daglige maksimale timemiddelværdier, og 8 gange (6 til 9 gange) højere for 1/4-tidsværdien af daglige maksimale 3 minuts-værdier.

Niveauforskellene for den sekundære luftforurening  $O_3$  er svære at vurdere. To af vejene ligger nogenlunde på kirkegårdsniveau, mens den 3. vej ligger over. For daglige maksimale 3 minuts-værdier er der en tendens til højere vejniveauer, mens der ikke er nogen forskel for gennemsnit af dagsmiddelværdier (tabel 4.5). Målingerne tyder på store lokale forskelle.

Figur 4.1 Luftforureningen på Københavns veje. Relativ sammenligning med Vestre Kirkegård.



- o—o: 1/4-tidsværdien (75% percentil) for daglige maksimale 3 minuts-værdier
- 0—0: 1/4-tidsværdien (75% percentil) for daglige maksimale timemiddelværdier
- x—x: Gennemsnit af dagsmiddelværdier
- X—X: 1/4-tidsværdien (75% percentil) for dagsmiddelværdier

Ved sammenligning af kirkegårdsmålingerne med samtidige vej-  
målinger for gennemsnittet af dagsmiddelværdier viste ni-  
veauforskellene sig at være af samme størrelsesorden. Der er  
derfor ikke grundlag for at antage, at luftforureningsni-  
veauerne var ekstremt lave i netop de perioder, hvor vi mål-  
te på de 2 kirkegårde.

### Konklusion

På vejene er der målt væsentligt højere niveauer for de pri-  
mære luftforureninger NO, CO og SO<sub>2</sub>, i forhold til niveauet  
på Vestre kirkegård. Det er rimeligt at antage, at niveau-  
forskellene ligger i samme størrelsesorden for også andre  
primære luftforureninger fra trafikken, som der ikke er målt  
for i denne undersøgelse.

For den hovedsageligt sekundære luftforurening NO<sub>2</sub> lå vejene  
ligeledes på et højere luftforureningsniveau.

For den sekundære luftforurening O<sub>3</sub> tyder måleresultaterne  
ikke på generelle forskelle fra veje til kirkegårde. Talma-  
terialet tyder på store lokale forskelle.

For NO<sub>2</sub>, NO, SO<sub>2</sub>, og O<sub>3</sub> kan akutte helbredseffekter forårsag-  
es af daglige korttidsbelastninger. Vejarbejderne - speci-  
elt i gaderenholdelsen - arbejder i løbet af en dag typisk i  
kortere eller længere perioder i stærkt trafikerede gader.  
De bliver derfor udsat for daglige maksimale korttidsværdier  
svarende til de højeste af vejmålingerne. Derfor skal de re-  
levante ekspositionsforskelle mellem vej- og kirkegårdsar-  
bejderne for disse 4 stoffer, formentlig findes i den høje  
ende af de beskrevne variationer.

Med hensyn til udvikling af kronisk bronkitis er det for-  
mentlig også relevant at vurdere gennemsnitsekspositioner  
over længere perioder. Ser man på gennemsnit af dagsmiddel-  
værdier, ændrer det ikke på det generelle billede af væsent-  
lig højere ekspositioner på vejene i forhold til kirkegårde-  
ne.

Tabel 4.1 Luftmålingsresultater for NO<sub>2</sub>, målt i ppb.

VV = Vester Voldgade  
 HCAB = H.C. Andersens Boulevard  
 GT = Gammel Torv  
 JV = Jagtvej. Usikkerhed: -5% og +10% af måling.  
 HG = Holmbladsgade  
 VK = Vestre kirkegård  
 AS = Assistens kirkegård

	VV	HCAB	GT	JV	HG	VK	AS
Antal hverdage der er måleresultater fra	23	29	16	143	128	28	20
Usikkerhed, ppb	+10	+10	+10		?	+2	+2
<b>Dagsmiddelværdier(8t.):</b>							
Snit af de daglige middelværdier	35	40	43	41	23	23	25
1/4 af dagene var de dgl mid.værdier på/over	45	49	53	50	27	26	30
Største dagsmiddelværdi	85	69	67	90	38	40	40
<b>Maksimale daglige timemiddelværdier:</b>							
1/4 af dagene var de dgl.max t/værd. på/over	88	92	121	65	33	32	46
Største timemiddelværdi	208	125	199	183	54	43	51
<b>Maksimale daglige 3 minuts-værdier:</b>							
1/4 af dagene var dgl. 3 min. max.værd på/over	267	214	291	--	--	33	49
Største 3 minuts-værdi i hele måleperioden	559	313	521	--	--	65	57

Omregningsfaktor: NO<sub>2</sub>: 1 ppb = 1,88 µg/m<sup>3</sup>.

Eksempler:

For den højeste 1/4 af de 23 dagsmiddelværdier fra Vester Voldgade, lå NO<sub>2</sub>-niveauet mellem 45 og 85 ppb.

For den højeste 1/4 af de 29 maksimale daglige 3 minuts-værdier fra Gammel Torv, lå NO<sub>2</sub>-niveauet mellem 291 og 521 ppb.

Tabel 4.2 Luftmålingsresultater for NO, målt i ppb.

VV = Vester Voldgade  
 HCAB = H.C. Andersens Boulevard  
 GT = Gammel Torv  
 JV = Jagtvej. Usikkerhed: -5% og +10% af måling.  
 HG = Holmbladsgade  
 VK = Vestre kirkegård  
 AS = Assistens kirkegård

	VV	HCAB	GT	JV	HG	VK	AS
Antal hverdage der er måleresultater fra	24	29	19	143	128	28	20
Usikkerhed, ppb	+10	+10	+10		?	+2	+2
<b>Dagsmiddelværdier(8t.):</b>							
Snit af de daglige middelværdier	127	257	73	147	41	9	9
1/4 af dagene var de dgl mid.værdier på/over	178	333	103	208	51	18	19
Største dagsmiddelværdi	339	489	149	474	142	33	32
<b>Maksimale daglige timemiddelværdier:</b>							
1/4 af dagene var de dgl. max-timev. på/over	302	508	169	364	79	31	36
Største timemiddelværdi	727	865	283	678	333	56	96
<b>Maksimale daglige 3 minuts-værdier:</b>							
1/4 af dagene var dgl. 3 min. max.værd på/over	520	708	315	--	--	34	44
Største 3 minuts-værdi i hele måleperioden	991	961	530	--	--	90	108

Omregningsfaktor:

NO : 1 ppb = 1,25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Tabel 4.3 Luftmålingsresultater for CO, målt i ppm.

VV = Vester Voldgade  
 HCAB = H.C. Andersens Boulevard  
 GT = Gammel Torv  
 JV = Jagtvej  
 HG = Holmbladsgade  
 VK = Vestre kirkegård  
 AS = Assistens kirkegård

	VV	HCAB	GT	JV	HG	VK	AS
Antal hverdage der er måleresultater fra	18	28	18	0	127	28	20
Usikkerhed, ppm : +-	0,5	0,5	0,5		?	0,2	0,2
<b>Dagsmiddelværdier(8t.):</b>							
Snit af de daglige middelværdier	2,1	4,3	2,0	--	1,0	0,6	0,7
1/4 af dagene var de dgl mid.værdier på/over	2,8	5,1	2,5	--	1,1	0,6	0,8
Største dagsmiddelværdi	3,5	7,1	2,8	--	4,3	1,0	0,9
<b>Maksimale daglige timemiddelværdier:</b>							
1/4 af dagene var de dgl. max-timev. på/over	5,3	8,6	4,6	--	1,5	0,8	1,2
Største timemiddelværdi	7,1	13,0	5,6	--	16,1	1,2	1,8
<b>Maksimale daglige 3 minuts-værdier:</b>							
1/4 af dagene var dgl. 3 min. max.værd på/over	7	11	7	--	--	1,0	1,3
Største 3 minuts-værdi i hele måleperioden	8	19	17	--	--	1,4	5,5

Omregningsfaktorer:

CO : 1 ppm = 1,145 mg/m<sup>3</sup>.

Tabel 4.4 Luftmålingsresultater for SO<sub>2</sub>, målt i ppb.

VV = Vester Voldgade  
 HCAB = H.C. Andersens Boulevard  
 GT = Gammel Torv  
 JV = Jagtvej. Usikkerhed: -5% og +10% af måling.  
 HG = Holmbladsgade  
 VK = Vestre kirkegård  
 AS = Assistens kirkegård

	VV	HCAB	GT	JV	HG	VK	*) AS
Antal hverdage der er måleresultater fra	21	27	18	141	0	28	20
Usikkerhed, ppb	+2	+2	+2			1,5	1,5
<b>Dagsmiddelværdier(8t.):</b>							
Snit af de daglige middelværdier	23	28	18	22	--	2	15
1/4 af dagene var de dgl mid.værdier på/over	35	35	28	26	--	3	16
Største dagsmiddelværdi	54	51	29	61	--	8	47
<b>Maksimale daglige timemiddelværdier:</b>	**)						
1/4 af dagene var de dgl. max-timev. på/over	45	54	29	34	--	6	27
Største timemiddelværdi	112	75	75	70	--	28	64
<b>Maksimale daglige 3 minuts-værdier:</b>							
1/4 af dagene var dgl. 3 min. max.værd på/over	94	58	47	--	--	7	37
Største 3 minuts-værdi i hele måleperioden	203	86	94	--	--	28	85

\*) Efter måleperioden konstateredes et nulpunkts-skred til +10 Resultaterne fra Assistens K. er altså op til 10 ppb for høje.

\*\* ) Kun dgl. maks. timeværdier fra 16 dage.

Omregningsfaktor:  
 SO<sub>2</sub>: 1 ppb = 2,86 µg/m<sup>3</sup>.

Tabel 4.5 Luftmålingsresultater for O<sub>3</sub>, målt i ppb.

VV = Vester Voldgade  
 HCAB = H.C. Andersens Boulevard  
 GT = Gammel Torv  
 JV = Jagtvej  
 HG = Holmbladsgade  
 VK = Vestre kirkegård  
 AS = Assistens kirkegård

	VV	HCAB	GT	JV	HG	VK	AS
Antal hverdage der er måleresultater fra	22	28	18	0	0	28	20
Usikkerhed, ppb	+--3	+--3	+--3			+--3	+--3
<b>Dagsmiddelværdier(8t.):</b>							
Snit af de daglige middelværdier	10	38	21	--	--	22	36
1/4 af dagene var de dgl mid.værdier på/over	24	42	23	--	--	26	41
Største dagsmiddelværdi	33	53	34	--	--	49	49
<b>Maksimale daglige timemiddelværdier:</b>							
1/4 af dagene var de dgl. max-timev. på/over	38	56	29	--	--	33	52
Største timemiddelværdi	47	72	42	--	--	100*	63
<b>Maksimale daglige 3 minuts-værdier:</b>							
1/4 af dagene var dgl. 3 min. max.værd på/over	34	93	43	--	--	33	59
Største 3 minuts-værdi i hele måleperioden	97	146	60	--	--	***) 310	69

\*)Denne høje værdi er enkeltstående. Næsthøjeste dag : 42 ppb

\*\*)Kun dgl. maks.-timeværdier fra 17 dage fra Vester Voldgade.

\*\*\*)Denne høje værdi er enkeltstående. Næsthøjeste dag var værdien 44 ppb.

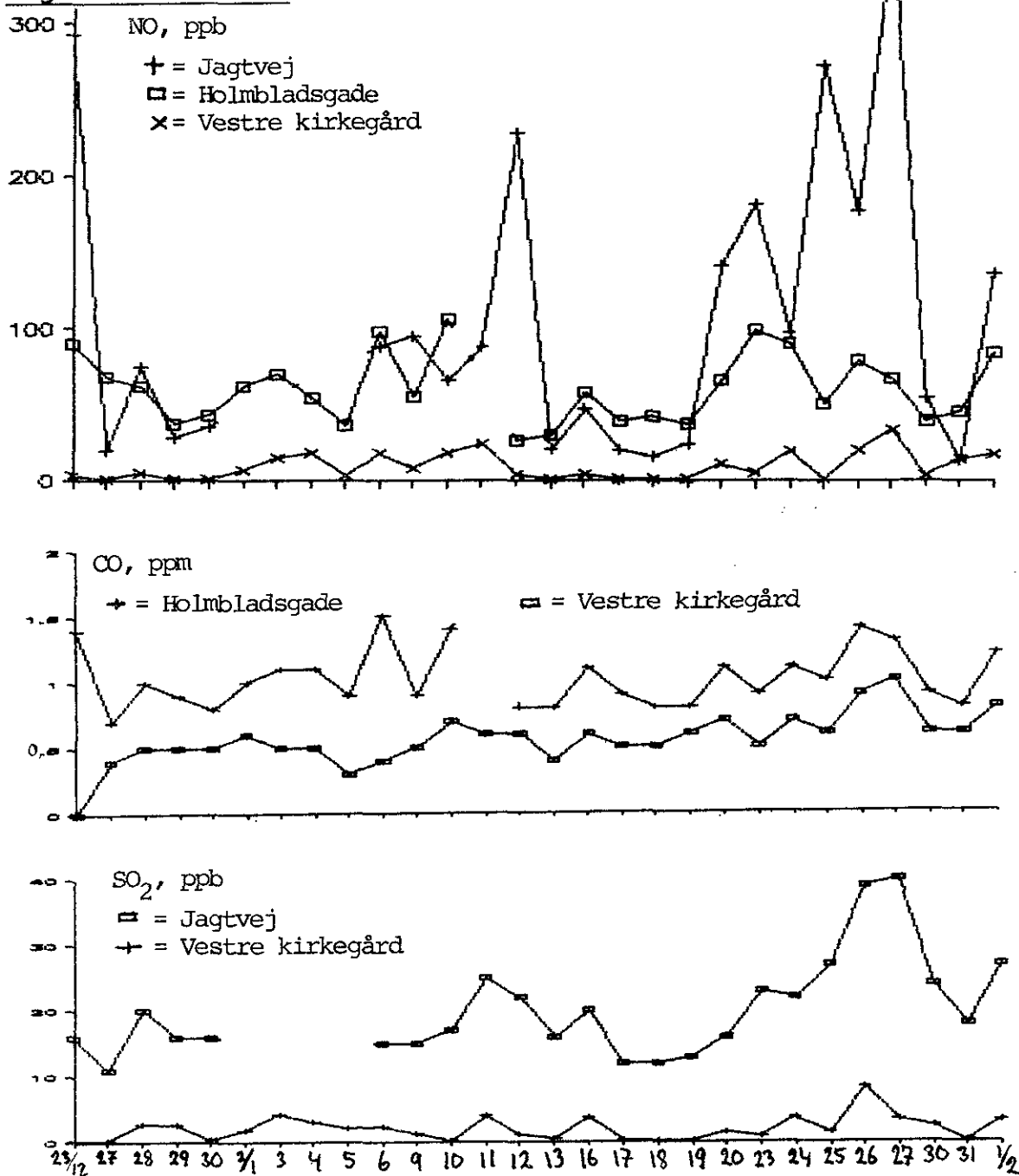
Omregningsfaktor:

$$O_3 : 1 \text{ ppb} = 2,00 \mu\text{g}/\text{m}^3.$$

### Luftforureningsvariation fra dag til dag

Nedenstående kurver kan give et indtryk af niveauforskellene mellem forskellige målepositioner. Kurverne viser, i hvilket omfang luftforureningen tidsmæssigt følges ad for forskellige målesteder såvel som for forskellige stoffer. Punkterne på kurverne er daglige 8 1/2 timers middelværdier for vejene og 8 timers middelværdier for kirkegårdene.

Figur 4.2 til 4.4

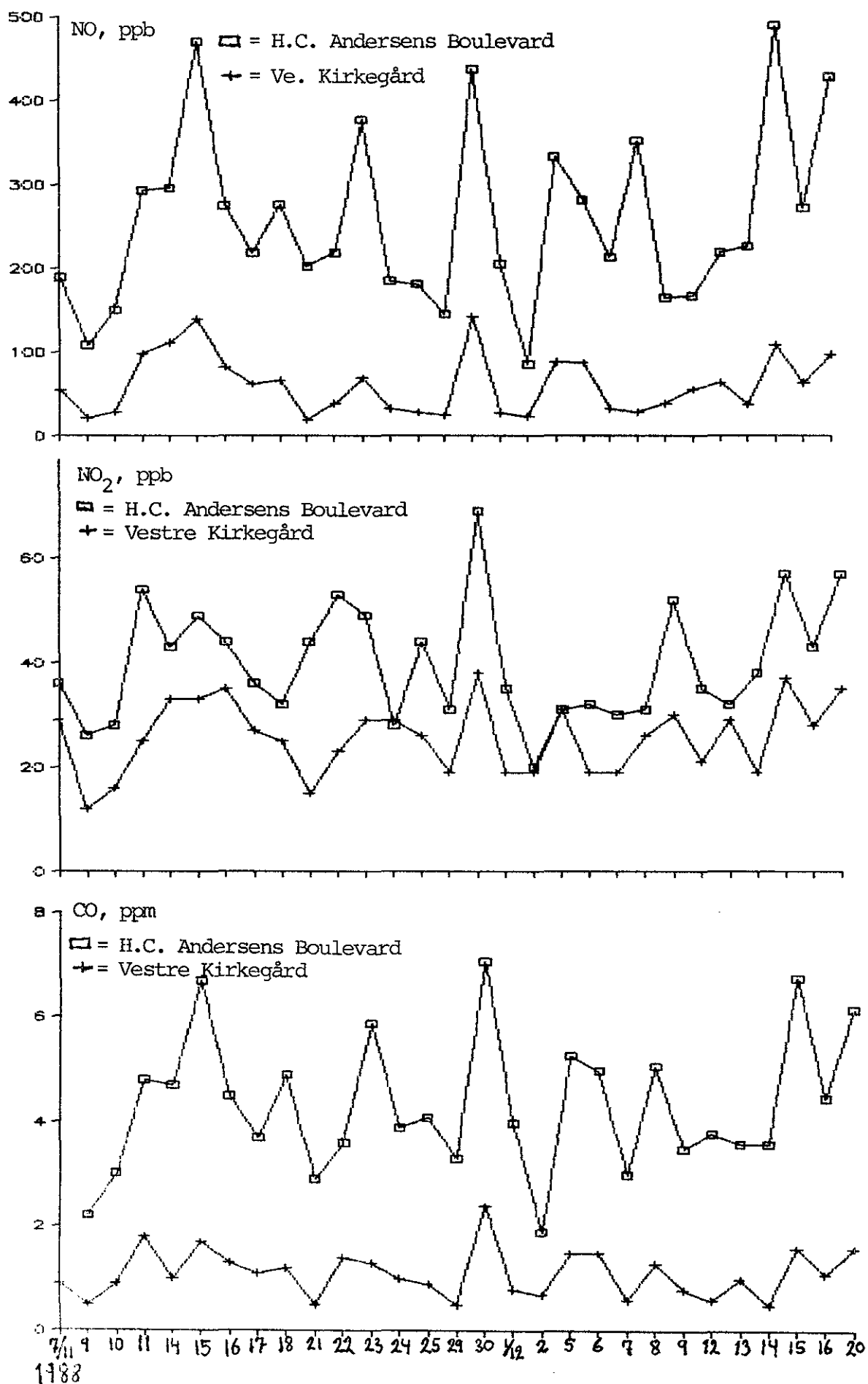


Tidsaksen er ens for de tre figurer.

1989



Figur 4.5 til 4.7 Tidsaksen er ens for de tre figurer.



#### 4.4. Trafikkens andel af luftforureningen

Måleresultaterne for NO og NO<sub>2</sub> fra en vejmåling og en kirkegårds-  
måling relativt tæt på hinanden, nemlig Jagtvej og Assistens kirkegård, giver mulighed for at vurdere trafik-  
kennens andel af luftforureningen. Vi formoder, at luftforurenings-  
bidragene fra stationære kilder samt fra omkringliggende gader trafik er nogenlunde ens for disse 2 målesteder. En hø-  
jere koncentration af luftforurening på Jagtvej må derfor antages at være forårsaget af trafikken på vejen. Sammenlig-  
ningen af samtidige måleresultater fra disse 2 steder kan derfor give et indtryk af trafik-  
kennens andel af luftforureningen på en trafikeret gade.

##### NO:

For de 16 dage med samtidige NO-målinger på Assistens kirkegård og Jagtvej er gennemsnittet af de 16 dagsmiddelværdier (8 1/2 time pr. dag) 6 ppb på Assistens kirkegård og 158 ppb på Jagtvej. Trafikkens andel af NO-forureningen (i dagtimerne) må på denne baggrund vurderes til 96 % i dette tilfælde. Dette er en noget højere andel end angivet af Miljøstyrelsen (26) samt Nielsen og Grandjean (27) (jvf. kapitel 2.).

##### NO<sub>2</sub>:

For de 16 dage med samtidige NO<sub>2</sub> målinger på Assistens kirkegård og Jagtvej er gennemsnittet af de 16 dagsmiddelværdier (8 1/2 time pr. dag) 23 ppb på Assistens kirkegård og 45 ppb på Jagtvej. Resultaterne peger således på, at den primære samt hurtigt dannede sekundære NO<sub>2</sub> fra trafikken, udgør omkring 50% af den samlede NO<sub>2</sub>-forurening i dette tilfælde. Disse måleresultater ligger inden for de af Nielsen og Grandjean (27) angivne intervaller.

##### SO<sub>2</sub>:

For SO<sub>2</sub> må trafik-  
kennens andel vurderes ved en anden metode, idet SO<sub>2</sub>-målingerne på Assistens kirkegård er behæftet med for stor usikkerhed. Der anvendes i stedet måleresultater fra Hovedstadsrådets stationære målestation på H.C. Andersens Boulevard for ugen fra 9/5 til 13/5 1989 (se bilag 4.4 og 4.5). I dagtimerne er vejen stærkt trafikeret med bl.a.

tung dieseltrafik, og vi antager at stigningen i  $SO_2$ -koncentrationen i dagtimerne skyldes trafikken. Denne antagelse underbygges af døgnvariationerne med de to almindelige myldretidstoppe.  $SO_2$ -niveauerne om dagen vurderes til at være 2-4 gange højere end natniveauet, hvilket svarer til at  $SO_2$ -forureningen fra trafikken her udgjorde 50 - 75% af den totale  $SO_2$ -forurening i dagtimerne.

Vi skal dog her tage det forbehold, at stationære kilder, og her tænkes specielt på kraftværkerne, kunne være en del af grunden til den observerede døgnvariation. Det skal desuden nævnes, at den anvendte uge er tilfældigt valgt, samt at en så kort periode er kilde til usikkerhed i sig selv. Den store trafikandel i gadeniveau er dog alligevel bemærkelsesværdig, ikke mindst fordi bilernes andel af  $SO_2$ -forureningen normalt vurderes meget lavt, da det ofte er den totale  $SO_2$ -forurening, og ikke gadesituationen der vurderes.

#### 4.5. Målingerne i forhold til grænseværdier

Da de danske grænseværdier for det ydre miljø er percentiler over et år, er det ikke muligt at sammenligne vores måleresultater med disse. WHO anbefaler dog også grænseværdier for flere stoffer, målt over kortere perioder, som der nedenfor er sammenlignet med.

$NO_2$  :

På Vester Voldgade er der fundet en enkelt tangering (208 ppb) af WHO's 213 ppb grænseværdi for timemiddelværdier.

På H.C. Andersens Boulevard, Gl. Torv og Jagtvej var de højeste målte timemiddelværdier på 125 ppb, 199 ppb og 183 ppb.

Vi ser således, at der ved flere vejpositioner blev målt koncentrationer, som ligger lidt under eller tangerer WHO's anbefalede grænseværdi fra 1987. Denne grænse er en 1-times middelværdi, der aldrig må overskrides.

SO<sub>2</sub> :

På Vester Voldgade er den højeste målte timemiddelværdi 112 ppb, på H.C. Andersens Boulevard er den 75, på Gl. Torv 75 og på Jagtvej 70. De højeste koncentrationer ligger således lidt under WHO's anbefalede grænseværdi fra 1987 på 123 ppb som timemiddelværdi, der aldrig må overskrides.

CO :

For de fire veje, hvor der er målt CO, ligger de maksimale 8 1/2 times dagsgennemsnit fra 2,8 til 7,1 ppm.

Den højeste måling ligger således lige under WHO's anbefalede grænseværdi fra 1987 på 10 ppm som 8 timers værdi, der aldrig må overskrides.

O<sub>3</sub> :

Fra de tre veje hvor der er målt for O<sub>3</sub>, ses maksimale time-middelværdier på 47, 72 og 42 ppb. Den højeste ligger således lige under WHO's anbefalede grænseværdi fra 1987 på 75-100 ppb som timemiddelværdi, der aldrig må overskrides. På Vestre Kirkegård ses en enkeltstående høj timemiddelværdi på 100 ppb (den næsthøjeste var 42 ppb).

For vejene, hvor der er målt for O<sub>3</sub>, er de tre højeste 8 1/2 times dagsgennemsnit på henholdsvis 33, 53 og 34 ppb. Den højeste tangerer WHO's anbefalede grænseværdi fra 1987 på 50-60 ppb som 8 timers middelværdi, der aldrig må overskrides.

### Konklusion

Det må således konkluderes, at der på vejene indenfor en 6 måneders periode, er målt høje værdier i forhold til WHO's grænseværdier for luftforurening i ydre miljø. Blandt vejmålingerne findes der for NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO og O<sub>3</sub> måleresultater, der ligger lige under eller tangerer WHO's anbefalede grænseværdier.

Dette resultat skal ses i lyset af, at samtlige målinger er foretaget i vej- og kirkegårdsarbejdernes arbejdstid, hvorfor de høje forureningsniveauer i dagens sidste myldretid ikke er med. Måleperioderne var de fleste steder relativt korte og det skal bemærkes, at der i den totale måleperiode ikke var nogen tilfælde af inversionslag med efterfølgende "smog-episoder".

Arbejds miljøgrænseværdien er væsentligt højere for  $\text{NO}_2$  og  $\text{SO}_2$ , men til gengæld skal de enkelte komponenters bidrag i forhold til grænseværdierne lægges sammen. Københavns Kommunes BST målte d. 3/11 1988, i en anden anledning, luftforurening i Vester Voldgade. Der målttes for  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{SO}_2$ , formaldehyd, organisk støv, acrolein, PAH og asbest. Ved at lægge bidragene sammen blev resultatet 48% af den tilladte koncentration for dagsgennemsnit og 60% for spidsværdier. I betragtning af, at der kun er målt for et fåtal af de stoffer, der udgør luftforureningen, samt at der ses dage med mere luftforurening end d. 3/11 1988, er luftforureningen på dele af Københavns kommunes vejnet ligeledes høj i forhold til arbejdsmiljøgrænseværdierne (se bilag 4.14 for uddybning).

#### 4.6. Koncentrationsforskelle i de tre højder

Ved de 3 vejmålinger på Vester Voldgade, H.C. Andersens Boulevard og Gl. Torv er der målt i 3 højder for at undersøge, om luftforureningsniveauerne er afhængige af højden. Dette er vurderet ved sammenligning af gennemsnittene for den totale måletid (tabel 4.6, 4.7 og 4.8) samt ved hjælp af scatterplots (figur 4.8, 4.9, 4.10, og 4.11).

Gennemsnittene er gennemsnit af samtlige daglige 8 1/2 times middelværdier i hele måleperioden.

Scatterplottene er en grafisk fremstilling af måleresultaterne i 2 højder "mod hinanden". For samtidige målinger sættes værdien i højde 1 som X-værdi og værdien i højde 2 som Y-værdi, og koordinatsættet plottes ind i et koordinatsy-

stem. Ligger punktet på linjen  $X=Y$ , er niveauet i de to højder ens på dette tidspunkt. Ligger punktet over linjen, er højde 2's niveau større end højde 1's på dette tidspunkt, og omvendt hvis punktet ligger under linjen.

For hvert kvarter (fra 6.30 til 15.00) er værdierne i 2 højder plottet mod hinanden. Samtidige værdier vil altså her sige 2 forskellige 3 minuts perioder indenfor det samme kvarter. Det vil så være muligt at vurdere om der er en overvægt i punkter over eller under linjen, hvilket kan tolkes som en overvægt i tidspunkter, hvor der i den ene højde måles større/mindre luftforureningsniveau. Det er ligeledes muligt at vurdere, om forskellene typisk er store (mange punkter langt væk fra linjen) eller det omvendte.

Der er beregnet glidende gennemsnit af hvert kvarters 3 minuts-værdi for at udjævne det meget varierende forløb af luftforureningen som funktion af tiden. Metoden går ud på, at en værdi fx kl. 9.00 regnes ud under hensyntagen til de to værdier på begge sider.

Ved at anvende denne metode mister det betydning, at de oprindelige "samtidige" måleværdier kun er samtidige inden for samme kvarter (se bilag 4.12 for uddybning).

Af pladshensyn fremstiller vi kun enkelte illustrative scatterplots.

Tabel 4.6 Gennemsnit af koncentrationen af luftforurening i de tre højder på H..C. Andersens Boulevard.

	3,5 meter	1,5 meter	%over 3,5 meter	0,5 meter	%over 3,5 meter
NO <sub>2</sub> , 29 dage, ppb	38,0	39,9	+5 %	40,7	+7 %
NO, 29 dage, ppb	209,1	257,0	+23%	257,2	+23%
CO, 28 dage, ppm	3,75	4,34	+16%	4,37	+17%
SO <sub>2</sub> , 27 dage, ppb	26,2	28,4	+8 %	27,6	+5 %
O <sub>3</sub> , 28 dage, ppb	36,8	37,8	+3 %	38,1	+4 %

Eksempel på tolkning af tabellerne:

På H.C. Andersens Boulevard var gennemsnittet for CO i 3,5 meters højde på 3,75 ppm. I 1,5 meters højde var gennemsnittet 4,34 ppm, hvilket er 16% over 3,5-meter-niveauet. I 0,5 meters højde var gennemsnittet 4,37 ppm, hvilket er 17% over 3,5-meter-niveauet.

For de primære luftforureninger NO, CO og SO<sub>2</sub> ses nogenlunde det samme luftforureningsniveau for 1,5 og 0,5 meter. 3,5 meter ligger noget lavere. Den procentvise forskel er størst for NO og CO.

For den hovedsageligt sekundære luftforurening NO<sub>2</sub> er niveauet i 3,5 m lavest, mens de 2 lavere højder er nogenlunde ens. For O<sub>3</sub> ses samme tendens.

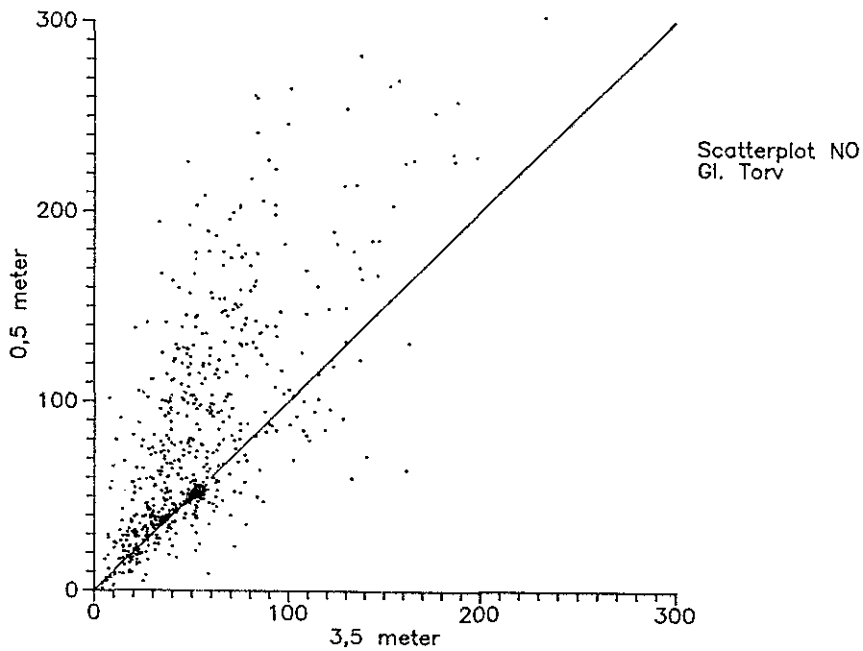
Tabel 4.7 Gennemsnit af koncentrationer af luftforurening i de tre højder på Gammel Torv ved Vestergade.

	3,5 meter	1,5 meter	%over 3,5 meter	0,5 meter	%over 3,5 meter
NO <sub>2</sub> , 16 dage, ppb	32,0	43,2	+35%	46,9	+47%
NO, 19 dage, ppb	52,5	73,3	+40%	78,8	+50%
CO, 18 dage, ppm	1,52	1,98	+30%	2,07	+36%
SO <sub>2</sub> , 18 dage, ppb	13,7	14,3	+ 4%	14,5	+ 5%
O <sub>3</sub> , 18 dage, ppb	17,9	20,7	+16%	20,0	+12%

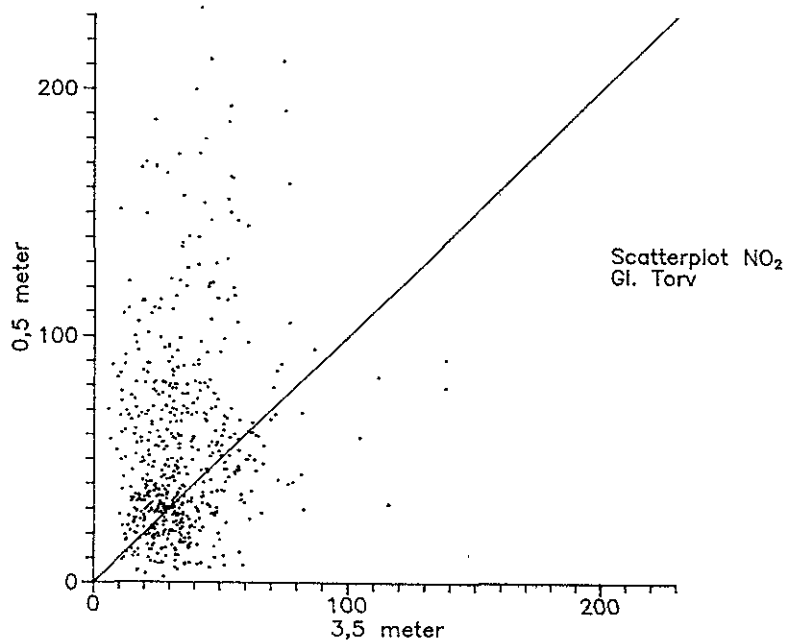
For NO<sub>2</sub>, NO og CO ses en markant og entydig tendens til stigende niveauer med faldende højder. Det store spring ligger mellem 3,5 m og 1,5 m. For SO<sub>2</sub> ses samme billede, men forskellene er ikke så store. For O<sub>3</sub> ses samme tendens. I 3,5 m er niveauet lavest, mens 1,5 m og 0,5 m har samme niveau.



**Figur 4.8** Scatterplot af NO-koncentrationen i 0,5 m mod 3,5 m's højde på Gammel Torv.



**Figur 4.9** Scatterplot af NO<sub>2</sub>-koncentrationen i 0,5 m mod 3,5 m's højde på Gammel Torv.



Der ses for NO og NO<sub>2</sub> en tydeligt overvægt i tilfælde, hvor luftforureningsniveauet er højest i laveste målehøjde.

Tabel 4.8 Gennemsnit af koncentrationen af luftforurening i de tre højder på Vester Voldgade.

	3,5 meter	1,5 meter	%over 3,5 meter	0,5 meter	%over 3,5 meter
NO <sub>2</sub> , 23 dage, ppb	31,6	34,9	+10%	38,1	+21%
NO, 23 dage, ppb	112,2	122,4	+ 9%	132,6	+18%
CO, 18 dage, ppm	2,27	2,06	- 9%	2,01	-11%
CO, første 12 dage, ppm	1,68	2,54	+51%	2,79	+66%
CO, sidste 6 dage, ppm	3,45	1,45	-58%	0,45	-87%
SO <sub>2</sub> , 21 dage, ppb	23,0	22,9	0	23,1	0
O <sub>3</sub> , 22 dage, ppb	10,4	10,0	- 4%	10,0	- 4%

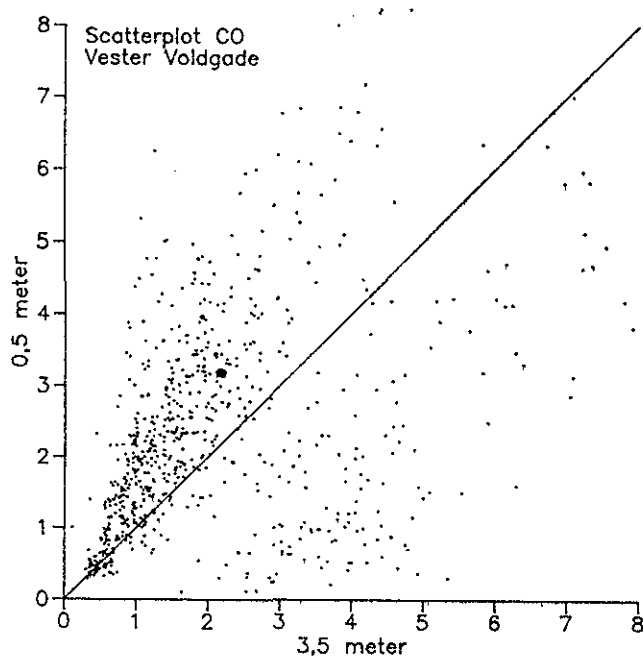
For NO<sub>2</sub> og NO ses stigende gennemsnit med faldende højder.

For CO målttes højere niveau i 3,5 meter end i de 2 andre målehøjder. Deles måleperioden op i de første 12 dage og de sidste 6 dage, er billedet forskelligt i de 2 perioder. De første 12 dage ses højeste niveau for 0,5 meter, næsthøjeste for 1,5 meter og laveste for 3,5 meter. De sidste 6 dage er billedet lige omvendt. Dette kan skyldes et skift i vindretningen/vindstyrken, som har forårsaget en ændring i luftstrømningerne på målepositionen i Vester Voldgade. Det har ikke været muligt at undersøge dette forhold nærmere. Det samme skift gælder iøvrigt også for NO og NO<sub>2</sub>, hvor det dog ikke er lige så markant.

For SO<sub>2</sub> ses der for hele måleperioden ingen forskel for de 3 højder, men billedet er helt det samme som for CO, hvis måleperioden deles op.

For O<sub>3</sub> ses ingen tydelig tendens, og billedet ændres ikke af at opdele perioden.

Figur 4.10 Scatterplot af CO-koncentrationen i 0,5 m mod 3,5 m's højde på Vester Voldgade.

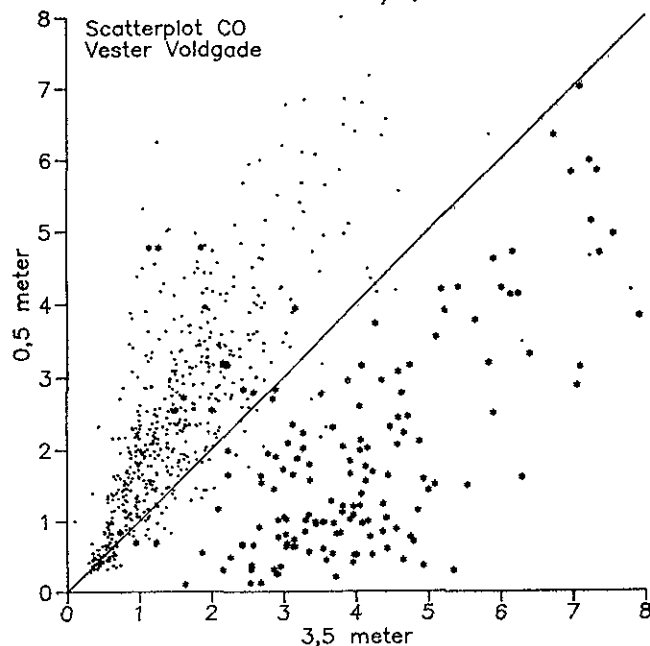


Der ses et specielt billede på figur 4.10. Der er flest tilfælde hvor CO-niveauet er lavest i 3,5 meter. I de tilfælde, hvor CO-niveauet er højest i 3,5 m, er forskellen mellem højderne større. Tilsammen stemmer det overens med, at der ikke er den helt store forskel på gennemsnittene (-11%).

For at illustrere hvordan billedet vendte efter de første 12 dage, har vi på figur 4.11 gentaget det samme scatterplot som på figur 4.10. På figur 4.11 har vi dog markeret de første 12 dage med den almindelige prik, mens de sidste 6 dage er markeret med en stjerne. I videregående studier kunne dagene deles op efter vindretning og/eller vindstyrke, for at undersøge vindens betydning for turbulensforholdene i gaden.

Figur 4.11 Scatterplot af CO-koncentrationen i 0,5 m mod 3,5 m's højde på Vester Voldgade.

- . = de første 12 dage.
- \* = de sidste 6 dage.



Med henblik på at vurdere luftforureningen et stykke væk fra vejbanen, er der på Gammel Torv målt inde på pladsen. I tabel 4.9 sammenlignes resultaterne af disse målinger, med målinger for de samme dage ved vejen (Vestergade).

Tabel 4.9 Gennemsnit af koncentration af luftforurening 10 m. fra vejbanen på Gammel Torv.

	3,5 m ved vejen	2 m. over torv	%over 3,5 m vej
NO <sub>2</sub> , 11 dage, ppb	32,9	33,2	+ 1%
NO, 14 dage, ppb	51,4	48,8	- 5%
CO, 13 dage, ppm	1,55	1,55	0
SO <sub>2</sub> , 13 dage, ppb	13,7	11,9	-13%
O <sub>3</sub> , 13 dage, ppb	17,9	20,0	+12%

For de to primære forureninger NO og SO<sub>2</sub> ses en tendens til at koncentrationen falder når man fjerner sig fra trafikken, mens CO-koncentrationen tilsyneladende ikke ændrer sig, til trods for at også dette stof er en primær luftforurening fra trafikken.

NO<sub>2</sub>-niveauet er stort set konstant, hvilket formentlig kan forklares ved at en stor del af NO<sub>2</sub>-forureningen er sekundær. For den ligeledes sekundære luftforurening O<sub>3</sub> er niveauet fundet højere inde på pladsen.

### Konklusion

I 1,5 meters højde er der som gennemsnit af alle tre målepositioner og for stofferne  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$  og  $\text{SO}_2$ , målt luftforureningsniveauer der var 14 % (varierende fra -9% til +40%) højere end i 3,5 meters højde. I 0,5 meters højde var luftforureningsniveauet tilsvarende 18% (varierende fra -11% til +50%) højere end niveauet i 3,5 meters højde.

For de enkelte stoffer målttes følgende niveauforskelle som gennemsnit af de tre målepositioner:

For  $\text{NO}$  målttes gennemsnitligt 24% (fra 9 til 40%) højere niveauer i 1,5 meters højde i forhold til 3,5 meters højde, og gennemsnitligt 30% (fra 18 til 50%) højere niveauer i 0,5 meters højde i forhold til 3,5 meters højde.

For  $\text{NO}_2$  målttes gennemsnitligt 17% (fra 10 til 35%) højere niveauer i 1,5 meters højde i forhold til 3,5 meters højde, og gennemsnitligt 25% (fra 7 til 47%) højere niveauer i 0,5 meters højde i forhold til 3,5 meters højde.

For  $\text{CO}$  målttes gennemsnitligt 12% (fra -9 til 30%) højere niveauer i 1,5 meters højde i forhold til 3,5 meters højde, og gennemsnitligt 14% (fra -11 til 36%) højere niveauer i 0,5 meters højde i forhold til 3,5 meters højde.

For  $\text{SO}_2$  målttes gennemsnitligt 4% (fra 0 til 8%) højere niveauer i 1,5 meters højde i forhold til 3,5 meters højde, og gennemsnitligt 3% (fra 0 til 5%) højere niveauer i 0,5 meters højde i forhold til 3,5 meters højde.

Der kan ikke for  $\text{O}_3$  uddrages en entydig tendens. Resultaterne på dette område svarer således til de øvrige måleresultater for  $\text{O}_3$ , som viste store lokale forskelle. Der skal formentlig inddrages yderligere parametre til forklaring af udbredelsen af  $\text{O}_3$ , hvilket ligger udenfor rammerne af denne undersøgelse.

Forskellene varierer meget fra sted til sted og fra stof til stof, og skal reelt forstås som gennemsnitlige. Det ses af scatterplottene, at der findes mange eksempler på kortere tidsrum med mere luftforurening i 3,5 meters højde end i de 2 lavere højder. Der samme var tilfældet som gennemsnit over en 6-dages periode på Vester Voldgade. Disse tilfælde er egentlig ikke så mærkelige, når de ses i relation til de foranderlige forhold der måles på:

- Bilernes hastigheder/størrelser/former har betydning for luftstrømningerne i gaden.
- Udstødningsrørets placering og højde varierer med biltypen.
- Vindens styrke og retning i forhold til gaden må være afgørende for luftstrømningerne.
- Målepositionens fysiske omgivelser som vejbredde, placering i forhold til kørebanerne, højde/størrelse af omkringliggende huse mv., har betydning for luftstrømningerne på målepositionen.

## 5. SPØRGESKEMAUNDERSØGELSEN

### 5.1. Beskrivelse af spørgeskemaundersøgelsen

Spørgeskemaundersøgelsen omfatter tre grupper af ansatte under Stadsingeniørens Direktorat i Københavns Kommune: Gartnere og specialarbejdere i begravelsesvæsenet (BGV), specialarbejdere i gaderenholdelsen (GR) og specialarbejdere i gadevedligeholdelsen, anlægsafdelingen og belægningssektionen (GV).

Gennem diskussioner med sikkerhedsrepræsentanter og besøg på arbejdspladser indsamledes informationer om arbejdets karakter, relevante ekspositioner m.m., samt om hvilke gener arbejderne selv angav at have af luftforureningen. Ud fra disse informationer og litteraturen udformede vi et spørgeskema, som indeholder spørgsmål om alder og køn, arbejdsforhold og eksponering for relevante arbejdsmiljøbelastninger, anciennitet og tidligere jobs. Desuden er der spurgt om en række helbredsforhold, overvejende akutte luftvejssymptomer og om medicinforbrug, sygeperioder og årsager til sygdomsmeldinger. Hele skemaet er gengivet i bilag 5.1.

Navne og adresser over specialarbejdere og gartnere i de tre grupper blev indhentet fra Stadsingeniørens Direktorats personalekontor. Formænd og andre ansatte med indendørs arbejde blev sorteret fra. Herefter udsendtes d. 1/12-1988 518 nummererede skemaer efter adresselisten. Skemaerne var vedlagt en anbefaling fra formændene for arbejdspladsernes sikkerhedsudvalg og formændene for de ansattes faglige organisationer. Ved hjælp af nummererede kopier af adresselisten udsendtes efterfølgende 2 rykkere til dem, der endnu ikke havde svaret, 2. gang med en ny kopi af skemaet vedlagt. De sidste udfyldte skemaer blev modtaget i januar 1989.

Der er besvaret 438 skemaer, svarende til 84,6% af 518 udsendte. På baggrund af arbejdspladsbesøg og vurdering af svarene på spørgsmål om eksposition blev personer med atypiske ekspositionsforhold frasorteret ved efterkodningen.



Gruppeinddelingskriterier og årsager til frasortering fremgår af bilag 5.2, og i tabel 5.1 ses tallene for udsendte, returnerede og frasorterede skemaer for de tre grupper.

Tabel 5.1. Antal udsendte, returnerede og frasorterede skemaer samt svarprocenter i de 3 grupper.

	BGV	GR	GV	I alt
Udsendte skemaer	172	172	174	518
Returnerede skemaer	134	147	157	438
Besvarelsesprocent	78 %	85 %	90 %	85 %
Frasorterede skemaer	14	29	13	56
Skemaer inddraget i undersøgelse	120	118	144	382

Tastningen blev gennemført af et tastebureau med kontrol for indtastning. Data er oparbejdet på Institut for Social Medicin's edb-anlæg, hvor de statistiske analyser er gennemført ved hjælp af statistikpakken SAS og lokalt udviklet programmel. Analyserne er tilrettelagt af adjunkt, mag. scient. soc. Mogens Trab Damsgård, Institut for Social Medicin, Københavns Universitet.

I forbindelse med dataanalysen er spørgsmål vedrørende helbredsforhold delt i to (dikotomiseret). Svaret tælles som negativt, når symptomet forekommer aldrig eller sjældent, og positivt hvis det forekommer relativt hyppigere. Dikotomiseringen er angivet med pile i spørgeskemaet i bilag 5.1.

## 5.2. Resultater af spørgeskemaundersøgelsen

Deltagerne i de to eksponerede grupper (gaderenholdelsen og gadevedligeholdelsen) er gennemsnitligt lidt ældre end deltagerne i begravelsesvæsenet, ligesom ancienniteten er lidt højere (tabel 5.2.) Der er i alle tre grupper en tendens til, at personer som ikke har besvaret spørgeskemaet er lidt ældre og har lidt højere anciennitet.

Tabel 5.2. Gennemsnitlig alder og anciennitet for deltagere (returnerede skemaer) og ikke-deltagere (ikke returnerede skemaer).

i antal år	BGV		GR		GV	
	Alder	Anc.	Alder	Anc.	Alder	Anc.
Returnerede	36,6	5,5	42,1	8,7	41,8	9,8
Ikke-returnerede	40,2	7,7	44,1	13,6	45,9	12,6
Difference	3,6	2,2	2,0	4,9	4,1	2,8

Tabel 5.3 viser den aldersmæssige sammensætning af de tre grupper, og det fremgår heraf, at begravelsesvæsenet har særligt mange helt unge, mens gaderenholdelsen og gadevedligeholdelsen stort set har samme fordeling på aldersgrupperne.

Kønsfordelingen mellem begravelsesvæsenet med 8% kvinder og gaderenholdelsen med 7% er stort set ens, mens gadevedligeholdelsen har lidt færre med 1%.

Tabel 5.3. Gruppernes fordeling på alder

i pct.				
	19-29 år	30-39 år	40-49 år	50-69 år
BGV (N=120)	39	25	17	19
GR (N=118)	15	29	28	29
GV (N=144)	19	24	27	30

Der er færre rygere i begravelsesvæsenet end i de to eksponerede grupper, som indbyrdes har meget ens rygevaner (tabel 5.4).

Tabel 5.4. Gruppernes fordeling på rygning.

i pct.	Rygevaner			
	aldrig ryger	eks- ryger	1-14 g tobak	15+ g tobak
BGV (N=120)	29	22	12	36
GR (N=118)	16	11	15	58
GV (N=144)	15	12	15	57

1 cigaret = 1 g tobak, 1 cerut = 3 g tobak, 1 cigar = 5 g tobak, 1 pibestop = 3 g tobak.

I begravelsesvæsenet har 5% angivet, at de føler sig "meget udsat" for udstødningsgasser. Mens 62% i GR og 85% i GV føler sig "meget udsat", hvilket er helt i overensstemmelse med måleresultaterne. Den reelle eksposition af den enkelte person afhænger foruden af koncentrationen i luften også af, hvor meget luft personen indånder, hvilket bestemmes af den fysiske arbejdspræstation. I BGV finder 34% arbejdet "temmelig" eller "meget" fysisk belastende, mod 23% i GR og 84% i

GV, hvilket bekræfter vores vurdering fra arbejdspladsbesøgene af den fysiske arbejdsbelastning.

Et lignende billede tegner sig for støj, hvor 11% i BGV føler sig væsentligt generet mod 39% i GR og 71% i GV.

### Sygdomssymptomer

I en række spørgsmål vedrørende medicinforbrug og sygemeldingsårsager var der få positive svar og ingen markante forskelle mellem grupperne.

Der er klare forskelle på hyppigheden af de fleste symptomer i grupperne. Således har de højkspionerede i gaderenholdelsen flere symptomer end de laveksponerede i begravelsesvæsenet, og for dem, der tillige arbejder med asfalt og sribemasse, forekommer næsten samtlige symptomer endnu hyppigere (se oversigten i tabel 5.5.).

Gadevedligeholdelsen, anlægsafdelingen og belægningssektionen arbejder også med asfalt og sribemasse. Udsættelse for de kemiske stoffer, der følger med dette arbejde, kan være en medvirkende årsag til den øgede symptomforekomst, der ses i denne gruppe i forhold til gaderenholdelsen.

Som det fremgår af tabel 5.3. og 5.4. er arbejderne i GV og GR stort set lige gamle og ryger lige meget. Det er således muligt umiddelbart at sammenligne de to grupper. Den hyppigere forekomst af symptomer i gadevedligeholdelsen i forhold til gaderenholdelsen er statistisk sikker\* (signifikansniveau:  $p < 0,05$  ved Fischers eksakte test) for hovedpine, kvalme, meget træt efter arbejde, unaturlig tilbøjelighed til at falde i søvn, øje- næse- og halsirritation samt mærkelig smag i munden.

\*) Normalt regnes et resultat for statistisk sikkert (signifikant), hvis  $p$  er mindre end 0,05, svarende til 5% sandsynlighed for tilfældig variation, eller omvendt 95% sandsynlighed for, at der ikke er tale om en tilfældighed.  $p$  står for probability = sandsynlighed.

Tabel 5.5. Hyppighed af gener og symptomer i de tre grupper.

I pct.	BGV (N=120)	GR (N=118)	GV (N=144)
Hovedpine	6	22	34
Svimmelhed	4	19	26
Kvalme	15	26	41
Meget træt efter dagens arbejde	16	21	35
Tilbøjelighed til at falde i søvn	29	46	59
Forkølet mere end 3 gange om året	24	28	35
Løbende næse	34	42	48
Ondt i halsen	11	17	27
Øjenirritation	10	25	52
Næseirritation	10	26	40
Halsirritation	23	41	57
Anfaldsvis vejrtrækningsbesvær	10	22	29
Mærkelig smag i munden	13	27	58
Hoste om morgenen	25	50	51
Hoste dag/nat	29	50	56
Hoste mere end 3 måneder om året	28	49	57
Opspyt om morgenen	23	46	44
Opspyt dag/nat	14	39	46
Opspyt mere end 3 måneder om året	14	36	41
Opspyt mere end 3 uger inden for 3 år	17	33	42

Aldersfordeling og rygevaner i de tre grupper er så forskellige, at der må kontrolleres for disse forskelle før symptomforskellene alene kan tilskrives den trafikrelaterede luftforurening. Vi har derfor set nærmere på sammenhængen mellem disse to faktorer og symptomforekomsterne (tabel 5.6).

Tabel 5.6. Hyppigheden af symptomer i procent af samtlige deltagere fordelt efter rygning og alder<sup>\*)</sup>.

i pct. (N=382)	Rygevaner				Alder			
	AR	Ex	-14	15+	-29	-39	-49	-69
Hovedpine	24	15	26	21	20	14	33	21
Svimmelhed	11	18	29	15	14	12	24	19
Kvalme	28	20	29	30	25	25	36	38
Meget træt e. arb.	26	22	23	26	26	20	30	24
Falder i søvn	47	50	49	45	27	47	51	57
Forkølelse >3x/år	31	35	32	28	31	29	34	24
Tæt/løbende næse	35	33	48	45	39	38	53	39
Hæs/ondt i halsen	26	11	15	21	16	22	25	14
Øjenirritation	25	24	38	33	22	23	45	34
Næseirritation	24	26	31	27	18	26	36	25
Halsirritation	35	34	44	46	34	41	56	38
Vejrtrækn. besvær	16	18	15	26	11	13	33	28
Mærkelig smag	31	26	40	38	39	35	44	32
Hoste om morgenen	13	11	35	66	34	46	52	38
Hoste dag/nat	29	17	52	59	39	47	52	45
Hoste > 3 mdr./år	30	28	46	57	36	43	57	44
Opspyt om morgenen	19	24	32	51	23	41	47	39
Opspyt dag/nat	19	26	32	41	20	35	42	35
Opspyt > 3 mdr./år	20	18	33	39	20	34	38	33
Opspyt > 3 u./ 3år	25	26	38	34	20	27	45	33

\*) Opdelingen af rygere og aldersgrupper fremgår af tabel 5.3 og 5.4.

Som det fremgår, er symptomforekomsten i store træk stigende med alder og rygning. For at kunne vurdere den trafikrelaterede luftforurenings betydning, er det derfor nødvendigt at kontrollere for disse to faktorer ved hjælp af en multivariat analyse. Denne analyse omfatter alene BGV og GR for derved at kunne eliminere effekten af røg og dampe fra asfalt og stribemasse.

Det resultat man får ud af den multivariate analyse er et udtryk for sandsynligheden for, at den konstaterede sammenhæng mellem symptomforekomsten og hver af de 3 "årsager" - eksposition, alder og rygning - skyldes tilfældig variation.

Resultatet af den multivariate analyse for eksposition, alder og rygning fremgår af tabel 5.7 og skal læses som i det følgende eksempel: Det første symptom, hovedpine, viser (efter kontrol for alder og rygning) en signifikant sammenhæng med eksposition for luftforurening, idet  $p$  er 0,0024 svarende til 0,2% sandsynlighed for at sammenhængen er tilfældig, eller 99,8% sandsynlighed for at der er tale om en reel sammenhæng.

Der er for GR som eksponeret gruppe beregnet en oddsratio (OR) i forhold til BGV for hvert symptom. OR er et udtryk for symptomforekomsten i den eksponerede gruppe (GR) i forhold til den ueksponerede (BGV). Der er korrigeret for den andel af symptomforekomsten, der kan tilskrives alder og rygning. Eksempelvis er OR for hovedpine 4,2, hvilket vil sige, at forholdet mellem personer med og uden hovedpine (odds for hovedpine), som kan tilskrives den trafikrelaterede luftforurening, er over 4 gange større i GR end i BGV.

Af tabel 5.7 fremgår, at alle symptomer, også efter kontrol for alder og rygning, er mere udbredt i GR end i BGV, idet oddsratioen varierer fra 1,3 til 7,9.

Der er en klar og signifikant sammenhæng mellem udsættelse for luftforurening og hovedpine (OR = 4,2). Det samme er tilfældet for svimmelhed (OR = 7,9), mens unormal tilbøjelighed til at falde i søvn netop er signifikante. Forekom-

sten af en række symptomer på irritation af luftveje og slimhinder er ligeledes signifikante med OR på mere end 2, og det samme er tilfældet for anfaldsvis vejrtrækningsbesvær. Hoste med opspyt mere end 3 måneder om året er et udtryk for kronisk bronkitis, og dette symptom forekommer ligeledes signifikant hyppigere blandt de eksponerede i GR (OR = 2,5).

Desuden er der som forventet en sammenhæng mellem alder og rygning og en del af symptomerne. Således ses for alder en signifikant sammenhæng med tilbøjelighed til at falde i søvn og anfaldsvis vejrtrækningsbesvær. Rygning viser som forventet en klar højsignifikant ( $p < 0,01$ ) sammenhæng med 6 af de 7 symptomer med hoste og opspyt, samt en sammenhæng med tæt eller løbende næse. Derimod er der ikke signifikant sammenhæng med øjen-, næse- og halsirritation.



Tabel 5.7. Multivariat analyse af forekomsten af symptomer i GV og BGV, justeret for alder og rygning.

	p	OR
Hovedpine	0,0024 **	4,2
Svimmelhed	0,0015 **	7,9
Kvalme	0,14	1,7
Meget træt efter arbejde	0,25	1,5
Tilbøjelighed til at falde i søvn	0,049 *	1,8
Forkølelse mere end 3 gange om året	0,48	1,3
Tæt eller løbende næse	0,76	1,3
Hæshed eller ondt i halsen	0,26	1,6
Øjenirritation	0,011 *	2,8
Næseirritation	0,0087 **	2,9
Halsirritation	0,021 *	2,1
Anfaldsvis vejrtrækningsbesvær	0,044 *	2,3
Mærkelig smag i munden	0,037 *	2,2
Hoste om morgenen	0,037 *	2,0
Hoste om dagen eller natten	0,051	1,8
Hoste mere end 3 måneder om året	0,029 *	2,0
Opspyt om morgenen	0,061	1,8
Opspyt om dagen eller om natten	0,0018 **	3,1
Opspyt mere end 3 måneder om året	0,010 *	2,5
Opspyt mere end 3 uger indenfor 3 år	0,061	1,9

OR = Odds ratio efter kontrol for alder og rygning. Signifikante forskelle er markeret med \*:  $p < 0,05$ ; \*\*:  $p < 0,01$ .

### 5.3. Diskussion

#### Fejlkilder

I en spørgeskemaundersøgelse som denne, der foretages på et givet tidspunkt (en tværsnitsundersøgelse) kan man kun vurdere fordelingen af symptomer på tidspunktet for undersøgelsen, mens man ikke har mulighed for at vurdere om symptomerne faktisk er opstået i den periode, de medvirkende har været i det aktuelle job eller om folk med sygdom opstået på grund af arbejdet er selekteret ud. En sådan vurdering kræver gentagne undersøgelser med adskillige års mellemrum, (longitudinelle undersøgelser), hvilket er langt mere tids- og ressourcekrævende.

Derudover kan forekomsten af de undersøgte symptomer fejlvurderes, hvis deltagelsen i undersøgelsen hænger sammen med helbredet, eller hvis besvarelsen af spørgeskemaet påvirkes af viden om undersøgelsens formål. Endelig kan den faktiske forekomst være påvirket af andre årsager til symptomerne end luftforurening. Disse mulige fejlkilder og konkurrerende årsagsfaktorer diskuteres kort nedenfor.

Bortfaldsanalysen viste, at de, der ikke har svaret, er lidt ældre og har lidt længere anciennitet end de, der har svaret. Der er sammenhæng mellem alder, anciennitet og symptomforekomsten, og bortfaldet kan derfor medføre, at undersøgelsen undervurderer den absolutte symptomforekomst lidt. Alders- og anciennitetsforskellen mellem deltagere og ikke deltagere er af nogenlunde samme størrelsesorden i de tre grupper, og påvirker formentlig ikke væsentligt den relative fordeling af symptomforekomsten mellem grupperne.

Der er til stadighed en vis tilgang og afgang af arbejdere i de undersøgte grupper. Foruden personalepolitik og sparebestræbelser kan disse bevægelser også afspejle arbejdernes helbred. Det er kendt, at der til en vis grad sker en udvælgelse af personer med et godt helbred ved ansættelse og en udvælgelse af personer med dårligere helbred ved (frivillig

eller ufrivillig) afgang, hvilket betegnes som primær og sekundær selektion og tilsammen udgør den såkaldte "healthy worker-effekt".

Tidligere har der været plads til at skåne et mindre antal medarbejdere med helbredsproblemer ved at tildele dem mindre krævende arbejdsopgaver, men i takt med kommunens personalebesparelser er det blevet stadig sværere, og de arbejdsledere og tillidsrepræsentanter, vi har talt med, angiver, at det praktisk talt ikke forekommer længere.

Healthy worker-effekten betyder således, at en tværsnitsundersøgelse som denne vil tendere til at undervurdere den absolute symptomforekomst, fordi de syge erstattes af raske. Hvis selektionen er hårdere i en gruppe end i en anden, eller hvis det er forskellige sygdomme, der bidrager til selektionen ud af de forskellige grupper, kan dette desuden bidrage til et falsk indtryk af den relative fordeling af symptomforekomsten i grupperne. Det er ikke vores indtryk, at der har været tale om forskelle i helbredsbetinget selektion i BGV og GR.

Informationsbias kan også være en fejlkilde, idet de medvirkende i en spørgeskemaundersøgelse på grund af kendskab til undersøgelsen og dens formål kan ændre deres svar sådan, at det bekræfter den hypotese, undersøgelsen skal vurdere. Vi har sikret os, at de tre grupper var informeret ensartet om undersøgelsen, før de modtog spørgeskemaet.

Luftforureningen er ikke den eneste mulige årsag til de symptomer, der spørges om i spørgeskemaet, og andre mulige årsager må derfor også vurderes. Specielt hvis andre årsager er skævt fordelt mellem grupperne på samme måde som udsættelsen for luftforurening, kan det medføre fejlagtige konklusioner om, at det er den øgede udsættelse for luftforurening, der er årsag til den forøgede forekomst af symptomer.

Rygning er en oplagt konkurrerende årsagsfaktor, da rygning vides at være medvirkende årsag til nogle af de symptomer vi spørger om, især symptomer på kronisk bronkitis. Flere ryge-

re i gaderenholdelsen og gadevedligeholdelsen fører umiddelbart til en overvurdering af især kronisk bronkitis, men betydningen af denne forskel er korrigeret gennem den multivariate analyse. Også passiv rygning kan have en mindre effekt, men er ikke medtaget i spørgeskemaet, da det ikke vurderes at være en væsentlig fejlkilde i denne sammenhæng.

Selv om alder ikke i sig selv er årsag til symptomer, er det kendt, at mange symptomers forekomst stiger med alderen. Denne forskel er som rygning korrigeret gennem den multivariate analyse.

Kønsfordelingen i grupperne er stort set ens og derfor uden betydning for resultaterne.

Ancienniteten beskriver indirekte, hvor længe personen har været udsat for en arbejdsmiljøeksposition. En lang anciennitet har betydning for at kunne henføre eventuelle tilfælde af kronisk bronkitis til arbejdsmiljøekspositionen, fordi det tager en årrække at udvikle denne sygdom. Den gennemsnitlige anciennitet er imidlertid kortere for ansatte i begravelsesvæsenet end i gaderenholdelsen, og den teoretiske risiko for at få kronisk bronkitis på grund af en eksposition fra arbejdsmiljøet er således mindre i Begravelsesvæsenet. Ancienniteten hænger naturligt sammen med alderen, og den multivariate analyse korrigerer derfor også i al væsentlighed for den forskel.

Kommunens begravelsesvæsen har oplyst om den relativt lave alder og anciennitet, at personalereduktioner i begyndelsen af 80'erne medførte, at en del ældre medarbejdere gik på efterløn og førtidspension. Det har samtidigt i en årrække været vanskeligt at rekruttere ældre erfarne gartnere, hvorfor nyansatte stort set har været nyuddannede gartnere.

### Symptomer

Øjen-, næse- og halsirritation forekommer signifikant mere udbredt i gaderenholdelsen. For øjen- og næseirritation er

odds næsten tre gange større i GR end i BGV. Slimhindeirritation er således kraftigt sammenhængende med udsættelse for trafikrelateret luftforurening, og for disse symptomer foreligger ingen oplagte konkurrerende årsagsfaktorer.

Spørgsmålet: "Får du anfaldsvis vejrtrækningsbesvær, også selv om du ikke har anstrengt dig?" tilstræber at dække astma. Imidlertid må man påregne, at symptomer fra andre lidelser også kan medføre positivt svar på dette spørgsmål. Det gælder symptomer fra fx andre kroniske lungelidelser eller angina pectoris (hjertekramper). Men andelen af personer med andre lidelser end astma, der har svaret ja til spørgsmålet, må forventes at være den samme i alle grupper. Den øgede forekomst af astmasymptomer i GR kan enten skyldes, at flere har udviklet tendens til astmasymptomer i den gruppe der er udsat for luftforurening, eller at de astmatikere, der udsættes for luftforurening, får astmaanfald oftere.

Spørgsmålet "Får du fornemmelsen af en mærkelig smag i munden?" er medtaget, fordi det var en konkret klage der blev nævnt ved de indledende arbejdspladsbesøg. Denne gene forekommer signifikant mere i gaderenholdelsen end i begravesvæsenet og kan ikke umiddelbart forklares med andet end luftforureningen.

For spørgsmålene vedrørende hoste og opspyt viser de fleste en signifikant sammenhæng med udsættelse for luftforurening, mens de resterende er meget tæt på ( $p = 0,051$  og  $0,061$ ). Desuden hænger de bortset fra det sidste spørgsmål, højsignifikant sammen med rygning, hvilket også var at forvente. Hoste med opspyt de fleste dage i mere end 3 måneder om året er et udtryk for sygdommen kronisk bronkitis. Det er kendt at rygning er en af de vigtigste årsager til kronisk bronkitis, og denne sammenhæng viser sig også klart her. Da forekomsten af kronisk bronkitis således afhænger både af rygning og udsættelse for luftforurening, kan det være illustrativt at vise forekomsten delt op efter disse to faktorer (tabel 5.8).

Tabel 5.8. Forekomst af kronisk bronkitis blandt ikke-rygere og rygere i begravelsesvæsenet og gaderenholdelsen.

i pct.	BGV N=120	GR N=118
ikke-rygere	4	25
rygere	25	40

Kronisk bronkitis er altså lige så hyppigt forekommende blandt ikke-rygere udsat for trafikrelateret luftforurening, som hos rygere, der ikke er udsat for denne luftforurening (i disse undergrupper), mens den forekommer endnu hyppigere hos rygere udsat for trafikrelateret luftforurening og meget sjældent hos ikke-rygere, der ikke er udsat for denne luftforurening. Dette tyder på, at også trafikrelateret luftforurening er en vigtig årsag til kronisk bronkitis.

Symptomerne hovedpine og svimmelhed er årsagsmæssigt relativt uspecifikke. Erfaringsmæssigt vil en del forskellige ubehagsfølelser desuden få svarpersoner til at svare ja til svimmelhed, også selv om det ikke svarer til den lægelige definition af dette symptom. Derfor kan en del forskellige faktorer være medvirkende til den kraftigt forøgede forekomst af hovedpine og svimmelhed i gaderenholdelsen (OR = 4,2 og 7,9). Støj og det pres, der opleves ved at arbejde så tæt på trafikken, kan formentlig være en medvirkende faktor. Begge disse faktorer er ligesom den trafikrelaterede luftforurening knyttet til arbejdet i gaderenholdelsen, så selv om luftforureningen ikke er den eneste årsag, må den øgede forekomst af hovedpine og svimmelhed i gaderenholdelsen tilskrives faktorer i arbejdsmiljøet.

Symptomet at være "meget træt efter arbejde" hænger ikke signifikant sammen med udsættelse for trafikrelateret luftforurening, hvorimod der er signifikant flere i GR der har unormal tilbøjelighed til at falde i søvn.

Symptomerne forkølelse mere end tre gange om året, tæt eller løbende næse uden forkølelse og hæshed eller ondt i halsen hænger ikke signifikant sammen med trafikrelateret luftforurening.

#### Undersøgelsens validitet

Ligesom mange andre undersøgelser har vi fundet, at en række af symptomerne forekommer mere udbredt hos rygere end hos ikke-rygere. Sammenhængen er signifikant for symptomerne tæt eller løbende næse uden forkølelse og samtlige spørgsmål om hoste og opspyt bortset fra "opspyt mere end 3 uger indenfor de sidste år" (akut bronkitis). Der ses ligeledes en tendens til at symptomforekomsten stiger med alderen op til ca. 50 år for stort set alle de adspurgte symptomer hvilket også er kendt fra andre undersøgelser. At symptomforekomsten falder lidt igen i aldersgruppen fra 50 år og opefter, skyldes formentlig sekundær selektion.

Det forhold, at undersøgelsen bekræfter de kendte effekter af de to nævnte faktorer, styrker undersøgelsens validitet.

#### 5.4. Konklusion

Undersøgelsen viser efter kontrol for alder og rygning en signifikant forøget forekomst af akutte gener i form af bl.a. hovedpine, svimmelhed og irritation af øjne og luftveje samt anfaldsvis vejrtrækningsbesvær og kronisk bronkitis hos ansatte som er udsat for trafikrelateret luftforurening i det daglige arbejde, sammenlignet med ansatte på københavnske kirkegårde.

Derudover viser undersøgelsen at kombineret udsættelse for trafikrelateret luftforurening og røg og dampe fra asfalt og stribemasse giver endnu højere forekomst af akutte og kroniske gener og symptomer.

## 6. LUFTFORURENINGENS HELBREDSMÆSSIGE EFFEKTER

### 6.1. Indledning

Litteraturen om trafikrelateret luftforurening er uhyre omfattende - ikke mindst fordi der er tale om mange forskellige stoffer, der hver for sig må undersøges med hensyn til forekomst, optagelse i organismen og indvirkning på forskellige organsystemer. Desuden vil der være tale om kombinationseffekter mellem de enkelte stoffer. Ved udarbejdelsen af litteraturafsnittet er der derfor prioriteret således, at såvel de stoffer der måles for i måleprogrammet, som de symptomer der indgår i spørgeskemaundersøgelsen, så vidt muligt er behandlet.

Eftersom undersøgelsen omhandler voksne, der er eksponeret gennem deres arbejdsdag, er litteraturafsnittet skrevet med dette udgangspunkt. En række risikogrupper som fx børn, mennesker med alvorlig hjertesygdom, astma eller kronisk obstruktiv lungelidelse, har krav på en særlig vurdering af den trafikrelaterede luftforurenings skadevirkninger. Men det er ikke udgangspunktet for dette studie.

Ved udarbejdelsen af litteraturafsnittet er WHO's rapport fra 1987 "Air Quality Guidelines for Europe" (WHO, 34) brugt som grundlag, med mindre anden kilde er anført.

### 6.1. Nitrogenoxider (kvælstofilter)

Både kvælstofmonoxid (NO) og kvælstofdioxid (NO<sub>2</sub>) har helbredsskadelige virkninger, men da disse for NO's vedkommende er dårligt undersøgt og i øvrigt ses ved væsentligt højere koncentrationer, har vi valgt kun at beskrive helbredsmæssige effekter af NO<sub>2</sub>.

Kvælstofdioxid (NO<sub>2</sub>) har en molekylvægt på 46 g/mol, og vægtfylden er i forhold til atmosfærisk luft på 1,121. For NO<sub>2</sub> i fri luft er 1 ppb = 1,88 µg/m<sup>3</sup>. WHO anbefaler en græn-



seværdi på 213 ppb ( $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) som timemiddelværdi, der aldrig må overskrides.

Ved indånding af  $\text{NO}_2$  absorberes 80-90 % i luftvejene, heraf ca. 40 % i næse og svælg. Ved mundånding, som det forekommer ved fysisk anstrengelse, vil en større del af den indåndede  $\text{NO}_2$  imidlertid nå ned i lungerne. Ved reaktion med vand og andre stoffer på lungernes overflade omdannes  $\text{NO}_2$  til salpetersyre, salpetersyrling, nitrit og nitrat. Salpetersyre og -syrling giver skader lokalt, mens nitrit og nitrat også kan optages i blodet, hvorefter det transporteres rundt i organismen og kan have effekter på andre organer. Saltene udskilles gennem nyrerne med urinen.

### Virkninger på luftvejene

En del af de virkninger man kan registrere, beror på, at åndedrætsorganerne har forsvarsmekanismer, der aktiveres, når man udsættes for irritation fra fx  $\text{NO}_2$ . Forsvarsmekanismerne består dels af hoste, som forsøger at fjerne det irriterende stof og dels af indsnævring af luftvejene, så der kommer mindre luft, og dermed mindre  $\text{NO}_2$  ned i de dybe dele af lungerne. Desuden kan irritation øge hastigheden på den rensningsmekanisme, der populært er blevet kaldt "rulletrappen" (mucociliær clearance): et tyndt slimlag (mucus), der ved hjælp af mikroskopiske fimrehår (cilier) transporteres opad i luftvejene, og tager indåndet støv, bakterier, gasser m.m. med op.

Der kan forekomme effekter på luftvejene på

- lungefunktionen, enten direkte eller målt ved øget følsomhed for andre påvirkninger, der kan ændre lungefunktionen,
- ændringer i modtageligheden for luftvejsinfektioner, og
- indvirkning på lungevævet.

### Lungefunktionen

I flere undersøgelser med udsættelse i klimakammer og lignende er det vist, at lungefunktionen falder tydeligt ved udsættelse af unge raske frivillige forsøgspersoner for koncentrationer på 5 ppm NO<sub>2</sub> i 10-15 minutter, men vender tilbage til det normale kort efter. Samtidig nedsættes iltoptagelsen i lungerne midlertidigt, idet evnen til at transportere ilt fra luften over i blodet forringes. (WHO, 35).

Ved lignende korttids-undersøgelser med raske eller personer med lungesygdomme, især astma, er enkelte af ovennævnte virkninger fundet ved koncentrationer på 0,7 - 2,0 ppm (WHO, 35).

I en række undersøgelser er fundet en sammenhæng mellem udsættelse for NO<sub>2</sub> og udvikling af hyperreagerende bronkier:

Ved et studie hvor 8 normale og 8 astmatikere i hvile blev udsat for fra 0,12 til 0,48 ppm i 20 minutter, fandt man for astmatikerne øget følsomhed for histamin (et stof der indgår i den astmatiske reaktion) ved 0,48 ppm.

To undersøgelser der udsatte astmatikere for koncentrationer på 0,3 ppm NO<sub>2</sub> i 30 minutter, hvoraf de første 20 min. var i hvile, og de sidste 10 min. under moderat arbejde, viste faldende lungefunktion efter denne udsættelse.

Ved udsættelse af 31 astmatikere for 0,2 ppm i 2 timer under vekslende hvile og arbejde, fandtes i et andet studie let øget følsomhed for stoffet metacholin hos 17 af 21 der blev testet for dette. Metacholin er et stof der virker bronkiesammentrækkende, og øget følsomhed for dette betyder at bronkierne lettere trækker sig sammen.

En undersøgelse udsatte 20 astmatikere for 0,1 ppm NO<sub>2</sub> i 1 time ved hvile, og fandt øget følsomhed for stoffet carbachol, som virker luftvejssammentrækkende, hos 13 af de 20.

En lignende undersøgelse udsatte 20 astmatikere og 20 normale for 0,1 ppm NO<sub>2</sub> i en time ved hvile. Der blev fundet øget følsomhed for carbachol hos såvel astmatikere som normale.

En anden lignende undersøgelse udsatte 15 astmatikere og 15 normale for 0,1 ppm NO<sub>2</sub> i en time ved hvile. Der blev ikke fundet øget følsomhed for det luftvejssammentrækkende stof methacholin hverken hos astmatikere eller normale.

11 raske udsat for en blanding af 0,05 ppm NO<sub>2</sub>, 0,025 ppm ozon og 0,10 ppm SO<sub>2</sub> (hvilket ikke er urealistiske niveauer i København) i 2 timer udviste øget følsomhed for stoffet acetylkolin (WHO, 35).

Som nævnt øges påvirkningen af de dybere luftveje ved anstrengelse, og det er derfor svært at sammenligne studier med og uden arbejde under udsættelsen. Desværre er kun få af studierne lavet med udsættelse under arbejde.

Ved epidemiologiske studier hvor man har sammenlignet lungefunktionen hos personer udsat for forskellig grad af NO<sub>2</sub>-luftforurening, har det ofte været svært at finde klare resultater, da mange andre forhold kan virke ind, især rygning, indendørs NO<sub>2</sub>-forurening og anden luftforurening end NO<sub>2</sub>. Der er kun fundet svage sammenhænge og til tider modstridende resultater.

Arbejdsmedicinske undersøgelser viser dog øget forekomst af kronisk bronkitis i visse fag med betydelig udsættelse for nitroøse gasser (NO<sub>x</sub>) (Silberschmid, 29). I en undersøgelse af svejsere, som bl.a. udsættes for nitroøse gasser, er vist øget forekomst af bl.a. kronisk bronkitis og vejrtrækningsbesvær (Groth, 13).

### Lungevævet

Det er i dyreforsøg vist, at eksposition for NO<sub>2</sub> kan give lungeødem (vand i lungerne), og at der kan ske biokemiske ændringer i form af cellebeskadigelse og derved beskadigelse

af lungevævet. Ved langtidseksposition ses udvikling af emfysem-lignende tilstande (for store lunger). Således er der ved eksposition af hunde i 5 1/2 år for en blanding af 0,64 ppm NO<sub>2</sub> og 0,25 ppm NO fundet forværring af lungefunktionen - en forværring der fortsatte, da hundene i en periode på 2 1/2 år var i ren luft. Der blev desuden fundet forandringer i lungevævet foreneligt med emfysem.

### Modtageligheden for luftvejsinfektioner

I dyreforsøg har man fundet, at NO<sub>2</sub> øger modtageligheden for luftvejsinfektioner, og at infektionerne bliver alvorligere hos de forsøgsdyr, der har været udsat for NO<sub>2</sub>.

Mus udsat for 0,5 ppm i 12 måneder havde øget modtagelighed for infektioner, som var statistisk påviselig fra 90 dages udsættelse. Desuden havde de nedsat mucociliær clearance (WHO, 35).

Der er flere mulige forklaringer på, hvorfor NO<sub>2</sub> øger modtageligheden. Som nævnt har man fundet at den mucociliære clearance nedsættes. Andre forklaringer er, at NO<sub>2</sub> nedsætter aktiviteten af "ædeceller" (makrofager) i lungerne, som opsluger bakterier og slår dem i hjel, eller påvirkning af immunsystemet, så der dannes færre antistoffer. Sandsynligvis er den forøgede modtagelighed et udtryk for en kombination af disse virkninger.

### Virkninger på andet end luftvejene

Der er i enkelte studier desuden beskrevet virkninger på andre organer end luftvejene, således nævner en WHO ekspertkomité i "Oxides of nitrogen", 1972, følgende øvrige virkninger af NO<sub>2</sub>: Biokemiske virkninger, indvirkning på forplantningen og virkninger på centralnervesystemet (CNS).

## Sammenfatning

Kvælstofilternes akutte helbredsmæssige effekter ved de i undersøgelsen forekommende koncentrationer, udgøres primært af  $\text{NO}_2$ 's luftvejsirriterende effekt (bronkokonstriktorisk virkning, nedsættelse af mucociliær clearance, almen slimhindeirritation). Personer med luftvejslidelser kan være særligt følsomme, og kan reagere med luftvejsirritation ved koncentrationer på omkring 0,3 ppm. Der er påvist øget følsomhed for luftvejssammentrækkende stoffer hos astmatikere og normale ved niveauer ned til 0,1 ppm, men der er dog modstridende resultater ved de laveste koncentrationer. Ved blandingseksposition med  $\text{NO}_2$ ,  $\text{O}_3$  og  $\text{SO}_2$  er der fundet øget følsomhed for luftvejssammentrækkende stoffer hos raske ved et  $\text{NO}_2$  niveau på 0,05 ppm. Det må antages, at den fundne øgede infektionsrisiko og morfologiske ændringer i luftvejene hos dyr er udtryk for en langtidsskadevirkning på lungerne. Ved undersøgelse af bl.a. svejsere er det vist, at nittrøse gasser kan medvirke til udvikling af kronisk bronkitis og vejrtrækningsbesvær.

### 6.3. Ozon ( $\text{O}_3$ )

Ozon ( $\text{O}_3$ ) er et stærkt oxiderende stof. Omregningsfaktoren for ozon er: 1 ppb =  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . WHO's anbefalede grænseværdi (1987) for ozon i udeluft er  $150-200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (75-100 ppb) som 1-times værdi og  $100-120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (50-60 ppb) som 8-timers værdi.

Ozon er en meget reaktiv oxidant, der reagerer øjeblikkeligt med fedtstoffer og proteiner i cellernes membraner ved kontakt med luftvejsslimhinderne. Kun en meget lille del af det indåndede ozon optages i blodet. Ozon afsættes både i næse og svælg og helt nede på overgangen mellem bronkier og lungealveoler, samt lidt i luftrøret og mellemliggende bronkier. Koncentration af ozon samt vejrtrækningsformen (næse eller mund) bestemmer hvor ozonet afsættes.

### Indvirkning på helbredet

Der synes ikke at være nogen nedre grænse for ozons skadevirkninger, der er snarere tale om et kontinuum af skadevirkninger, som ved et vist niveau bliver målelige. Ved korttidseksposition er fundet nedsat lungefunktion hos børn ved niveauer på 110 ppb, muligvis så langt ned som til 80 ppb. Der er fundet hovedpine og hoste ved niveauer på 80-150 ppb. Et studie har vist nedsat lungefunktion ved 2 1/2 times hårdt arbejde i luft med 120 ppb ozon. ✓

Der er ved dyreforsøg med eksposition over dage til uger fundet lungeforandringer ved niveauer på 80-200 ppb, i form af øget modtagelighed for infektioner, biokemiske forandringer, øget bindevævsdannelse og morfologiske ændringer. Ved højere niveauer har talrige studier vist effekt på lungefunktionen.

### Sammenfatning

Der er fra niveauer på omkring 100 ppb fundet skadevirkninger af ozon, som hovedpine, hoste og nedsat lungefunktion (sidstnævnte hos børn). Hos forsøgsdyr er der ved lignende niveauer påvist forandringer i lungerne. Det skal hertil føjes, at der for ozons vedkommende er tale om et kontinuum af skadevirkninger ved forskellige doser (altså ingen nedre grænse). Desuden vil der efter al sandsynlighed være tale om samspilseffekter med bl.a.  $\text{NO}_2$ , og det synes derfor sandsynligt at selv lave doser af ozon kan være medvirkende til udviklingen af lungesygdom og andre gener.

### 6.4. Peroxyacetylnitratforbindelser

Peroxyacetylnitratforbindelser er stærkt oxiderende stoffer på linje med ozon. De dannes ved reaktion mellem  $\text{NO}_2$  og peroxyradikaler (som er dannet ved foto-oxidation af kulbrinte-forurening). Omregningsfaktoren for peroxyacetylnitrat er:  $1 \text{ ppm} = 5 \text{ mg/m}^3$ . WHO mener ikke det er nødvendigt at

fastlægge grænseværdi for peroxyacetylnitrat, da niveauet for peroxyacetylnitrat nogenlunde vil følge ozon-niveauerne, men ligge på mellem 2 og 20 % af ozon-koncentrationen.

### Indvirkning på helbredet

Peroxyacetylnitrat har som ozon en skadelig virkning på luftvejene, men på grund af forholdet mellem ozon og peroxyacetylnitrat-koncentrationen vil luftvejene i væsentligst grad være påvirket af ozon.

Derudover har peroxyacetylnitrat-forbindelser en kraftig øjenirriterende effekt, som ikke er karakteristisk for ozon. Således fandt man i et studie ved eksposition for niveauer på 0,5 og 1 ppm i 10-15 minutter øjenirritation hos henholdsvis 18 % og 62 % af en gruppe forsøgspersoner (Stephens, 31). WHO angiver, at man finder øjenirritation som følge af peroxyacetylnitrat og andre oxidanter end ozon, når ozon-niveauet er ca. 0,1 ppm.

### 6.5. Formaldehyd og acrolein

Både formaldehyd og acrolein er vandopløselige og flygtige og optræder derfor både i gas- og aerosolform<sub>3</sub> (Nielsen, 27). Omregningsfaktoren for formaldehyd er:  $1 \text{ mg/m}^3 = 0,833 \text{ ppm}$ ,  $1 \text{ ppm} = 1,2 \text{ mg/m}^3$ . WHO's anbefalede ydre miljø grænseværdi for formaldehyd (1987) er  $0,1 \text{ mg/m}^3$ .

Begge stoffer er meget reaktive og omdannes hurtigt efter at de når luftvejsepithellet. Stoffernes omdannelsesprodukter optages i blodet, omdannes i leveren og udskilles gennem nyrerne.

### Virkning på organismen:

Formaldehyd og acrolein virker stærkt øjenirriterende. Der er således fundet øjenirritation fra formaldehyd-niveauer på

0,01-1,9 mg/m<sup>3</sup>, og fra acrolein-niveauer på 0,1 ppm (Nielsen, 27).

Der er fundet irritative symptomer fra luftvejene ved korttidseksponering ved niveauer på 0,3 ppm acrolein (Nielsen, 27) og 0,1-3,1 mg/m<sup>3</sup> formaldehyd.

Formaldehyd betragtes som kræftfremkaldende.

#### 6.6. Svovloxider (SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub> OG H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

SO<sub>2</sub>'s - i luftforureningsmæssig henseende - mest interessante kemiske egenskab er, at det kan oxideres til SO<sub>3</sub>, og at det kan danne svovlsyre, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Omregningsfaktoren for SO<sub>2</sub> i atmosfærisk luft er: 1 ppb = 2,86 µg/m<sup>3</sup>. For SO<sub>3</sub> regnes ikke i ppb, men syreakvivalenter i µg/m<sup>3</sup>. WHO anbefaler (i 1987) som grænseværdi for SO<sub>2</sub> 350 µg/m<sup>3</sup> (123 ppb) som 1-times værdi, og 500 µg/m<sup>3</sup> (175 ppb) som 10-minuters værdi.

SO<sub>2</sub> er meget let opløseligt i vand, og ved indånding opløses det derfor på overfladen af luftvejsslimhinderne, hvor det irriterer slimhinden. Over 85 % optages i næseslimhinden ved normal respiration. Fra slimhinderne optages SO<sub>2</sub> i blodet, hvorefter det omdannes til sulfat i leveren og udskilles gennem urinen. For SO<sub>3</sub>'s vedkommende forholder det sig anderledes, idet SO<sub>3</sub> primært indåndes i dråbeform (aerosol) og kinetikken her er som for små partikler, dvs. SO<sub>3</sub> havner ude i lungernes mindste forgreninger. Under visse omstændigheder, fx særlige vejrforhold, vil dråberne dog være større og derfor deponeres højere oppe i luftvejene.

#### Indvirkning på helbredet

Akutte, høje koncentrationer af SO<sub>2</sub> (3500 ppb) kan give bronkokonstriktion og kemisk bronkitis/tracheitis. Hos astmatikere kan bronkokonstriktion ses ved 250-500 ppb under korttidseksposition. For områder med en årlig gennemsnitsværdi på 35 ppb SO<sub>2</sub> eller derover er der fundet forøgede



luftvejsgener og -sygelighed (den forøgede sygelighed dog "kun" hos børn).

For  $\text{SO}_3$  er der fundet bronkokonstriktion ved niveauer på 350-500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ved eksposition for 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  er der fundet nogen hæmning af den mucociliære clearance, og større hæmning ved 1000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Det angives, at  $\text{SO}_2$  og dets omdannelsesprodukter har været årsag til en del af de dødsfald der forekom under store smog-episoder, som fx i London i 1952. Dog var  $\text{SO}_2$ -niveauerne dengang højere end de er nu (Higgins, 14). WHO<sup>2</sup> angiver, at der kan være tale om øget dødelighed ved 500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (175 ppb)  $\text{SO}_2$  og øget incidens af akut indsættende lungesygdom hos voksne ved 250  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (88 ppb) som middelværdi over 24 timer.

Det er ved epidemiologiske studier sandsynliggjort, at eksposition over længere tid eller korttidseksposition for høje niveauer af  $\text{SO}_2$  kan forværre en eksisterende lungesygdom permanent (Higgins, 14). Ved forsøg med langtidseksponering af hunde (5 års udsættelse for 1100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   $\text{SO}_2$  og 90  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) har man tillige fundet, at den nedsatte lungefunktion stadig var nedsat 2 år efter ekspositionens afslutning, hvor man fandt tegn på begyndende emfysem (for store lunger).

Derudover er  $\text{SO}_2$  beskrevet som medvirkende årsag (promotor) til udvikling af lungekræft (Laskin, 22).

### 6.7. Partikler

Partikler er en samlebetegnelse for sod- og støvpartikler. Ved partiklerne kan der hænge forskellige stoffer, bl.a. PAH'er. Dieselpartikler, som har vist sig at indeholde over 1000 forskellige stoffer (McClellan, 25), udgør en vigtig del af den samlede partikelforurening.

Visse stoffer (bl.a. svovlsyre og svovlsyrling) vil, når de optræder som aerosoler i luften opføre sig som partikler.

Partikler deponeres forskelligt i luftvejene efter størrelse og form, og afhængigt af om man trækker vejret gennem næsen eller munden. Som hovedregel vil partikler over 10  $\mu\text{m}$  deponeres i næsen, og mindre partikler passere videre ned. Depo-  
neringen afhænger derudover af størrelse, form og vandoplø-  
selighed.

### Indvirkning på organismen

Inaktive partikler kan give irritationssymptomer fra slim-  
hinderne, men den væsentligste skadevirkning af partikler  
udgøres formentlig af de stoffer, der kan være på overfladen  
af partiklerne, fx svovlforbindelser og PAH'er.

Ved forsøg med indånding af rene kulstøvspartikler er der  
påvist øget mucociliær clearance (Camner, 9). Det menes at  
indånding af partikler i sig selv kan forårsage nogen irri-  
tation, og evt. medføre akut forværring af en eksisterende  
lungesygdom.

WHO beskriver partikler og  $\text{SO}_2$  under et, da disse størrelser  
i reglen er sammenhængende. Her angiver man øget sygelighed  
og dødelighed og lungefunktionsnedsættelse som skadevirknin-  
ger. Således angives øget sygelighed (lungesygdomme) fra 250  
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$   $\text{SO}_2$  og 250  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  røg ("black smoke") som 24 timers-  
værdi. Nedsat lungefunktion hos børn angives ved 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   
partikler.

### Sammenfatning

Inaktive partikler kan medføre irritation af luftveje og  
slimhinder og i høje koncentrationer risiko for varige ska-  
devirkninger. Desuden vil partikler ofte indeholde svovl-  
eller kvælstofforbindelser, som kan have skadevirkninger (se  
disse afsnit).

### 6.8. Carbon monoxid (kulilte)

Carbon monoxid (CO) har en molekylvægt på 28 g/mol. Vægtfylden er lidt mindre end for atomosfærisk luft (0,967). For CO i fri luft er 1 ppm = 1,145 mg/m<sup>3</sup>.

#### Optagelse af CO i organismen

CO's effekt skyldes, at CO bindes 240 gange stærkere end ilt til blodets hæmoglobin (WHO, 36) og danner carboxyhæmoglobin (CO-hgb). Der er ikke fundet andre skadevirkninger af CO, end de, der hidhører fra relativ iltmangel (hypoxi) som følge af dannelse af carboxyhæmoglobin og som følge af venstreforskydning af ilt-dissociationskurven (WHO, 36, Nordiska expertgruppen, 28, Weir, 33).

Mennesket har gennemsnitligt 0,8 % carboxyhæmoglobin, fordi der dannes en lille mængde CO ved nedbrydning af hæmoglobin i kroppen (WHO, 36). Desuden optager man meget CO ved tobaksrygning, således har de fleste rygere fra 3-8 % CO-hgb, mens kadederygere kan have op til 15 % CO-hgb (Nordiska expertgruppen, 28). For indåndingsluftens indhold af CO og dannelsen af CO-hgb gælder følgende sammenhæng:

CO i fri luft (ppm)	Carboxyhæmoglobinniveau (%) efter		
	1 time	8 timer	ved ligevægt
100	3,6	12,9	16,0
60	2,5	8,7	10,0
30	1,3	4,0	5,0
20	0,8	2,8	3,3
10	0,4	1,4	1,7

(WHO, 36)

Der er tale om en ligevægt mellem CO bundet i blodet og CO i indåndingsluften. Hvis man således har CO-hgb niveau på 5 %

og indånder luft med 20 ppm CO vil CO-hgb falde mod 3,3 %. Den teoretiske forsinkelse, hvormed lave niveauer af CO-hgb efter rygning vil indtræde, hvis man indånder CO-forurenede luft, vurderes generelt ikke som havende praktisk betydning (Nordiska expertgruppen, 28, WHO, 36).

### CO's indvirkning på helbredet

Udsættelsen for CO medfører, at blodets iltbindingskapacitet nedsættes, når der bindes CO-molekyler til blodets hæmoglobin. Der er altså tale om skadevirkninger som følge af relativ iltmangel (hypoxi). Indånding af meget høje niveauer kan føre til dødsfald på grund af iltmangel i hjerne og hjerte (garagedøden), eller til alvorlige hjerneskader. Formålet her er imidlertid at diskutere sandsynlige skadevirkninger ved væsentligt lavere CO-koncentrationer. De mulige effekter falder inden for følgende grupper:

- den fysiske arbejdsevne (præstationsniveau),
- korttidsvirkninger på hjerte og kar,
- centralnervesystemet (CNS) samt
- langtidsvirkninger (cancer og hjerte-karsygdomme).

### Fysisk arbejdsevne

Det er vist, at der ved CO-hgb på 4 % er forøget iltgæld ved fysisk anstrengelse (WHO, 36). Et andet studie (Horvath, 15) viste hos 4 raske, unge mænd, at den aerobe kapacitet nedsættes ved et "kritisk punkt" på 4,3 % CO-hgb. Der er desuden fundet hurtigere udmatning ved maksimal fysisk anstrengelse ved CO-hgb niveauer på 7 % (Ekblom, 12), og det er vist at en fastlagt puls-frekvens nås hurtigere ved CO-hgb niveauer på 5-9 % (Anderson, 2).

### Korttids-virkninger på hjerte og kar

Hjertet fungerer næsten udelukkende aerobt (dvs. ved for-

brænding af ilt i modsætning til forbrænding uden ilt ved dannelse af mælkesyre). Hjertets arbejde er afhængigt af ilttilførsel ved blodgennemstrømning. Hvis blodgennemstrømningen mindskes (som fx ved kranspulsåre-forsnævring) og/eller blodets ilt-indhold mindskes (som fx ved nedsættelse af blodets ilt-bindingsevne på grund af binding af CO), opstår der iltmangel i hjertemusklens (hjerte-iskæmi), hvilket kan give anledning til smerter fra hjertet (angina pectoris, "hjertekrampe").

Ved de for trafikrelateret luftforurening og rygning relevante niveauer vil det raske hjerte let kunne kompensere for øgede CO-hgb niveauer. Men for personer med eksisterende iskæmisk hjertesygdom kan der opstå problemer - der er dog nogen diskussion om, ved hvilke CO-hgb niveauer dette sker.

Der er vist nedsat tærskel for anstrengelsesudløst hjerteiskæmi hos angina pectoris-patienter ved 2 % og 2,7 % CO-hgb (Aronow, 3 og 4). Der er dog rejst tvivl om denne forfatters troværdighed, efter at han i anden sammenhæng er afsløret for svindel med forskningsresultater. Et andet studie (Anderson, 1) har fundet øget tendens til anstrengelsesudløst iskæmi hos angina pectoris-patienter ved 4,5 % CO-hgb, men ikke ved 2,9 % CO-hgb.

Mennesker med alvorlig iskæmisk hjertesygdom vil kunne få problemer ved lave niveauer, såsom 5% CO-hgb, som følge af relativ iltmangel. Imidlertid vil så alvorlig hjertesygdom være uforenelig med den fysiske arbejdspræstation, de undersøgte i dette studie må yde. Desuden er de i dette studie målte værdier for CO væsentligt under de niveauer, nogen forfattere har undersøgt endelige fundet effekt ved.

### Centralnervesystemet

Det konkluderes af WHO's ekspertkomité (WHO, 36) at CO-hgb niveauer på 10 % medfører symptomer som hovedpine og træthed, og ved 20 % CO-hgb optræder yderligere neurologiske symptomer, herunder nedsat handleevne. For niveauer under

dette er der modstridende resultater: Nogle forfattere har fundet lette synsforstyrrelser og nedsat opfattelses- og handleevne ved niveauer på 5 % og 7,2 % CO-hgb, andre forfattere finder først sådanne forstyrrelser ved niveauer på 15-20 % CO-hgb. (Nordiska ekspertgruppen, 28, WHO, 36).

### Langtidseffekter

Der har bølget en livlig diskussion om, hvorvidt CO udelukkende var sundhedsskadelig, fordi det medførte en relativ iltmangel eller om der også var tale om en direkte skadevirkning af CO på blodkarrene.

Således har man i mange år bygget på fund af Astrup et al., som viste øget kolesterol-indhold i aorta hos CO-eksponerede kaniner (Astrup, 5, 6, og 7). Gruppen har dog selv trukket deres fund tilbage i 1978, hvor man konkluderede, at der i de første forsøg var for små forsøgsserier og at studiet ikke var "blindt" (Hugod, 17). Der er lavet flere lignende forsøg, men i dag er den overvejende holdning, at CO i lave niveauer ikke medvirker direkte til øget atherosclerose (Kristensen, 19, Stern, 32).

Ved forsøg med langtidseksponering for CO af mus og rotter for 50 ppm og aber svarende til 5-10 % CO-hgb er der ikke fundet nogen skadevirkninger (Nordiska ekspertgruppen, 28). I en undersøgelse af 970 arbejdere, der dagligt arbejdede i CO-forurenede arbejdsmiljø, fandt man ingen langtidseffekter. Dog havde en del af de eksponerede arbejdere tendens til hovedpine, men dette blev tilskrevet tidligere akutte forgiftninger med CO under arbejdet (Nordiska ekspertgruppen, 28).

### Sammenfatning

I modsætning til de andre stoffer, der er omtalt i dette litteraturafsnit, har CO en kinetik der gør, at det ikke er korttids-ekspositioner men gennemsnitsniveauer over længere tid (8-24 timer), der er interessante.

Som det fremgår andetsteds i denne rapport, ligger de målte CO-værdier i dette studie på mellem 1 og 7 ppm på veje og 0,5 -1 ppm på kirkegårde som gennemsnitsværdier over 8 timer (dagarbejdstid). En eksposition på 10 ppm i 8 timer vil give CO-hgb værdier på omkring 1,7 %. Der er ikke beskrevet helbredseffekter ved dette niveau og det er ikke sandsynligt at der skulle være tale om langtidseffekter ved dette niveau.

## 6.9 "Den urbane faktor"

Udtrykket "den urbane faktor" refererer til forskellen på sygelighed og dødelighed på landet og i byen. Det er et udtryk, som specielt er blevet anvendt i forbindelse med undersøgelser af forekomsten af lungekræft, men udtrykket bruges også mere generelt. Den urbane faktor er altså en samlet betegnelse for de faktorer, der påvirker byboere på en sådan måde, at de har øget sygelighed og dødelighed af visse sygdomme. De faktorer, der kan indgå i den urbane faktor, er bl.a. byluft, erhvervsvalg, sociale forhold, boligforhold og livsformer. Ser man på den del af den urbane faktor, som skyldes relativt højere luftforureningsniveauer kan man sige, at den urbane faktor her er en slags samlet udtryk for virkningen af alle de enkelt-stoffer, der findes i byluft.

### Den urbane faktor og lungekræft

Det er i talrige studier vist, at lungecancer-incidensen (antallet af lungekræfttilfælde om året) er 2-3 gange højere i storbyer end på landet. Et dansk studie (Madsen, 23) nævner således, at hyppigheden af lungecancer i hovedstaden er dobbelt så stor som i provinsbyerne og 2-3 gange så stor som i landdistrikterne. Ydermere er hyppigheden højest i de amter, der har flest indbyggere boende i bymæssig bebyggelse (Madsen, 23, Borch-Johnsen, 8). I undersøgelser, hvor man har korrigeret for forskelle i rygevaner, er der fortsat øget hyppighed af lungecancer i hovedstadsområdet (Madsen, 23, Borch-Johnsen, 8). Forskel i rygevaner forklarer således

ikke alene den forskel i lungecancer-hyppighed, som er observeret.

### Andre kræftformer

Andre kræfttyper har været forbundet med stoffer i trafikrelateret luftforurening. Man mener, at den hos skorstensfejere konstaterede overhyppighed af kræft på pungen (skrotal cancer) skyldes PAH'er, som også findes i udstødningsgasser. Endvidere har man fundet, at hvis man pensler forsøgsdyr på huden med ekstrakt af partikulær luftforurening, kan man fremkalde hudkræft. En række studier har peget på en mulig sammenhæng mellem udsættelse for diesel-udstødningsgasser og udvikling af blærekræft (Jensen, 18, Silverman, 30 m.fl.).

### Byluft og mutagenicitet

Byluft er blevet undersøgt for mutagenicitet (evnen til at fremkalde ændringer i arveanlæggene). Talrige studier har vist mutagenicitet af byluft og forskellige forureningskomponenter heraf (WHO, 34). En undersøgelse fra København, hvor man indsamlede luftprøver fra Nørrebrogade (i 2 og 22 meters højde) og De Gamles By (4 meters højde), viste sikkert mutagent respons i Ames-test ved de gennemsnitlige partikelmængder, der indåndes ved moderat arbejde i henholdsvis 70, 90 og 140 minutter (Madsen, 24).

### Den urbane faktor og andre sygdomme/gener

I flere studier er der påvist forskel mellem by- og landbefolkning med hensyn til en række andre sygdomme/gener, særligt sygdomme og gener i luftvejene. Således peger en stor engelsk undersøgelse på en sammenhæng mellem byluftforurening og forekomst af kronisk bronkitis efter kontrol for køn, rygning og alder (Lambert, 21).



## 7. OPSAMLING OG DISKUSSION

Den gennemførte spørgeskemaundersøgelse viser, at en række akutte gener som hovedpine, svimmelhed og irritation af øjne og luftveje samt kronisk bronkitis forekommer hyppigere blandt arbejdere i gaderenholdelsen end i begravelsesvæsenet. Blandt arbejderne i gadevedligeholdelsen m.v., hvor der arbejdes med asfalt og sribemasse, er der fundet endnu højere forekomster af ovennævnte symptomer.

Undersøgelsen er gennemført som en tværsnitsundersøgelse, og de fundne forekomster af helbredseffekter kan på grund af selektionen ("healthy worker effekt") være undervurderet. Langtidseffekter som kronisk bronkitis kan bedre belyses gennem forløbsundersøgelse af veldefinerede grupper af eksponerede personer. Dels for at kunne tage højde for "healthy worker effekten", og dels for at kunne følge ekspositionen og sygdomsudviklingen over lang tid. Det er ukendt i hvilken grad "healthy worker effekten" gør sig gældende i vores undersøgelse, men det kan ikke udelukkes, at der er foregået en fraselektion af arbejdere med luftvejsproblemer, specielt i de eksponerede grupper.

En statistisk analyse af rygning og alder, som er to væsentlige konkurrerende årsagsfaktorer til de undersøgte helbredseffekter, kunne ikke henhøre de konstaterede forskelle til disse faktorer alene. Vi har desuden vurderet en række mulige fejlkilder uden at finde det sandsynligt, at nogen af disse skulle have en væsentlig indflydelse på undersøgelsens validitet. Validiteten underbygges også af, at kendte årsagsfaktorer til de undersøgte helbredseffekter (rygning, asfalt/sribemasse og alder) også konstateres i denne undersøgelse.

Ved hjælp af luftforureningsmålinger er gennemført en bred vurdering af de ekspositioner for trafikrelateret luftforurening, som de undersøgte grupper er udsat for. Måleresultaterne peger på, at vejarbejderne eksponeres for i størrelsesordenen 2 til 29 gange højere koncentrationer af de pri-

mære luftforureninger NO, CO og SO<sub>2</sub> end arbejderne på kirkegårdene. Der er ikke målt for en række andre stoffer, som også indgår i den primære luftforurening fra trafikken, men ekspositionsforskellene for stoffer som kulbrinter og partikler må dog antages at ligge i samme størrelsesorden. Måleresultaterne for den hovedsageligt sekundære luftforurening NO<sub>2</sub> peger på udsættelse for fra samme niveau til 9 gange højere koncentrationer på vejene. Målingerne af den sekundære luftforurening O<sub>3</sub> viser store lokale variationer i koncentrationerne, og vores materiale tyder ikke på systematiske forskelle på ekspositionen for dette stof i de sammenlignede grupper.

Denne væsentligt højere eksposition af vejarbejderne peger på, at udsættelsen for trafikrelateret luftforurening er en væsentlig del af forklaringen på den øgede forekomst af en række sygdomssymptomer blandt vejarbejderne.

Den eksisterende litteratur beskriver en række helbredsmæssige effekter af trafikrelateret luftforurening. Der er hovedsagligt tale om undersøgelser af enkeltstoffers helbredsmæssige effekter, mens samspilseffekter mellem disse enkeltstoffer er dårligt belyst.

En række stoffer kan karakteriseres som luftvejs- og slimhindeirritanter. Dette gælder NO<sub>2</sub>, NO, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, peroxyacetylnitratforbindelser, aldehyder og partikler. For peroxyacetylnitratforbindelser, formaldehyd og acrolein er specielt beskrevet øjenirritation ved lave koncentrationer.

Der er stærke indicier for, at blandt andet NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> og O<sub>3</sub> virker ødelæggende på lungevævet og i høje koncentrationer eller ved lang tids påvirkning kan give anledning til udvikling af lungesygdomme eller forværring af eksisterende lungesygdomme.

NO<sub>2</sub>, NO, SO<sub>2</sub> og O<sub>3</sub> indgår i vores måleprogram, og det er derfor muligt at vurdere de niveauer, som undersøgelsesdeltagerne udsættes for. Det samme er tilfældet for peroxyacetylnitratforbindelserne, idet de vil forefindes i koncentra-

tioner på 2 - 20% af  $O_3$ -koncentration. Måleresultater for formaldehyd og acrolein fra en enkelt dag på Vester Voldgade tyder desuden på, at aldehyder kan forekomme i betydnende koncentrationer på vejene.

På vejene er der for  $NO_2$ ,  $O_3$  og formaldehyd målt maksimale korttidskoncentrationer på op omkring de niveauer, hvor der i litteraturen for det enkelte stof alene er beskrevet effekter. For  $SO_2$  ligger målingerne noget under de beskrevne effekt-niveauer.

Der er fundet effekter af 1 times udsættelse for  $NO_2$  ved helt ned til 100 ppb. Der er her tale om øget følsomhed for andre luftvejssammentrækkende stoffer. Ved 300 ppb kan særligt følsomme individer reagere med luftvejsirritation, og ved omkring 700 ppb er det samme påvist for "normale". Vej-målingerne viser, at i den fjerdedel af dagene med mest  $NO_2$ -forurening lå den højeste daglige timemiddelværdi mellem 65 ppb og 208 ppb for fire af de fem veje. Tilsvarende lå den højeste daglige 3 minuts-værdi mellem 214 ppb og 559 ppb på de tre veje, hvor der er målt 3 minuts-værdier.

For formaldehyd er der rapporteret luftvejsirritation ved korttidseksponeringer fra 0,1 mg/m<sup>3</sup>. Den enkeltstående formaldehydmåling viste netop dette niveau ved en 15 minutters måling i myldretiden.

Fra  $O_3$ -niveauer på ned til omkring 100 ppb ses der luftvejs-effekter som hoste og nedsat lungefunktion. De højeste time- og 3 minuts-værdier blandt vej-målingerne er henholdsvis 72 ppb og 146 ppb, mens mere typiske daglige spidsværdier nærmere er det halve.

For  $SO_2$  er det laveste niveau, hvor der beskrives helbredsmæssige effekter, omkring 350 ppb som 10 minutters eksposition. De højeste time- og 3 minuts-værdier blandt vej-målingerne er 112 ppb respektivt 203 ppb, mens mere typiske daglige spidsværdier er en del lavere.

De målte koncentrationer ligger således tæt på de beskrevne helbredseffekter, og litteraturen understøtter på den baggrund, at den observerede overhyppighed af luftvejssymptomer blandt de eksponerede arbejdere kan være fremkaldt af disse stoffer enkeltvis eller i kombination.

Det er kendt fra industrielt arbejdsmiljø, at luftvejsirriterende gasser og støv kan medføre en forøget risiko for udvikling af kronisk bronkitis. I det indendørs arbejdsmiljø vil koncentrationer for de enkelte stoffer imidlertid ofte være højere. I denne undersøgelse er der fundet en øget forekomst af symptomer på kronisk bronkitis blandt vejarbejdere eksponeret for luftforurening, og resultaterne peger således på, at de irriterende stoffer i kombination kan medføre en forøget risiko for kronisk bronkitis ved de i undersøgelsen fundne niveauer.

Den forøgede forekomst af symptomer på øjenirritation blandt vejarbejderne kan skyldes udsættelsen for specielt peroxyacetylnitratforbindelser og formaldehyd. For formaldehyd kan der forekomme øjenirritation fra niveauer mellem 0,01 og 1,9 mg/m<sup>3</sup>. Den enkeltstående måling viste et dagsgennemsnit på 0,024 mg/m<sup>3</sup> og en 15 minutters spidsværdi på 0,11 mg/m<sup>3</sup>. Ved O<sub>3</sub>-niveauer fra ca. 100 ppb kan der forekomme øjenirritation som hovedsageligt tilskrives peroxyacetylnitratforbindelser. De højeste O<sub>3</sub>-målinger ligger omkring dette niveau.

Den kombinerede eksposition for disse to stoffer samt ekspositionen for de andre stoffer med en generel slimhindeirriterende effekt understøttes således af litteraturen som en sandsynlig årsag til den forøgede forekomst af øjenirritation.

Sammenhængen mellem trafikrelateret luftforurening og de mere uspecifikke symptomer hovedpine og svimmelhed er dårligt undersøgt. Den i undersøgelsen fundne forøgede forekomster af disse symptomer hos vejarbejderne kan måske ikke tilskrives den trafikrelaterede luftforurening alene. Symptomerne skal muligvis i højere grad ses som et udtryk for den totale arbejdsmiljøbelastning, hvor udover luftforurening også

støj, utryghed ved at arbejde tæt op af trafikken og eventuelt andre faktorer kan spille en rolle.

Vi ved fra litteraturen, at bl.a.  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  og  $\text{O}_3$  virker luftvejsirriterende. På denne baggrund er det ikke usandsynligt, at udsættelsen for trafikrelateret luftforurening er årsag til den øgede forekomst af anfaldsvis vejrtrækningsbesvær, som er fundet i spørgeskemaundersøgelsen.

Måleresultaterne viser ikke overskridelser af WHO's anbefalede grænseværdier, men for  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}$  og  $\text{O}_3$  findes der blandt vejmålingerne måleresultater, der ligger lige under eller tangerer disse grænseværdier. Når der i denne undersøgelse alligevel konstateres helbredsmæssige effekter, peger dette på utilstrækkeligheden af, at grænseværdifastsættelserne alene sker under hensyntagen til de enkelte stoffers effektgrænser, idet kombinationseffekter da lades ude af betragtning.

LITTERATURLISTE

Anderson, E.W., Andelman, R.J., Strauch, J.M., Fortuin, N.J., Knelson, J.H.

Effect of low-level carbon monoxide exposure on onset and duration of angina pectoris: A study in ten patients with ischemic heart disease.

Ann. Intern. Med., 79, I: 46-50. 1973.

(1).

Anderson, E.W., Strauch, J.M., Knelson, J.H., Fortuin, N.J. Effects of carbon monoxide (CO) on exercise electrocardiogram (ECG) and systolic time intervals (STI).

Circulation, 44, suppl. 2: 135. 1971.

(2).

Aronow, W.S.

Aggravation of angina pectoris by two percent carboxyhemoglobin, Am. Heart J., 101, 2: 154-7. 1981.

(3).

Aronow, W.S., Isbell, M.W.

Carbon monoxide effect on exercise-induced angina pectoris.

Ann. Intern. Med., 79: 392-5. 1973.

(4).

Astrup, P., Kjeldsen, K.

Carbon monoxide, smoking and atherosclerosis.

Med. Clin. North Amer., 58: 323-50. 1973.

(5).

Astrup, P., Kjeldsen, K., Wanstrup, J.

Enhancing influence of carbon monoxide on the development of atheromatosis in cholesterol-fed rabbits.

J. Atheroscler. Res., 7: 343-54. 1967.

(6).

Astrup, P.J.

Pathological effects of moderate carbon monoxide exposure.

Staub. Reinhalt. Luft (Engl. Ed.), 32: 72-5. 1972.

(7).

Borch-Johnsen, K.

Byliv og lungecancer.

Ugeskr. Læger, 144: 1713-8. 1982.

(8).

Camner, P., Helström, P.-Å., Philipson, K.

Carbon dust and mucociliary transport.

Arch. Environ. Health, 26: 294-6. 1973.

(9).

Conradsen, Knut.

En introduktion til statistik, Bind II B.

IMSOR, Danmarks Tekniske Højskole. 3. Udg. 1979.

(10).

Egebäck, K.-E.

Identification of polychlorinated dibenzofurans and dioxins in exhausts from cars run on leaded gasoline.

Chemosphere, 16, 1: 29-36. 1987.

(11).

Ekblom, B., Huot, R.

Response to submaximal and maximal exercise at different levels of carboxyhemoglobin.

Acta Physiol. Scand., 86: 474-82. 1972.

(12).

Groth, M.V., Lyngenbo, O.

Svejsernes arbejdsmiljø og helbred, 2. udg.

Arbejdsmiljøfondet, København 1983

(13).

Higgins, I.T.T.

Effects of sulfur oxides and particulates on health.

Arch. Environ. Health, 22: 584-90. 1971.

(14).

Horvath, S.M., Raven, P.B., Dahms, T.E., Gray, D.J.

Maximal aerobic capacity at different levels of carboxyhemoglobin.

J. Appl. Physiol., 38: 300-3. 1975.

(15).

Hovedstadsrådet.

Redegørelse for grænseværdier og seneste resultater af hovedstadsrådets luftforureningsovervågning.

Sagsdokument. Hovedstadsrådets journal nr. 661-10. 18/5-1988.

(16).

Hugod, C., Hawkins, L.H., Kjeldsen, K., Thomsen, H.K., Astrup, P.  
Effect of carbon monoxide exposure on aortic and coronary intimal morphology in the rabbit.

Atherosclerosis, 30: 333-42. 1978.

(17).

Jensen, O.M., Wahrendorf, J., Knudsen, J.B., Sørensen, B.L.

The Copenhagen case-referent study on bladder cancer.

Scand. J. Work Environ. Health, 13: 129-34. 1987.

(18).

Kristensen, T.S., Damsgaard, M.T.

Hjerte/karsygdomme og arbejdsmiljø.

Bind 1-2. Arbejdsmiljøfondet, København. 1987.

(19).

Københavns Kommune.

Færdselstællinger 1980-87.

Vejkontoret, Stadsingeniørens Direktorat, Københavns Kommune, 1987.

(20).

Lambert, P.M., Reid, D.D.

Smoking, air pollution, and bronchitis in Britain.

The Lancet, 25. april: 853-7. 1970.

(21).

- Laskin, S., Sellakumar, A.  
Models in chemical respiratory carcinogenesis.  
In: Experimental lung cancer. Carcinogenesis and bioassays,  
pp. 7-19.  
Ed. by E. Karbe and J.F. Park.  
Springer Verlag, New York. 1974  
(22).
- Madsen, E.S., Nielsen, P.A., Pedersen, J.C.  
Luftforurening og cancer.  
Ugeskr. Læger, 144: 1719-21. 1982.  
(23).
- Madsen, E.S., Nielsen, P.A., Pedersen, J.C.  
The distribution and origin of mutagens in airborne particu-  
lates, detected by the Salmonella/microsome assay in rela-  
tion to levels of lead, vanadium and PAH.  
Sci. Total Environ. 24, 1: 13-25. 1982.  
(24).
- McClellan, R.O.  
Health effects of exposure to diesel exhaust particles.  
Ann. Rev. Pharmacol. Toxicol., 27: 279-300. 1987.  
(25).
- Miljøstyrelsen.  
Luftforurening fra motorkøretøjer.  
Orientering fra Miljøstyrelsen, Nr. 2. 1985.  
(26).
- Nielsen, J.B., Grandjean, P.  
Sundhedsmæssig vurdering af udstødningsgasser fra motorkøretøjer.  
Afdeling for Miljømedicin, Odense Universitet. 1988.  
(27).
- Nordiska expertgruppen för gränsvärdesdokumentation.  
Kolmonoxid.  
Arbeta och Hälsa, 8. 1980.  
(28).
- Silberschmid, M., Johansen, J.P.  
Hvad ved vi om erhvervsbetingede kroniske lungesygdomme?  
I: Hvad ved vi om arbejdsbetingede sygdomme?  
Særtryk fra Ugeskrift for Læger, Lægeforeningens forlag, Kø-  
benhavn. 1985.  
(29).
- Silverman, D.T., Hoover, R.N., Mason, T.J., Swanson, G.M.  
Motor exhaust-related occupations and bladder cancer.  
Cancer Res., 46: 2113-6. 1986.  
(30).
- Stephens, E.R., Darley, E.F., Taylor, O.C., Scott, W.E.  
Photochemical reaction products in air pollution.  
Int. J. Air. Water Poll., 4, 1/2: 79-100. 1961.  
(31).



Stern, F.B., Halperin, W.E., Hornung, R.W., Ringenburg, V.L.,  
McCammon, C.S.

Heart disease mortality among bridge and tunnel officers exposed  
to carbon monoxide.

Am. J. Epidemiol., 128, 6: 1276-88. 1988.

(32).

Weir, F.W., Fabiano, V.L.

Re-evaluation of the role of carbon monoxide in production  
or aggravation of cardiovascular disease processes.

J. Occup. Med., 24, 7: 519-25. 1982.

(33).

WHO.

Air quality guidelines for Europe.

WHO, Copenhagen. 1987.

(34).

WHO.

Environmental health criteria, 4: Oxides of nitrogen.

WHO, Geneva. 1977.

(35).

WHO Expert Committee

Air quality criteria and guides for urban air pollutants.

WHO Technical Report Series, No. 506. Geneva. 1972.

(36).

Wright, G.F., Jewczyk, Onrot, J., Tomlinson, P., Shephard, R.J.  
Carbon Monoxide in the urban atmosphere. Hazards to the  
pedestrian and the street-worker.

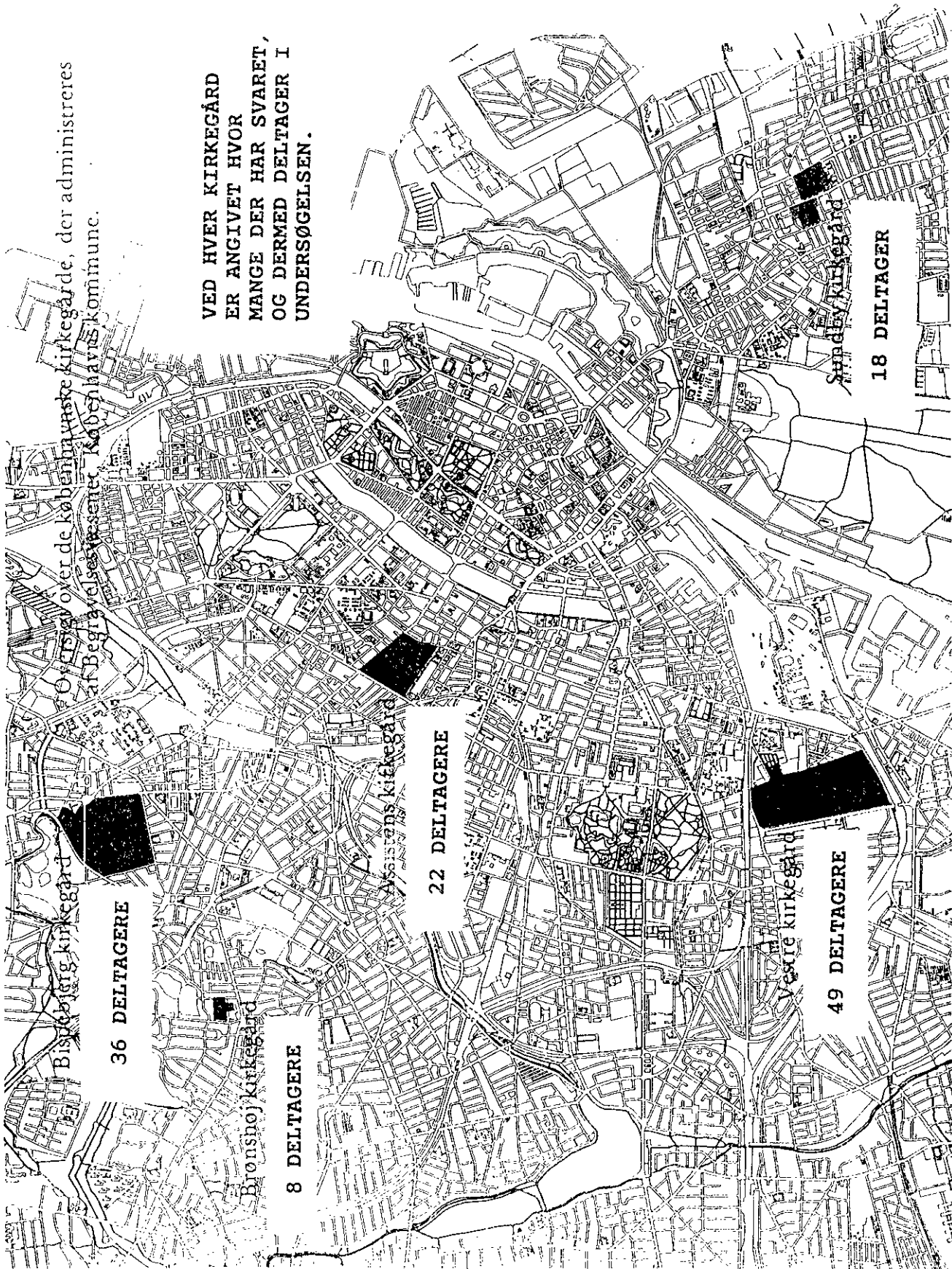
Arch. Environ. Health, 30: 123-9. 1975.

(37).

# B I L A G

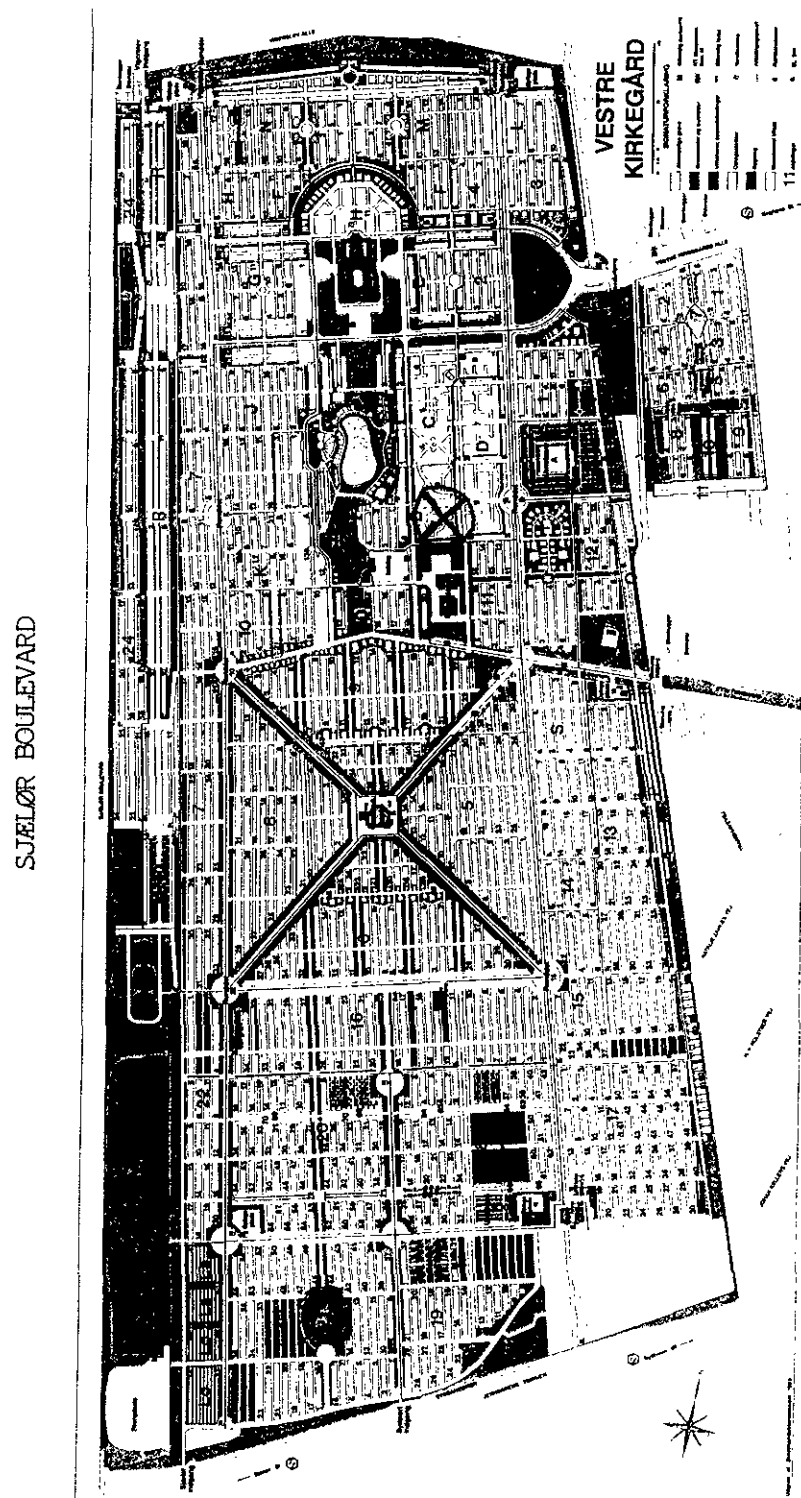
- 4.1 Kirkegårdenes beliggenhed samt antal undersøgelsesdeltagere fra hver kirkegård.
- 4.2 Luftforureningsmåling på Vestre kirkegård.
- 4.3 Luftforureningsmåling på Assistens kirkegård.
- 4.4 SO<sub>2</sub>-forurening på H.C. Andersens Boulevard i ugen 8/5 til 14/5 1989.
- 4.5 SO<sub>2</sub>-forurening på H.C. Andersens Boulevard d. 9/5 1989.
- 4.6 NO<sub>2</sub>-forurening på Gl. Torv d. 17/2 1989.
- 4.7 Luftforureningsmåling på Vester Voldgade.
- 4.8 Luftforureningsmåling på H.C. Andersens Boulevard.
- 4.9 Luftforureningsmåling på Gl. Torv.
- 4.10 Luftforureningsmåling på Jagtvej.
- 4.11 Luftforureningsmåling på Holmbladsgade.
- 4.12 Målemetoder.
- 4.13 Oversigt over forskellige landes samt WHO's grænseværdier for det ydre miljø.
- 4.14 Resumé af BST-rapport om luftforurening på Vester Voldgade i forhold til de arbejdshygiejniske grænseværdier.
- 5.1 Spørgeskema.
- 5.2 Gruppeinddelingskriterier, frasortering og bortfald.


KIRKEGÅRDENES BELIGGENHED SAMT ANTAL UNDERSØGELSESDELTAGERE  
FRA HVER KIRKEGÅRD.



LUFTMÅLINGEN PÅ VESTRE KIRKEGÅRD.  
D. 23/12 - 1988 til d. 1/2 - 1989.

Der er målt i 3,5 meters højde. Der er målt på hverdage kl.  
7.00 til 15.00.

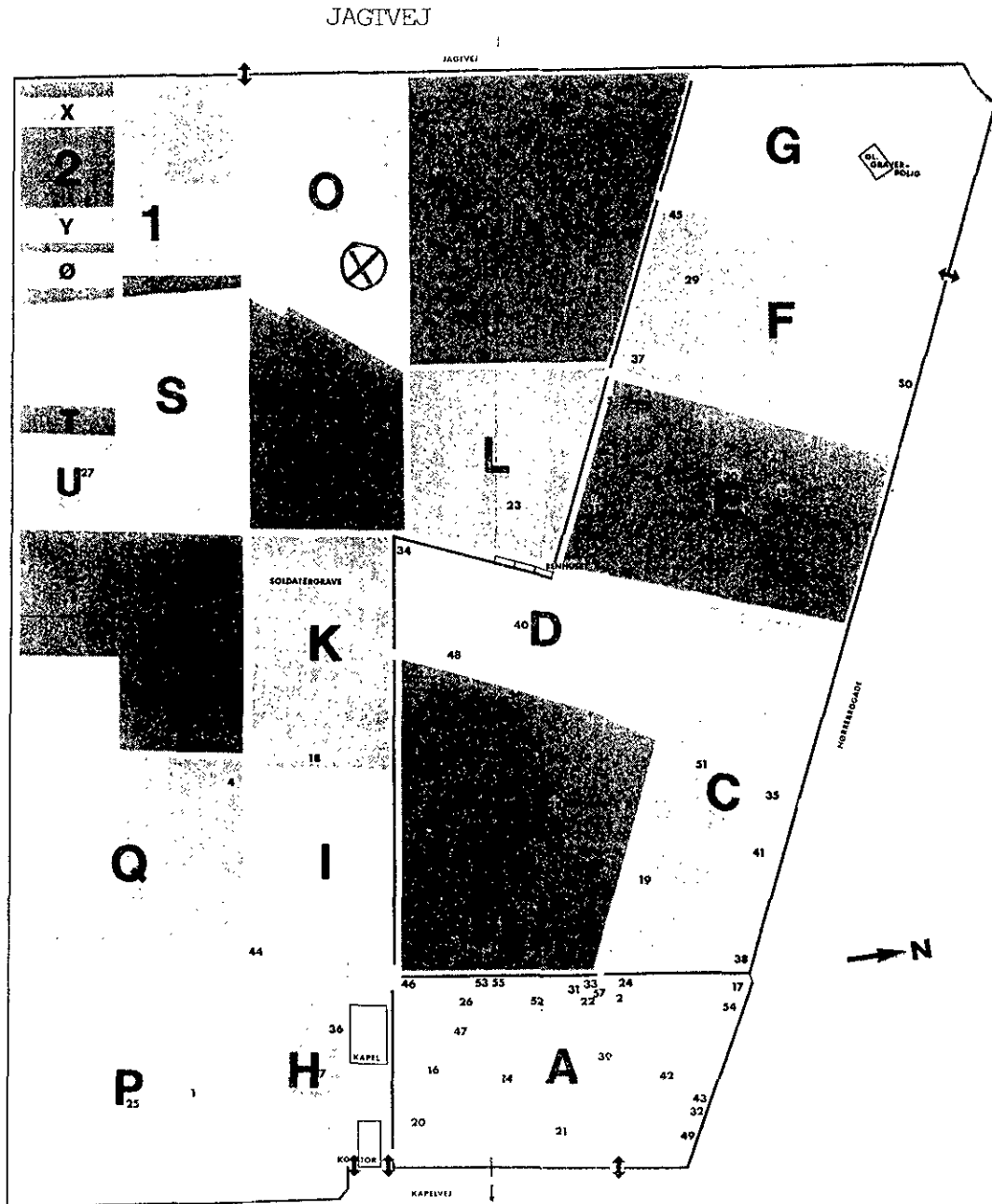


 = Målestationens Placering

LUFTMÅLINGEN PÅ ASSISTENS KIRKEGÅRD.

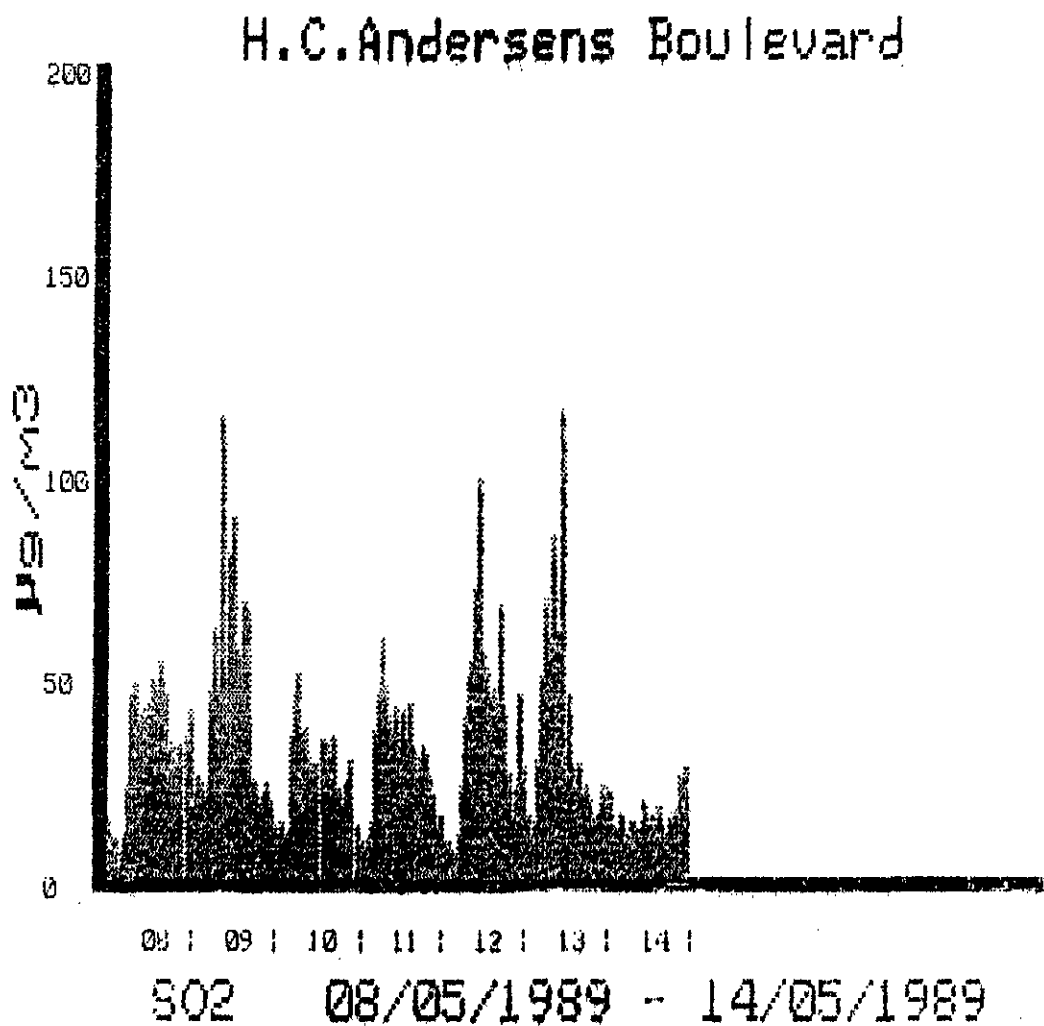
D. 3/4 - 1989 til d. 28/4 - 1989.

Der er målt i 3,5 meters højde, på hverdage kl. 7.00 til 15.00.

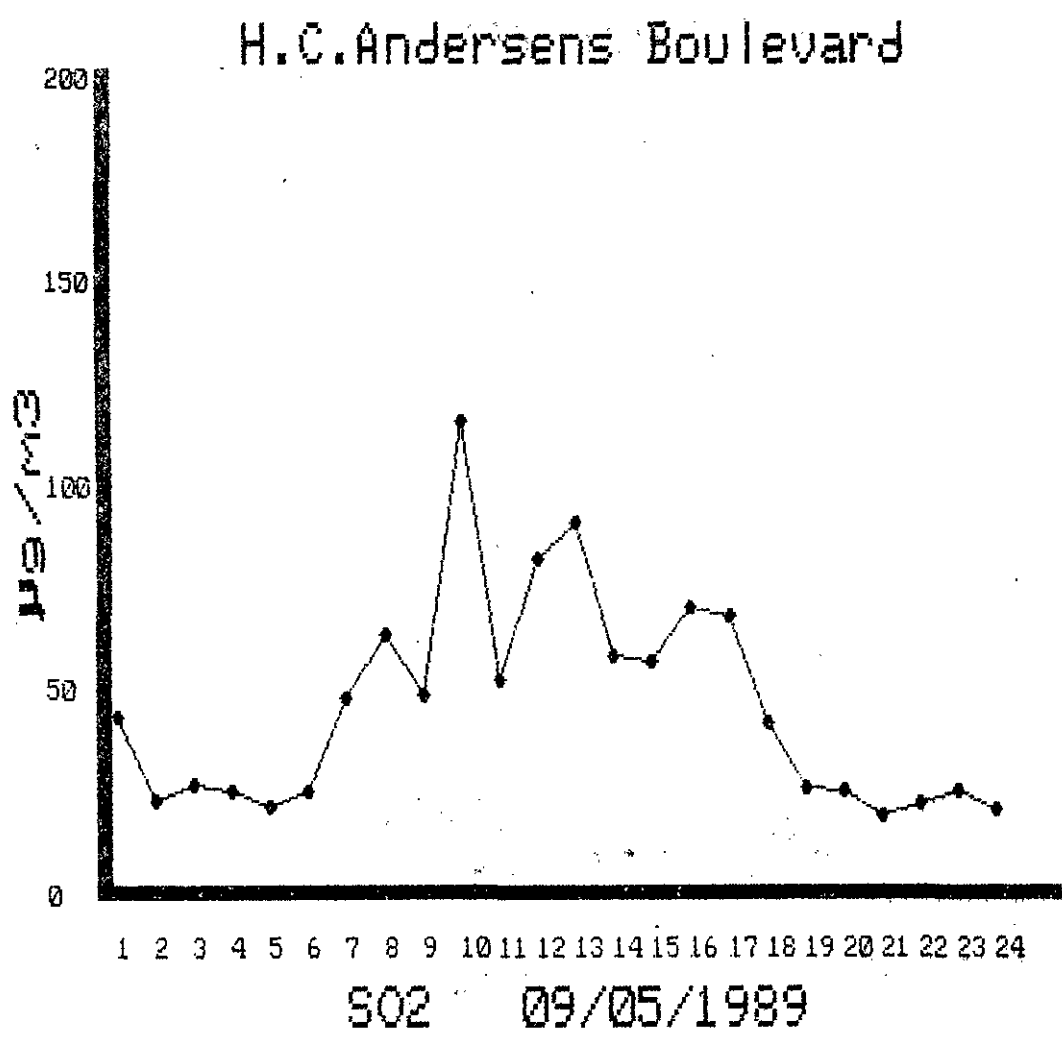


⊗ = Målestationens placering

SO<sub>2</sub>-FORURENING I UGEN 8/5 TIL 14/5 1989.

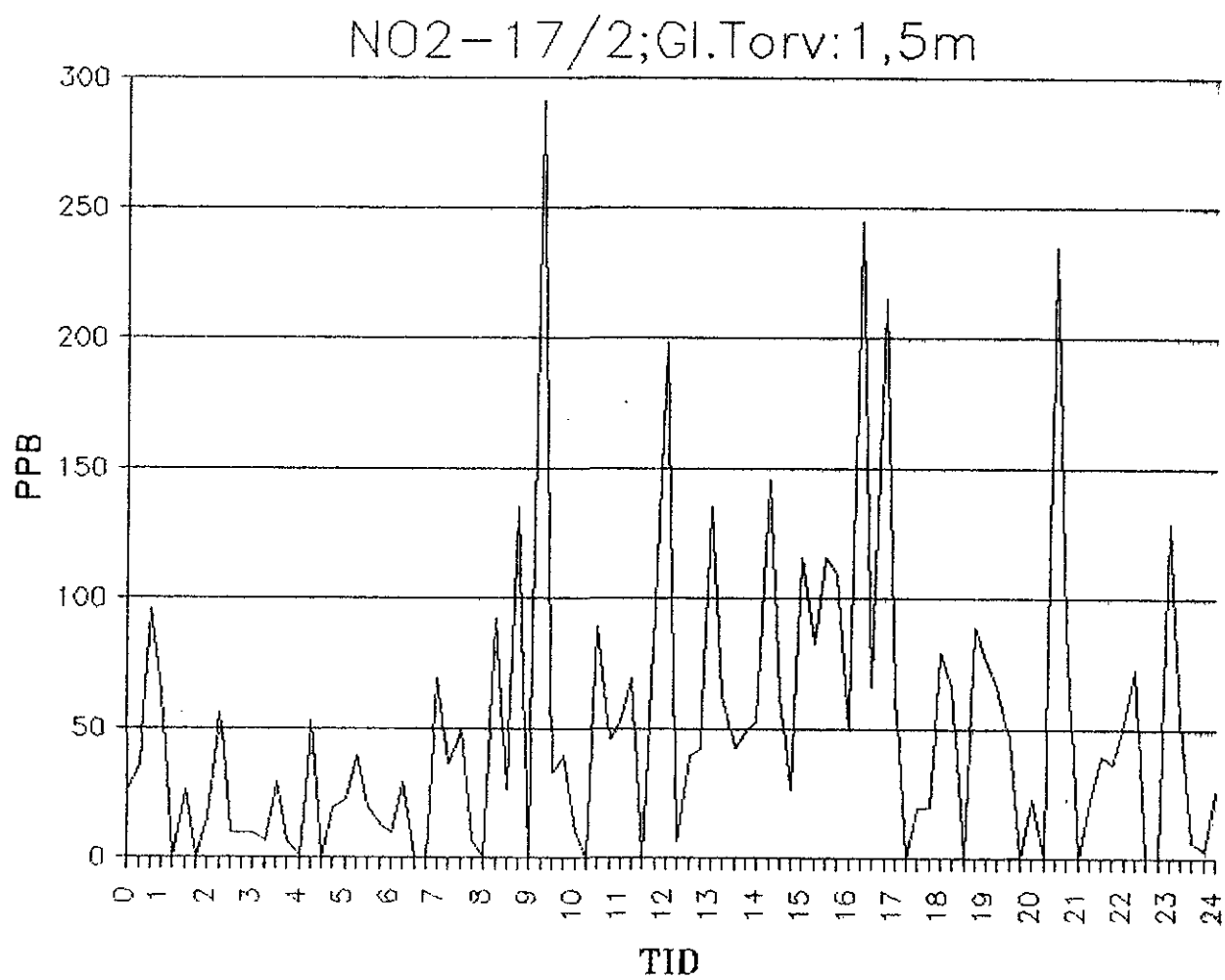


SO<sub>2</sub>-FORURENING D. 9/5 1989.



NO<sub>2</sub>-FORURENING PÅ GL. TORV D. 17/2 1989.

MÅLEHØJDE: 1,5 METER.

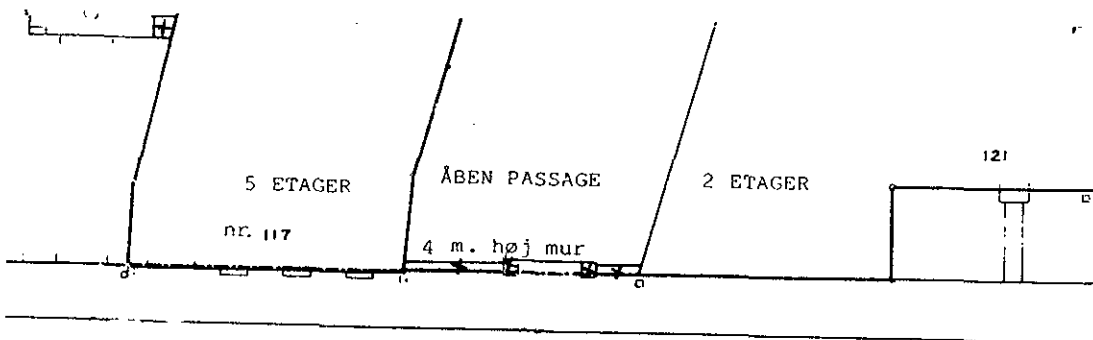




**LUFTMÅLING PÅ VESTER VOLDGADE.**

D. 27/9 - 1988 til d. 3/11 - 1988.

Der er målt på vejbanen i 0,5 1,5 og 3,5 meters højde, på hverdage fra 6.30 til 15.00. Der var trafik på begge sider af målestationen. Gaden er på målestedet afskærmet af 4-etages bygninger mod syd, mens en 4 meter høj mur og lavere byggeri giver mere luft mod nord. Fortovet er smalt.



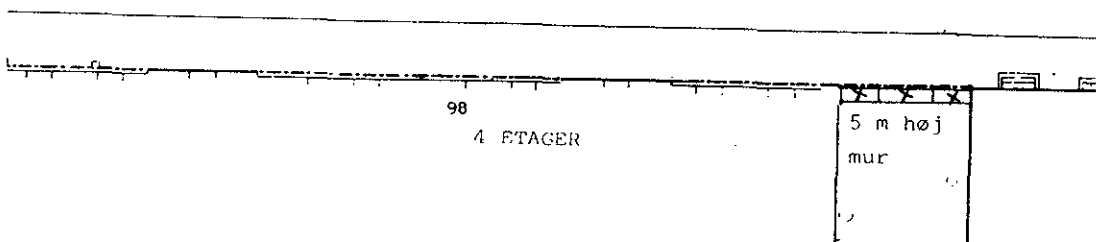
CA. 60 m.  
TIL NY KON-  
GENS GADE

VESTER VOLDGADE

CA. 50 m. TIL  
RYSENSTEENS-  
GADE



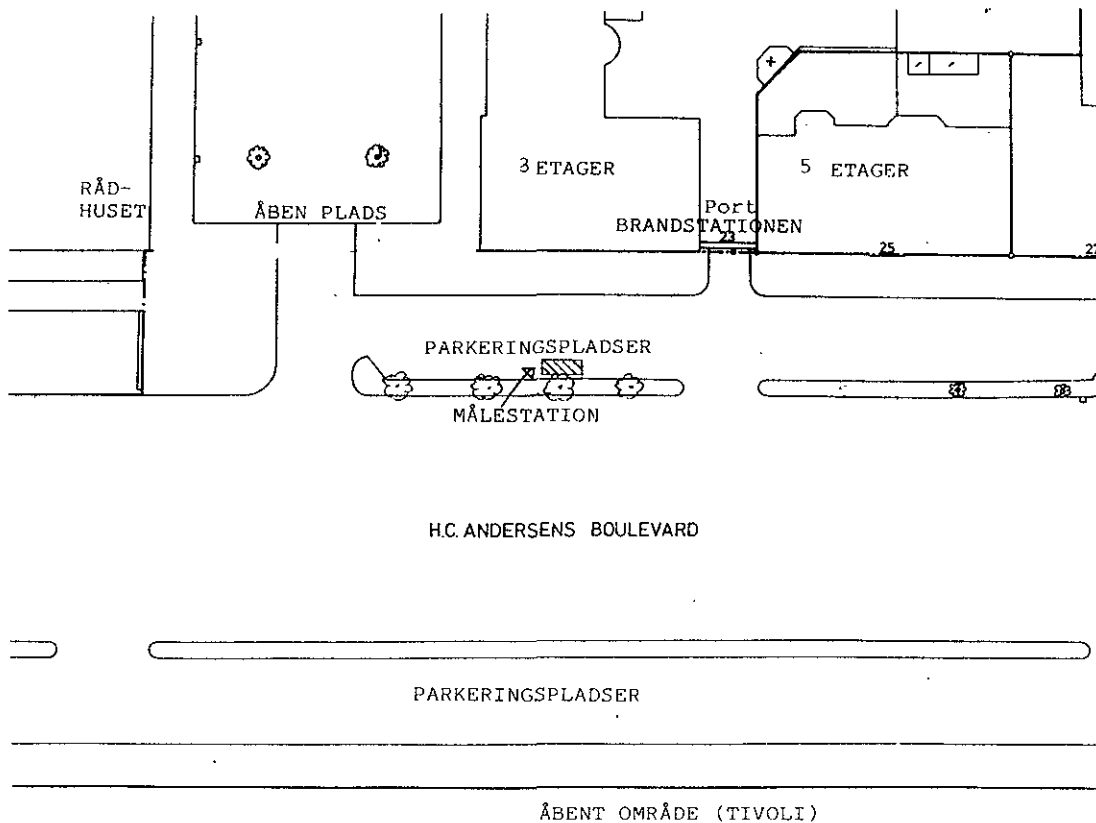
MÅLESTATION



**LUFTMÅLING PÅ H.C. ANDERSENS BOULEVARD**

D. 7/11 - 1988 til d. 20/12 - 1988.

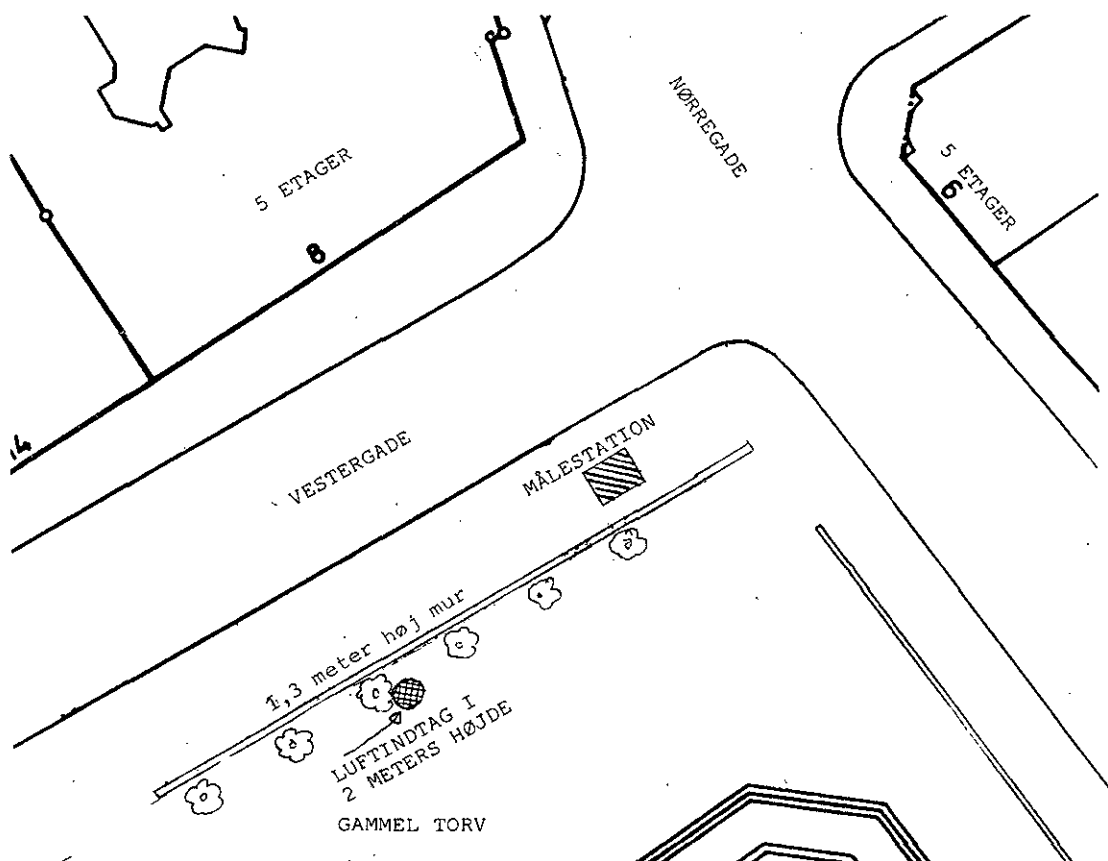
Der er målt ca. 1 meter fra vejbanen i 0,5 1,5 og 3,5 meters højde. Der er målt på hverdage kl. 6.30 til 15.00. Målestationen stod relativt åbent, idet vejen er bred og omgivelserne er åbne.



## LUFTMÅLING PÅ GAMMEL TORV.

D. 3/2 - 1989 til d. 1/3 - 1989.

Der er målt ca. 2 m. fra kørebanen i 0,5 1,5 og 3,5 meter's højde. Desuden er der målt inde over pladsen som angivet på skitsen (ca 30 meter fra Nørregade og ca. 10 meter fra Vestergade). Der er målt på hverdage kl. 6.30 til 15.00. Gammel/Ny-torv er relativt godt afskærmet med 4-5 etages byggeri hele vejen rundt, men er naturligvis meget mere åbent end fx længere nede af Vestergade eller mange andre City-gader.

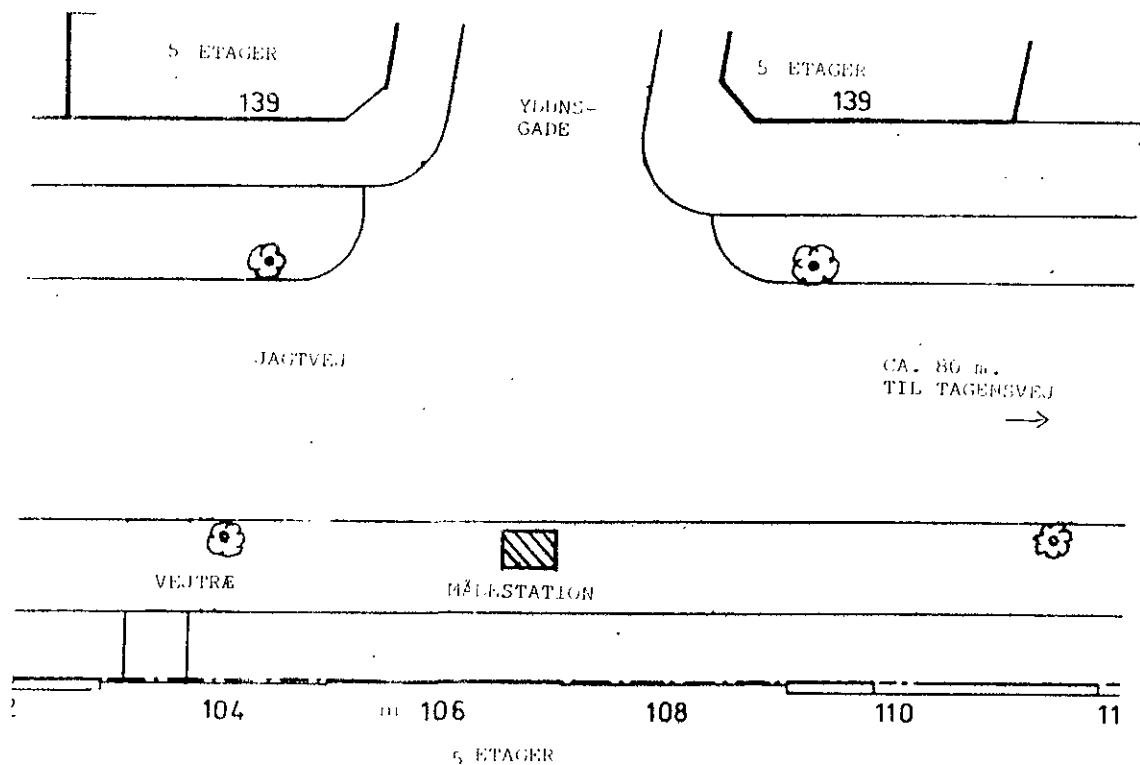


**LUFTMÅLING PÅ JAGTVEJ.**

D.27/9 - 1988 til d. 28/4 - 1989.

Der er målt 1,5 meter fra vejbanen i 3,5 meters højde. Hver-  
dage kl. 6.30 til 15.00. Målingerne er foretaget af Miljøla-  
boratoriet, Risø. Data er leveret som ukontrollerede halvti-  
mesværdier, der er uden korrektion for evt. nulpunktsfejl.

Målestationen står på et rimeligt afskærmet sted, med 5-eta-  
ges bygninger omkring (dog en vej lige overfor).

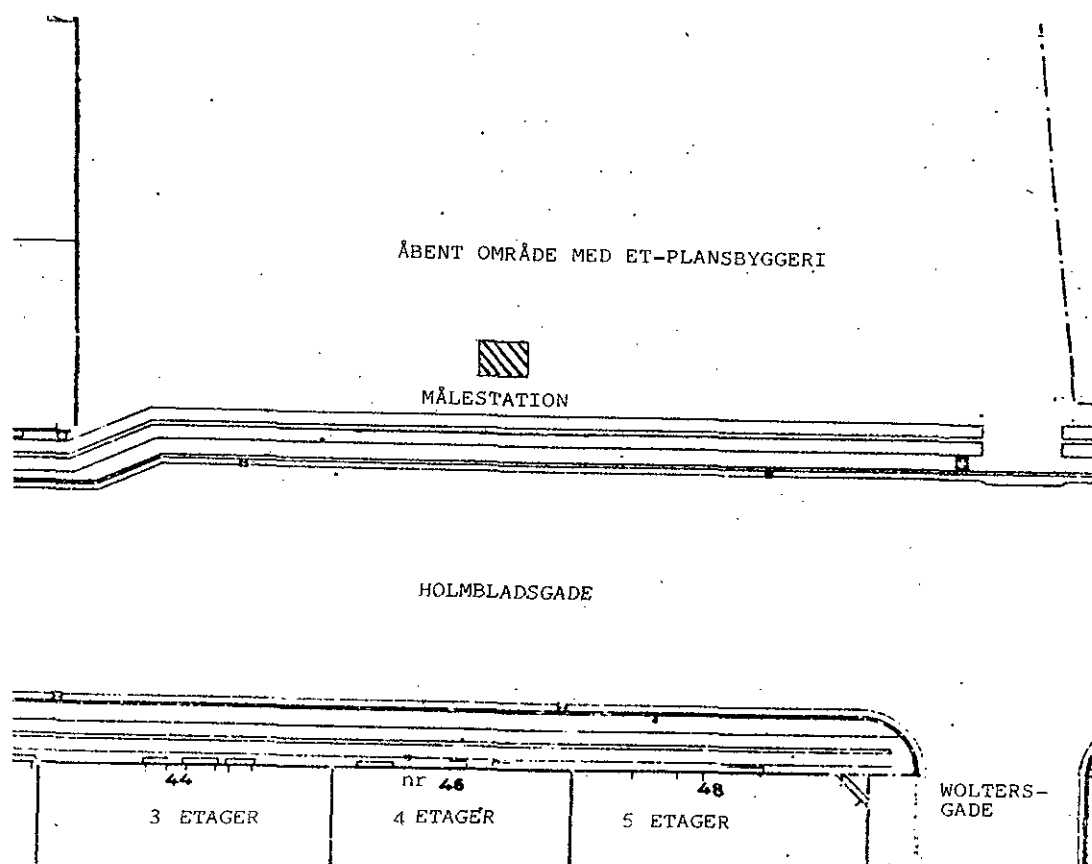


## LUFTMÅLING PÅ HOLMBLADSGADE.

D. 19/10 - 1988 til d. 28/4 - 1989.

Der er målt 5 meter fra vejbanen (hvor 1. kørebane anvendes til parkering), i 3,5 meters højde. Der er målt på hverdage kl. 7.00 til 15.00. Målingerne er foretaget af Københavns Kommunes Miljøkontrol og data er leveret som ukontrollerede timeværdier.

Målestationen stod meget åbent. Mod nordvest er der fladt et-plansbyggeri på begge sider, mens der på sydøstsiden dog er skærmet bedre af højere huse.



MÅLEMETODERVester Voldgade, H.C. Andersens Boulevard og Gammel Torv

På grund af ønsket om at kunne måle i forskellige højder på vejene, blev den transportable målestation udstyret med 4 luftindtag. Målestationen kunne herefter tage luft ind i 3 forskellige højder samt fra en slange der kunne hente luft fra op til ca. 20 meter væk. Der blev automatisk skiftet mellem at måle på luften fra de 4 indtag og i hvert kvarter blev der målt 3 minutter fra hvert af de 4 indtag, hvorfor der i en given højde er målt i 20% af den samlede tid.

Denne målemetode med 3 minutter som mindste tidsenhed blev valgt af 2 grunde. For det første fordi vi ønskede at sprede målesekvenserne fra samme højde jævnt over hele dagen og for det andet fordi sammenligningen mellem forskellige højder sandsynligvis bliver mere præcis, jo kortere tid der er mellem målingerne i forskellige højder.

Det er en konsekvens af denne målemetode at de maksimale daglige 3-minuts værdier, som måles i en given højde, sandsynligvis er for små. Ligeledes må det antages at det antal spidsværdier der måles i en given højde på en dag, er for lavt.

Dette forhold kan eksemplificeres ved kurven for  $\text{NO}_2$  i bilag 4.6 som viser en maksimal daglig 3-minuts værdi i 1,5 meters højde på 290 ppb samt 3 andre 3-minuts værdier over 200 ppb. Da der kun er målt 3 minutter fra hvert kvarter i 1,5 meters højde er det rimeligt at antage, at der i de øvrige 80% af tiden vil forekomme relativt lige så mange 3-minuts værdier over 200 ppb. Det vil sige ialt omkring 20 3-minuts værdier over 200 ppb. En af disse vil sandsynligvis ofte være højere end 290 ppb.

Dagsmiddelværdierne (8,5 time) i en given højde er udregnet udfra 34 3-minutsværdier spredt jævnt over de 8 1/2 time.

Timemiddelværdierne i en given højde er udregnet som gennemsnit af de fire 3-minutsværdier, der ligger spredt jævnt i den foregående time fra hvert helt klokkeslet fra kl. 7.00 til kl. 15.00.

### Kirkegårdene

Her er målt i 3,5 meters højde i hele måletiden hvorfor ovennævnte metodiske forhold om såvel højdeforskelle som om for få og for små målte daglige maksimale daglige 3-minutsværdier, ikke gælder. Den mindste tidsenhed er dog stadig 3 minutter.

### Måleapparater

Målingerne på Vester Voldgade, H.C. Andersens Boulevard, Gammel Torv, Vestre kirkegård og Assistens kirkegård er foretaget på følgende apparater :

NO <sub>2</sub> (NO <sub>x</sub> )	: Thermo Electron, model 14 B
NO <sub>x</sub>	: Thermo Electron, model 14 B
CO	: Thermo Electron, model 48
SO <sub>2</sub>	: Thermo Electron, model 43 A
O <sub>3</sub>	: Thermo Electron, model 49

Målingernes usikkerheder er angivet i resultatskemaerne.

Der er kalibreret før hver måleperiode, og kun een gang fundet nulpunktskred af betydning efter en måleperiode. Dette var tilfældet efter måleperioden på Assistens kirkegård, hvor 0-punktet på SO<sub>2</sub>-måleapparatet var skredet til ca. +10 ppb. Dette betyder, at resultaterne for SO<sub>2</sub> fra Assistens kirkegård er ca. 10 ppb for høje fra et ukendt tidspunkt i måleperiode. Hans Buch & Co. har stået for kalibreringer og 0-punktskontrol.

Antal dage i måleperioden varierer fra stof til stof, idet

et måleapparat eller data-lagringssystem i enkelte tilfælde er faldet ud.

### Jagtvej og Holmbladsgade

Målingerne er her foretaget i 3,5 meters højde. På Jagtvej anvendes 0,5 time som mindste tidsmæssige enhed og på Holmbladsgade anvendes 1 time. De maksimale daglige timemiddelværdier på Jagtvej er udregnet glidende udfra 0,5 times værdier. Data fra Jagtvej er leveret af Miljølaboratoriet på Risø som ukontrollerede og uden korrektion for eventuelle 0-punktsfejl.

### Scatterplots

De anvendte værdier er for hvert kvarter fra kl. 6.30 til kl. 15.00, udregnet på følgende måde:

$$Y_{t=900} = 1/35 \left( -3X_{t=830} + 12X_{t=845} + 17X_{t=900} + 12X_{t=915} - 3X_{t=930} \right)$$

$Y_{t=900}$  er den beregnede værdi for kl. 9.00. X-værdierne er de målte 3-minuts værdier i de 5 kvarter omkring kl. 9.00.

Udtrykket giver værdien (til samme tid) til det 3. grads polynomium, som er dannet ud fra de 5 oprindelige måleværdier (som funktion af tiden), efter mindste kvadraters metode (Conradsen, 10).



## BILAG 4.13

Relevante grænseværdier og vejledende og/eller anbefalede grænseværdier for svovldioxid (SO<sub>2</sub>), kvælstofdioxid (NO<sub>2</sub>), kulmonoxid (CO), ozon (O<sub>3</sub>), svævestøv (TSP), sod (BS) foreslået eller fastsat i forskellige lande/organisationer. Koncentrationer er angivet i microgram pr. m<sup>3</sup>, med mindre andet er bemærket.

LAND/ ORGANI- SATION	LUFT- FORURE- NING	MIDLINGS- TID	PERIODE	FRAKTIL	GRÆNSEVÆRDI (microgram/m <sup>3</sup> )	BEMÆRKNINGER
EF/ DANMARK	SO <sub>2</sub>	24 timer	1 år	98%	250	Må ikke overskrides i mere end 3 dage i rækkefølge
		24 timer	Vinter (01.10.-31.03.)	Median	130	Median af døgn gennemsnit for en vinter
		24 timer	1 år	Median	80	Median af døgn gennemsnit for 1 år
		24 timer	1 år 1 år	Middel Middel	100-150 40-60	Vejledende Vejledende
SVERIGE (1984)	SO <sub>2</sub>	24 timer	Vinter (01.10.-31.-03.)	98%	300	Må overskrides 3 dage, ikke i rækkefølge
		24 timer	Vinter (01.10.-31.03.)	Middel	100	
		24 timer	Vinter (01.10.-31.03.)	98%	200	Plannål. Må overskrides 3 dage, ikke i rækkefølge
			Vinter (01.10.-31.03.)	Middel	60	Plannål
USA (1984)	SO <sub>2</sub>	24 timer	1 år	99,7%	365	
			1 år	Middel	80	
WHO (1977)	SO <sub>2</sub>	24 timer	1 år	Middel	40-60	Anbefalet
		24 timer	1 år	98%	100-150	Anbefalet
WHO (1987)	SO <sub>2</sub>	1 time		Maks.	350	Foreslået, vejledende
EF/ DANMARK	NO <sub>2</sub>	1 time	1 år	98%	200	Kalenderåret, flere end 75% af årets timer, jævnt fordelt
		1 time	1 år	98%	135	Vejledende
		1 time	1 år	50%	50	Vejledende
SVERIGE (1984)	NO <sub>2</sub>	1 time	1 måned	99,9%	190	Forslag
USA (1984)	NO <sub>2</sub>		1 år	Middel	100	
JAPAN (1984)	NO <sub>2</sub>		24 timer	Maks.	75-115	
WHO (1977)	NO <sub>2</sub>	1 time	1 måned	99,9%	190-320	Anbefalet
WHO (1987)	NO <sub>2</sub>	1 time	1 time	Maks.	400	Foreslået, vejledende
		24 timer		Maks.	150	Foreslået, vejledende

(Kopieret fra Hovedstadsrådet, 16)

Relevante grænseværdier og vejledende og/eller anbefalede grænseværdier for svovldioxid (SO<sub>2</sub>), kvælstofdioxid (NO<sub>2</sub>), kulmonoxid (CO), ozon (O<sub>3</sub>), svævestøv (TSP), sod (BS) foreslået eller fastsat i forskellige lande/organisationer. Koncentrationer er angivet i microgram pr. m<sup>3</sup>, med mindre andet er bemærket.

LAND/ ORGANI- SATION	LUFT- FORURE- NING	MIDLINGS- TID	PERIODE	FRAKTIL	GRÆNSEVÆRDI (microgram/m <sup>3</sup> )	BEMÆRKNINGER
WHO (1977)	CO	1 time	8 timer	Glidende maks.	10	Milligram/m <sup>3</sup>
WHO (1977)	O <sub>3</sub>	1 time	1 måned	99,9%	120	Anbefalet
		1 time	8 timer	Maks.	60	Anbefalet
WHO (1987)	O <sub>3</sub>	1 time	8 timer	Maks.	150-200	Foreslået, vejledende
		1 time		Maks.	100-120	Foreslået, vejledende
EF/ DANMARK	TSP	24 timer	1 år	95%	300	Antallet af prøver skal være mindst 100, jævnt fordelt
		24 timer	1 år	Middel	150	
SVERIGE (1984)	TSP	24 timer	1 år	99,7%	260	Planmål Planmål
			1 år	Middel (geom.)	75	
		24 timer	1 år	99,7%	150	
USA (1984)	TSP	24 timer	1 år	Middel	75	46% af TSP er under 10 micrometer Planmål Planmål
			1 år	Middel	60	
JAPAN (1984)	TSP	1 time	1 år	Maks.	200	
		24 timer	1 år	Maks.	100	
SVERIGE (1984)	BS	24 timer	24 timer	98%	120	Må overskrides 3 dage om vinteren ikke i rækkefølge
			Vinter (01.10.-31.03.)	Middel	40	
WHO (1977)	BS	24 timer	1 år	98%	120	Anbefalet Anbefalet
		24 timer	Vinter (01.10.-31.03.)	Middel	40	
WHO (1987)	BS	24 timer	1 år	Maks.	125	Forslag, vejledende. Kombination med SO <sub>2</sub> og TSP
				Middel	50	Forslag, vejledende. Kombination med SO <sub>2</sub>

(Kopieret fra Hovedstadsrådet, 16)

Omregningsfaktorer :

$$SO_2 : 1 \text{ ug/m}^3 = 0,350 \text{ ppb}$$

$$NO_2 : 1 \text{ ug/m}^3 = 0,532 \text{ ppb}$$

$$CO : 1 \text{ mg/m}^3 = 0,873 \text{ ppm}$$

$$O_3 : 1 \text{ ug/m}^3 = 0,50 \text{ ppb}$$

Resumé af BST-rapport til Varmeforsyningen, Københavns belysningsvæsen 21.-2.-89 om luftforurening i Vester Voldgade 1988.

### VURDERING I RELATION TIL ARBEJDSHYGIEJNISKE GRÆNSEVÆRDIER:

Der er ingen enkeltkomponent, der overskrider de arbejdshygieniske grænseværdier. Til gengæld anvendes her sumformlen, hvorved bidragene fra de enkelte stoffer lægges sammen. Midlingstiden er 8 timer.

I følgende skema er angivet 1,5 m's målinger den 3. november - dels dagens gennemsnit, dels en 15-minutters spidsværdi kl 8<sup>30</sup>.

	målt gennemsnit	målt spids	grænseværdi (gv)	gen./gv	spids/gv
CO	2,2 ppm	8 ppm	35 ppm (70 ppm)*	0,06	0,11
NO <sub>2</sub>	46 ppb	44 ppb	3000 ppb (5000 ppb)	0,02	0,01
NO	356 ppb	781 ppb	25000 ppb (50000 ppb)	0,01	0,02
O <sub>3</sub>	29 ppb	32 ppb	100 ppb (200 ppb)	0,29	0,16
SO <sub>2</sub>	2 ppb	2 ppb	2000 ppb (4000 ppb)	0	0
Formaldehyd	0,024 mg/m <sup>3</sup>	0,11 mg/m <sup>3</sup>	0,4 mg/m <sup>3</sup> (0,4 mg/m <sup>3</sup> )	0,06	0,28
Organisk støv	0,19 do	-	5 mg/m <sup>3</sup> (10 mg/m <sup>3</sup> )	0,04	0,02
				0,48	0,60

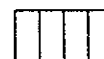
\* Værdierne i parentes er grænseværdierne for spidsværdierne.

CO, NO<sub>2</sub>, NO, O<sub>3</sub> og SO<sub>2</sub> er målt kontinuert med målestation, mens formaldehyd og organisk støv er opsamlet på kulrør/filter for laboratorieanalyse. Der er ligeledes prøvetaget og analyseret for Acrolein og Polyaromatiske Kulbrinter (PAH), men ikke fundet mængder, der overskred analysernes detektionsgrænse. (Acrolein 0,02 mg/m<sup>3</sup> - 0,3 mg/m<sup>3</sup> ved korttidsmåling, PAH 0,004 mg/m<sup>3</sup>).

Der er prøvetaget for asbest 5 timer den 15. nov og analyseret med Scanningelektronmikroskop. Der blev ikke talt nogen asbestfibre og da detektionsgrænsen er 6000 fibre/m<sup>3</sup> lå niveauet altså herunder.

Omend der ikke er tale om overskridelse af den samlede grænseværdi, så er der dog tilsammen tale om en betydelig belastning især i lyset af alle de komponenter der ikke er målt.

SPØRGESKEMA.



Bedriftssundhedstjenesten  
for de ansatte ved Københavns kommune  
*Enghavevej 80, 1., 2450 SV, Tlf.: 01-212110*

UNDERSØGELSE AF  
HELBREDSMÆSSIGE  
VIRKNINGER AF  
LUFTFORURENING  
FRA TRAFIKKEN

Spørgeskema for specialarbejdere og gartnere  
ansat i begravelsesvæsenet, gaderenholdelsen,  
gadevedligeholdelsen, anlægsafdelingen  
og belægningssektionen under  
Stadsingeniørens Direktorat, Københavns kommune.

København, november 1988.

## Helbredsmæssige virkninger af luftforurening fra trafikken.

Undersøgelsen udføres ved Bedriftssundhedstjenesten, og spørgeskemaerne behandles fortroligt, og vil ikke blive tilgængelige for andre - heller ikke arbejdsgiver eller fagforening. Alle resultater vil blive offentliggjort i statistisk form, og kan således ikke røbe noget om den enkeltes svar. Når undersøgelsen er færdig vil skemaerne blive destrueret.

## Vejledning til besvarelsen.

Det er vigtigt for undersøgelsens kvalitet, at du svarer på alle spørgsmål. Sæt kun et kryds i hvert spørgsmål.

Er der problemer med spørgsmålene, eller har du yderligere kommentarer, er der plads på de sidste sider.

## Praktisk.

Når du har besvaret skemaet, lægger du det i den frankerede svarkuvert og sender den til BST.

Har du kommentarer til undersøgelsen er du velkommen til at ringe eller skrive til os.

## Resultater

Vi forventer at være færdige med undersøgelsen, og aflevere en rapport til sikkerhedsudvalgene i maj 1989.

Med venlig hilsen,

Ole Raaschou-Nielsen

Julie Gehl

Martin Nielsen

Bedriftssundhedstjenesten  
for de ansatte ved Københavns kommune  
Enghavevej 80  
2450 SV  
Tlf. 01-212110

UDFYLDTE SKEMAER BEHANDLES FORTROLIGT I BST.		Denne kolonne udfylder BST.
1. Dato for udfyldelse af skemaet: _____		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 5-8
2. Stilling: _____		<input type="checkbox"/> 9
3. Hvad arbejder du med til daglig ? _____ _____		<input type="checkbox"/> 10
4. Alder: _____ år		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 11-12
5. Køn: Mand... <input type="checkbox"/> 1 Kvinde.. <input type="checkbox"/> 2		<input type="checkbox"/> 13
6. Hvor er du ansat ? (sæt kryds)  (Selv om du midlertidigt er udlånt til vintervedligeholdelse eller snerydning, skal du sætte kryds i den afdeling, hvor du normalt er ansat.)		
Begravelsesvæsenet:	Assistens Kirkegård..... <input type="checkbox"/> 11 Vestre Kirkegård..... <input type="checkbox"/> 12 Bispebjerg Kirkegård..... <input type="checkbox"/> 13 Brønshøj Kirkegård..... <input type="checkbox"/> 14 Sundby Kirkegård..... <input type="checkbox"/> 15	
Gaderenholdelsen:	Ragnhildgade..... <input type="checkbox"/> 21 Langebrogade..... <input type="checkbox"/> 22 Stoltenbergsgade, Enghave Plads. <input type="checkbox"/> 23 Frederiks V's Vej, Kapelvej..... <input type="checkbox"/> 24 Aleksandervej..... <input type="checkbox"/> 25 Knippelsbro..... <input type="checkbox"/> 26 Ribegade..... <input type="checkbox"/> 27 Irlandsvej..... <input type="checkbox"/> 28	
Anlægsafdelingen:	..... <input type="checkbox"/> 31	
Belægningssektionen:	..... <input type="checkbox"/> 32	
Gadevedligeholdelsen:	Smedetofte..... <input type="checkbox"/> 41 Strømmen..... <input type="checkbox"/> 42 Stoltenbergsgade..... <input type="checkbox"/> 43 Herjedalgade..... <input type="checkbox"/> 44 Borgervænget..... <input type="checkbox"/> 45	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 14-15
7. Hvor lang tid har du været ansat i den afdeling hvor du arbejder nu (begravelsesvæsenet, gaderenholdelsen, anlægsafdelingen, belægningssektionen eller gadevedligeholdelsen) ?  Cirka _____ år, og _____ måneder		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 16-19

		Udfyldes af BST
8. Har du skiftende arbejdstider ? (Der ses bort fra snerydning !)	Ja. <input type="checkbox"/> 1 Nej. <input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 20
9. Hvis du har en <u>sædvanlig</u> mødetid, hvad er den så ?  Mødetid:                      kl. _____		
10. Hvad er din <u>almindelige</u> fyraftenstid (de fleste dage) ?  Fyraftenstid:                kl. _____		<input type="checkbox"/> 21
<u>OM EVENTUELT TIDLIGERE ARBEJDE</u>		
11. Hvor har du <u>tidligere</u> arbejdet, og med hvad (du behøver kun at nævne de steder, hvor du har arbejdet i mere end 5 år).  Jeg har tidligere arbejdet med:                      Antal år: _____ _____ _____		<input type="checkbox"/> 22
<u>OM DIT NUVÆRENDE ARBEJDE</u>		
12. Har du udendørs arbejde ? (Førerhus og bil er også udendørs)  Næsten ikke..... <input type="checkbox"/> 1 Cirka halvdelen af tiden..... <input type="checkbox"/> 2 Næsten hele tiden..... <input type="checkbox"/> 3		<input type="checkbox"/> 23
13. Hvor hårdt er dit arbejde (fysisk) ?  ↑ Ikke belastende..... <input type="checkbox"/> 1 ↑ Lidt belastende..... <input type="checkbox"/> 2 ↓ Temmelig belastende..... <input type="checkbox"/> 3 ↓ Meget fysisk belastende..... <input type="checkbox"/> 4		<input type="checkbox"/> 24
14. Føler du dig generet af støj i dit arbejde ?  ↑ Nej..... <input type="checkbox"/> 1 ↑ Ja, lidt..... <input type="checkbox"/> 2 ↓ Ja, en hel del..... <input type="checkbox"/> 3 ↓ Ja, meget..... <input type="checkbox"/> 4		<input type="checkbox"/> 25

	Udfyldes af BST
<p>15. Er du i dit arbejde udsat for udstødningsgasser fra biltrafik eller motorer ?</p> <p>Nej..... <input type="checkbox"/> 1                      Ja, lidt..... <input type="checkbox"/> 2                      Ja, en hel del..... <input type="checkbox"/> 3                      Ja, meget..... <input type="checkbox"/> 4                      Ved ikke..... <input type="checkbox"/> 9</p>	<p><input type="checkbox"/> 26</p>
<p>16. Arbejder du med udlægning af asfaltmaterialer eller sribemasse ?</p> <p style="text-align: right;">Ja. <input type="checkbox"/> 1                      Nej. <input type="checkbox"/> 2</p> <p>Hvis ja,</p>	<p><input type="checkbox"/> 27</p>
<p>17. <u>Gennemsnitligt</u> hvor mange timer om ugen arbejder du med udlægning af asfaltmaterialer eller sribemasse ?</p> <p style="text-align: center;">Cirka _____ timer om ugen.</p>	<p><input type="checkbox"/> 28-29</p>
<p>18. Ud af de sidste 5 arbejdsdage, hvor mange af dagene har du da i kortere eller længere tid arbejdet med udlægning af asfaltmaterialer eller sribemasse ?</p> <p>0 dage..... <input type="checkbox"/> 1                      1 dag..... <input type="checkbox"/> 2                      2 dage..... <input type="checkbox"/> 3                      3 dage..... <input type="checkbox"/> 4                      4 dage..... <input type="checkbox"/> 5                      5 dage..... <input type="checkbox"/> 6</p>	<p><input type="checkbox"/> 30</p>
<p>19. Bruger du sprøjtemidler, rensemidler eller andre kemiske stoffer i dit arbejde?</p> <p style="text-align: right;">Nej. <input type="checkbox"/> 1                      Ja. <input type="checkbox"/> 2</p> <p>Hvis ja,</p>	<p><input type="checkbox"/> 31</p>
<p>20. Hvad hedder det (de) kemiske stof(fer), og hvad bruges det (de) til ? _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p><input type="checkbox"/> 32-33</p>
<p>21. Hvor tit bruger du stoffet (stofferne) ? _____</p> <p>_____</p> <p>Evt. i hvilke måneder af året ? _____</p> <p>_____</p>	<p><input type="checkbox"/> 34</p>



		Udfyldes af BST
<u>OM DIT HELBRED</u>		
22. Lider du af hovedpine ?		
	Nej.....	<input type="checkbox"/> 1
	↑ Ja, et par gange om året.....	<input type="checkbox"/> 2
	Ja, et par gange om måneden...	<input type="checkbox"/> 3
	↓ Ja, et par gange om ugen.....	<input type="checkbox"/> 4
	Ja, dagligt.....	<input type="checkbox"/> 5
		<input type="checkbox"/> 35
(Hvis nej kan du springe videre til spørgsmål 27)		
23. Er hovedpinen præget af:		
	Lette smerter.....	<input type="checkbox"/> 1
	Middelsvære smerter.....	<input type="checkbox"/> 2
	Svære smerter.....	<input type="checkbox"/> 3
		<input type="checkbox"/> 36
24. Tager du smertestillende piller for hovedpine ?		
	Nej.....	<input type="checkbox"/> 1
	Ja, et par gange om året.....	<input type="checkbox"/> 2
	Ja, et par gange om måneden...	<input type="checkbox"/> 3
	Ja, et par gange om ugen.....	<input type="checkbox"/> 4
	Ja, dagligt.....	<input type="checkbox"/> 5
		<input type="checkbox"/> 37
25. Hvornår kommer hovedpinen ?		
	Om morgenen.....	<input type="checkbox"/> 1
	Midt på dagen.....	<input type="checkbox"/> 2
	Om eftermiddagen.....	<input type="checkbox"/> 3
	Om aftenen.....	<input type="checkbox"/> 4
	Om natten.....	<input type="checkbox"/> 5
	Hele tiden.....	<input type="checkbox"/> 6
	Ingen faste tidspunkter.....	<input type="checkbox"/> 7
		<input type="checkbox"/> 38
26. Hvilke dage har du mest hovedpine ?		
	Arbejdsdage.....	<input type="checkbox"/> 1
	Fridage.....	<input type="checkbox"/> 2
	Ingen forskel.....	<input type="checkbox"/> 3
		<input type="checkbox"/> 39
27. Har du på noget tidspunkt haft hovedpine i løbet af <u>de fem sidste arbejdsdage</u> . Hvor mange dage?		
	0 dage.....	<input type="checkbox"/> 1
	1 dag.....	<input type="checkbox"/> 2
	2 dage.....	<input type="checkbox"/> 3
	3 dage.....	<input type="checkbox"/> 4
	4 dage.....	<input type="checkbox"/> 5
	5 dage.....	<input type="checkbox"/> 6
		<input type="checkbox"/> 40

	Udfyldes af BST
<p>28. Lider du af svimmelhed ?</p> <p style="text-align: right;"> <input type="checkbox"/> 1  <input type="checkbox"/> 2  <input checked="" type="checkbox"/> 3  <input type="checkbox"/> 4  <input type="checkbox"/> 5                 </p> <p style="text-align: right;"> <input type="checkbox"/> 41                 </p>	
<p>29. Føler du dig sædvanligvis træt efter dagens arbejde ?</p> <p style="text-align: right;"> <input type="checkbox"/> 1  <input checked="" type="checkbox"/> 2  <input type="checkbox"/> 3                 </p> <p style="text-align: right;"> <input type="checkbox"/> 42                 </p>	
<p>30. Hvor mange timer sover du i døgnnet ?</p> <p style="text-align: center;">Cirka _____ timer.</p> <p style="text-align: right;"> <input type="checkbox"/> 43-44                 </p>	
<p>31. Falder du i søvn, når du egentlig ikke havde tænkt dig at sove (f.eks. i bussen, foran fjernsynet) ?</p> <p style="text-align: right;"> <input type="checkbox"/> 1  <input checked="" type="checkbox"/> 2  <input type="checkbox"/> 3  <input type="checkbox"/> 4  <input type="checkbox"/> 5                 </p> <p style="text-align: right;"> <input type="checkbox"/> 45                 </p>	
<p>32. Får du svien i øjnene og/eller røde øjne, når du er på arbejde ?</p> <p style="text-align: right;"> <input type="checkbox"/> 1  <input checked="" type="checkbox"/> 2  <input type="checkbox"/> 3  <input type="checkbox"/> 4  <input type="checkbox"/> 5                 </p> <p style="text-align: right;"> <input type="checkbox"/> 46                 </p>	
<p>33. Har du på noget tidspunkt haft sviende eller røde øjne i løbet af <u>de fem sidste arbejdsdage</u>. Hvor mange dage?</p> <p style="text-align: right;"> <input type="checkbox"/> 1  <input type="checkbox"/> 2  <input type="checkbox"/> 3  <input type="checkbox"/> 4  <input type="checkbox"/> 5  <input checked="" type="checkbox"/> 6                 </p> <p style="text-align: right;"> <input type="checkbox"/> 47                 </p>	

			Udfyldes af BST
34. Får du nogensinde kvalme ?			
↑	Nej.....	<input type="checkbox"/>	1
	Ja, et par gange om året.....	<input type="checkbox"/>	2
	Ja, et par gange om måneden...	<input type="checkbox"/>	3
↓	Ja, et par gange om ugen.....	<input type="checkbox"/>	4
	Ja, dagligt.....	<input type="checkbox"/>	5
			<input type="checkbox"/> 48
(Hvis nej kan du springe videre til spørgsmål 37)			
35. Hvornår har du som oftest kvalme ?			
	Om morgenen.....	<input type="checkbox"/>	1
	Midt på dagen.....	<input type="checkbox"/>	2
	Om eftermiddagen.....	<input type="checkbox"/>	3
	Om aftenen.....	<input type="checkbox"/>	4
	Om natten.....	<input type="checkbox"/>	5
	Hele tiden.....	<input type="checkbox"/>	6
	Ingen faste tidspunkter.....	<input type="checkbox"/>	7
			<input type="checkbox"/> 49
36. Hvilke dage har du mest kvalme ?			
	Arbejdsdage.....	<input type="checkbox"/>	1
	Fridage.....	<input type="checkbox"/>	2
	Ingen forskel.....	<input type="checkbox"/>	3
			<input type="checkbox"/> 50
37. Har du på noget tidspunkt haft kvalme i løbet af de <u>fem sidste arbejdsdage</u> . Hvor mange dage ?			
	0 dage.....	<input type="checkbox"/>	1
	1 dag.....	<input type="checkbox"/>	2
	2 dage.....	<input type="checkbox"/>	3
	3 dage.....	<input type="checkbox"/>	4
	4 dage.....	<input type="checkbox"/>	5
	5 dage.....	<input type="checkbox"/>	6
			<input type="checkbox"/> 51

	Udfyldes af BST
<p>38. Hvor tit er du forkølet ?</p> <p style="text-align: right;"> <input type="checkbox"/> 1  <input type="checkbox"/> 2  <input type="checkbox"/> 3  <input type="checkbox"/> 4                 </p> <p style="text-align: center;">                     ↑ 1 gang om året eller mindre... 1                        2-3 gange om året..... 2                        4-6 gange om året..... 3                      ↓ mere end 6 gange om året..... 4                 </p>	<input type="checkbox"/> 52
<p>39. Får du nogensinde enten "tæt næse" eller løber næsen uden at du er forkølet ?</p> <p style="text-align: right;"> <input type="checkbox"/> 1  <input type="checkbox"/> 2  <input type="checkbox"/> 3  <input type="checkbox"/> 4  <input type="checkbox"/> 5                 </p> <p style="text-align: center;">                     ↑ Nej..... 1                        Ja, et par gange om året..... 2                        Ja, et par gange om måneden... 3                      ↓ Ja, et par gange om ugen..... 4                      Ja, dagligt..... 5                 </p>	<input type="checkbox"/> 53
<p>40. Får du tørhed eller svien i næsen ?</p> <p style="text-align: right;"> <input type="checkbox"/> 1  <input type="checkbox"/> 2  <input type="checkbox"/> 3  <input type="checkbox"/> 4  <input type="checkbox"/> 5                 </p> <p style="text-align: center;">                     ↑ Nej..... 1                        Ja, et par gange om året..... 2                        Ja, et par gange om måneden... 3                      ↓ Ja, et par gange om ugen..... 4                      Ja, dagligt..... 5                 </p>	<input type="checkbox"/> 54
<p>41. Har du på noget tidspunkt haft tørhed eller svien i næsen i løbet af de <u>fem sidste arbejdsdage</u>. Hvor mange dage ?</p> <p style="text-align: right;"> <input type="checkbox"/> 1  <input type="checkbox"/> 2  <input type="checkbox"/> 3  <input type="checkbox"/> 4  <input type="checkbox"/> 5  <input type="checkbox"/> 6                 </p> <p style="text-align: center;">                     0 dage..... 1                      1 dag..... 2                      2 dage..... 3                      3 dage..... 4                      4 dage..... 5                      5 dage..... 6                 </p>	<input type="checkbox"/> 55
<p>42. Lider du af tørhed eller irritation i halsen ?</p> <p style="text-align: right;"> <input type="checkbox"/> 1  <input type="checkbox"/> 2  <input type="checkbox"/> 3  <input type="checkbox"/> 4  <input type="checkbox"/> 5                 </p> <p style="text-align: center;">                     ↑ Nej..... 1                        Ja, et par gange om året..... 2                        Ja, et par gange om måneden... 3                      ↓ Ja, et par gange om ugen..... 4                      Ja, dagligt..... 5                 </p>	<input type="checkbox"/> 56

	Udfyldes af BST
<p>43. Har du på noget tidspunkt haft tørhed eller irritation i hal- sen i løbet af de <u>fem sidste arbejdsdage</u>. Hvor mange dage ?</p> <p>0 dage..... <input type="checkbox"/> 1  1 dag..... <input type="checkbox"/> 2  2 dage..... <input type="checkbox"/> 3  3 dage..... <input type="checkbox"/> 4  4 dage..... <input type="checkbox"/> 5  5 dage..... <input type="checkbox"/> 6</p>	<input type="checkbox"/> 57
<p>44. Får du hæshed eller ondt i halsen ?</p> <p>↑ Nej..... <input type="checkbox"/> 1  Ja, et par gange om året..... <input type="checkbox"/> 2  ↓ Ja, et par gange om måneden... <input type="checkbox"/> 3  Ja, et par gange om ugen..... <input type="checkbox"/> 4  Ja, dagligt..... <input type="checkbox"/> 5</p>	<input type="checkbox"/> 58
<p>45. Får du fornemmelse af "en mærkelig smag i munden" ?</p> <p>↑ Nej..... <input type="checkbox"/> 1  Ja, et par gange om året..... <input type="checkbox"/> 2  ↓ Ja, et par gange om måneden... <input type="checkbox"/> 3  Ja, et par gange om ugen..... <input type="checkbox"/> 4  Ja, dagligt..... <input type="checkbox"/> 5</p>	<input type="checkbox"/> 59
<p>46. Hvis ja, hvilke dage er det da værst ?</p> <p>Arbejdsdage..... <input type="checkbox"/> 1  Fridage..... <input type="checkbox"/> 2  Ingen forskel..... <input type="checkbox"/> 3</p>	<input type="checkbox"/> 60
<p>47. Hoster du sædvanligvis om morgenen, når du står op ?</p> <p>Ja. (Også hvis du hoster ef- <input type="checkbox"/> 1  ter første smøg eller når du  går ud af døren.)</p> <p>Nej. (Også hvis det kun er et <input type="checkbox"/> 2  enkelt hostestød eller rømme.)</p>	<input type="checkbox"/> 61
<p>48. Har du sædvanligvis hoste i løbet af dagen eller om natten ?</p> <p>Ja..... <input type="checkbox"/> 1  Nej. (Også et enkelt hostestød) <input type="checkbox"/> 2</p>	<input type="checkbox"/> 62

	Udfyldes af BST
<p>49. Hoster du på denne måde de fleste dage i mere end 3 måneder om året ?</p> <p>Ja..... <input type="checkbox"/> 1  Nej..... <input type="checkbox"/> 2  Hoster ikke..... <input type="checkbox"/> 3</p>	<input type="checkbox"/> 63
<p>50. Kommer der noget op (klatter) fra brystet, når du står op om morgenen ?</p> <p>Ja. <input type="checkbox"/> 1  Nej. <input type="checkbox"/> 2</p>	<input type="checkbox"/> 64
<p>51. Kommer der noget op (klatter) fra brystet i løbet af dagen eller om natten ?</p> <p>Ja (2 eller flere gange)..... <input type="checkbox"/> 1  Nej..... <input type="checkbox"/> 2</p>	<input type="checkbox"/> 65
<p>52. Kommer der noget op på denne måde de fleste dage i mere end 3 måneder om året ?</p> <p>Ja. <input type="checkbox"/> 1  Nej. <input type="checkbox"/> 2</p>	<input type="checkbox"/> 66
<p>53. Har du indenfor de sidste 3 år haft en periode med øget hoste og opspyt, der varede i 3 uger eller mere ?</p> <p>↑ Nej..... <input type="checkbox"/> 1  Ja, 1 periode..... <input type="checkbox"/> 2  ↓ Ja, 2 eller flere perioder.... <input type="checkbox"/> 3</p>	<input type="checkbox"/> 67
<p>54. Får du anfaldsvis vejrtrækningsbesvær også selvom du ikke har anstrengt dig ?</p> <p>↑ Nej..... <input type="checkbox"/> 1  Ja, et par gange om året..... <input type="checkbox"/> 2  ↓ Ja, et par gange om måneden... <input type="checkbox"/> 3  Ja, et par gange om ugen..... <input type="checkbox"/> 4  Ja, dagligt..... <input type="checkbox"/> 5</p>	<input type="checkbox"/> 68

		Udfyldes af BST
Anvender du:		
55. Sovemedicin	Nej.....	<input type="checkbox"/> 1
	Ja, et par gange om året.....	<input type="checkbox"/> 2
	Ja, et par gange om måneden...	<input type="checkbox"/> 3
	Ja, et par gange om ugen.....	<input type="checkbox"/> 4
	Ja, dagligt.....	<input type="checkbox"/> 5
		<input type="checkbox"/> 69
56. Nervemedicin	Nej.....	<input type="checkbox"/> 1
	Ja, et par gange om året.....	<input type="checkbox"/> 2
	Ja, et par gange om måneden...	<input type="checkbox"/> 3
	Ja, et par gange om ugen.....	<input type="checkbox"/> 4
	Ja, dagligt.....	<input type="checkbox"/> 5
		<input type="checkbox"/> 70
57. Smertestillende medicin	Nej.....	<input type="checkbox"/> 1
	Ja, et par gange om året.....	<input type="checkbox"/> 2
	Ja, et par gange om måneden...	<input type="checkbox"/> 3
	Ja, et par gange om ugen.....	<input type="checkbox"/> 4
	Ja, dagligt.....	<input type="checkbox"/> 5
		<input type="checkbox"/> 71
58. Allergi- eller astma-medicin	Nej.....	<input type="checkbox"/> 1
	Ja, et par gange om året.....	<input type="checkbox"/> 2
	Ja, et par gange om måneden...	<input type="checkbox"/> 3
	Ja, et par gange om ugen.....	<input type="checkbox"/> 4
	Ja, dagligt.....	<input type="checkbox"/> 5
		<input type="checkbox"/> 72
59. Bruger du anden medicin ?	Nej. <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 73
	Ja. <input type="checkbox"/>	
Hvis ja, skriv for hvad, og eventuelt navnet:		
_____		
_____		

		Udfyldes af BST
60. Ryger du til daglig ?	Ja..... <input type="checkbox"/> 1 Nej, men jeg har røget..... <input type="checkbox"/> 2 Nej, jeg har aldrig røget..... <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 74
61. Hvis ja, hvor meget ryger du normalt om dagen ?	Cirka _____ cigaretter Cirka _____ pibestop Cirka _____ cerutter Cirka _____ cigarer	<input type="checkbox"/> 75
62. Hvis du er holdt op med at ryge, er det da mere end en måned siden ?	Ja. <input type="checkbox"/> 1 Nej. <input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 76
63. Har du været sygemeldt i perioder længere end 3 dage i løbet af de sidste 12 måneder ?	Nej..... <input type="checkbox"/> Ja, _____ gange.	<input type="checkbox"/> 77
64. Hvis ja, for hvad har du da været sygemeldt ?	_____ _____ _____	<input type="checkbox"/> 78-79

Så er der ikke flere spørgsmål !

Tak for din hjælp.

Hvis du har flere oplysninger om dit helbred, eller der er noget andet du vil fortælle nærmere om, er der plads til det her:

---



---



---

Fortsæt eventuelt på næste side.





**GRUPPEINDELINGSKRITERIER, FRASORTERING OG BORTFALD.**Gruppeinddeling**Gruppe 1, kirkegårdene:**

Personer i denne gruppe

- skal arbejde fuld tid udendørs på en af Københavns Kommunes Begravelsesvæsens 5 kirkegårde,
- må ikke arbejde med kemikalier af en art, et omfang og under sådanne omstændigheder, at det påvirker symptombesvarelserne,
- må ikke i arbejdet udsættes for udstødningssgasser som tilnærmelsesvis når op på de niveauer der findes på gader og veje i København. Her tænker vi specielt på arbejde med gasbrændere, motorsave, motorgræsklippere m.v. og
- skal være specialarbejdere eller gartnere der ikke varetager arbejdslederfunktioner.

**Gruppe 2, Gaderenholdelsen:**

Personer i denne gruppe

- skal arbejde fuld tid udendørs på gader og veje i København,
- må ikke arbejde med kemikalier af en art, et omfang og under sådanne betingelser at det påvirker symptombesvarelserne, og
- skal være specialarbejdere der ikke varetager arbejdslederfunktioner.

**Gruppe 3, Gadevedligeholdelsen, Anlægsafdelingen og belægningssektionen:**

Personer i denne gruppe

- skal arbejde fuld tid udendørs på gader og veje i Køben-

- havn og
- skal være specialarbejder der ikke varetager arbejdslederfunktioner.

### Frasortering

Følgende personer er frasorteret fordi de ikke opfyldte kriterierne:

Fra kirkegårdene: 5 personer der arbejder 1/2 tid indendørs (hovedsageligt på værksted), 1 person der arbejder fuld tid indendørs på værksted, 1 person der har angivet at arbejde 40 timer/uge med asfalt, 1 person der arbejder som heltidsansat kontorgartner, 4 personer der arbejder som heltidsansatte formandsafløsere samt 2 personer der lider af kroniske sygdomme (ikke kronisk bronkitis) som kan påvirke symptombesvarelserne, og som de har pådraget sig før de påbegyndte det nuværende job. (Ialt 14)

Fra Gaderenholdelsen: 24 personer der arbejder halv til hel tid indendørs, 3 personer der højtryksspuler med vand iblandet kemikalier, under forhold så det kan forventes at have indflydelse på symptombesvarelserne, 1 person som arbejder mest på byggepladser samt endelig 1 person som arbejder på Gaderenholdelsens pladser. (De 2 sidstnævnte kommer ikke på gader og veje i væsentlig grad). (Ialt 29)

Gadevedligeholdelsen, Anlægsafdelingen og Belægningssektionen: 11 personer der arbejder halv eller hel tid indendørs, 1 person der arbejder på pladser og ikke kommer på gader og veje samt 1 person der varetager arbejdslederfunktioner. (Ialt 13).

Totalt er der således frasorteret 56 personer.

### Bortfald

Af de 80 personer der ikke har besvaret spørgeskemaet, har 5

meddelt at de ikke deltager p.g.a. indendørs arbejde (3), arbejdslederfunktioner (1) eller sygdom (1). 3 har meddelt at de ikke ønsker at deltage, heraf 2 p.g.a. frygt for manglende anonymitet og misbrug af oplysningerne, og 2 har blot returneret skemaet udfyldt. For de resterende 70 personers vedkommende er årsagerne til den manglende deltagelse os ubekendte, men formodes i vidt omfang at svare til de ovennævnte. Vi ser ingen grund til at nogle af de nævnte årsager skulle repræsentere en form for fejlkilde, som kan påvirke resultatets kvalitet.

