



Rapport nr 1/2010

Cancerframkallande ämnen i tätortsluft – Personlig exponering och bakgrundsmätningar i Malmö 2008

Rapport till Naturvårdsverket Dnr 233-7841-07Mm
Programområde: Hälsorelaterad miljöövervakning

Ulf Bergendorf
Katarina Friman
Håkan Tinnerberg

30 mars 2010

Innehållsförteckning

Sammanfattning	4
Bakgrund	5
Syfte	6
Material och metoder	7
Befolkningsurval	7
Bakgrundsinformation.....	7
Exponeringsmätningar	7
Personburna mätningar.....	7
Mätningar i hemmet	8
Stationära mätningar	8
Mätmetoder och analyser	8
Bensen och butadien.....	8
Formaldehyd.....	8
Kvävedioxid	8
PM _{2.5} och polycykliska aromatiska kolväten (PAH).....	9
Statistiska metoder	9
Resultat.....	10
Bakgrundsinformation och urval.....	10
Stationära mätningar	11
Personburna mätningar.....	12
Bensen	12
1,3-Butadien	13
Formaldehyd.....	14
Kvävedioxid	16
Inomhusmätningar.....	17
Partiklar PM _{2.5}	17
Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)	18
Samband mellan personlig exponering och utomhushalter.....	21
Diskussion	22
Stationära mätningar	22
Bensen	22
1,3-Butadien	23
Formaldehyd.....	23
Kvävedioxid	23
Fina partiklar (PM _{2.5})	23
Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)	23
Personburna mätningar.....	24
Bensen	24
1,3-Butadien	24
Formaldehyd.....	24
Kvävedioxid	24
Inomhusmätningar.....	25
Fina partiklar (PM _{2.5})	25
Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)	25
Samband mellan personlig exponering och utomhushalter.....	25
Befolkningsurval	25
Mätstrategi.....	26
Tack	26
Referenslista	27

Bilagor	29
Bilaga 1. Karta över deltagare	29
Bilaga 2. Inbjudningsbrev	30
Bilaga 3. Frågeformulär	33
Bilaga 4. Dagbok.....	35
Bilaga 5. Stationära mätningar i gatunivå och urban bakgrund	37
Bilaga 6. Personburna mätningar, samtliga deltagare.	39

Sammanfattning

Den allmänna befolkningens personliga exponering i Malmö för några cancerframkallande ämnen undersöktes under perioden september-december 2008. Totalt 61 mätningar genomfördes på 41 slumpmässigt utvalda individer med personburna passiva provtagare för bensen, 1,3-butadien, formaldehyd, samt kvävedioxid, i sjudygnsperioder. Upprepade mätningar gjordes på 20 personer. Parallellt med de personburna mätningarna utfördes stationära mätningar på två platser i Malmö, en på Rådhuset, som anses representera Malmös urbana bakgrund, samt en i gatunivå på Dalaplan.

Utöver detta utfördes även pumpad tvådygnsprovtagning av partiklar (PM_{2.5}) och polyaromatiska kolväten (PAH) stationärt inomhus i vardagsrum samt vid den urbana bakgrundsstationen. PAH-mätningarna presenteras nedan som nivåer av bens(a)pyren.

Deltagarfrekvensen var 63 %. Medianresultat från studien i Malmö presenteras i nedanstående tabell:

Ämne	Personburna mätningar/vardagsrumsmätningar	Utomhusmätningar	
		Rådhuset	Dalaplan
Bensen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1,0	0,65	1,1
1,3-Butadien ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0,31	0,05	0,12
Formaldehyd ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	12	3,4	3,0
Kvävedioxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	15	20	28
Bens(a)pyren (pg/m^3)	14	24	-
PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	5,8	5,3	-

Den personliga exponeringen för bensen korrelerade med halten av butadien, inga andra ämnen korrelerade med varandra.

Den personliga exponeringen för bensen och butadien korrelerade med både egen rökning och passiv rökning. Det fanns också samband mellan butadien och tid i egen bostad.

Kvävedioxidhalterna korrelerade till innehav av gasspis. Bens(a)pyren mätt i urban bakgrund korrelerade med både PM_{2.5} och summa PAH. För inomhusmätningarna korrelerade summa PAH med både PM_{2.5} och bens(a)pyren.

Det fanns inga korrelationer mellan de parallella bakgrundsmätningarna och medelhalter av de personburna exponeringarna för något av de studerade ämnena.

Vid en jämförelse med 2003 års mätning har de personburna halterna av bensen och butadien sjunkit signifikant. För kvävedioxid visar denna undersökning att de stationära bakgrundshalterna har sjunkit tydligt vilket också konfirmeras med mätningar genomförda av Malmö kommun, medan de personburna nivåerna ligger på samma nivåer.

Denna studie är en del i Naturvårdsverkets hälsorelaterade miljöövervakning, luft, och finansieras av Naturvårdsverket. Liknande undersökning har tidigare genomförts i Malmö 2003 och i Göteborg, Stockholm, Umeå och Lindesberg mellan 2000 och 2007.

Bakgrund

Inom Naturvårdsverkets programområde för *Hälsorelaterad miljöövervakning* (HÄMI), delprogrammet *Exponering via luft*, ingår personburen mätning av vissa cancerframkallande och luftvägsretande ämnen i tätortsluft. Detta görs för att spegla allmänbefolkningens exponering för hälsoskadliga ämnen. Parallellt med de personburna mätningarna görs stationära mätningar i gatunivå och urban bakgrund.

Mätningar inom projektet har tidigare utförts i Göteborg 2000 (Sällsten et al 2001), Umeå 2001 (Modig et al 2002), Stockholm 2002/2003 (Kruså et al 2003), Malmö 2003 (Friman et al 2004), Lindesberg 2005/2006 (Andersson et al 2006), Göteborg 2006 (Johannesson et al 2008) samt i Umeå 2007 (Hagenbjörk-Gustafsson et al 2008). Mätningar ska genomföras ungefär vart femte år på samma ort. Meningen är dels att följa tidstrender för respektive ort, dels bedöma skillnader i exponering mellan olika orter.

De ämnen som mäts är bensen, butadien, formaldehyd, kvävedioxid, partiklar PM_{2.5} samt polycykliska aromatiska kolväten (PAH).

Bensen är ett aromatiskt kolväte med säkerställd cancerogen effekt på människa (klass 1 enligt International Agency for Research on Cancer, IARC). Den huvudsakliga källan till bensenexponering i stadsmiljö är bilavgaser, men även småskalig vedeldning och annan förbränning, samt tobaksrökning, kan bidra. Bensen får förekomma med halter upp till 1 % i motorbensin och kan även bildas vid förbränningen.

Enligt Förordningen om miljö kvalitetsnormer för utomhusluft (SFS 2001:527) gäller från 2010-01-01 att årsmedelvärdet för bensen inte får överstiga 5 µg/m³ luft. Enligt miljö kvalitetsmålet "Frisk luft" bör bensenhalten som årsmedelvärde i ett generationsperspektiv inte överskrida 1 µg/m³. Institutet för miljömedicin (IMM) vid Karolinska Institutet anger för bensen en lågrisknivå på 1,3 µg/m³ som långtidsmedelvärde över en hel livstid (Victorin 1998).

Butadien har i huvudsak samma källor som bensen. Det kan också förekomma i anslutning till viss plast- och gummiindustri, där ämnet används i produktionen. Enligt IARC klassificeras butadien som troligen cancerogent på människa (klass 2A).

Det finns inga direkta målnivåer uppställda, men IMM anger en lågrisknivå på 0,2-1,0 µg/m³ som långtidsmedelvärde (Finnberg et al 2004).

Formaldehyd i utomhusmiljön härrör i första hand från bilavgaser och från oxidation av flyktiga organiska ämnen i atmosfären. Inomhus kan emissioner från nya byggnadsmaterial, färger, textilier mm vara en viktig källa. Halterna av formaldehyd är oftast högre inomhus än utomhus.

Formaldehyd klassificeras av IARC som troligen cancerogent på människa (klass 2A). Regeringens generationsmål enligt miljö kvalitetsmålet "Frisk luft" är satt till 10 µg/m³ som timmedelvärde. IMM anger en lågrisknivå på 12-60 µg/m³ som långtidsmedelvärde (Victorin 1998).

Kvävedioxid bildas vid all förbränning och de viktigaste källorna i stadsmiljö är trafiken och energiproduktion. Egentligen bildas främst kvävemoxid, vilken i luften dock snabbt oxideras till kvävedioxid. Kvävedioxid anses inte vara cancerogent men är i högre koncentrationer kraftigt irriterande på luftvägarna och medför ökad risk för luftvägsinfektioner hos barn.

De nu gällande miljö kvalitetsnormerna (enligt SFS 2001:527) anger att årsmedelvärdet för kvävedioxid inte får överskrida 40 µg/m³. Det finns också ett dygnsmedelvärde på 60 µg/m³

som inte får överskridas mer än 7 gånger per år och ett timmedelvärde på $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som inte får överskridas mer än 175 gånger per år. Enligt miljö kvalitetsmålet "Frisk luft" anges att årsmedelvärdet för kvävedioxid inte får överskrida $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och att ett timmedelvärde på $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ inte får överskridas mer än 175 gånger per år (Naturvårdsverket 2003). Detta mål ska vara uppfyllt 2010. IMM har för kvävedioxid angett en lågrisknivå på $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som långtidsmedelvärde och $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som timmedelvärde (IMM-rapport 1/94). Kraven som gäller från 2010 är således strängare än IMM:s lågrisknivåer.

Partiklar bildas vid all ofullständig förbränning. I stadsmiljö är trafiken en viktig källa, dels från bränslet men även från slitage från däck och vägbana. Det sker också en långväga transport av partiklar med luftströmmarna. Partiklar från förbränning är ofta mycket små och partiklar mindre än $2,5 \mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2,5}$) transporteras vid inandning lätt ända ner i lungblåsorna där de kan vålla skada.

De miljö kvalitetsnormer som finns i Sverige idag gäller större partiklar (PM_{10}). WHO anger däremot som riktvärden för $\text{PM}_{2,5}$ ett årsmedelvärde på $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och ett dygnsmedelvärde på $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (WHO 2006). Enligt miljömålet "Frisk luft" ska från 2010 gälla ett årsmedelvärde på $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och ett dygnsmedelvärde på $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, det senare får inte överskridas mer än 37 gånger per år.

Polycykliska aromatiska kolväten (PAH) är ett samlingsnamn för en stor grupp närbesläktade ämnen som bildas vid ofullständig förbränning. Vid avkylning kondenserar de ofta på små partiklar och kan på så sätt komma långt ner i luftvägarna. Flera av ämnena i gruppen är cancerogena, mest känd av dessa är bens(a)pyren. IARC klassificerar bens(a)pyren i klass 1, dvs säkerställt cancerogent på människa.

Den viktigaste källan i stadsmiljö är trafiken, framförallt från avgaser. Även småskalig vedeldning kan vara en källa liksom långväga transport bundet på små partiklar.

För bens(a)pyren finns en s.k. börnorm på $1 \text{ ng}/\text{m}^3$ som ska eftersträvas att underskridas senast 31 december 2012. Enligt miljö kvalitetsmålet "Frisk luft" ska årsmedelvärdet från 2015 underskrida halten $0,3 \text{ ng}/\text{m}^3$ (Naturvårdsverket 2008). I ett generationsperspektiv bör årsmedelvärdet inte överskrida $0,1 \text{ ng}/\text{m}^3$. IMM har angett en lågrisknivå för bens(a)pyren på $0,1 \text{ ng}/\text{m}^3$ (Boström 2002).

Syfte

Syftet med detta projekt är

- Att värdera allmänbefolkningens exponering för några väsentliga, cancerframkallande luftföroreningar dels vad avser genomsnittet, och dels vad avser spridning inom och mellan individer.
- Att försöka kvantifiera betydelsen av trafiksituation, rökvanor och andra potentiella källor till dessa luftföroreningar.
- Att ge underlag för en (förbättrad) riskvärdering för allmänbefolkningen.
- Att jämföra personlig exponering med halter i bakgrundsluft.
- Att visa på trender i människors exponering över tid.

Material och metoder

Befolkningsurval

Ur Malmö kommuns befolkningsregister slumpades 120 personer mellan 20 och 50 år. De som var bosatta innanför Yttre Ringvägen (107 st) inbjöds till deltagande i studien (bilaga 1). Detta innebär att personer bosatta i stadsdelarna Bunkeflostrand, Klagshamn, Tygelsjö och Oxie, samt i mindre samhällen och ren landsbygd exkluderades. Målet var att 40 personer skulle rekryteras.

Ett inbjudningsbrev (bilaga 2) och utförligare information om studien skickades i flera omgångar ut till 20-30 personer i taget. Personerna hade möjlighet att själv anmäla sig via telefon eller svarsbrev. Om de inte hört av sig inom en vecka gjordes försök att kontakta dem via telefon, därefter skickades påminnelsebrev. Dock fick vi aldrig kontakt med 42 personer av de 107 inbjudna (39 %). Av dem som svarade på inbjudan accepterade 41 av 65 personer (63 %) att delta. Av dem som tackade nej bodde tre personer inte i Malmö under undersökningsperioden. Om man räknar bort dessa var den positiva svarsfrekvensen 66 %.

Tjugo av de deltagande personerna medverkade i en andra mätomgång några veckor efter den första. Antalet mättillfällen blev således totalt 61.

Bakgrundsinformation

De deltagande personerna fick besvara ett frågeformulär med frågor om rökvanor, typ av bostad, uppvärmning, om gasspis fanns i bostaden, yrke, arbetsplats, arbetstider, hur man tar sig till arbetet mm, samt huruvida man är besvärad av buller och avgaser och om man vintertid känner irritation i luftvägarna kring bostaden och i centrum (bilaga 3).

En detaljerad dagbok fylldes dessutom i under varje mätvecka med uppgift dag för dag om hur lång tid man vistades ute i trafiken, i bostaden, på arbetsplats, inomhus i andra lokaler eller utomhus. Man fick också bl a ange hur lång tid provtagaren täckts över på grund av dåligt väder, om man varit utsatt för passiv rökning, om man tankat eller hanterat bensin, om man sovit för öppet fönster och om man övernattat på annan adress (bilaga 4).

Meteorologiska uppgifter för mätveckorna har erhållits från Miljöförvaltningen i Malmö.

Exponeringsmätningar

Personburna mätningar

De personburna mätningarna gjordes med passiva provtagare som hängde i ett "halsband" (se bild i bilaga 2). Halsbandet bars av personen hela dygnet med undantag för då man sov, vid duschning eller liknande. Ämnena som mättes var bensen, 1,3-butadien, kvävedioxid och formaldehyd.

Den tid personerna bar provtagarna var 7 dygn (168 timmar). Provtagningarna startades och stoppades normalt vid samma klockslag, enstaka undantag på några timmar framåt eller bakåt förekom beroende på deltagarnas önskemål.

Mätningarna genomfördes i sin helhet under hösten 2008. De startade vecka 39 (22 sep) och avslutades vecka 51 (15 dec). Första veckan startade mätningarna en måndag och avslutades måndagen därpå. Nästa mätomgång startade sedan på tisdagen. Mellan två och åtta personer deltog per mätvecka. Sammanlagt genomfördes 11 mätveckor.

Mätningar i hemmet

Tio av deltagarna tillfrågades om de också kunde tänka sig att ha en provtagare för partiklar $PM_{2.5}$ och PAH i vardagsrummet under två dygn. Dessa kompletterades med tio anställda vid Arbets- och miljömedicin i Lund, som var bosatta i Malmö. Tyvärr hade slangar lossnat hos två av deltagarna varför dessa filter fick kasseras. Således analyserades totalt 18 prover på partiklar och PAH.

Stationära mätningar

Under samtliga 11 provveckor utfördes parallellt stationära mätningar av bensen, 1,3-butadien, kvävedioxid och formaldehyd på två fasta stationer utomhus. Mätningarna utfördes dels i en starkt trafikerad gatumiljö vid Dalaplan, dels på taket på Rådhuset vid Stortorget i centrala Malmö. Det senare kan betraktas som ett mått på urban bakgrundsexponering. Miljöförvaltningen har fasta mätstationer på båda platserna vilka kunde utnyttjas för att fästa provtagarna etc. Provtagning med två parallella provtagare har gjorts vid flera tillfällen på de fasta stationerna.

Dessutom mättes också partiklar $PM_{2.5}$ och PAH på Rådhuset under två dygn parallellt med motsvarande mätningar i hemmen. Dessa mätperioder var inte helt överlappande med de övriga mätningarna. Partiklar och PAH mättes under 7 tvådygnsperioder mellan 22 sep och 6 dec. Ett prov måste kasseras på grund av pumphaveri.

Mätmetoder och analyser

Bensen och butadien

Provtagning av bensen och 1,3-butadien genomfördes med Perkin Elmer diffusionsprovtagare med adsorbenten Carbopack X. Provtagarna var förslutna och förvarades i rumstemperatur både före och efter provtagning. Under provtagning var rören försedda med Perkin Elmers diffusionscaps som garanterar en definierad, turbulensfri diffusionssträcka in i adsorbenten.

Analyserna utfördes av Fenix Environmental AB i Umeå. Proverna desorberas termiskt, separeras med gaskromatografi och identifieras masspektrometriskt. Upptagsfaktorn anges för bensen till 0,59 ml/min och för 1,3-butadien till 0,56 ml/min och detektionsgränserna för bensen till $0,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och för 1,3-butadien $0,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vid sju dygns mätning.

Formaldehyd

Provtagning gjordes på UMEx-100 diffusionsprovtagare. Provtagarna förvarades i frysfrys både före och efter provtagning. Under transport förvarades de i en frigolitlåda med kylklampar.

Analyserna utfördes av Fenix Environmental AB i Umeå. Provtagaren har två filter impregnerade med 2,4-dinitrofenylhydrazin, varav det ena fungerar som ett internt blankfilter. Analys av den bildade hydrazone sker med HPLC. Upptagsfaktorn anges till 20,2 ml/min och detektionsgränsen vid sju dygns provtagning till $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Kvävedioxid

En cylinderformad passiv provtagare, Ogawa, med ett trietanolaminimpregnerat cellulosafiberfilter användes. Både NO_2 och NO_x kan bestämmas. Provtagarna förvarades i kylskåp både före och efter provtagning. Under transport förvarades de i en frigolitlåda med kylklampar.

Analyserna utfördes av Yrkes- och miljömedicin, Umeå Universitet, med en kolorimetrisk metod. Detektionsgränsen anges av analyslaboratoriet till $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vid sju dygns provtagning.

PM_{2.5} och polycykliska aromatiska kolväten (PAH)

Partiklar PM_{2.5} och polycykliska aromatiska kolväten (PAH) provtogs samtidigt på teflonfilter med hjälp av en föravskiljare (BGI GK 2.05) och en pump (BGI 400S) med flödet 4 l/min.

Massan av partiklarna bestämdes gravimetriskt varefter analys och detektion av totalt 9 olika PAH-er utfördes med gaskromatografi - masspektrometri. Båda analyserna utfördes vid Arbets- och miljömedicin i Göteborg. Detektionsgränsen för de gravimetriska analyserna anges till $11 \mu\text{g}$, vilket motsvarar $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vid 48 timmars provtagning. Detektionsgränsen för PAH-er anges till $5 \text{ pg}/\text{m}^3$.

Statistiska metoder

Mätdata för olika ämnen har redovisats som antal mätningar (N), aritmetiskt medelvärde (AM), standarddeviation (SD) och median. För de statistiska beräkningarna har statistikprogrammet SPSS (version 17.0) använts. Vid beräkning av samband mellan olika variabler användes Spearman's korrelationskoefficient. För jämförelse av personburna data användes icke-parametriskt Mann-Whitney's U-test. För jämförelse av normalfördelade data användes student's t-test.

Inom- och mellanindividvariabilitet beräknades med variansanalys för logaritmerade värden med statistikprogrammet SAS. Som gräns för statistisk signifikans användes $p < 0,05$.

Resultat

Bakgrundsinformation och urval

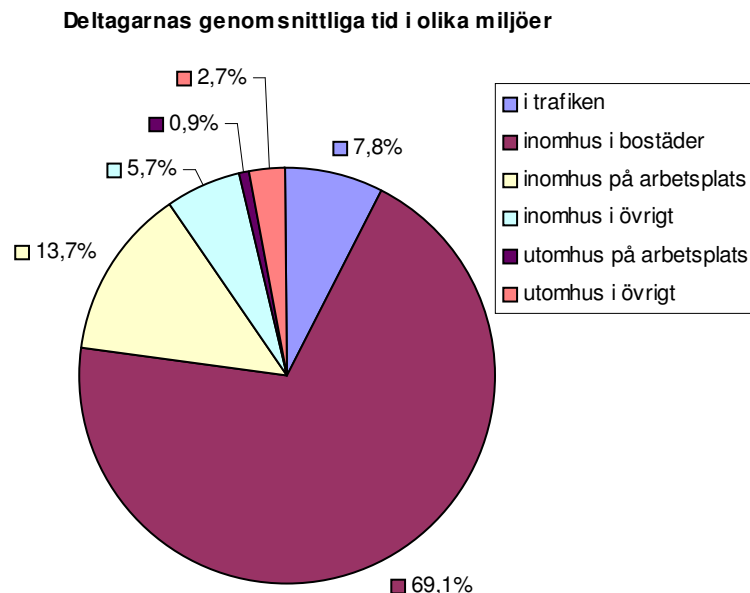
Av de 41 deltagande personerna var 23 kvinnor och 18 män. Medelåldern för kvinnorna var 36 år (spridning 20-47 år). Medelåldern för männen var 32 år (spridning 20-50 år). Medelåldern bland deltagarna totalt var 34 år.

Tio av deltagarna var rökare (24 %) och ytterligare åtta personer angav att de varit utsatta för passiv rök vid något tillfälle, de flesta i mindre än 10 timmar per vecka. Av deltagarna bodde 29 personer i lägenhet, nio i villa och tre i radhus eller parhus. Av de lägenhetsboende bodde fyra personer på 1:a våningen, fem personer på våning 2, sex personer på våning 3, nio personer på våning 4, två personer på våning 5, en person på våning 6 samt två personer på våning 7. De flesta deltagares bostäder värms upp med fjärrvärme (90 %), en bostad värms med elpanna och tre med värmepump eller jordvärme. Gasspis finns i sex bostäder (15 %). Tre personer har eldat i öppen spis under mätveckan. Sex personer parkerar i garage som är inbyggt i bostadshuset.

Ett flertal yrkesgrupper är representerade: t ex arbetar fem inom vård och omsorg, tre är lärare, tre arbetar inom mediabranschen och fyra inom tillverkningsindustri. Flera har konstnärliga yrken. Fem personer är studerande, tre är föräldralediga och ett par är arbetslösa. Några har inte uppgett yrke eller sysselsättning. Av dem som arbetar eller studerar pendlar fem personer till Lund och två till Köpenhamn.

Tolv personer cyklar till jobb eller skola, tio kör bil, nio åker buss och en promenerar. Ingen uppger sig åka tåg som första alternativ.

Deltagarnas genomsnittliga tid i olika miljöer redovisas i figur 1. Det framgår att 88 % av tiden tillbringades inomhus i bostäder, arbetsplatser och andra lokaler. I genomsnitt 8 % av tiden tillbringades i trafiken.



Figur 1. Deltagarnas genomsnittliga vistelsetid inomhus i bostäder, på arbetet och övrigt inomhus, samt utomhus i trafik, på arbete och övrigt utomhus.

Av deltagarna uppger 61 % att de aldrig känt sig besvärade av trafikbuller under de tre senaste månaderna, 27 % var besvärade ibland, medan 12 % uppger att de ofta varit besvärade. 59 % av deltagarna anger att de aldrig kände sig besvärade av bilavgaser, 33 % var besvärade ibland, medan 8 % uppger att de ofta varit besvärade under de tre senaste månaderna. 71 % tycker att luften i bostadsområdet vintertid aldrig eller nästan aldrig känns irriterande medan 29 % ibland eller periodvis känner irritation. Ingen upplever luften irriterande dagligen eller nästan dagligen. Hälften av deltagarna upplever aldrig eller nästan aldrig luften i centrala Malmö som irriterade vintertid, medan 47 % känner irritation ibland eller periodvis och 3 % dagligen eller nästan dagligen.

Meteorologiska data bygger på timmedelvärden under hela perioden 080922 – 081215. Den genomsnittliga temperaturen var 8,0°C (-4,6 – 18,5°C), lufttrycket 1009 hPa (982 – 1035 hPa), relativa luftfuktigheten 81 % (48 – 94 %) och vindhastigheten 4,0 m/s (0,3 – 9,8 m/s). Den dominerande vindriktningen var VSV. Under 50 % av tiden blåste det från sektorn S – V. Den totala regnmängden under perioden var 186 mm.

Stationära mätningar

Resultat från de stationära mätstationerna redovisas i tabell 1. PAH redovisas endast som bens(a)pyren, övriga PAH redovisas i tabell 9.

	Dalaplan (gatunivå)				Rådhusket (urban bakgrund)			
	N	Median	Medel	Range	N	Median	Medel	Range
Bensen	11	1,1	1,1	0,85-1,4	11	0,65	0,65	0,40-1,1
1,3-Butadien	11	0,12	0,11	0,05-0,17	11	0,05	0,05	0,01-0,07
Formaldehyd	11	3,0	3,1	1,7-5,1	11	3,4	3,4	0,7-4,5
Kvävedioxid	11	28	28	19-36	11	20	19	10-25
Bens(a)pyren					6	24	22	5,0-31
PM _{2.5}					6	5,3	5,2	2,9-8,3

Tabell 1. Resultat av stationära mätningar på Dalaplan och Rådhusket i Malmö. Bensen, 1,3-butadien, kvävedioxid, formaldehyd och PM_{2.5} anges i µg/m³, bens(a)pyren i pg/m³.

Det var inga signifikanta korrelationer för något agens mellan de båda provpunkterna. Det fanns ett signifikant samband mellan bensen och NO₂ vid Rådhusket (r=0,65, p=0,03) och vid Dalaplan (r=0,80, p=0,003). Ett negativt signifikant samband förelåg mellan butadien och formaldehyd på Rådhusket (r=-0,92, p<0.001) men inte på Dalaplan.

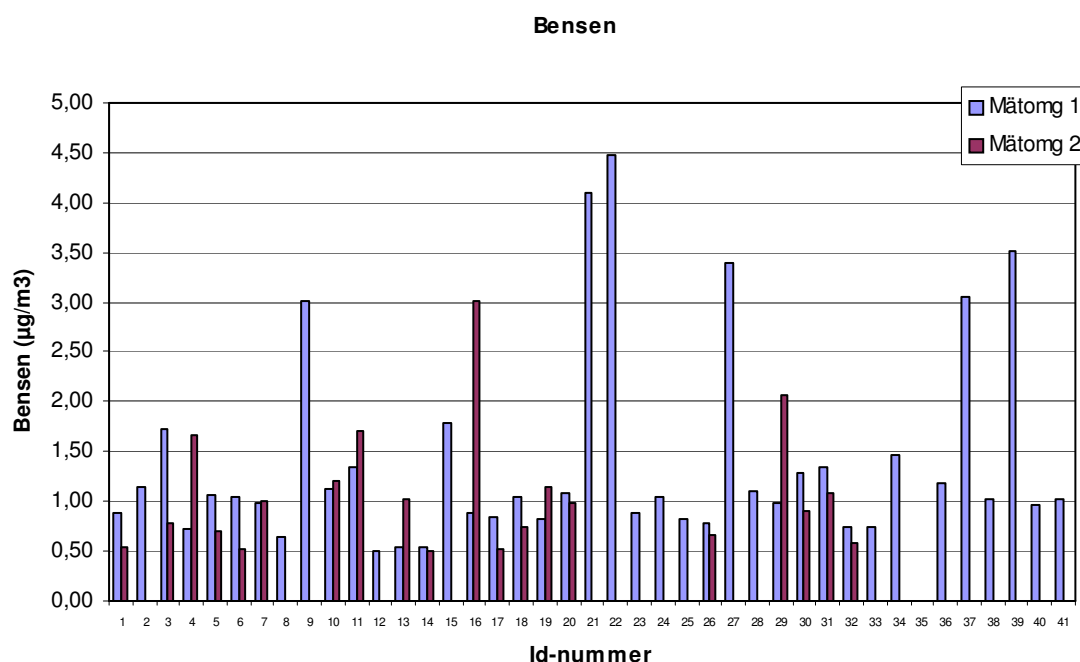
Sammanställning av stationära mätningar för samtliga städer i tidigare HÄMI-studier finns i bilaga 5.

Personburna mätningar

Bensen

Resultaten av de personburna mätningarna av bensen framgår av figur 2 och tabell 2. Sju personer uppvisar klart högre bensenhalter än övriga ($>3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Av dessa är id 21, 22, 27 och 37 rökare medan id 9 uppger sig varit utsatt för passiv rök hela 88 timmar under mätveckan. Id 9 uppger dessutom att han vistats hela 36 timmar i trafikmiljö. Id 21 och 39 är de båda personer i studien som bilpendlar till Köpenhamn. Id 21 har dessutom eldat fyra timmar i öppen spis. Endast för id 16 hittades ingen tydlig förklaring. För id 35 saknas mätvärde på grund av att provtagaren tappades.

Beräkningar av variabiliteten inom och mellan individer visade att inomindividvariabiliteten utgjorde 84 % av den totala variabiliteten vilket innebär att variationen inom individer är större än variationen mellan individer.



Figur 2. Bensenkoncentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) vid personburna mätningar. Upprepade mätningar gjordes på 20 personer (mätomgång 2).

Medianhalten för alla deltagare, samt för deltagare som gjort upprepade mätning i mätomgång 1 och mätomgång 2 redovisas i tabell 2. Medianhalten för samtliga deltagare var $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ med en spridning mellan $0,5$ och $4,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och medelvärde var $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Medianhalterna vid de upprepade mätningarna var $0,98$ respektive $0,95 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Medianhalten för den personliga exponeringen var högre än medianhalten uppmätt vid Rådhuset ($0,63 \mu\text{g}/\text{m}^3$) men något lägre än halten uppmätt vid Dalaplan ($1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Det förelåg ingen signifikant korrelation mellan resultaten i mätomgång 1 och 2 för upprepade mätningar ($r=0,20$, $p=0,39$). Exponeringen för bensen korrelerade med butadien ($r=0,49$, $p=0,004$) men det fanns inget samband mellan bensenhalt och formaldehydhalt eller halten kvävedioxid. Det förelåg inget samband mellan bensenhalt och tid i trafik ($r=0,093$, $p=0,57$). Inga beräkningar gjordes mellan nivå av bensen och eldning pga få observationer. Det fanns ingen signifikant skillnad i bensenexponering mellan män och kvinnor, men rökare ($N=10$)

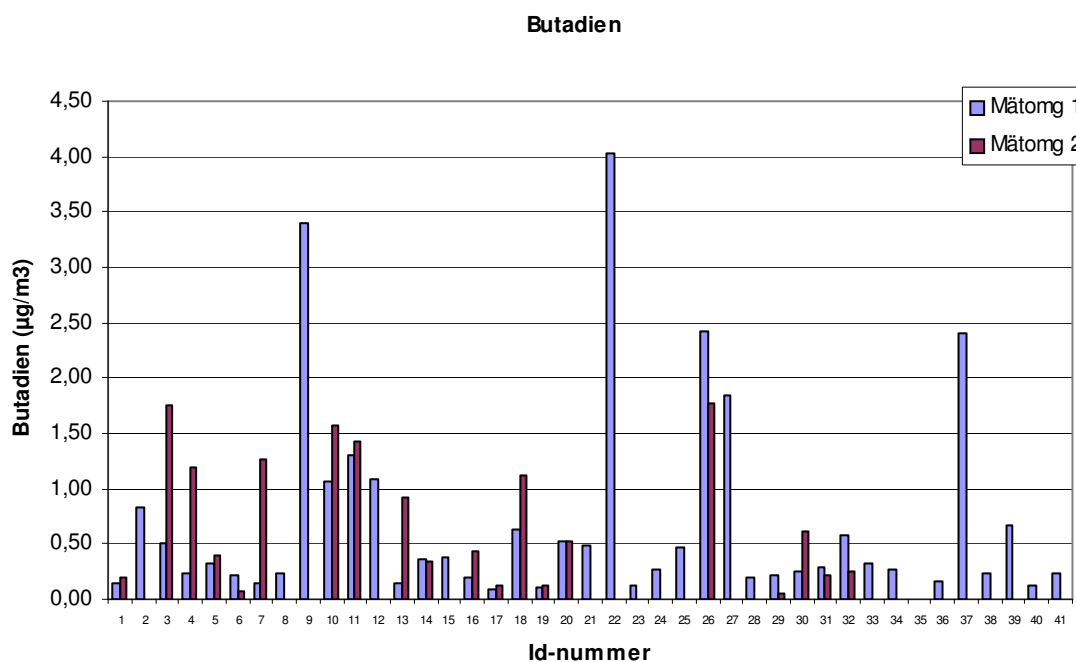
hade signifikant högre halter än icke-rökare. Vidare fanns ett samband mellan tid utsatt för passiv rökning och uppmätta halter av bensen ($r=0.75$, $p=0.002$).

	N	Median ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Medel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SD	Range ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Alla deltagare omg 1	40	1,0	1,4	1,00	0,50-4,5
Upprepade deltagare omg 1	20	0,98	0,99	0,29	0,54-1,7
Upprepade deltagare omg 2	20	0,95	1,1	0,63	0,51-3,0
Rökare omg 1	10	1,8	2,3	1,3	1,1-4,5
Icke-rökare omg 1	30	0,97	1,1	0,64	0,50-3,5

Tabell 2. Resultat av personburna mätningar av bensen.

1,3-Butadien

Resultaten av de personburna mätningarna av butadien framgår av figur 3 och tabell 3. Av de fyra personer som har halter $>2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ har id 9, 22 och 37 även höga halter av bensen och kommenteras ovan. För id 26 kan inte ses någon direkt förklaring till resultatet. Bilpendling till Köpenhamn tycks inte medföra förhöjd exponering för butadien (id 21 och 39). För id 35 saknas mätvärde på grund av att provtagaren tappades.



Figur 3. Butadienkoncentrationen i $\mu\text{g}/\text{m}^3$. För övrigt se figur 2.

Beräkningar av variabiliteten inom och mellan individer visade att inomindividvariabiliteten utgjorde 45 % av den totala variabiliteten vilket innebär att variationen mellan individer och inom individer är i samma storleksordning.

I tabell 3 redovisas resultaten av de personburna mätningarna av 1,3-butadien. Medianhalten för alla deltagare var $0,31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ med en spridning mellan $0,09$ och $4,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, vilket var högre än medianhalten uppmätt vid de stationära mätstationerna vid Rådhuset och Dalaplan ($0,05$ respektive $0,12 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Medelvärde var $0,69 \mu\text{g}/\text{m}^3$. För individer med två mätningar visade första perioden ett medianvärde på $0,28$ och den andra på $0,48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och det förelåg en signifikant korrelation mellan de båda mätomgångarna ($r=0,58$, $p=0,007$).

Butadienexponering korrelerade signifikant till bensen ($r=0,49$, $p=0,004$). Det fanns ingen korrelation mellan butadienhalter och kvävedioxid eller formaldehyd. Det förelåg ingen skillnad i butadienexponering mellan kvinnor och män, men rökare ($N=10$) hade en signifikant högre nivå än icke-rökare och tid utsatt för passiv rökning korrelerade signifikant med den uppmätta halten av butadien ($r=0,54$, $p=0,047$). Det förelåg inget samband mellan butadienhalt och tid i trafik ($r=-0,115$, $p=0,48$), däremot förelåg ett samband mellan butadien och tid vistad inomhus i bostad ($r=0,33$, $p=0,036$). Inga beräkningar gjordes mellan nivå av butadien och eldning pga få observationer.

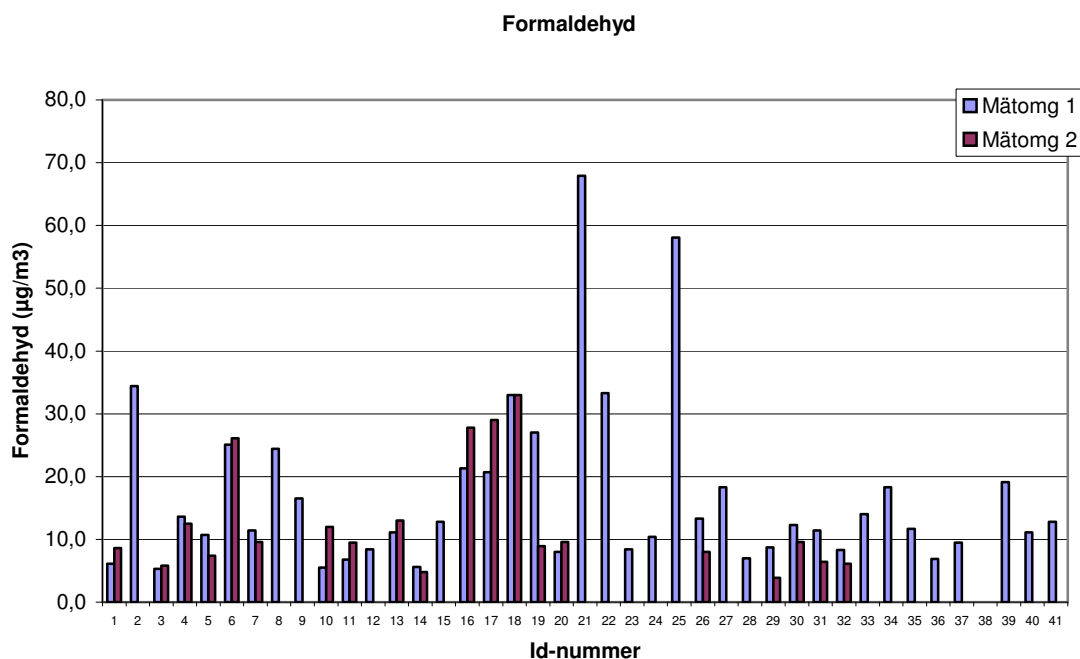
	N	Median ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Medel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SD	Range ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Alla deltagare omg 1	40	0,31	0,69	0,91	0,09-4,0
Upprepade deltagare omg 1	20	0,28	0,49	0,55	0,09-2,4
Upprepade deltagare omg 2	20	0,48	0,72	0,60	0,06-1,8
Rökare omg 1	10	0,79	1,3	1,19	0,33-4,0
Icke-rökare omg 1	30	0,24	0,49	0,71	0,09-3,4

Tabell3. Resultat av personburna mätningar av butadien.

Formaldehyd

Resultaten av de personburna mätningarna av formaldehyd framgår av figur 4 och tabell 4. Orsaken till höga formaldehydhalter står oftast att finna inomhus i t ex nya möbler eller byggmaterial vilket inte täcks inte av de frågor som ställts. Därför är det svårt att förklara vissa höga halter. De tre personer som bodde i fastigheter som var helt nybyggda eller som renoverats under det senaste året hade inte bland de högsta formaldehydhalterna. För id 38 saknas mätvärde eftersom provtagaren uppenbarligen inte varit öppen under mätveckan, och ingen formaldehyd kunde detekteras vid analys.

Beräkningar av variabiliteten inom och mellan individer visade att inomindividvariabiliteten utgjorde 28 % av den totala variabiliteten. Detta innebär att variationen mellan individer är större än variationen inom individer.



Figur 4. Formaldehydkoncentrationen i $\mu\text{g}/\text{m}^3$. För övrigt se figur 2.

I tabell 4 redovisas resultaten av de personburna mätningarna av formaldehyd. Medianhalten formaldehyd för samtliga mätningar var $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$, medelvärde var $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$, spridningen var mellan 5 och $68 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De personburna nivåerna var som förväntat betydligt högre än medianhalten uppmätt vid de stationära mätstationerna vid Rådhuset och Dalaplan (3.4 respektive $3.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$). För individer med två mätningar visade första perioden ett medianvärde på 11 och den andra på $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och det förelåg en signifikant korrelation mellan de båda mätomgångarna ($r=0,78$, $p<0,001$).

Det var inga skillnader mellan kvinnor och män, eller mellan rökare och icke-rökare och inte heller mellan boendeformer. Formaldehyd korrelerade inte heller till något av de andra ämnena i den personburna mätningen.

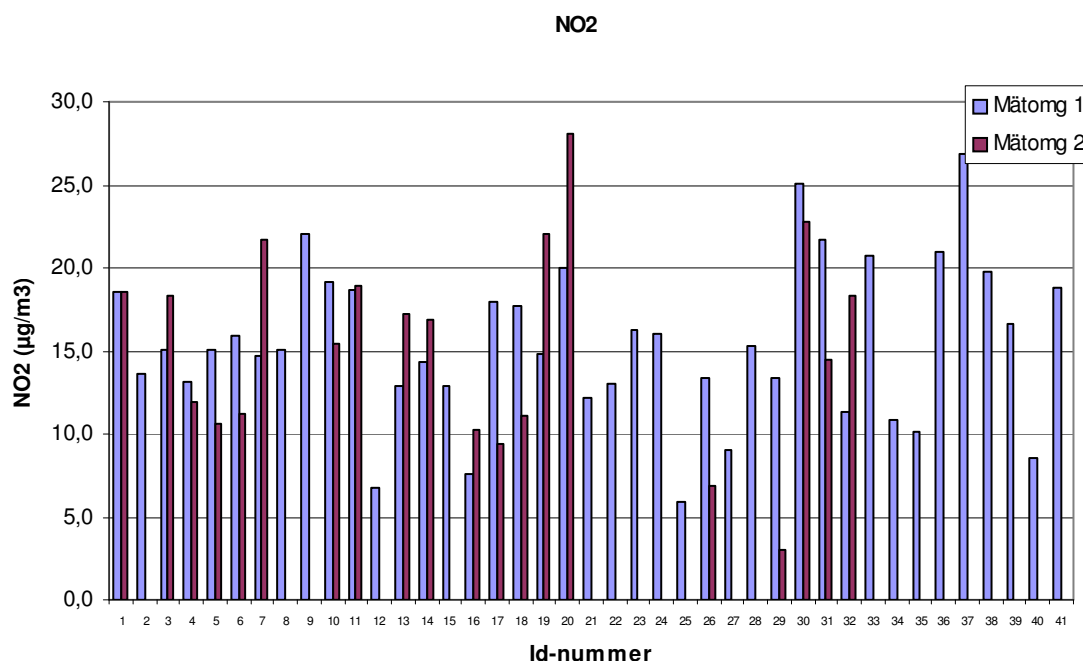
	N	Median ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Medel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SD	Range ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Alla deltagare omg 1	40	12	17	13	5-68
Upprepade deltagare omg 1	20	11	13	8,0	5-33
Upprepade deltagare omg 2	20	10	13	8,8	4-33
Rökare omg 1	10	10	18	20	5-68
Icke-rökare omg 1	30	13	16	11	6-58

Tabell4. Resultat av personburna mätningar av formaldehyd.

Kvävedioxid

Resultaten av de personburna mätningarna av kvävedioxid framgår av figur 5 och tabell 5. Av de personer som var högst exponerade ($> 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) hade id 20 och 30 gasspis, id 20 vistades dessutom mycket i trafiken under mätvecka 2. För id 37 har vi ingen direkt förklaring.

Beräkningar av variabiliteten inom och mellan individer visade att inomindividvariabiliteten utgjorde 72 % av den totala variabiliteten vilket innebär att variationen inom individer är större än variationen mellan individer.



Figur 5. Kvävedioxidkoncentrationen i $\mu\text{g}/\text{m}^3$. För övrigt se figur 2.

I tabell 5 redovisas resultaten av de personburna mätningarna av kvävedioxid. Medianhalten för alla deltagare var $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ med en spridning mellan $3,0$ och $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$, vilket var lägre än medianhalten uppmätt vid de stationära mätstationerna vid Rådhusket och Dalaplan. Medelhalten var också $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. För individer med två mätningar visade första perioden ett medianvärde på 15 och den andra på $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Det förelåg ingen signifikant korrelation mellan de båda mätomgångarna ($r=0,34$, $p=0,16$).

Kvävedioxidexponeringen korrelerade inte till något av de andra uppmätta ämnena. Vidare förelåg ingen skillnad mellan kvinnor och män eller mellan rökare och icke-rökare och det fanns heller ingen korrelation mellan uppmätt exponering och tid i trafik. Individer som hade gasspis ($N=6$) hade signifikant högre halter av NO_2 än de som inte hade gasspis.

	N	Median ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Medel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SD	Range ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Alla deltagare omg 1	41	15	15	4,7	6-27
Upprepade deltagare omg 1	20	15	16	3,9	8-25
Upprepade deltagare omg 2	20	16	15	6,1	3-28
Rökare omg 1	10	15	16	5,1	9-27
Icke-rökare omg 1	31	15	15	4,7	6-25

Tabell5. Resultat av personburna mätningar av kvävedioxid.

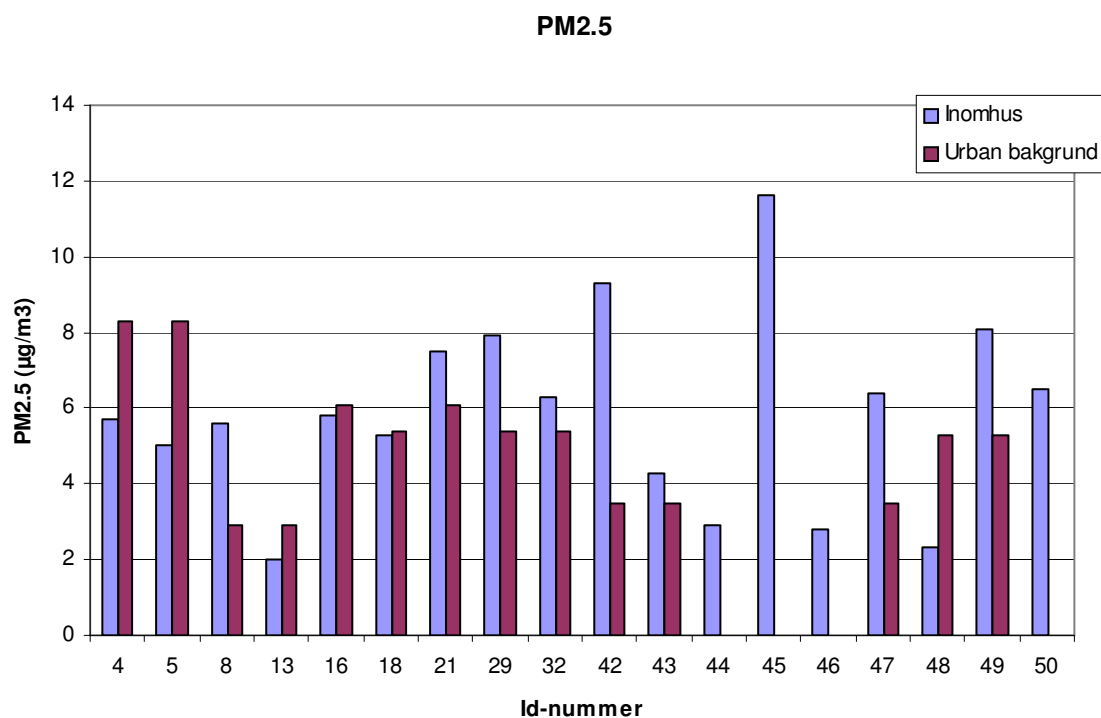
Inomhusmätningar

Partiklar PM_{2.5}

Partikelhalten i bostäderna har i figur 6 jämförts med halten på Rådhuset under motsvarande mätperiod. En mätvecka finns inget värde för urban bakgrund på grund av pumphaveri och för inomhusmätningarna saknas två värden. Inomhushalterna är oftast högre än halterna utomhus. Id-nummer 42-50 gäller anställda vid Arbets- och miljömedicin. Personerna med högst partikelhalt i bostaden (id 45 och 42) bor inte i centrala Malmö eller vid livligt trafikerade gator.

Av personerna från den allmänna befolkningsgruppen är två rökare (id 5 och 21). Av de anställda vid Arbets- och miljömedicin är ingen rökare. Ingen i den allmänna befolkningsgruppen har eldat i öppen spis under mätperioden. Id 8, 21, 29, 45 och 50 bor i villa, id 4 och 16 i radhus, övriga i lägenhet.

Det fanns ingen korrelation mellan uppmätta halter av PM_{2.5} i vardagsrum och halterna vid den urbana bakgrundsstationen ($r=0.11$, $p=0,69$). Tabell 6 visar resultaten av PM_{2.5}-mätningarna inomhus. Medianen och medelvärdet för PM_{2.5} var $5,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, och spridningen $2,0\text{-}12 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Det var ingen signifikant skillnad mellan allmänbefolkningen och personal anställda på Arbets- och miljömedicin.



Figur 6. Resultat av mätningarna av PM_{2,5} inomhus i vardagsrum hos 18 personer samt i urban bakgrund på Rådhuset.

	N	Median (µg/m ³)	Medel (µg/m ³)	SD	Range (µg/m ³)
Alla deltagare	18	5,8	5,9	2,5	2,0-12
Allmänbefolkning	9	5,7	5,7	1,7	2,0-7,9
Anställda Arbets- och miljömedicin	9	6,4	6,0	3,2	2,3-12
Rökare	2	6,3	6,3	1,8	5,0-7,5
Icke-rökare	16	5,8	5,8	2,6	2,0-12

Tabell 6. Resultat av mätningar av partiklar PM_{2,5} i vardagsrum.

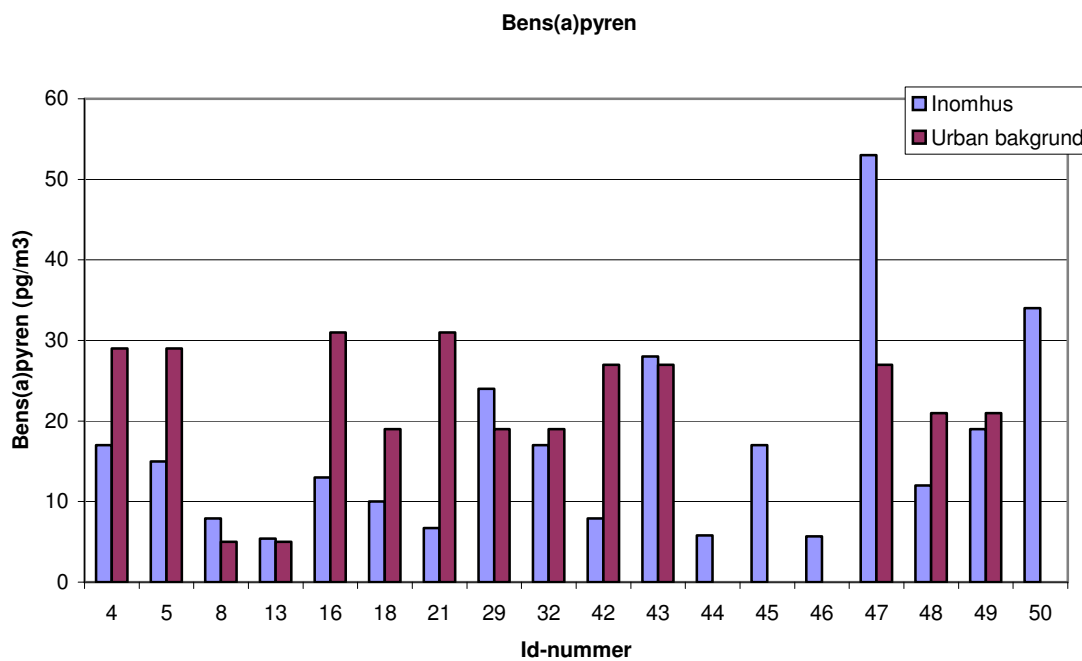
Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)

Bens(a)pyren

Halten bens(a)pyren i PM_{2,5} i bostäderna har i figur 7 jämförts med halten på Rådhuset under motsvarande mätperiod. För en mätvecka finns inget värde i urban bakgrund på grund av pumphaveri och det saknas två inomhusmätningar. Av de personerna med högst halter i bostaden bor id 47 i lägenhet i centrala Malmö med mycket trafik utanför bostaden medan id 50 bor i ett lugnt villaområde.

Av personerna från den allmänna befolkningsgruppen är två rökare (id 5 och 21). Av de anställda vid Arbets- och miljömedicin är ingen rökare. Ingen i den allmänna befolkningsgruppen har eldat i öppen spis under mätperioden. Id 8, 21, 29, 45 och 50 bor i villa, id 4 och 16 i radhus, övriga i lägenhet.

Det förelåg inga korrelationer mellan halter av bens(a)pyren inomhus och vid Rådhusstaket ($r=0,12$, $p=0,66$).



Figur 7. Resultat av mätningarna av bens(a)pyren i PM_{2,5} inomhus i vardagsrum hos 18 personer samt i urban bakgrund på Rådhusstaket.

I tabell 7 finns resultaten av bens(a)pyrenmätningarna inomhus i vardagsrum. Medianhalten bens(a)pyren för samtliga mätningar var 14 pg/m³, medelvärde var 17 pg/m³, spridningen 5,4-53 pg/m³. Det var ingen skillnad i nivåer mellan allmänbefolkning och anställda på Arbets- och miljömedicin.

	N	Median (pg/m ³)	Medel (pg/m ³)	SD	Range (pg/m ³)
Alla deltagare	18	14	17	12	5,4-53
Allmänbefolkning	9	13	13	6,0	5,4-24
Anställda Arbets- och miljömedicin	9	17	20	16	5,7-53
Rökare	2	11	11	5,9	6,7-15
Icke-rökare	16	15	17	13	5,4-53

Tabell 7. Resultat av mätningar av bens(a)pyren i vardagsrum.

Övriga polyaromatiska kolväten

Tabell 8 visar halterna av samtliga nio analyserade polycykliska aromatiska kolväten samt summan av dessa för mätningarna i bostäderna och tabell 9 motsvarande halter på Rådhuset. För bens(a)antracen var 33 % av värden under detektionsgränsen inomhus och 17 % utomhus. För perylen var motsvarande siffror 78 och 67 % och för dibens(a,h)perylen 89 och 67 %.

	N	Median	Medelvärde	Range
Bens(a)antracen	18	5,6	5,8	<5 - 16
Krysen	18	15	16	5,4 - 36
Bens(b)fluoranten	18	33	35	11 - 86
Bens(k)fluoranten	18	11	15	5,0 - 54
Bens(a)pyren	18	14	17	5,4 - 53
Perylen	18	<5	3,2	<5 - 6,7
Indenol(1,2,3-cd)pyren	18	66	75	9,1 - 205
Dibens(a,h)perylen	18	<5	4,1	<5 - 18
Bens(g,h,i)perylen	18	48	55	7,3 - 133
Summa 9 PAHer	18	194	221	57 - 509

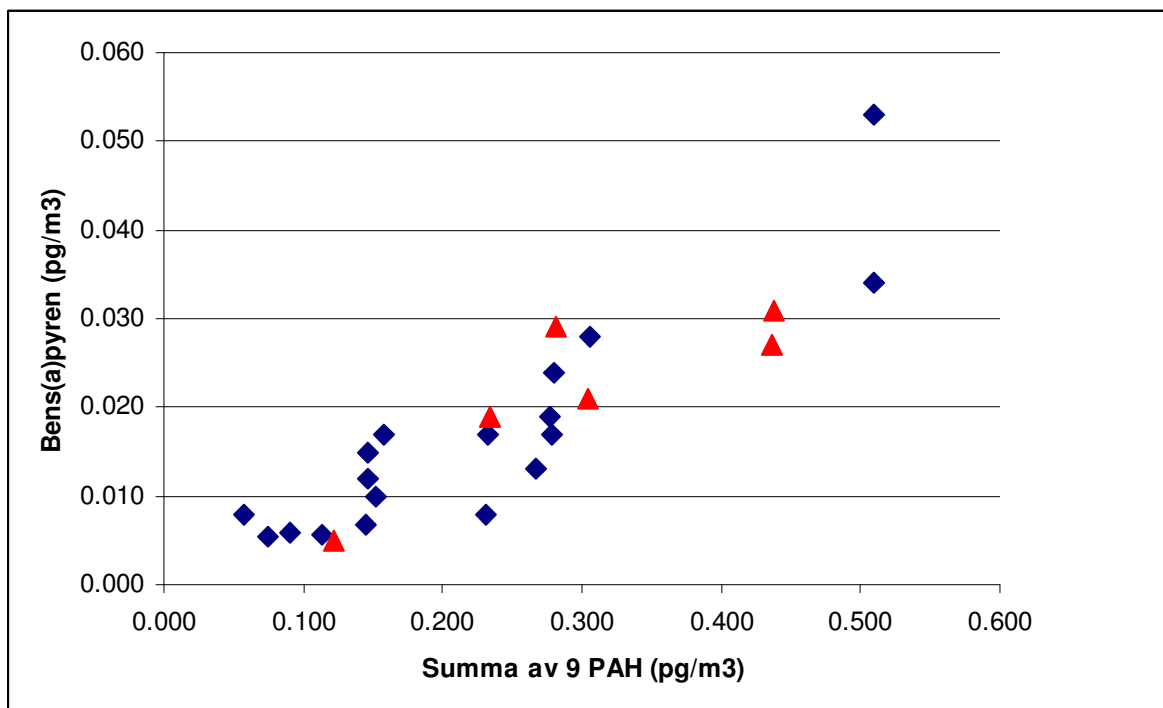
Tabell 8. Resultat av mätningar av nio olika partikulära PAH samt summan av dessa i vardagsrum hos 18 personer.

	N	Median	Medelvärde	Range
Bens(a)antracen	6	9	9	<5 - 15
Krysen	6	23	24	16 - 39
Bens(b)fluoranten	6	58	57	21 - 83
Bens(k)fluoranten	6	26	23	6,9 - 38
Bens(a)pyren	6	24	22	5,0 - 31
Perylen	6	<5	<5	<5 - 5,6
Indenol(1,2,3-cd)pyren	6	82	91	49 - 149
Dibens(a,h)perylen	6	<5	9,6	<5 - 27
Bens(g,h,i)perylen	6	65	67	34 - 114
Summa 9 PAHer	6	293	302	122 - 438

Tabell 9. Resultat av mätningar av nio olika partikulära PAH samt summan av dessa i urban bakgrund (Rådhuset).

Samband mellan PM_{2,5} summa PAH och bens(a)pyren

Bens(a)pyren mätt på rådhuset korrelerade signifikant med både PM_{2,5} ($r=0.69$, $p=0.002$) och med summan av de nio PAHerna ($r=0.80$, $p<0.001$) mätt på Rådhuset. För inomhusmätningarna korrelerade summan av de nio PAHerna signifikant med både PM_{2,5} mätt inne ($r=0.58$, $p=0.011$) och med bens(a)pyren mätt inne ($r=0.912$, $p<0.001$). I figur 8 visas korrelationen mellan summan av de nio olika PAHerna och bens(a)pyren, mätt både inomhus och utomhus. Bens(a)pyren korrelerade starkt mot summan av de 9 PAHerna ($r=0.939$, $p<0.001$).



Figur 8. Korrelation mellan bens(a)pyren och summan av de nio olika PAHerna mätt inomhus (blåa diamanter) och utomhus (röda trianglar).

Samband mellan personlig exponering och utomhushalter

Medelxponeringen för de deltagare som deltog under samma vecka (2-8 stycken) avsattes mot den uppmätta koncentrationen på de stationära platserna, Dalaplan och Rådhusket. Det blir totalt 11 observationer. Resultaten visas i tabell 10. Det fanns överhuvudtaget inga samband mellan de olika observationerna.

Ämne	Dalaplan		Rådhusket	
	r	p	r	P
Bensen	0,41	0,20	0,05	0,89
Butadien	0,26	0,45	0,10	0,76
Formaldehyd	-0,4	0,92	0,36	0,28
Kvävedioxid	-0,34	0,31	0,05	0,89

Tabell 10. Korrelationer mellan medelxponering för de personburna proverna och de samtidigt uppmätta halterna vid de två stationära mätstationerna.

Diskussion

I denna undersökning presenteras data från totalt 61 personburna mätningar av bensen, 1,3-butadien, formaldehyd, och kvävedioxid utförda i Malmö under september till december 2008. Parallellt med de personburna mätningarna mättes samma ämnen även på två stationära mätpunkter utomhus, på Rådhuset, som anses representera Malmös urbana bakgrund, samt på Dalaplan i gatunivå, elva veckor i följd.

Det har tidigare utförts en i princip identisk undersökning på allmänbefolkningens personliga exponering för cancerframkallande luftföroreningar i Malmö 2003 (Friman et al 2003). Liknande studier har också genomförts i Göteborg 2000 och 2006 (Sällsten et al 2001, Johannesson et al 2008), Umeå 2001 och 2007 (Modig et al 2002, Hagenbjörk-Gustafsson et al 2008), Stockholm 2002/2003 (Kruså et al 2003) och Lindsberg 2005/2006 (Andersson et al 2006). En sammanställning av resultaten från de personburna mätningarna i Malmö, Göteborg, Umeå, Stockholm och Lindsberg återfinns i bilaga 6.

Malmö är en stad med speciella väderförhållanden beroende på Skånes flacka landskap och närheten till havet. Detta medför ett blåsigare och mildare klimat som är gynnsamt för luftkvaliteten i stadsmiljön, tack vare en förbättrad luftomsättning. Under mätningarna hösten 2008 var temperaturen något högre än normalt. Trots en hög bakgrundshalt orsakad av föroreningar importerade från kontinenten och intensiv trafik i och utanför Malmö är alltså koncentrationerna av luftföroreningar relativt låga. I de centrala delarna av Malmö kan det vid hårt trafikerade gator däremot uppstå förhöjda luftföroreningshalter som kan påverka människors hälsa (Malmö Miljöförvaltning).

Stationära mätningar

Den förra mätningen i Malmö genomfördes 2003. Mätningarna genomfördes då på Miljöförvaltningens tak som urban bakgrund och på Södervärn som gatunivåstation. Mätningarna 2008 genomfördes på Rådhuset och på Dalaplan. Anledning till byte av plats för gatunivåmätningarna är att Malmö stad nu har upprättat en permanent mätstation för att mäta i gatunivå. Tidigare hade man en mätvagn som placerades på olika platser och den stod under hösten 2003 på Södervärn. Södervärn ligger cirka 400 m från Dalaplan och är antagligen något mer belastat av busstrafik men mindre totalbelastat. Gatunivåmätningarna är därför inte helt jämförbara. Även på Rådhuset har Malmö en fast mätstation för urban bakgrund och vi ansåg det lämpligare att använda denna än taket på Miljökontoret. Vid mätningen 2003 utfördes arbete på Rådhuset under provtagningsperioden och därför var inte mätplatsen tillgänglig vid det tillfället. Miljökontoret lät oss då istället använda deras tak. Här bör dock skillnaderna inte vara lika stora.

För den urbana bakgrunden var mediankoncentrationen för 2008 år mätning, betydligt lägre för bensen och butadien, något lägre för kvävedioxid, men i samma storleksordning för formaldehyd. På gatunivå var mediankoncentrationen i samma storleksordning för de båda åren för formaldehyd men betydligt lägre för de övriga uppmätta ämnena.

Bensen

Medianhalten av bensen är ungefär dubbelt så hög på Dalaplan ($1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) som på Rådhuset ($0,65 \mu\text{g}/\text{m}^3$), men väl under gällande miljökvalitetsnorm på $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Det förelåg ingen korrelation mellan de båda mätstationerna vilket tyder på att det till stor del är olika källor. Rådhuset är mer påverkat av intransport medan mätstationen på Dalaplan bör påverkas betydligt mer av lokala källor.

Även om det är olika mätstationer 2003 och 2008 så är det tydligt att nivån av bensen i Malmö har sjunkit till skillnad mot i Umeå (Hagenbjörk-Gustafsson et al 2008). Mätningarna i Malmö 2008 och i Umeå 2007 av bensen ligger på ungefär samma nivå. Bensenhalterna i Malmö 2008 är ungefär halverade jämfört med 2003.

1,3-Butadien

Butadien beter sig ungefär som bensen i våra mätningar. Liksom vid förra omgången var nivåerna i gatuplan ungefär dubbelt så höga som i urban bakgrund. Och som för bensen har nivåerna sjunkit till ungefär hälften sedan föregående mätning. Det förelåg inga korrelationer mellan de båda mätstationerna.

Nationellt görs inga kontinuerliga mätningar av butadien. I Storbritannien har man noterat en klart sjunkande trend för nivåerna av butadien (Dollard et al 2001). Även i den senaste HÄMI rapporten från Umeå noterades en uppenbar sänkning av nivån av butadien. Nivåerna av butadien är jämförbara i Umeå och Malmö.

Formaldehyd

Nivåerna av formaldehyd är i princip oförändrade sedan mätningen 2003. Det förelåg heller ingen skillnad i nivåer mellan gatunivå och urban bakgrund. Precis som tidigare är också de personburna koncentrationerna betydligt högre än de stationära, vilket är förväntat då de primära emissionskällorna framförallt är inomhus och inte är trafikgenererade. Nivån i urban bakgrund är något högre i Malmö än på de övriga platserna.

Kvävedioxid

Halterna av kvävedioxid var något högre i gatunivå än i urban bakgrund. Det förelåg inga korrelationer mellan de båda mätstationerna. Detta tyder på att intransporten från kontinenten och Köpenhamn har en stor påverkan på den urbana bakgrundsstationens mätresultat medan de lokala emissionerna påverkar mätningen i gatunivå betydligt mer.

Våra mätningar visar på en klart sjunkande trend av kvävedioxid i Malmö, vilket också stämmer helt överens med de resultat som de fasta mätstationerna i Malmö visar (Malmö stad 2008).

Fina partiklar (PM_{2,5})

Mätning av PM_{2,5} har tillkommit sedan mätningarna genomfördes i Malmö 2003. I jämförelse med mätningar i Umeå, Göteborg och Lindesberg ligger nivåerna i Malmö ungefär som i Umeå och Göteborg, men betydligt under nivåerna i Lindesberg. Enligt mätningar i Malmö kommuns egen regi finns ingen tydlig trend i nivåerna av PM_{2,5}.

Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)

I projektet mättes nio olika PAH:er inkluderande bens(a)pyren. Bens(a)pyren mättes även 2003 men med en annan metod. Metoden 2003 mätte PAH i totaldamm, medan metoden nu mäter PAH i PM_{2,5}. Denna förändring gör att värdena inte är jämförbara. Halterna av bens(a)pyren i Malmö var i stort sett jämförbara med halterna uppmätta i Umeå och Göteborg, men betydligt lägre än halterna i Lindesberg.

Malmö miljöförvaltning genomförde mätningar av bens(a)pyren i PM₁₀ under vintern 2007-2008 (november – april). Mätningarna genomfördes på Dalaplan i gatunivå. De uppmätta genomsnittshalterna då var 0,2 ng/m³ (Malmö stad 2008). Vi gjorde mätningar i urban bakgrund och vår uppmätta mediannivå var 0,02 ng/m³, alltså en tiondel av de uppmätta av

Malmö miljöförvaltning. Även om mätningarna är genomförda på olika platser och med olika tekniker måste ändå skillnaden betraktas som mycket stor och bör utredas vidare. Det finns i åtminstone en studie visat att fördelningen av PAH i olika partikelstorlekar kan variera mycket beroende på olika trafikmiljöer, trots att proverna är tagna i samma stad, Sevilla (Gutiérrez-Dabán A et al 2005). I område med låg trafik och där de lägsta nivåerna av PAH uppmättes är det endast cirka 75 % av det provtagna bens(a)pyrenet som finns i fraktionen PM_{2.5}. Nivån av bens(a)pyren var där cirka 100 pg/m³. För framtida riskuppskattningar rörande bens(a)pyren bör det vara av vikt att ta reda på hur partikelfördelningen av PAH är i de olika svenska städerna.

Personburna mätningar

Bensen

Medianhalten för de personburna mätningarna av bensen var 1,0 µg/m³ och ligger lägre än den av IMM rekommenderade lågrisknivån på 1,3 µg/m³ som långtidsmedelvärde. Av de totalt 60 observationerna för bensen ligger dock 15 över lågrisknivån. Mediannivån personburet ligger i samma nivå som de stationära mätningarna i gatunivå men betydligt över mätningarna i urban bakgrund. Medianhalten 2008 var signifikant lägre än halten 2003 (p<0,001), vilket är samma trend som för de stationära mätningarna. Liksom i förra mätningen i Malmö hade rökare en signifikant högre exponering för bensen än icke-rökare. Det fanns också ett signifikant samband för personer utsatta för passiv rökning.

1,3-Butadien

Medianhalten av butadien var 0,3 µg/m³ vilket ligger i IMMs intervall för lågrisknivå (IMM 2004). De personburna halterna ligger högre än de båda stationära mätstationernas halter. Rökning och passiv rökning är förknippade med exponering för butadien och det förelåg statistisk signifikans för bägge dessa variabler och uppmätta nivåer av butadien. Medianhalten 2008 var signifikant lägre än halten 2003 (p<0,05), vilket är samma trend som för de stationära mätningarna.

Formaldehyd

Medianhalten för formaldehyd var 12 µg/m³, vilket ligger precis på nedre gränsen av IMMs lågrisknivåintervall (12-60 µg/m³). Som förväntat är de personburna nivåerna betydligt högre än de stationära då det är väl känt att emissionerna framförallt kommer från inomhusmiljön. Det var ingen signifikant skillnad mellan halterna 2003 och 2008 (p=0,11).

Kvävedioxid

Medianhalten för kvävedioxid var 15 µg/m³ vilket var betydligt lägre än de uppmätta nivåerna på de stationära mätplatserna (28 respektive 20 µg/m³). För de personburna mätningarna var det ingen skillnad i nivåer mellan 2003 och 2008 (p=0,93). Detta är lite motsägelsefullt då både våra mätningar och Malmö kommuns mätningar visar på en sjunkande nivå i både gaturum och urban bakgrund. I föregående års mätning i Umeå, så var det till och med en signifikant ökning av den personburna exponeringen för kvävedioxid trots att halterna har minskat i bakgrunden. Det finns ingen uppenbar anledning till detta. En förklaring kan naturligtvis vara om det är olika antal personer som har gasspis, men i Umeå var det en person som hade gasspis och i Malmö 4 personer 2003 och 6 personer 2008. I Malmö hade personer med gasspis en signifikant högre exponering för NO₂ än de utan gasspis, både 2003 och 2008.

Inomhusmätningar

Fina partiklar (PM_{2.5})

Medianen för PM_{2.5} mätt i vardagsrum under 48 timmar var 5,8 µg/m³, vilket är i samma storleksordning som i den urbana bakgrunden (5,3 µg/m³). WHO har ansatt ett riktvärde för PM_{2.5} på 10 µg/m³ och det överskreds i endast ett vardagsrum. De uppmätta halterna i vardagsrummen i Malmö är betydligt högre än nivån i Umeå, med något lägre än i Göteborg och Lindesberg.

Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)

Medianhalten av bens(a)pyren i vardagsrum i Malmö var 0,014 ng/m³. Alla uppmätta värden låg under IMMs lågrisknivå på 0,1 ng/m³. Halterna i Malmö är i samma nivå som i Göteborg, men över nivåerna i Umeå. Lindesberg har betydligt högre uppmätta koncentrationer av PAH i vardagsrum.

För de polycykliska aromatiska kolvätena föreligger en mycket stark korrelation mellan nivån av bens(a)pyren och summan av de PAHer som har analyserats. Vidare ligger utomhus- och inomhusmätningar på samma nivå linje (figur 8), vilket skulle kunna tolkas som om att det är liknande källor. Bens(a)pyren verkar vara en mycket bra indikator för åtminstone de nio olika PAHer som har analyserats i detta uppdrag. Man kan i framtida studier fundera på om det räcker att enbart analysera bens(a)pyren som en markör och använda överskridande pengar till annan verksamhet, till exempel att utöka antalet prover.

Samband mellan personlig exponering och utomhushalter

Inför denna mätomgång ändrades mätstrategi så att de stationära proverna och de personburna proverna mättes tidsmässigt parallellt. En tanke med detta är att kunna utvärdera hur bra bakgrundsnivåer, som ofta i epidemiologiska studier används som exponeringsmått, är som individuella exponeringsmått. De beräkningarna visar att inte finns någon korrelation mellan de stationära mätningarna och de personburna nivåerna. I tidigare studier har denna strategi bara använts i Umeå och man fann då signifikanta korrelationer mellan stationära mätningar och personburna mätningar för bensen och kvävedioxid.

Befolkningsurval

Av de personer som vi kunde nå och som fortfarande var boende i Malmö var deltagarfrekvensen 66 %, vilket får betraktas som tillfredsställande. Dock var det en förhållandevis stor grupp som vi inte kunde nå vare sig med brev eller via telefon. Räknar man även med den gruppen så var deltagarfrekvensen endast 39 %. Anledningen till den förhållandevis stora grupp som inte kunde nås var att kontaktuppgifter hämtades från Region Skånes befolkningsdatabas som dras med viss eftersläpning, där inte alla uppgifter är aktuella.

Den geografiska fördelningen av deltagarna, de som tackade nej och de som inte kunde nås visas i bilaga 1. Man kan anta en viss snedfördelning då det enligt kartan ser ut att vara något fler personer som inte deltar i östra och södra Malmö, medan det är fler deltagare i de centrala delarna av Malmö. Hur det har påverkat utfallet av studien är svårt att säga då centrala Malmö är högt exponerat, men även de östra och södra delarna beroende på att de ligger nära Inre Ringvägen.

Mätstrategi

En annan mätstrategi användes vid denna undersökning än den 2003. Vi använde nu samma strategi som man gjorde i Umeå året innan vilket innebär att man startade de personburna mätningarna och de stationära mätningarna samtidigt. Det ger en ökad arbetsbelastning vissa dagar, men data kompletterar varandra på ett bättre sätt och man får möjligheten att studera korrelationer mellan bakgrund och personburen exponering. Vi anser att denna strategi är att rekommendera.

Tack

Först vill vi tacka alla försökspersoner som deltog. Utan er hade studien naturligtvis inte kunnat genomföras. Vi tackar även den personal vid Arbets- och miljömedicin som ställde upp så att vi fick mäta i era vardagsrum.

Vi vill också tacka Henric Nilsson och Susanna Gustafsson på Miljöförvaltningen, Malmö kommun för hjälp med tillgång till stationära mätplatser, samt Anna Axmon för hjälp med statistiska analyser.

Vi vill även rikta ett tack till de tre analyslaboratorierna, på Fenix Environmental AB i Umeå, Yrkes- och miljömedicin, Umeå Universitet och Arbets- och miljömedicin i Göteborg, för gott samarbete.

Naturvårdsverket bekostade undersökningen.

Referenslista

Tidigare rapporter för Naturvårdsverkets programområde Hälsorelaterad miljöövervakning (HÄMI) i delprogrammet Exponering via luft:

Sällsten G, Björklund J, Johansson O, Melin J, Lindahl R, Loh C, Östman C, Barregård L. Cancerframkallande ämnen i tätortsluft-personlig exponering, individrelaterade stationära mätningar och bakgrundsmätningar i **Göteborg 2000**. Rapport från Yrkes- och miljömedicin nr 90. Arbets- och miljömedicin, 2002.

Modig L, Forsberg B, Hagenbjörk-Gustafsson A, Järholm B, Levin JO, Lindahl R, Rhen M, Segerstedt B, Sundgren M, Sunesson AL, Brorström-Lunden E. Cancerframkallande ämnen i tätortsluft-exponering och halter i **Umeå 2001**. Yrkesmedicin, Umeå universitet, 2002.

Kruså M, Bellander T, Nilsson M. Cancerframkallande ämnen i tätortsluft **Stockholm 2002/2003**. Rapport från Arbets och miljömedicin 2004:3, Stockholm. Miljöhälsorapport 2005, Socialstyrelsen, Institutet för miljömedicin, Centrum för folkhälsa Arbets-och miljömedicin, Stockholms läns landsting.

Friman K, Axmon A, Tinnerberg H. Cancerframkallande ämnen i tätortsluft, **Malmö 2003**. Yrkes- och miljömedicinska kliniken i Lund, 2004.

Andersson L, Westberg H, Bryngelsson I, Lundholm C. Cancerframkallande ämnen i tätortsluft, **Lindesberg 2005/2006**. Yrkesmedicinska kliniken Universitetssjukhuset i Örebro, 2006.

Johannesson S, Mattsson C, Bergemalm-Rynell K, Strandberg B, Sällsten G. Personburen exponering för organiska ämnen och partiklar kopplade till stationära mätningar i **Göteborg 2006**. Västra Götalandsregionens Miljömedicinska Centrum, Arbets- och Miljömedicin Göteborg, 2008.

Hagenbjörk-Gustafsson A, Modig L, Forsberg B. Cancerframkallande ämnen i tätortsluft Personlig exponering och bakgrundsmätningar i **Umeå 2007**. Yrkes- och miljömedicin, Umeå Universitet, 2008.

Övriga referenser:

Boström C-E, Gerde P., Hanberg A., Jernström B., Johansson C., Kykrlund T., Rannung A., Törnqvist M., Victorin K., Westerholm R. Cancer risk assessment, indicators, and guidelines for polycyclic aromatic hydrocarbons in the ambient air. *Environmental Health Perspectives*, vol 110, 2002.

Dollard G.J., Dore C.J., Jenkin M.E. Ambient concentrations of 1,3-butadiene in the UK. *Chemico-Biological Interactions*. 2001;135-136:177-206.

Finnberg N, Gustavsson P, Högberg J, Johanson G, Sällsten G, Warholm, Victorin K. Kortfattad riskbedömning av 1,3-butadien. Institutet för miljömedicin, Karolinska institutet, IMM-rapport 1/2004.

Gutiérrez-Dabán A, Fernández-Espinosa AJ, Ternero-Rodríguez M, Fernández-Álvarez F. Particle-size distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in urban air in southern Spain. *Anal Bioanal Chem* 2005 381:721-736.

Institutet för miljömedicin, IMM-rapport 1/94: Kväveoxider - Hälsoriskbedömning och förslag till riktvärden.

Institutet för miljömedicin, IMM-rapport 1/2004. Kortfattad riskbedömning av 1,3-butadien.

International Agency for Research on Cancer, IARC, monographs volume 29, 1987.

International Agency for Research on Cancer, IARC monographs volume 32, supply 7, 92 (in prep.).

International Agency for Research on Cancer, IARC monographs volume 71, 97 (in prep.).

International Agency for Research on Cancer, IARC monographs volume 88 (Formaldehyde, 2-Butoxyethanol and 1-tert-Butoxypropan-2-ol), 2006.

Malmö Stad, Miljöförvaltningen. Miljöprogram för Malmö stad 2003-2008.

Malmö Stad, Miljöförvaltningen rapport 04/2009. Luftkvaliteten i Malmö 2008.

Naturvårdsverket. Rapport 5318. Frisk luft, Underlagsrapport till fördjupad utvärdering av miljömålsarbetet, 2003.

Naturvårdsverket. Rapport 5882. Miljökvalitetsnormer för arsenik, kadmium, nickel och bens(a)pyren, 2008.

Svensk författningssamling. Förordning (2001:527) om miljökvalitetsnormer för utomhusluft. SFS 2001:527.

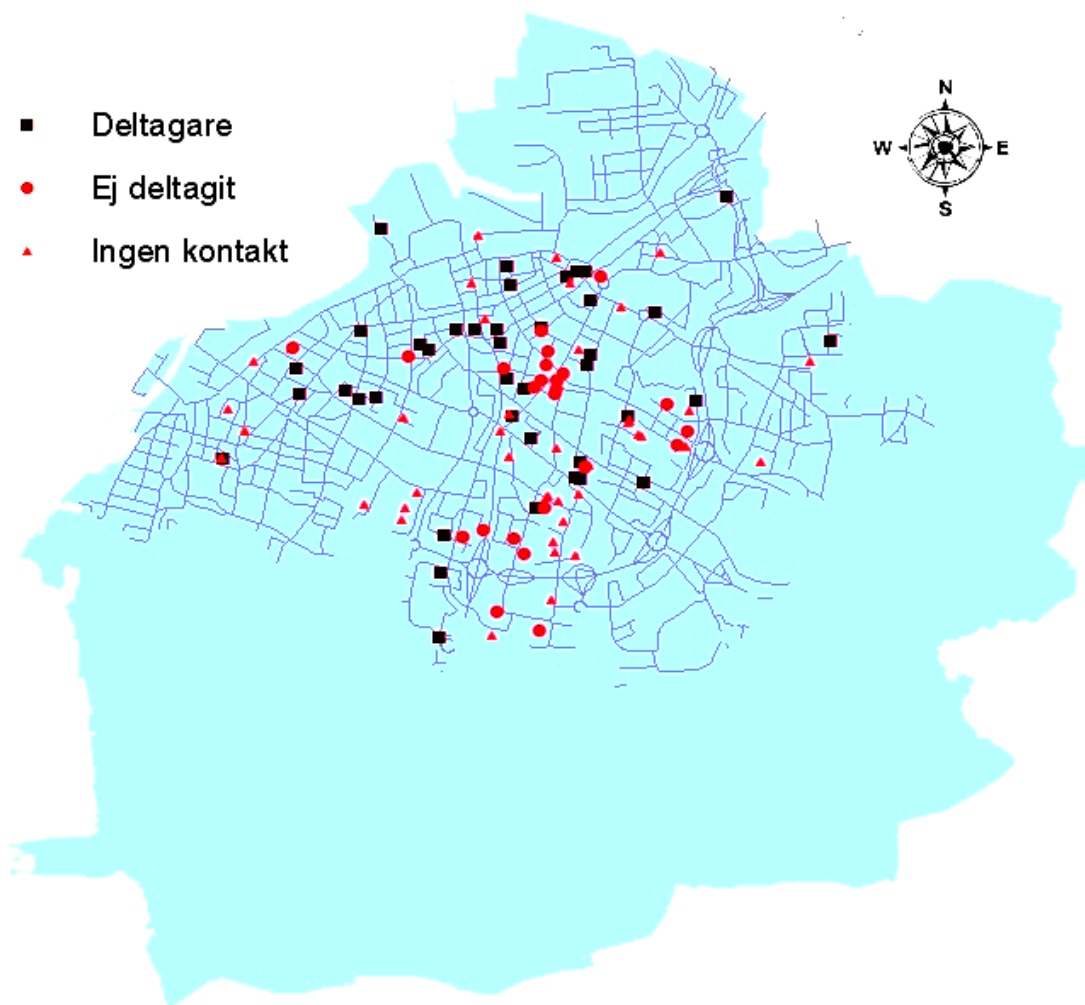
Victorin K. Risk assesement of carcinogenic air pollutants. Institutet för miljömedicin, Karolinska Institutet, IMM-rapport 1/1998.

WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Global update 2005, Summary of risk assessment, 2006.

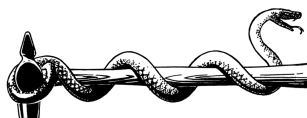
Bilagor

Bilaga 1. Karta över deltagare

Karta över bostadsläge för deltagare, de som tackat nej till deltagande respektive de som inte kunnat nås.



Bilaga 2. Inbjudningsbrev



Arbets- och
Miljömedicin

Miljöintresserade Malmöbor sökes!

Spännande undersökning om Din personliga omgivningsmiljö.

Vill Du hjälpa oss att ta reda på vad luften vi andas innehåller? Arbets- och miljömedicin på Universitetssjukhuset i Lund genomför ett forskningsprojekt där vi undersöker halterna av luftföroreningar i vår omgivning. För att kunna utföra detta behöver vi ett antal slumpmässigt utvalda försökspersoner i Malmö tätort. Du är en av de utvalda.

Miljöundersökningen är ett samarbete mellan flera städer i Sverige, Stockholm, Göteborg, Umeå, Örebro och Malmö, och utförs på uppdrag av Naturvårdsverket. Samma studie gjordes i Malmö år 2003 och vi vill nu undersöka om luften har blivit bättre eller sämre sedan dess.

Vi vänder oss till Dig med förhoppning om att Du vill delta i undersökningen!

I bifogat informationsblad får Du utförligare information om studien. Hör av Dig så fort som möjligt till oss via telefon, e-mail eller brevlades om Du vill delta i studien. Ange namn och telefonnummer som vi kan nå Dig på dagtid.

Har vi inte hört av Dig inom några dagar efter detta utskick, försöker vi kontakta Dig per telefon.

Deltagare ersätts för sin insats efter genomförd mätning.

Vänliga hälsningar

Ulf Bergendorf

Yrkeshygieniker
Arbets- och miljömedicin
Universitetssjukhuset i Lund
Telefon: 046 - 17 38 25
E-post: ulf.bergendorf@med.lu.se



UNDERSÖKNING AV LUFTFÖRORENINGAR I MALMÖ

Information till försökspersoner

Vill Du delta i ett forskningsprojekt där vi undersöker hur mycket luftföroreningar Malmöborna utsätts för?

Forskningsprojektet genomförs av Arbets- och miljömedicin vid Universitetssjukhuset i Lund och pågår under september till december 2008.

Bakgrund

Luftföroreningar kommer bl a från bilavgaser och utsläpp från industrier, men bildas också vid förbränning av ved och tobak. Vi vill undersöka mängden av några luftföroreningar i Malmö och jämföra med resultaten från Stockholm, Göteborg, Umeå och Örebro, samt med den undersökning som gjordes i Malmö 2003.

Undersökningsmetoder

Undersökningen går till så att vi dels gör luftmätningar på 40 deltagare, dels på två fasta punkter i centrala Malmö. Mätningen för varje deltagare pågår under en vecka.

Ur befolkningsregistret för Malmö tätort har personer slumpmässigt valts ut. Du är en av dessa utvalda. Deltagarna får under en vecka bära tre små provtagare i ett band runt halsen (se bild); ett rör som mäter halterna av bensen och butadien, en liten platta som mäter formaldehyd, samt en rund dosimeter som mäter kvävedioxid. Du får även fylla i en enkel dagbok om aktiviteter under veckan, exempelvis hur mycket Du vistats i hemmet och utomhus, i trafik och liknande, och besvara några frågor om bostaden, samt eventuella besvär som upplevs av luftföroreningar.

Mätperioder

Du har möjlighet att välja den vecka som passar Dig bäst nedan:

Fredag 28 november – fredag 5 december

Måndag 8 december – måndag 15 december

Skulle ingen av perioderna fungera, kontakta oss ändå så försöker vi finna en lösning.

Ersättning

Deltagandet är frivilligt och Du har rätt att när som helst avbryta utan att ange något skäl för detta. Efter genomförd mätning får Du ersättning för deltagandet med 1500 kr. Ersättningen kommer att beskattas.

Vad händer med resultaten?

När resultaten är klara får Du veta dem per brev. I rapporten kan inga enskilda individer spåras.

Vi kommer inom kort att kontakta Dig per telefon för att höra om Du vill delta i undersökningen. Om Du har några frågor är Du välkommen att ringa någon av oss. Namn och telefonnummer finner Du på baksidan.

För ytterligare information:**Ulf Bergendorf**

Yrkeshygieniker, gör fältarbetet
Arbets- och miljömedicin
Universitetssjukhuset i Lund
Telefon: 046 - 17 38 25
E-post: ulf.bergendorf@med.lu.se

Håkan Tinnerberg

Docent, projektledare
Arbets- och miljömedicin
Universitetssjukhuset i Lund
Telefon: 046-17 70 45
E-post: hakan.tinnerberg@med.lu.se

För anmälan:**Josefin Lindfors**

Sekreterare
Arbets- och miljömedicin
Universitetssjukhuset i Lund
Telefon: 046-17 31 83
E-post: josefin.lindfors@skane.se

Bilaga 3. Frågeformulär

Löpnummer: _____

Datum: _____

Namn: _____

Adress: _____ Våningsplan _____
gata nr. postnr kommun

Allmänna frågor:

1. Är Du rökare? Ja ☐ Nej ☐

2. Är Du snusare? Ja ☐ Nej ☐

3. Hur bor Du? villa ☐ lägenhet ☐ radhus/parhus ☐

Ungefärligt byggår: _____

Reparationsår: _____

4. Uppvärmning av bostaden sker med

fjärrvärme ☐
enbart oljepanna ☐
enbart elpanna ☐
enbart ved/pellets ☐

kombination/övrigt _____

Är oljepanna eller ved/pelletspanna placerad inne i bostaden Ja ☐ Nej ☐

5. Finns det gasspis i Din bostad? Ja ☐ Nej ☐

6. Var arbetar/studerar Du i huvudsak?

Vid flera arbetsplatser eller skolor, skriv på baksidan (16).

Adress:

_____ Våningsplan _____
gata nr postnr kommun

7. Yrke/studieinriktning _____

8. Arbets/skoltider _____

9. Färdmedel till arbete/skola _____

Pendling mellan orterna _____ och _____

10. Parkerar Du i garage som är inbyggt i ditt bostadshus? Ja ☐ Nej ☐

11. Finns det ingång från garaget till bostadshuset? Ja ☐ Nej ☐

12. Kommer Du i kontakt med motoravgaser/bensinångor eller lösningsmedel inom arbetet/skolan?

Ja ☐

Nej ☐

13. Kommer Du i kontakt med motoravgaser /bensinångor eller lösningsmedel på din fritid?

Ja ☐

Nej ☐

14. Har Du de senaste tre månaderna känt dig besvärad av något av följande?

Ja, ofta (varje vecka)

Ja, ibland

Nej, aldrig

a) trafikbuller

☐☐☐

b) bilavgaser

☐☐☐

15. Hur ofta brukar Du vintertid uppleva luften som irriterande?

dagligen eller
nästan dagligen

ibland eller
periodvis

aldrig eller
nästan aldrig

a) i ditt bostadsområde

☐☐☐

b) mitt i centrum

☐☐☐

16. Övriga arbetsplatser eller skolor (forts från fråga nr 6)

Adress 2:

_____ Våningsplan _____
gata nr postnr kommun

Adress 3:

_____ Våningsplan _____
gata nr postnr kommun

Vid frågor kontakta:

Ulf Bergendorf, Arbets- och miljömedicin, Universitetssjukhuset i Lund

Telefon: 046-17 38 25

Mobil: 0768-87 18 54

E-post: ulf.bergendorf@med.lu.se

Håkan Tinnerberg, Arbets- och miljömedicin, Universitetssjukhuset i Lund

Telefon: 046-17 70 45

E-post: hakan.tinnerberg@med.lu.se

Bilaga 4. Dagbok

Löpnummer:

Startdatum: (dygn 0)

Namn: _____

Adress: _____

Våningsplan

[illegible]

Behöver endast fyllas i om Du något dygn under veckan sovit på annan adress än där Du normalt sover.

Antal nätter? _____

Adress:

_____ Våningsplan _____
gata nr. postnr. kommun

Bilaga 5. Stationära mätningar i gatunivå och urban bakgrund

Ämne, stad och år	Gatunivå			Urban bakgrund		
	Median $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Medel $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Range $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Median $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Medel $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Range $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Bensen						
Göteborg 2000	1,1	-	0,9-1,6	1,1	-	0,9-1,5
Umeå 2001	1,6	2,1	0,2-4,6	0,8	1,0	0,04-2,2
Stockholm 2002 ^a	4,5	4,8	3,9-7,0	1,4	1,7	1,2-2,4
Malmö 2003	2,0	2,2	1,8-3,0	1,0	1,1	0,9-1,7
Lindesberg 2005	0,4	0,8	0,3-2,1	0,4	0,7	0,2-1,8
Göteborg 2006 ^b	-	-	-	0,8	0,7	0,3-1,0
Umeå 2007	1,5	1,6	1,1-2,3	0,8	0,8	0,5-1,1
Malmö 2008	1,1	1,1	0,9-1,4	0,7	0,7	0,4-1,1
Butadien						
Göteborg 2000	-	-	-	-	-	-
Umeå 2001	0,4	0,35	0,03-0,6	0,14	0,12	0,01-0,2
Stockholm 2002 ^a	0,41	0,39	0,19-0,52	0,07	0,08	0,05-0,12
Malmö 2003	0,22	0,22	0,13-0,30	0,10	0,09	0,05-0,13
Lindesberg 2005	0,04	0,12	0,03-0,3	0,05	0,12	0,01-0,3
Göteborg 2006 ^b	-	-	-	<0,02	0,02	<0,02-0,09
Umeå 2007	0,14	0,16	0,05-0,39	0,06	0,07	0,02-0,22
Malmö 2008	0,12	0,11	0,05-0,17	0,05	0,05	0,01-0,07
Formaldehyd						
Göteborg 2000	2,0	-	0,9-3,9	2,7	-	1,8-4,6
Umeå 2001	3,5	3,5	3,0-4,0	3,0	3,1	2-4
Stockholm 2002 ^a	3,2	3,5	2,3-5,5	2,5	2,3	1,5-3,0
Malmö 2003	3,0	2,8	2,0-3,0	3,0	2,6	2,0-3,0
Lindesberg 2005	3,0	2,6	2,6-3,0	2,0	2,2	1,0-3,0
Göteborg 2006 ^b	-	-	-	2,1	2,0	1,0-3,0
Umeå 2007	1,7	1,9	1,4-3,2	1,7	1,8	1,0-3,3
Malmö 2008	3,0	3,1	1,7-5,1	3,4	3,4	0,7-4,5
NO₂						
Göteborg 2000	21	-	19-24	20	-	17-22
Umeå 2001	55	53	35-72	28	26	16-41
Stockholm 2002 ^a	71	74	52-106	21	24	16-41
Malmö 2003	42	42	34-49	25	26	22-30
Lindesberg 2005	10	10	7-13	7	6,5	4-8
Göteborg 2006 ^b	-	-	-	19	19	16-23
Umeå 2007	43	44	24-70	20	21	9,1-39
Malmö 2008	28	28	19-36	20	19	10-25

Ämne, stad och år	Gatunivå			Urban bakgrund		
	Median $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Medel $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Range $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Median $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Medel $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Range $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Bens(a)pyren ng/m^3						
Umeå 2001	0,30	0,29	0,06-0,49	0,07	0,1	0,02-0,3
Stockholm 2002 ^a	0,28	0,31	0,18-0,55	0,16	0,14	0,04-0,27
Malmö 2003	0,13	0,18	0,07-0,33	0,07	0,16	0,04-0,38
Bens(a)pyren ng/m^3 i PM _{2.5}						
Lindesberg 2005	0,29	0,29	0,08-0,48	0,31	0,30	0,08-0,45
Göteborg 2006				0,035	0,046	0,01-0,14
Umeå 2007				0,035	0,112	0,01-0,38
Malmö 2008				0,024	0,022	0,005- 0,031
PM _{2.5} $\mu\text{g}/\text{m}^3$						
Lindesberg 2005	9,0	13	5,8-23	9,7	13	5,9-23
Göteborg 2006				5,3	7,3	2,9-18
Umeå 2007				4,9	4,7	2,4-8,3
Malmö 2008				5,3	5,2	2,9-8,3

- a) I Stockholm mättes det på två platser på gatunivå. Det som redovisas i denna tabell är mätningarna från Hornsgatan, Stockholms centrum.
- b) I Göteborg mättes det på två urbana bakgrundsstationer, varav den ena visas i denna tabell.

Bilaga 6. Personburna mätningar, samtliga deltagare.

Ämne, stad och år	Median (µg/m ³)	Medel (µg/m ³)	Range (µg/m ³)
Bensen			
Göteborg 2000	1,0	1,3	0,5-6,5
Umeå 2001	1,5	2,2	0,7-17
Stockholm 2002	2,8	3,4	1,3-16
Malmö 2003	1,7	2,5	0,8-14
Lindesberg 2005	1,6	3,2	0,9-22
Göteborg 2006	0,8	1,2	0,3-5,4
Umeå 2007	1,0	1,1	0,5-3,0
Malmö 2008	1,0	1,4	0,5-4,5
Butadien			
Göteborg 2000	-	-	-
Umeå 2001	0,4	0,6	0,2-2,1
Stockholm 2002	0,4	0,6	0,2-2,9
Malmö 2003	0,6	0,9	0,1-4,0
Lindesberg 2005	0,5	0,7	0,1-3,5
Göteborg 2006	0,1	0,2	0,02-0,6
Umeå 2007	0,3	0,6	0,07-4,4
Malmö 2008	0,3	0,7	0,09-4,0
Formaldehyd			
Göteborg 2000	19	25	9-77
Umeå 2001	15	22	6-82
Stockholm 2002	12	13	6-25
Malmö 2003	16	16	7-33
Lindesberg 2005	27	27	7-64
Göteborg 2006	21	23	11-46
Umeå 2007	16	18	7-33
Malmö 2008	12	17	5-68
NO₂			
Göteborg 2000	-	-	-
Umeå 2001	8,0	9,6	3-21
Stockholm 2002	17	18	7-32
Malmö 2003	13	16	0,1-49
Lindesberg 2005	5	8	1-45
Göteborg 2006	-	-	-
Umeå 2007	11	10	7-33
Malmö 2008	15	15	6-27

Ämne, stad och år	Median ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Medel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Range ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Bens(a)pyren ng/m^3			
Göteborg 2000	0,07		0,03-0,26
Umeå 2001	0,08		<0,02-0,6
Stockholm 2002	0,09		0,03-0,75
Malmö 2003	0,17		0,05-0,4
Bens(a)pyren i $\text{PM}_{2.5}$ i vardagsrum ng/m^3			
Lindesberg 2005	0,076	0,12	0,01-0,75
Göteborg 2006	0,010	0,032	<0,005-0,34
Umeå 2007	0,0025	0,0067	<0,005-0,028
Malmö 2008	0,014	0,017	0,005-0,053
$\text{PM}_{2.5}$ i vardagsrum $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
Lindesberg 2005	9,3	11	3,6-45
Göteborg 2006	7,3	9,7	3,2-45
Umeå 2007	1,9	2,5	0,5-12
Malmö 2008	5,8	5,8	2,0-12
PAH			
Umeå 2001	0,032		0,01-0,06
Stockholm 2002	0,027		0,017-0,15
Malmö 2003	0,024		0,006-0,12

Inom Naturvårdsverkets programområde för Hälsorelaterad miljöövervakning (HÄMI), delprogrammet Exponering via luft, ingår personburen mätning av vissa cancerframkallande och luftvägsretande ämnen i tätortsluft. Detta görs för att spegla allmänbefolkningens exponering för hälsoskadliga ämnen. Parallellt med de personburna mätningarna görs stationära mätningar i gatunivå och urban bakgrund.

Mätningarna genomförs via ett rullande schema i fem olika tätorter i Sverige. I Malmö har det tidigare genomförts en mätning 2003 och denna rapport redovisar resultaten från mätningarna genomförda 2008.

Arbets- och miljömedicin
Labmedicin Skåne
221 85 LUND
Tel 046-17 31 85
Fax 046-17 31 80
E-post amm@med.lu.se
Internet: www.ammlund.se