



Hälsorelaterad miljöövervakning
**Cancerframkallande ämnen i
tätortsluft**
Personlig exponering och
bakgrundsmätningar i Umeå 2013

Annika Hagenbjörk-Gustafsson
Lars Modig
Bertil Forsberg

Yrkes- och miljömedicin i Umeå rapporterar 2014:2



NATIONELL
MILJÖÖVERVAKNING
PÅ UPPDRAG AV
NATURVÅRDSVERKET



Hälsorelaterad miljöövervakning. Cancerframkallande ämnen i tätortsluft. Personlig exponering och bakgrundsmätningar i Umeå 2013.

Rapportförfattare Annika Hagenbjörk-Gustafsson, Umeå universitet Lars Modig, Umeå universitet Bertil Forsberg, Umeå universitet	Utgivare Yrkes- och miljömedicin, Umeå universitet Postadress Yrkes- och miljömedicin, Umeå universitet. 90187 Umeå Telefon 090-7865000
Rapporttitel och undertitel Hälsorelaterad miljöövervakning. Cancerframkallande ämnen i tätortsluft. Personlig exponering och bakgrundsmätningar i Umeå 2013.	Beställare Naturvårdsverket 106 48 Stockholm Finansiering
Nyckelord för plats Umeå	
Nyckelord för ämne Cancerframkallande ämnen i tätortsluft, luftföroreningar, personburen mätning, stationär mätning, bensen, kvävedioxid, 1,3-butadien, formaldehyd, partiklar (PM _{2.5}), polycykliska aromatiska kolväten	
Tidpunkt för insamling av underlagsdata Hösten 2013	
Sammanfattning Undersökningen kartlägger allmänbefolkningens exponering via luften för vissa cancerframkallande ämnen (bensen, 1,3-butadien, formaldehyd) och kvävedioxid. Undersökningen genomfördes i centrala Umeå under hösten 2013, och inkluderade totalt 40 slumpvis utvalda personer i åldrarna 20-50 år. Mätningarna upprepades på 20 personer. Utöver de personburna mätningarna genomfördes även stationära mätningar på två platser utomhus, samt för partiklar även inomhus hos 20 deltagare. Deltagarfrekvensen var 66% och medelåldern var 35 år. Den personliga medianhalten för bensen och 1,3-butadien var 1,4 µg/m ³ respektive 0,2 µg/m ³ vilket är något lägre än halterna år 2001. Bensenhalten överskrider lågrisknivån (1,3 µg/m ³), medan halten 1,3-butadien ligger i nedre kanten av lågriskintervallet. Det fanns en signifikant korrelation mellan den personliga exponeringen för bensen och 1,3-butadien ($r_s=0.50$, $p<0.01$). Medianhalten för formaldehyd var 12 µg/m ³ , och halterna var högre bland de som bodde i villa jämfört med lägenhet. Medianhalten kvävedioxid var 12 µg/m ³ . PM _{2.5} mättes utomhus i urban bakgrund samt hemma hos deltagare under två dygn. Medianvärdet för inomhusmätningarna av PM _{2.5} var högre än motsvarande halt vid mätningarna 2007 (1,9 µg/m ³). PM _{2.5} filtren analyserades även på sitt innehåll av polycykliska kolväten och halterna inomhus var lägre jämfört med halterna utomhus, och var klart lägre än den fastställda lågrisknivån.	

Innehållsförteckning

Sammanfattning	5
Bakgrund	7
Material och metod	9
Studiedesign	9
Rekrytering av försökspersoner	9
Personburna mätningar.....	9
Stationära inomhusmätningar.....	10
Stationära utomhusmätningar.....	10
Mätmetoder och analyser	10
Bensen och 1,3-butadien	10
Formaldehyd.....	11
Kvävedioxid (NO ₂)	11
Partiklar PM _{2,5}	11
Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)	12
Meteorologi	12
Statistiska metoder	12
Resultat	12
Bakgrundsinformation och befolkningsurval.....	12
Väder under mätperioden	14
Personburna mätningar.....	15
Bensen	15
1,3- butadien.....	16
Formaldehyd.....	17
Kvävedioxid (NO ₂)	18
Stationära mätningar	19
Utomhusmätningar	19
Inomhus	20
Parallella inom- och utomhusmätningar av PM _{2,5} /PAH	20
Trend över tid.....	23
Diskussion	24
Personlig exponering.....	24
Stationära mätningar	25
Utomhus och inomhus.....	25
Validitet.....	26
Resultat från tidigare HÄMI-undersökningar	26
Tack!	26
Referenser	27
Bilagor	30
Bilaga 1. Karta över bostadsläge för deltagare respektive dem som tackat nej till deltagande	30
Bilaga 2. Dagbok.....	31

Bilaga 3. Enkät	33
Bilaga 4. Stationära mätningar (bakgrundsmätningar)	35
Bilaga 5. Personburna mätningar	37

Sammanfattning

Syftet med undersökningen är att kartlägga allmänbefolkningens exponering via luften för vissa cancerframkallande ämnen (bensen, 1,3-butadien, formaldehyd) och kvävedioxid. Undersökningen genomfördes i centrala Umeå under hösten 2013, och inkluderade totalt 40 slumpvis utvalda personer i åldrarna 20-50 år. Deltagarna fick bära provtagare för bensen, 1,3-butadien, formaldehyd och kvävedioxid under en vecka, och mätningarna upprepades sedan på hälften av deltagarna. I samband med de personburna mätningarna fick deltagarna även besvara en enkät och föra dagbok över hur mycket tid de vistats i olika miljöer. Utöver de personburna mätningarna genomfördes även stationära veckomätningar av motsvarande ämnen utomhus på två platser (en gatustation och en urban bakgrundsstation) i centrala Umeå. Vid den urbana bakgrundsstationen genomfördes även mätningar av fina partiklar (PM_{2.5}) under två dygn parallellt med motsvarande mätningar hemma hos 20 av deltagarna. PM_{2.5} filtren analyserades även för polycykliska aromatiska kolväten.

Deltagarfrekvensen var 66%, och av de 40 deltagarna var 22 kvinnor och 18 män. Medelåldern var 35 år, endast 2 personer angav att de rökte och majoriteten bodde i lägenhet (68%). Största delen av tiden tillbringade deltagarna inomhus (90%) och endast en mindre del (ca 5%) i trafikerade miljöer.

Resultaten av mätningarna presenteras i tabellen nedan. Den personliga medianhalten för bensen var något över den föreslagna lågrisknivån (1,3 µg/m³) men något lägre jämfört med motsvarande mätningar i Umeå från 2001. Halten 1,3-butadien var lägre jämfört med tidigare mätomgångar och i nederkant av det intervall som utgör lågrisknivå (0,2-1,0 µg/m³). Det fanns en signifikant korrelation mellan den personliga exponeringen för bensen och 1,3-butadien ($r_s=0.50$, $p<0.01$). Deltagare som bodde i villa hade högre formaldehydhalt jämfört med de som bodde i lägenhet. Medianhalten var något lägre jämfört med mätningarna 2001 och i samma storleksordning som vid mätningarna 2007. Medianhalten kvävedioxid var även den något högre jämfört med motsvarande halt uppmätt 2001 (8 µg/m³), men i storleksordning som halten från mätningarna 2007 (11 µg/m³). Ingen signifikant skillnad i halter kunde påvisas mellan män och kvinnor.

	Personburna mätningar	Utomhusmätningar	
	vardagsrumsmätningar	Bibliotekstaket	V Esplanaden
Bensen (µg/m ³)	1,4	1,1	1,2
1,3-Butadien (µg/m ³)	0,2	0,08	0,05
Kvävedioxid (µg/m ³)	12	21	44
Formaldehyd (µg/m ³)	12	2,6*	3,0*
Bens(a)pyren (pg/m ³)	17	62	
PM_{2.5} (µg/m ³)	4,0	3,6	

Medianhalter av uppmätta föroreningar personburet respektive stationärt vid bibliotekstaket och vid mätvagnen på Västra Esplanaden. * Stationära mätningar av formaldehyd gjordes vid 3 tillfällen, övriga ämnen mättes vid 5 tillfällen.

De stationära mätningarna genomfördes vid kommunens urbana bakgrundsstation (bibliotekstaket) samt vid gatustationen Västra Esplanaden som veckomätningar, samt hemma hos 20 deltagare under två dygn (PM_{2.5} och PAH). Medianhalt av bensen vid gatustationen

var lägre jämfört med tidigare år ($1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 2001, $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 2007) medan halten uppmätt i urban bakgrund var något högre än tidigare år. För 1,3-butadien var halten vid gatustationen lägre jämfört med föregående år och lägre än motsvarande halt i urban bakgrund.

Kvävedioxidhalten vid gatustationen låg i medeltal över $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vilket är den rådande miljö kvalitetsnormen för årsmedelhalten (SFS 2010:477). Formaldehyd uppvisade ungefär samma mönster som vid tidigare mätningar med jämförbara halter i gatunivå och urban bakgrund. Median halten var högre än 2007.

$\text{PM}_{2.5}$ mättes utomhus i urban bakgrund samt hemma hos 20 av deltagarna under två dygn. Medianvärdet för inomhusmätningarna av $\text{PM}_{2.5}$ var högre än motsvarande halt vid mätningarna 2007 ($1,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$), medan medianhalten utomhus var lägre än vid 2007 års mätning. $\text{PM}_{2.5}$ filtren analyserades även på sitt innehåll av polycykliska kolväten, som i tabellen representeras av bens(a)pyren, och resultaten visade på betydligt högre halter i luften utomhus jämfört med inomhus. Halterna understiger väl den lågrisknivå som fastställts av institutet för miljömedicin (IMM) och Världshälsoorganisationen (WHO) på $100 \text{pg}/\text{m}^3$. Man bör dock beakta att halterna inte inkluderar partiklar större än $2,5 \mu\text{m}$ i diameter.

Bakgrund

I Naturvårdsverkets program för Hälsorelaterad miljöövervakning (HÄMI) ingår personburen mätning av vissa cancerframkallande ämnen i tätortsluft. Syftet är att studera hur den svenska befolkningen exponeras för hälsoskadliga ämnen via luften, och vidare att se eventuella förändringar över tid. Resultaten från projektet används för att utvärdera miljö kvalitetsmålet *Frisk luft* och för att ge underlag till en förbättrad riskvärdering av allmänbefolkningens exponering. För detta räcker inte enbart stationära mätningar, utan det krävs också studier av den personliga exponeringen varför mätningarna i projektet sker både personburet och stationärt.

Projektet genomförs årligen enligt ett rullande schema i en av de fem svenska städerna; Göteborg, Umeå, Stockholm, Malmö eller Lindsberg. Orterna representerar större kustnära städer i olika delar av landet samt en mindre ort i inlandet med frekvent vedeldning. Avsikten är att projektet vart femte år skall återkomma till samma stad för att kunna följa tidstrender, både inom städerna och mellan städerna. Förutom de personburna mätningarna görs även stationära mätningar i fasta mätpunkter utomhus för att undersöka hur de personburna halterna förhåller sig till halter uppmätta vid kommunens mätstationer.

Projektet startades i Göteborg 2000, och har hittills genomförts i Umeå 2001, Stockholm 2002/2003, Malmö 2003, Lindsberg 2005, Göteborg 2006, Umeå 2007, Malmö 2008, Stockholm 2009, Lindsberg 2010, Göteborg 2012 och i Umeå 2013.

De ämnen som ingår i projektet är bensen, 1,3-butadien, formaldehyd, kvävedioxid (NO₂), partiklar (PM_{2.5}) och polycykliska aromatiska kolväten (PAH). Urvalet av ämnen beror av hur spridd hanteringen och exponeringen är, institutet för miljömedicin (IMM) riskbedömningar och att det finns tillförlitliga mät- och analysmetoder för ämnet i fråga.

Bensen har säkerställd cancerframkallande effekt för människor och klassificeras i grupp 1 av International Agency for Research on Cancer (IARC) (IARC, 1982). Huvudsakliga källor till bensenexponering för allmänbefolkningen är bilavgaser och avdunstning från bensen, småsaklig vedeldning och cigarettrökning. Bensen förekommer i bensen i halter upp till 1 % och bildas även vid förbränning.

I Luftkvalitetsförordning (SFS 2010:477) ingår en miljö kvalitetsnorm (MKN) som innebär att bensen inte får förekomma i utomhusluft med mer än i genomsnitt 5 µg/m³ (mikrogram per kubikmeter) luft under ett kalenderår (årsmedelvärde). I regeringens precisering av miljö kvalitetsmålet frisk luft anges att bensen inte ska överstiga 1 µg/m³ beräknat som ett årsmedelvärde. IMM rekommenderar en lågrisknivå för bensen på 1,3 µg/m³ som långtidsmedelvärde med avseende på risken att utveckla cancer (Viktorin, 1998).

1,3-Butadien klassificeras som cancerframkallande för människa, grupp 1, av IARC (IARC, 2008) och bildas vid förbränning av biomassa, och i bilavgaser. Ämnet används också vid framställning av gummi och plaster. I regeringens precisering av miljö kvalitetsmålet frisk luft anges att 1,3-butadien inte ska överstiga 0,2 µg/m³ som ett årsmedelvärde. IMM anger riktvärden för 1,3-butadien i omgivningsluft på mellan 0,2 - 1,0 µg/m³ som långtidsmedelvärde (Finnberg m.fl., 2004).

Formaldehyd har klassificerats av IARC som cancerframkallande hos människa, grupp 1 (IARC, 2012). Inomhusmiljön är av större betydelse för exponeringen än utomhusmiljön och de största källorna till formaldehydemissioner i inomhusmiljön är byggnadsmaterial som

exempelvis spånskivor. I omgivningsmiljön är bilavgaser och annan förbränning de största källorna till formaldehydutsläpp (IARC, 2012).

IMM har angett intervallet mellan 12 och 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som lågrisknivå (Viktorin, 1998). I regeringens precisering av miljö kvalitetsmålet frisk luft anges att formaldehyd inte ska överstiga 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som timmedelvärde.

Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)

Polycykliska aromatiska kolväten är ett samlingsnamn för en stor grupp närbesläktade ämnen som bildas vid ofullständig förbränning. Inom gruppen finns flera cancerframkallande ämnen av vilka bens(a)pyren är den mest kända. Bens(a)pyren är enligt IARC klassificerat i grupp 1 som cancerframkallande för människa (IARC, 2012). PAH är tunga molekyler som då de avkyls ofta kondenserar på partiklar. De främsta källorna till PAH-utsläpp är småskalig vedeldning och bilavgaser. Till skydd för människors hälsa ska det eftersträvas att bens(a)pyren inte förekommer i utomhusluft med mer än 1 nanogram per kubikmeter (ng/m^3) som årsmedelvärde beräknat vid provtagning av PM_{10} (SFS 2013:123). IMM och Världshälsoorganisationen (WHO) anger 0,1 ng/m^3 som lågrisknivå (Boström m fl, 2002).

Kvävedioxid (NO_2)

NO_2 bildas vid förbränning och de huvudsakliga källorna i urban miljö är biltrafik och energiproduktion. NO_2 klassas inte som cancerframkallande men är i höga koncentrationer irriterande på luftvägarna och medför ökad risk för luftvägsinfektioner hos barn. NO_2 används ofta som en markör för fordonsavgaser, och IARC klassificerade nyligen dieseldavgaser som carcinogent (IARC, 2013). Miljö kvalitetsnormen anger 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som dygnsmedelvärde (får överskridas 7 gånger per år) och 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som årsmedelvärde (SFS 2010:477). I precisering av miljö kvalitetsmålet frisk luft anges högsta timmedelvärde 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ samt högsta årsmedelvärde 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. IMMs rekommenderade lågrisknivå är 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som timmedelvärde och ca 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som riktvärde för halvår (IMM, 1994)

Partiklar ($\text{PM}_{2,5}$)

Partiklar bildas vid all ofullständig förbränning av kol, olja och biobränslen, men även mekaniskt via slitage av t.ex. vägbanan. Partiklar kan mätas på många olika sätt men det vanligaste sättet i omgivningsmiljö är via partikelmassa. Massan av partiklar mindre än 2,5 μm kallas $\text{PM}_{2,5}$. $\text{PM}_{2,5}$ har studerats flitigt under de senaste 20 åren på grund av att de kan nå långt ner i lungorna och orsaka ohälsa. Fordonsavgaser och småskalig vedeldning är betydande källor i tätbebyggda områden, medan långdistanstransport står för största delen i urban bakgrund. WHO anger riktvärdet 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som årsmedelvärde för $\text{PM}_{2,5}$ och 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som dygnsmedelvärde (WHO, 2006). Miljö kvalitetsnormen för $\text{PM}_{2,5}$ som för närvarande är en "börnorm" anger 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som årsmedelvärde som inte bör överskridas. Från 1 januari 2015 får denna halt inte överskridas. Precisering till miljö kvalitetsmålet frisk luft anger 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som årsmedelvärde och 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som dygnsmedelvärde.

Material och metod

Studiedesign

Eftersom huvudsyftet är att övervaka allmänbefolkningens exponering görs mätningarna på ett slumpvis urval av personer i arbetsför ålder. Man kan då för det valda åldersintervallet uttala sig om "befolkningsdosen" av de uppmätta cancerframkallande ämnen som mäts.

Mätningarna av bensen, 1,3-butadien, formaldehyd och NO₂ görs personburet med diffusionsprovtagare på 40 individer under en veckas tid. Upprepade mätningar av bensen, 1,3-butadien och NO₂ görs sedan på hälften av de utvalda deltagarna. Upprepad mätning av formaldehyd har uteslutits enligt ett beslut vid ett HÄMI projektmöte på grund av att ämnet under tidigare år uppvisat en mycket liten variation inom individer.

I studien ingår även stationära 7- dygnsmätningar av bensen, 1,3-butadien, formaldehyd och NO₂ vid två fasta mätstationer. Den ena mätstationen ska representera stadens urbana bakgrundshalt och den andra mätningen görs i gatumiljö. Fem stationära veckomätningar görs under studieperioden på respektive mätstation.

Fina partiklar PM_{2,5} och PAH mäts inomhus i bostaden (vardagsrummet) under två dygn hos hälften av de utvalda deltagarna. Mätningarna startas samma dag hos två personer och samtidigt görs motsvarande mätning utomhus vid den urbana bakgrundsstationen.

Rekrytering av försökspersoner

Ett slumpmässigt urval av totalt 300 personer mellan 20 och 50 år, boende i Umeå tätort, begärdes från Umeå kommun med målet att få 40 personer i yrkesverksam ålder.

Kommundelarna Röbäck, Innertavle, Anumark, Ersmark, Brännland och mer perifera områden exkluderades från studien. Ett brev med inbjudan att delta i studien och utförlig information skickades ut i omgångar om 30 brev per omgång. Ett tredje utskick omfattade 5 personer. I brevet fanns kontaktuppgifter till Yrkes- och miljömedicin tillsammans med utförlig information kring studien och ett välkomnande att kontakta oss för anmälan till studien. Brevet följdes upp av ett telefonsamtal inom några dagar efter att brevet nått adressaten med ytterligare information och förfrågan om deltagande. De personer som vi inte kunde spåra telefonnummer till uteslöts (9 st). Mätstart bokades in så fort försökspersonen hade möjlighet. Efter att alla i omgång 1 kontaktats gjordes ett nytt utskick och proceduren upprepades tills 40 personer tackat ja till att delta i studien.

Totalt kontaktades 65 personer per brev. Av dessa hade 4 personer flyttat eller var bortresta över hela studieperioden och av de återstående 61 personerna kunde 14 personer inte nås, 40 tackade ja och 7 avböjde att delta på grund av arbetsuppgifter, sjukdom, ointresse eller tidsbrist. Andelen som accepterade att delta i studien var 66 % (40/61). Se karta med den geografiska fördelningen av försökspersoner i Umeå, kontra de som tackade nej, i bilaga 1.

Personburna mätningar

Personburna mätningar av bensen, 1,3-butadien, formaldehyd och NO₂ gjordes med diffusionsprovtagare under sju dygn. Provtagarna bars i ett band runt halsen, så nära andningszonen som möjligt (se bild nedan). Provtagarna bars under all vaken tid, förutom vid dusch, bad etc. På natten instruerades försökspersonerna att hänga halsbandet med provtagarna på en stol bredvid sängen.



Vid tidpunkten för mätstart fick försökspersonerna en skriftlig instruktion om hur provtagarna skulle bäras och hanteras, en dagbok (bilaga 2) och en enkät (bilaga 3). Försökspersonerna fyllde också i ett formulär om samtycke till studien. Frågeformuläret innehöll frågor angående rök- och snusvanor, boendeform, uppvärmning etc. I dagboken redogjordes för hur lång tid försökspersonen varje dygn vistats i olika miljöer t.ex. ute i trafik, inomhus i bostäder, inomhus på arbetet etc.

Mätningarna genomfördes på samtliga 40 försökspersoner under mätomgång 1, och upprepades under mätomgång 2 på 20 av försökspersonerna. Den första mätningen startade den 14 oktober och den sista avslutades den 9 december 2013. Mellan 6 och 18 personer startades upp varje vecka. Deltagare som varit bortresta från Umeå under kortare tid (1-2 dygn) har inte uteslutits från studien. Efter att deltagarna avslutat sin första mätomgång, tillfrågades de löpande om de var villiga att genomföra ytterligare en mätomgång. Förfrågningen fortsatte tills 20 personer tackat ja.

Stationära inomhusmätningar

PM_{2.5} och PAH mättes under två dygn i vardagsrummet hos 15 försökspersoner samt hos 5 anställda vid Yrkes- och miljömedicin, Umeå universitet.

Stationära utomhusmätningar

Stationära mätningar utfördes på bibliotekstaket i Umeå, som är Umeå kommuns urbana bakgrundsstation. Gatumätningarna utfördes vid Umeå kommuns gatustation i gatunivå på en mätvagn placerad centralt utmed Umeås mest trafikerade gata, Västra Esplanaden. Vid mätstationerna mättes bensen, 1,3-butadien, formaldehyd och NO₂ under 7 på varandra följande dygn. Fem sådana mätomgångar genomfördes på vardera mätstation. För formaldehyd genomfördes tre sådana mätningar.

PM_{2.5} och PAH mättes på bibliotekstaket parallellt med inomhusmätningarna av samma ämnen. Mätningarna genomfördes under 2 dygn, och av de totalt 10 planerade mätomgångarna kunde 7 genomföras som planerat. Orsaken till bortfallet var i samtliga fall att filtret gick sönder. För att kompensera bortfallet genomfördes ytterligare tre två-dygnsmätningar, då inte parallellt med några inomhusmätningar, i nära anslutning till studieperioden. Den sista mätningen avslutades den 18 december.

Mätmetoder och analyser

Bensen och 1,3-butadien

Perkin Elmer-rör med adsorbenten Carbopack X 60/80 mesh användes vid mätning av bensen och 1,3-butadien. Före och efter provtagningen förvarades provtagarna i rumstemperatur.

Proverna analyserades av miljökemiska laboratoriet vid Arbets- och miljömedicin i Göteborg med automatisk termisk desorption (ATD) kopplad till gaskromatograf med masspektrometer (MS). Upptagsfaktorn är 0,56 ml/min för 1,3-butadien och 0,59 ml/min för bensen. Detektionsgränsen för 1,3-butadien och bensen är 0,03 µg/m³ respektive 0,10 µg/m³ vid veckomätningar (7 dygn). Kvalitetskontrollprover (QC) med två certifierade nivåer (10 och 100 ng) (VSL, Holland) analyserades parallellt med proverna. Resultaten för bensen för dessa QC avvek inte mer än 10% från de certifierade resultaten. För 1,3-butadiene var avvikelserna lite högre ca 15%. Resultaten för QC proverna ansågs acceptabla. Blankprover analyserades också samtidigt med övriga prover. Små mängder av 1,3-butadien och bensen hittades i dessa blankprover. Alla resultat är korrigerade mot blank nivåerna.

Formaldehyd

Formaldehyd mättes med UME^x 100-diffusionsprovtagare (SKC). Provtagaren är försedd med två filter impregnerade med 2,4-dinitrofenylhydrazin (DNPH) varav det ena fungerar som blankfilter. Analysen görs med HPLC (high performance liquid chromatography). Proverna analyserades av miljökemiska laboratoriet vid Arbets- och miljömedicin i Göteborg. Upptagsfaktorn är 20,2 ml/min, och detektionsgränsen för 7 dygns mätning är 0,3 µg/m³.

Kvävedioxid (NO₂)

NO₂ mättes med Ogawa diffusionsprovtagare. Den cylinderformade provtagaren är försedd med ett trietanolamin-impregnerat filter för mätning av NO₂. NO₂ reagerar med trietanolamin på filtret under bildning av nitrit som analyseras med jonkromatografi. Analyserna utfördes av Yrkes- och miljömedicin, Umeå universitet. Blankprover analyserades parallellt med proverna under hela studien, och halten i proverna korrigerades mot blankproverna. För att beräkna halterna i proverna användes upptagshastigheten 8,6 ml/min. Detektionsgränsen för sju dygns mätning är 0,081 µg/m³ (Hagenbjörk-Gustafsson et al., 2010).

Partiklar PM_{2.5}

Inomhusmätningarna i försökspersonernas vardagsrum utfördes med cyklon GK 2.05 (KTL)(tillhandahölls från Arbets- och miljömedicin, Göteborg) kopplad till pump ChemPassTM Pumping System (Rupprecht & Pataschnick Co., Inc. Albany, NY USA), som tillhandahölls från Arbets- och miljömedicin, Örebro. Flödet var 4 liter/min. Partiklarna samlades upp på ett teflonfilter (Pall Teflo, 37 mm, 2 µm porstorlek).

Vid de stationära mätningarna på bibliotekstaket användes en impaktor (PQ 100 Basel PM_{2.5}, EPA WINS, BGI) och pump (BGI Inc., Waltham, MA, USA) som tillhandahölls från Arbets- och miljömedicin i Göteborg. Partiklarna samlades upp på teflonfilter (Pall Teflo, 47 mm, 2 µm porstorlek), och luftflödet var 16,7 liter/min.

Massan av PM_{2.5} bestämdes gravimetriskt (Mettler Toledo MX5) vid miljökemiska laboratoriet vid Arbets- och miljömedicin i Göteborg. Detektionsgränsen är 1 µg/m³ vid 48 timmars mätning (ISO/CD 15767).

Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)

Efter vägning av den insamlade partikelmassan analyserades den med avseende på PAH-innehåll vid miljökemiska laboratoriet vid Arbets- och miljömedicin i Göteborg. Analys och detektion utfördes med högupplösande gaskromatograf kopplad till en lågupplösande masspektrometer (MS) i selektiv ion recording (SIR) mode. Kvantifiering gjordes med internstandardmetoden. Blankar analyserades parallellt med proverna under hela studien och provresultaten korrigerades mot blankvärdena. Detektionsgränsen för de olika PAH-komponenterna varierade och låg mellan 0,24-2,8 pg/m³ för inomhusmätningarna och motsvarande för utomhus låg mellan 0,06-0,76 pg/m³.

Meteorologi

Meteorologiska uppgifter om temperatur, relativ luftfuktighet och vindhastighet har hämtats från SMHI:s mätplats vid Umeå flygplats.

Statistiska metoder

Resultaten från de i projektet ingående mätningarna presenteras som median och aritmetriska medelvärden. För respektive värde finns även relevanta spridningsmått i form av minsta och största (min-max) värden samt standardavvikelse. Samband mellan två variabler har beskrivits med Spermans rang-korrelations koefficient (r_s), och för jämförelser mellan grupper har Wilcoxon's rangsumtest använts. För parvisa jämförelser användes Wilcoxon signed-rank test. Eftersom antalet rökare var så få (2 st) har inga jämförelser gjorts stratifierat på rökning. Analyserna ovan gjordes med statistikprogrammet STATA (version 12).

Analys av mellan- och inomindividvariationen samt trenden för halterna uppmätt personburet gjordes på logaritmerade data med statistikprogrammet R (version 2.15.2). Trendanalysen baseras på resultaten från samtliga tre HÄMI-studier som genomförts i Umeå (2001, 2007, 2013). I modellen inkluderades de determinanter som visat sig signifikanta i en nyligen publicerad artikel som baseras på tidigare HÄMI-studier (Hagenbjörk-Gustafsson mfl, 2013).

Resultat

Bakgrundsinformation och befolkningsurval

I studien deltog 40 personer, varav 22 var kvinnor och 18 män. Deltagarnas medelålder var 35 år (35 år för kvinnorna (spridning 22-49 år) och 35 år för männen (spridning 22-50 år). Av de som deltog i den upprepade mätningen var 13 kvinnor och 7 män. Två deltagare i studien var rökare (båda kvinnor) och båda deltog i den upprepade mätningen. Av de 40 deltagarna var 26 personer yrkesverksamma, 12 personer (30 %) var studerande, 1 person var arbetssökande och 1 person var föräldraledig. Av de yrkesverksamma arbetade 6 personer (15 %) inom vården.

Av deltagarna bodde 27 personer (68 %) i lägenhet, 8 personer i villa och 5 personer i radhus/parhus. Byggnadsåret för deltagarnas bostäder varierade mellan 1945 och 2010, men var okänt för 15 % av deltagarna. Den dominerande energikällan för uppvärmning i deltagarnas bostäder var fjärrvärme (55 %), tre personer hade en kombination av fjärrvärme och braskamin som uppvärmningskälla. Två personer hade enbart eluppvärmning och en person hade en kombination av el och braskamin i bostaden. En person hade ved/pelletseldning som huvudsaklig uppvärmningskälla. Ingen av deltagarna hade gasspis i bostaden. En deltagare uppgav sig ha inbyggt garage i bostaden.

Fyra deltagare (6 %) uppgav att de kom i kontakt med motoravgaser, bensinångor eller lösningsmedel på arbetet. De yrkeskategorier som fanns representerade i denna grupp var snickare, datatekniker, tandteknikerstuderande och värdehanterare. Tolv deltagare (30%) uppgav att de kom i kontakt med motoravgaser/bensinångor eller lösningsmedel på fritiden.

Två av deltagarna var rökare. Av icke-rökarna uppgav tre personer att de utsatts för passiv rökning under första mätomgången, maximalt 2,5 timmar under ett dygn (medelvärde 75 minuter). Under andra mätomgången uppgav 2 personer att de vistats 30 minuter vardera i rökig miljö.

Deltagarnas genomsnittliga tid i olika miljöer har beräknats utifrån dagböckerna och redovisas i tabell 1. Under första mätomgången spenderade de 40 deltagarna merparten av tiden inomhus i bostäder, som medelvärde 70 %. Totalt tillbringade deltagarna 90 % av tiden inomhus i olika miljöer varav 17% av tiden spenderades inomhus på arbetet, och 5 % i andra inomhusmiljöer (affärer, biografier, restauranger etc). Deltagarna tillbringade 6 % i trafikmiljöer och 2 % i naturen eller på innergårdar. Under den upprepade mätomgången tillbringade de 20 deltagarna en något mindre andel av tiden inomhus i bostäder (66 %), medan en större andel av tiden spenderades inne på arbetet, 20 %, och inomhus i övriga lokaler. För övrigt avvek de rapporterade tiderna inte nämnvärt från första mätomgången.

Tabell 1. Deltagarnas genomsnittliga tid spenderad inomhus i bostäder, inomhus på arbete, inomhus övrigt, ute i trafik, utomhus på arbete samt utomhus övrigt.

Mätomgång 1 (40 pers.)	Medelvärde (%)	Min- Max (%)
Inomhus i bostäder	70	51-93
Inomhus på arbetsplatser	17	0-35
Inomhus övrigt	5	0-13
I trafik	6	2-12
Utomhus på arbetsplats	0	0-3
Utomhus i naturen	2	0-7
Upprepad mätning (20 pers.)		
Inomhus i bostäder	66	53-78
Inomhus på arbetsplatser	20	7-31
Inomhus övrigt	7	0-17
I trafik	5	2-9
Utomhus på arbetsplats	0	0-1
Utomhus i naturen	2	0-6

Två deltagare uppgav att de ofta (varje vecka) hade känt sig besvärade av trafikbuller under de tre senaste månaderna. 11 deltagare (27%) hade ibland känt sig besvärade, medan 68% aldrig hade känt sig besvärade av trafikbuller. Två deltagare (5 %) hade ofta känt sig besvärade av bilavgaser under de tre senaste månaderna, medan 23 % ibland känt sig besvärade och 72 % aldrig känt sig besvärade av bilavgaser under de tre senaste månaderna. Tre av deltagarna (8 %) uppgav att de ofta upplevde luften som irriterande vintertid i sitt bostadsområde. Sex personer upplevde att luften ibland var irriterande, medan 31 deltagare (77%) uppgav att de aldrig upplevde luften som irriterande i bostadsområdet vintertid.

Tre deltagare (8%) upplevde luften som irriterande vintertid i Umeå centrum. Tretton av deltagarna (32 %) upplevde att de ibland eller periodvis var irriterade av luften i Umeå centrum, medan drygt hälften (60 %) aldrig eller nästan aldrig, upplevde sig irriterade av luften i centrum.

Väder under mätperioden

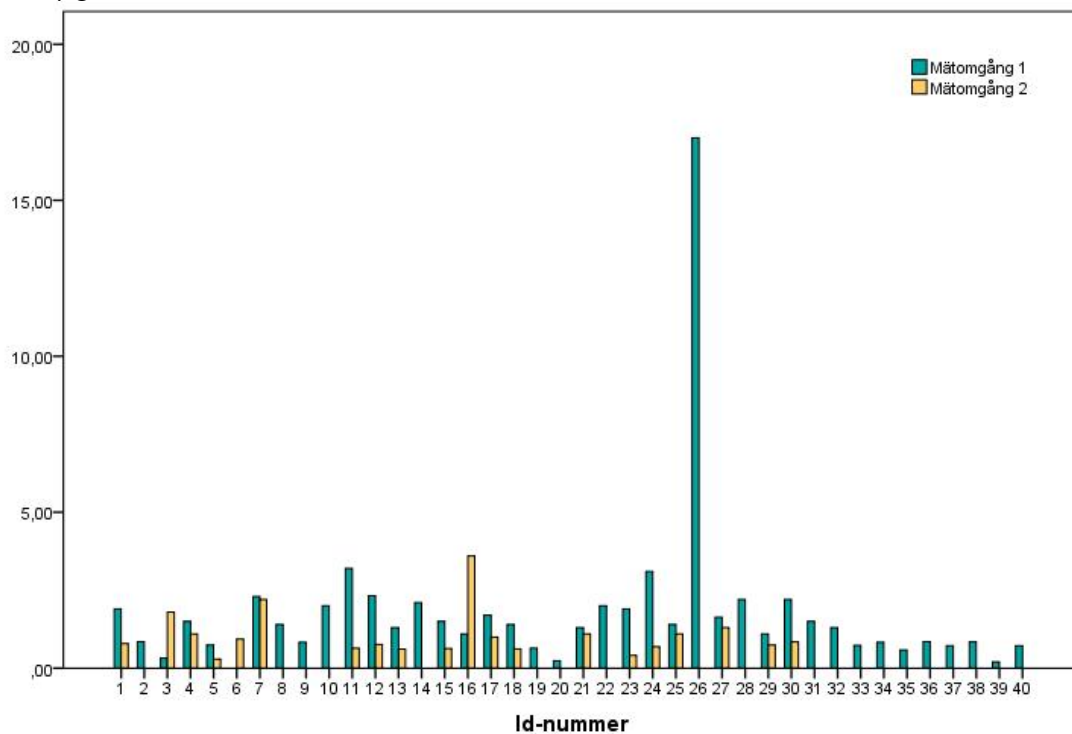
Medeltemperaturen under hela mätperioden från 14 oktober till 9 december var 0,1 °C. Högsta dygnstemperatur under perioden var 8,4 °C, lägsta dygnstemperatur var -8,8 °C. Medelvindhastighet var 3,1 m/s och medelvärdet av den relativa fuktigheten var 82%. Det kom någon form av nederbörd, regn eller snö under 20 av dagarna.

Personburna mätningar

Bensen

Resultaten för samtliga personburna veckomätningar av bensen visas i figur 1 och tabell 2. För bensen saknas resultat för en deltagare under mätomgång 1, varför antalet mätningar är 39 i denna mätomgång. Orsaken till bortfallet var en borttappad provtagare. En deltagare (id 26) uppvisade markant högre bensenhalt än övriga deltagare, $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ingen tydlig förklaring till den förhöjda halten gick att hitta i deltagarens dagbok. Däremot angav deltagaren att det fanns ett garage inbyggt i bostadshuset. Individ 12 och 16 är rökare.

Bensen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Figur 1. Bensenkoncentrationen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) vid personburna mätningar. Upprepade mätningar gjordes på 20 av individerna (mätomgång 2).

Medianexponeringen för samtliga 39 deltagare i första mätomgången var $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ med en spridning mellan $0,2$ och $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$, och medelvärdet var $1,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se tabell 2.

Det fanns ingen korrelation mellan bensenhalten i mätomgång 1 och 2, för de 20 deltagare som gjort en upprepad mätning ($r_s = -0,087$, $p=0,7$). Dock fanns en statistiskt signifikant korrelation mellan bensen och 1.3-butadien bland de 39 mätningarna i mätomgång 1 ($r_s=0.50$, $p<0.01$). Män och kvinnor skilde sig inte åt med avseende på den personburna exponeringen för bensen. Det gick inte särskilja mellan- och inomindividvariationen för bensen.

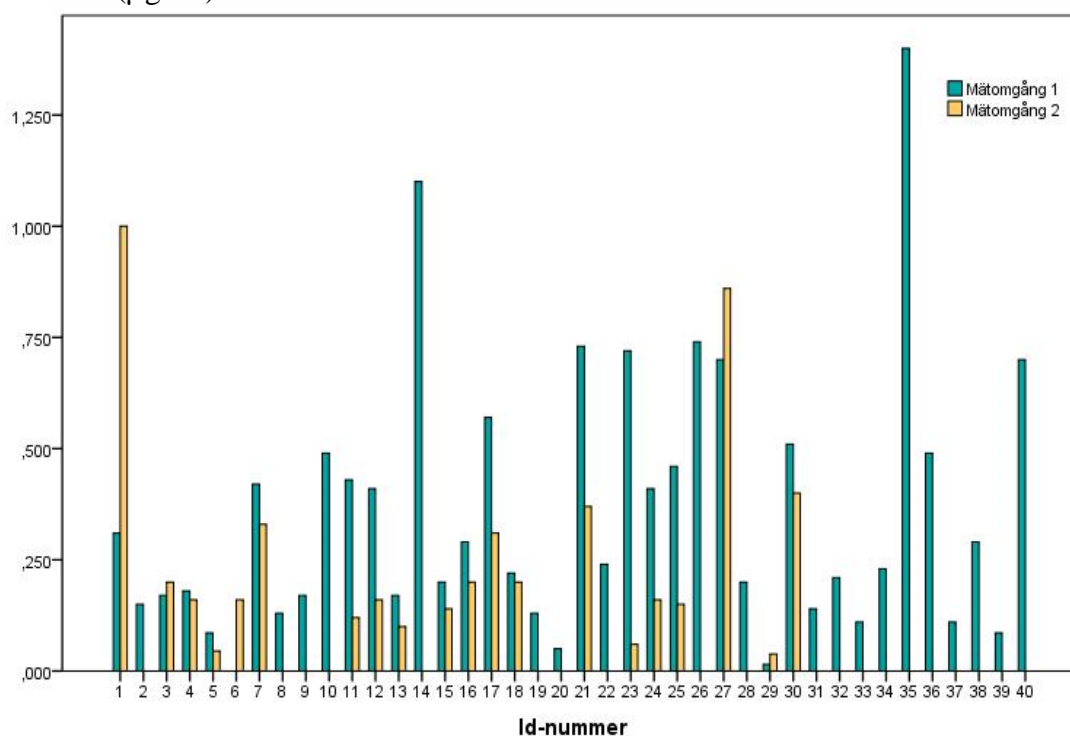
Tabell 2. Resultat av personburna mätningar av bensen. I tabellen redovisas antal (N), median, aritmetiskt medelvärde, standardavvikelse (SD) samt lägsta och högsta värde (Min-Max). Resultaten för deltagare med upprepade mätningar redovisas som omgång 1 och omgång 2.

	N	Median ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Medel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SD	Min-Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Mätomgång 1	39	1,4	1,8	2,6	0,2-17
Icke-rökare	37	1,3	1,8	2,7	0,2-17
Rökare	2	2,0	2,0	0,5	1,6- 2,3
Individer med upprepad mätning					
Omgång 1	19	1,5	1,7	0,7	0,3- 3,2
Omgång 2	20	0,8	1,1	0,7	0,3- 3,6

1,3- butadien

Samtliga mätresultat från de personburna mätningarna framgår av figur 2. För 1,3-butadien saknas resultat för en individ under mätomgång 1 på grund av att en provtagare tappades under mätperioden.

1,3-butadien ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Figur 2. 1,3-butadienkonscentrationen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) uppmätt vid personburna mätningar. Upprepade mätningar gjordes på 20 av individerna.

I tabell 3 redovisas resultaten av de personburna mätningarna av 1,3-butadien.

Medianexponeringen för samtliga 40 deltagare var $0,24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ med en spridning mellan $0,02$ och $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Medelvärdet var $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se tabell 3. Det fanns ingen korrelation mellan halten 1,3-butadien uppmätt vid mätomgång 1 och halten uppmätt vid mätomgång 2, för de 20 individer som gjorde en upprepad mätning. För de 39 deltagare som deltog i mätomgång 1 fanns en signifikant korrelation mellan halten 1,3-butadien och halten bensen ($r_s=0.50$, $p<0.01$). Deltagarnas medianexponering låg högre än medianhalterna uppmätta utomhus vid

bibliotekstaket ($0,08 \mu\text{g}/\text{m}^3$) och vid Västra Esplanaden ($0,05 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Män och kvinnor skilde sig inte åt med avseende på den personburna halten 1,3-butadien. Av den totala variationen kunde 50% förklaras av skillnader mellan individer, det vill säga 50% av variabiliteten i exponeringen berodde på skillnader mellan olika individer och 50% berodde på skillnader mellan olika mätveckor.

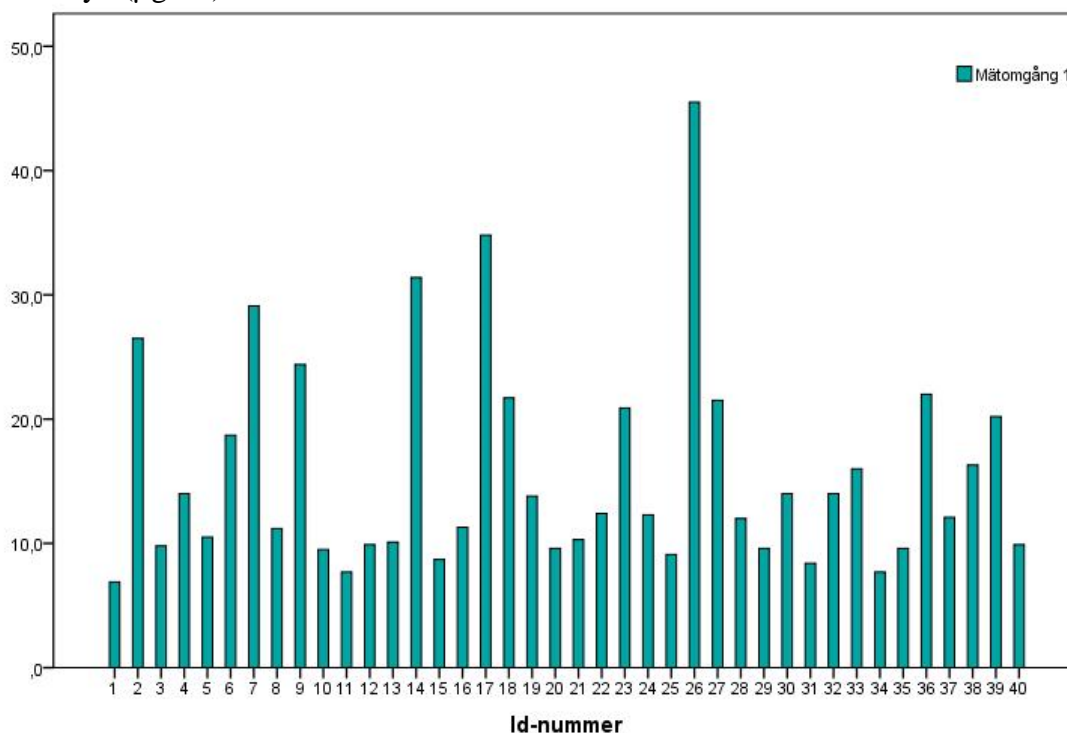
Tabell 3. Resultat av personburna mätningar av 1,3-butadien. I tabellen redovisas antal (N), median, aritmetiskt medelvärde, standardavvikelse (SD) samt lägsta och högsta värde (Min-max). Resultaten för deltagare med upprepade mätningar redovisas som omgång 1 och omgång 2.

	N	Median ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Medel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SD	Min-Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Mätomgång 1	39	0,2	0,4	0,3	0,02-1,4
Icke-rökare	37	0,2	0,4	0,3	0,02-1,4
Rökare	2	0,6	0,6	0,2	0,4- 0,7
Individer med upprepad mätning					
Omgång 1	19	0,4	0,4	0,2	0,02- 0,7
Omgång 2	20	0,2	0,3	0,3	0,04- 1,0

Formaldehyd

I figur 3 visas samtliga mätresultat från de personburna mätningarna av formaldehyd.

Formaldehyd ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Figur 3. Formaldehydkoncentrationen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) vid samtliga personburna mätningar.

Av tabell 4 framgår att medianexponeringen för de 40 deltagarna var $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ med spridningen 7 till $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Medelvärdet var $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Den personliga exponeringen för formaldehyd korrelerade inte med exponeringen för något annat ämne. Medianen för de

personburna mätningarna var en faktor 4 gånger högre än den medianhalt som uppmättes utomhus vid den urbana bakgrundsstationen och vid gatustationen vid Västra Esplanaden (2,6 resp 3,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). De uppmätta halterna av formaldehyd mätt personburet uppvisade ingen statistiskt säkerställd korrelation till övriga ämnen. Det fanns ingen statistisk säkerställd skillnad mellan män och kvinnor. Däremot hade deltagare som bodde i hus eller radhus en statistiskt säkerställd högre halt av formaldehyd jämfört med personer som bodde i lägenhet ($p < 0,01$).

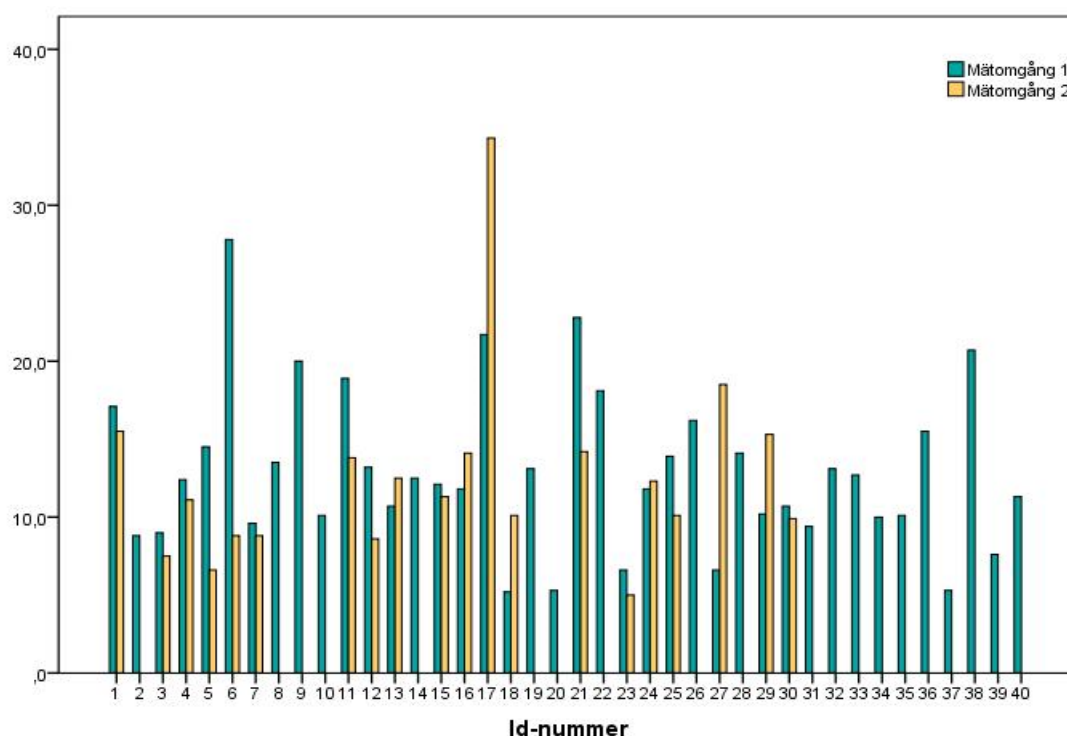
Tabell 4. Resultat av personburna mätningar av formaldehyd. I tabellen redovisas antal (N), median, aritmetiskt medelvärde, standardavvikelse (SD) samt lägsta och högsta värde (Min-Max).

	N	Median ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Medel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SD	Min-Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Mätomgång 1	40	12	16	8,5	6,9- 46
Icke-rökare	38	12	16	8,6	6,9- 46
Rökare	2	16	16	8,2	9,9- 22

Kvävedioxid (NO_2)

I figur 4 och tabell 5 redovisas resultaten från de personburna mätningarna av NO_2 .

NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Figur 4. Kvävedioxid (NO_2) - koncentrationen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) vid personburna mätningar. Upprepade mätningar gjordes på 20 av individerna (mätomgång 2).

Av tabell 5 framgår att medianhalten för deltagarna var 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ med en spridning mellan 5,2 och 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. För de deltagare som deltog i den upprepade mätningen var medianhalten i stort sett lika mellan första och andra mätomgången. Halten NO_2 uppmätt personburet uppvisade ingen statistiskt säkerställd korrelation till övriga ämnen. Det fanns inte heller någon statistiskt säkerställd skillnad mellan kvinnor och män. Av den totala variationen kunde

30% förklaras av skillnader mellan individer. Det innebär att variationen i NO₂ halten kan förväntas vara större mellan två olika mätningar på samma individ vid olika tidpunkter än variationen mellan två individer där mätningarna sker under samma tidsperiod.

Tabell 5. Resultat av personburna mätningar av kvävedioxid (NO₂). I tabellen redovisas antal (N), median, aritmetiskt medelvärde, standardavvikelse (SD) samt lägsta och högsta värde (Min-Max). Resultaten för deltagare med upprepade mätningar redovisas som omgång 1 och omgång 2.

	N	Median (µg/m ³)	Medel (µg/m ³)	SD	Min-Max (µg/m ³)
Mätomgång 1	40	12	13	5,1	5,2- 28
Icke-rökare	38	12	13	5,1	5,2- 28
Rökare	2	10	10	4,7	6,6- 13
Individer med upprepad mätning					
Omgång 1	20	12	13	5,8	5,2- 28
Omgång 2	20	11	12	6,1	5,0- 34

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

Stationära mätningar

Stationära mätningar genomfördes utomhus vid kommunens urbana bakgrundsstation bibliotekstaket och vid gatustationen Västra Esplanaden, samt inomhus i bostaden hos 20 deltagare.

Utomhusmätningar

Mätvagnen vid Västra Esplanaden ligger nära en starkt trafikerad väg, medan bibliotekstaket är en urban bakgrundsstation belägen ca 20 meter ovan marken i centrala Umeå.

Utomhusmätningarna vid de två stationära mätstationerna omfattade bensen, 1,3-butadien, formaldehyd, NO₂, PM_{2.5} och PAH. Resultaten redovisas i tabell 6. Samtliga mätomgångar kunde genomföras som planerat med undantag för formaldehyd och PM_{2.5}/PAH. För formaldehyd genomfördes endast 3 mätomgångar på grund av en sammanblandning av stationära och personburna mätningar. Vid tre av de totalt tio stationära PM_{2.5} mätningarna gick filtret i partikelprovtagaren sönder. Dessa mätningar kompletterades senare av tre nya mätomgångar i slutet av projektet. PAH redovisas här endast som bens(a)pyren, övriga PAH redovisas i tabell 8.

Tabell 6. Resultat av mätningar vid Västra Esplanaden samt på bibliotekstaket i Umeå. Median, aritmetiskt medelvärde samt lägsta och högsta värde redovisas för bensen, 1,3-butadien, kvävedioxid (NO₂), formaldehyd och PM_{2.5} i µg/m³, för bens(a)pyren i pg/m³.

	Mätvagn V Esplanaden				Bibliotekstaket			
	N	Median (µg/m ³)	Medel (µg/m ³)	Min- Max (µg/m ³)	N	Median (µg/m ³)	Medel (µg/m ³)	Min-Max (µg/m ³)
Bensen	5	1,2	1,1	0,3- 1,5	5	1,1	1,6	0,7- 3,3
1,3-Butadien	5	0,05	0,05	0,02- 0,09	5	0,08	0,08	0,02- 0,14
NO ₂	5	44	46	35- 55	5	21	21	17- 23
Formaldehyd	3	3,0	3,0	2,6- 3,4	3	2,6	2,7	2,5- 3,0
Bens(a)pyren*					10	62	89	27- 273
PM _{2.5}					10	3,6	3,4	2,2- 5,5

* pg/m³

Sammanställning av stationära mätningar för samtliga städer i tidigare HÄMI-studier finns i bilaga 4.

Inomhus

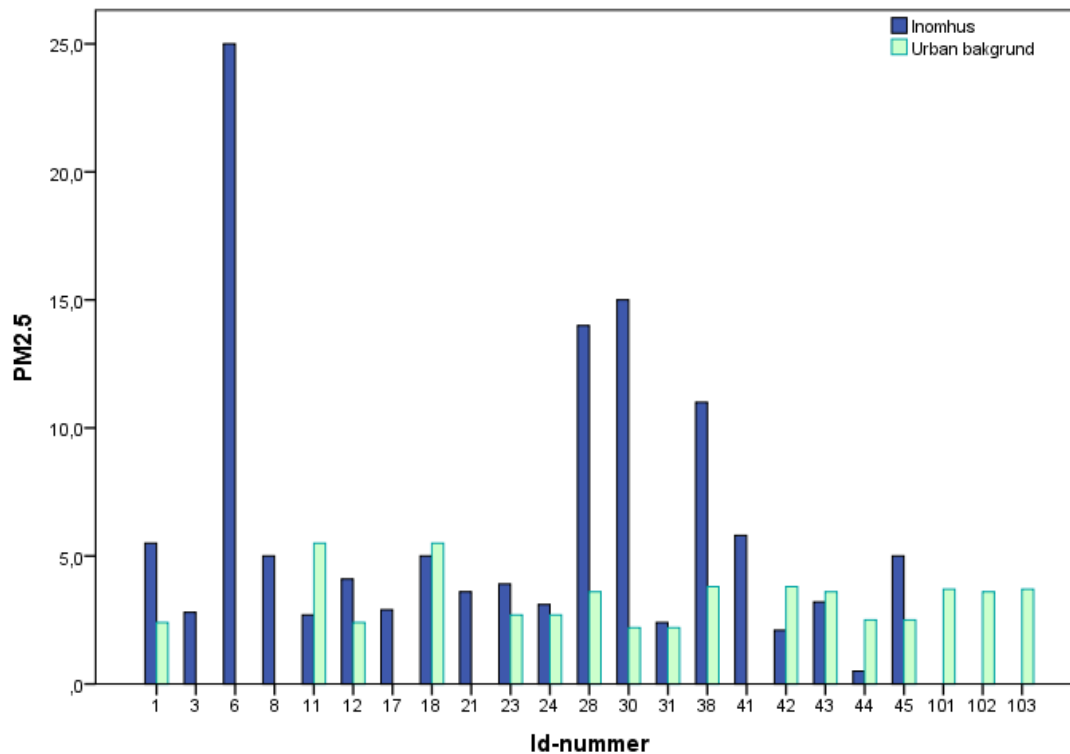
Inomhusmätningarna hos deltagarna omfattade PM_{2.5} och PAH och resultaten redovisas i tabell 7. Mätningarna genomfördes under två dygn hemma i vardagsrummet hos deltagarna. Totalt genomfördes 20 mätningar varav 15 hos deltagare och 5 hos personal vid enheten för Yrkes- och miljömedicin. För deltagaren som hade den högsta uppmätta halten av PM_{2.5} hittades inga tydliga förklaringar i dagboken till vad som skulle kunnat orsaka den höga halten. Ytterligare tre deltagare som hade höga halter hade antingen stekt och bränt mat (id 28) eller eldat med stearinljus (id 30 och 38) .

Tabell 7. Partiklar (PM_{2.5}) och polycykliska aromatiska kolväten (PAH) uppmätt i bostaden hos 20 deltagare. PAH representeras här av bens(a)pyren. Tabellen ger median, medelvärde, standardavvikelsen (SD) samt lägsta och högsta värde (Min-Max).

Inomhus i bostaden	N	Median (µg/m ³)	Medel (µg/m ³)	SD	Min-Max (µg/m ³)
PM _{2.5} (µg/m ³)	20	4,0	6,1	5,9	<1,0-25
Bens(a)pyren (pg/m ³)	20	17	54	100	<2,8-382

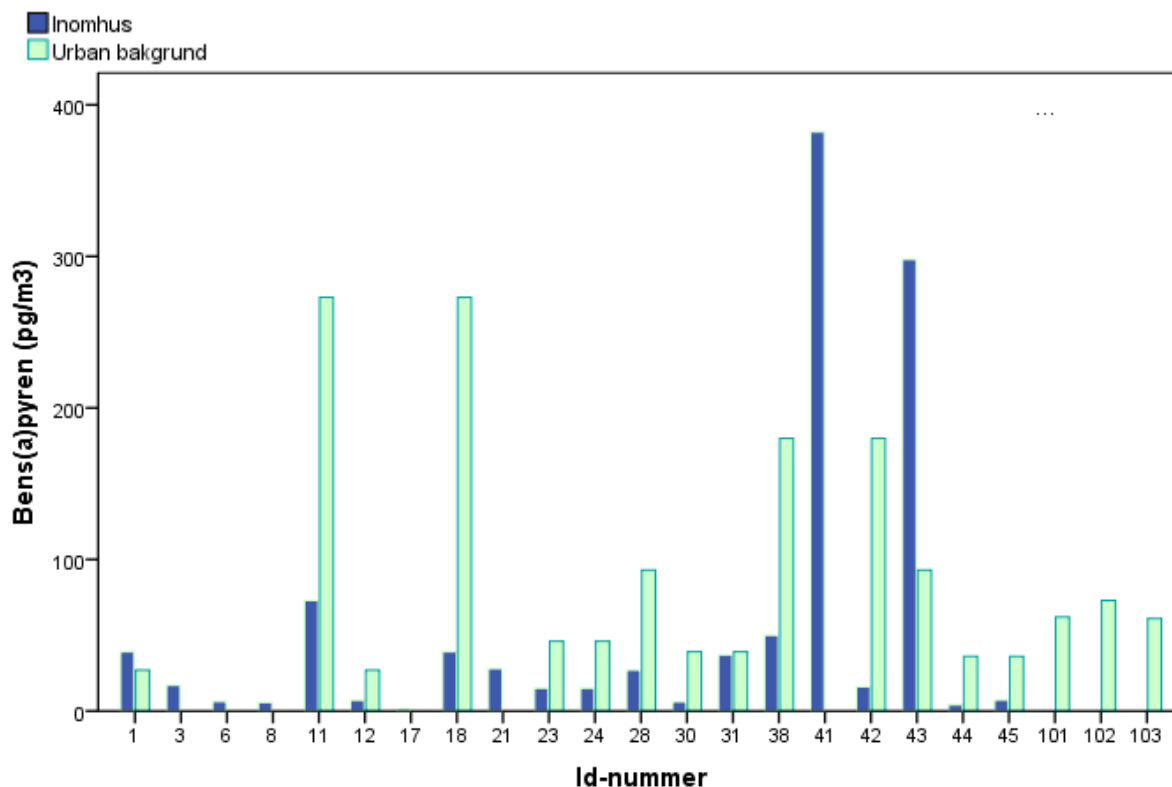
Parallella inom- och utomhusmätningar av PM_{2.5}/PAH

Samtidigt som de stationära utomhusmätningarna av PM_{2.5}/PAH startades vid kommunens urbana bakgrundsstation, startades även inomhusmätningarna av PM_{2.5} hemma hos deltagarna. På grund av trasiga PM_{2.5} filter vid den urbana bakgrundsstationen finns dock endast korresponderande utomhusmätningar för 14 av de totalt 20 mätningar som genomfördes hemma hos deltagare eller personal. Resultaten för PM_{2.5} redovisas i figur 5. PM_{2.5} halterna uppmätta utomhus skilde sig inte från halterna uppmätta inomhus (p=0,2, parvisa jämförelser). Ingen signifikant korrelation kunde påvisas mellan halterna inomhus respektive utomhus.



Figur 5. Partikelkoncentrationen mätt som PM_{2,5} (µg/m³) vid mätningar hemma hos deltagarna samt stationärt utomhus i urban bakgrund.

Resultaten från analyserna av bens(a)pyren redovisas i figur 6. Det fanns en signifikant korrelation mellan halten bens(a)pyren uppmätt inomhus hos deltagarna samt halten uppmätt i urban bakgrund ($r_s=0.61$, $p=0.02$). Halten bens(a)pyren var högre utomhus jämfört halten uppmätt inomhus för samtliga deltagare utom två. Skillnaden mellan halten inomhus och utomhus var statistiskt signifikant ($p=0.002$, parvis jämförelse).



Figur 6. Koncentrationen av bens(a)pyren (pg/m^3) mätningar inomhus hos deltagarna samt stationärt utomhus i urbanbakgrund. Övriga partikulära PAH

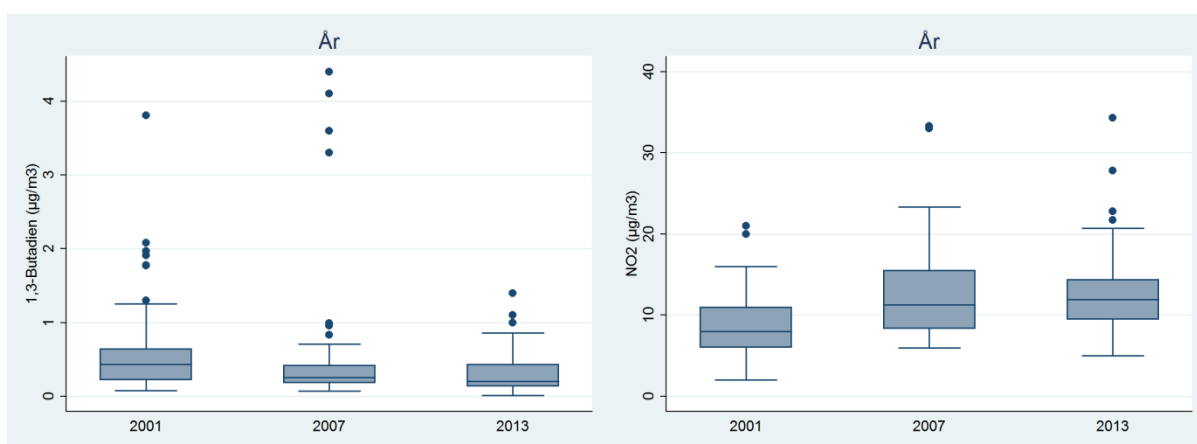
Utöver bens(a)pyren mättes åtta andra PAH:er som redovisas i tabell 9.

Tabell 8. Resultat av mätningar av PAH i vardagsrum hos 20 personer (15 studiedeltagare och 5 anställda vid Yrkes- och miljömedicin), samt stationära mätningar utomhus i urban bakgrund. I tabellen redovisas antal (N), median, aritmetiskt medelvärde, standardavvikelse (SD) samt lägsta och högsta värde (Min-Max).

Inomhus i bostaden	N	Median (pg/m^3)	Medel (pg/m^3)	SD	Range (pg/m^3)
Bens(a)antracen	20	4,4	7,9	9,5	0,1- 38
Krysen	20	8,4	13,6	17	0,5- 72
Bens(b)fluoranten	20	30	59	68	2,3- 244
Bens(k)fluoranten	20	17	33	60	0,5- 266
Bens(a)pyren	20	17	54	100	1,4- 382
Perylen	20	<0,45	7	21	<0,45- 75
Indeno(123-c,d)pyren	20	38	112	219	5,2-763
Dibenso(a,h)antracen	20	<0,12	<0,12	0	<0,12- <0,12
Bens(g,h,i)perylene	20	40	107	202	6,1- 732
Utomhus i urban bakgrund					
Bens(a)antracen	10	34	50	45	20-159
Krysen	10	53	78	67	31-235
Bens(b)fluoranten	10	101	124	84	48-303
Bens(k)fluoranten	10	65	81	56	30-201
Bens(a)pyren	10	62	89	78	27-273
Perylen	10	10	12	10	<0,12-30
Indeno(123-c,d)pyren	10	86	101	64	39-231
Dibenso(a,h)antracen	10	18	15	7,5	4-24
Bens(g,h,i)perylene	10	91	106	65	43-244

Trend över tid

Tre motsvarande mätomgångar har genomförts i Umeå åren 2001, 2007 och 2013, vilket gör det möjligt att studera trenden över tid för de personburna mätningarna. Analysen har gjorts med utgångspunkt från de determinanter som identifierats för respektive ämne i en nyligen publicerad studie (Hagenbjörk-gustafsson mfl, 2013). För 1,3-butadien finns en nedåtgående trend som tyder på att den personliga exponeringen minskat från 2001 till 2013. För bensen är halterna 2007 och 2013 lägre jämfört med halten 2001. Nedgången är dock något större mellan år 2007 och år 2001 jämfört med år 2013 och år 2001. När det gäller NO_2 har den personliga exponeringen ökat från 2001 till 2013. Förändringen är störst mellan 2001 och övriga år medan skillnaden mellan år 2007 och år 2013 är marginell. För formaldehyd sågs ingen trend.



Figur 7. Figuren visar resultaten från de personburna mätningarna av 1,3-Butadien och kvävedioxid (NO_2) från mätningarna 2001, 2007 och 2013.

Diskussion

Personlig exponering

Medianhalten för bensen bland de 39 deltagare som deltog vid första mätomgången uppgick till $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, vilket är högre än den av IMM föreslagna lågrisknivån på $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Viktorin, 1998) och även högre än preciseringen av miljömålet för bensen ($1 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Halten är dock något lägre jämfört med motsvarande mätningar 2001 ($1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) men högre än halten som uppmättes 2007 ($1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (Modig mfl, 2002, Hagenbjörk-Gustafsson mfl, 2008). Till skillnad från bensen var medianhalten av 1,3-butadien något lägre denna mätomgång ($0,24 \mu\text{g}/\text{m}^3$) jämfört med mätningarna som genomfördes 2001 ($0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) och 2007 ($0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (Modig mfl, 2002, Hagenbjörk-Gustafsson mfl, 2008). Halten är precis inom det intervall för långtidsexponering ($0,2$ - $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$) som tagits fram av IMM för 1,3-butadien (Finnberg mfl, 2004). Vare sig för bensen eller 1,3-butadien fanns några tydliga skillnader i halt mellan män och kvinnor. Tid i olika miljöer är en faktor som skulle kunna skapa skillnader mellan olika grupper, tex har tid i trafik nyligen visats vara en faktor av betydelse för exponeringsnivån för både bensen och 1,3-butadien (Hagenbjörk-Gustafsson mfl, 2013). I denna mätomgång fanns dock inga skillnader mellan män och kvinnor med avseende på andelen tid som de vistats i trafik. Totalt deltog 2 rökare i denna mätomgång varför inga jämförelser gjordes mellan rökare och icke-rökare. Rökning är annars en faktor som påtagligt kan bidra till exponeringen för både bensen och 1,3-butadien (Hagenbjörk-Gustafsson mfl, 2013). Både för bensen och 1,3-butadien är trenden över de tre HÄMI-omgångarna i Umeå, med hänsyn taget till relevanta determinanter, nedåtgående. För bensen har även den nationella trenden varit starkt nedåtgående fram till början av 2000-talet, men har under de senaste åren börjat plana ut (IVL, 2013).

Formaldehyd är starkt förknippat med inomhusmiljö, och för allmänbefolkningen framför allt med byggmaterial och textilier. Medianhalterna av formaldehyd var signifikant högre bland de deltagare som bodde i villa, rad- eller kedjehus ($21 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i jämförelse med de deltagare som bodde i lägenhet ($11 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Detta är ett mönster som även återfunnits i de tidigare HÄMI-mätningarna i Umeå från 2001 och 2007 (Modig mfl, 2002, Hagenbjörk-Gustafsson mfl, 2008), men även i andra studier (Langer mfl, 2013). Medianhalten baserat på samtliga deltagare var $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vilket var något lägre jämfört med resultaten från mätningarna 2001 ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$) och 2007 ($16 \mu\text{g}/\text{m}^3$). På samma sätt som för 1,3-butadien finns ett exponeringsintervall (12 - $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$) som anger lågrisknivåer för långtidsexponering för formaldehyd med avseende på cancer (Viktorin, 1998). Ingen av deltagarna överskred det högsta värdet i intervallet denna mätomgång. I regeringens precisering av miljömålet för formaldehyd anges $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som timmedelvärde, ett värde som sannolikt många deltagare i studien överskridit med tanke på att medianhalten för en veckas mätperiod var $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ca 66% av deltagarna bodde i lägenhet vilket är något lägre jämfört med situationen 2001 (70%) och 2007 (75%). Den något lägre medianhalten vid detta mätillfälle kan således inte förklaras av att en större andel av deltagarna bodde i lägenhet.

Medianhalten NO_2 bland deltagarna var $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vilket var något högre jämfört med motsvarande halt uppmätt 2001 ($8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) och samma som halten från mätningarna 2007 ($11 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (Modig mfl, 2002, Hagenbjörk-Gustafsson mfl, 2008). Den uppmätta halten underskrider regeringens precisering av miljömålet för NO_2 ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) som årsmedelvärde. Från 2001 och framåt finns ingen tydligt nedåtgående trend för den urbana bakgrundshalten av NO_2 i Umeå, utan halten har varit i stort sett oförändrad (Miljö- och hälsoskydd, Umeå kommun, 2012). Temperaturen är en viktig faktor för NO_2 halten utomhus då lägre temperaturer innebär högre emissioner och sämre spridningsförhållanden. Vid mätningarna

2001 var medeltemperaturen 1,5 °C medan temperaturen vid 2007 och 2013 årsmätningar var 0,2 respektive 0,1 °C, vilket delvis kan förklara skillnaderna i medianhalt mellan de tre åren. Trafikavgaser är också en viktig källa för NO₂ inomhus även om andra källor, tex gasspisar, cigaretttrök mm, kan vara viktigt i enskilda bostäder. Ingen av deltagarna vid denna mätomgång hade använt gasspis eller motsvarande under mätveckan och antalet rökare var för få för att kunna utvärdera bidraget.

Stationära mätningar

Utomhus och inomhus

De stationära mätningarna genomfördes vid samma mätstationer som tidigare år, en gatustation och en urban bakgrundsstation. Vid gatustationen uppmättes något lägre medianhalt av bensen (1,2 µg/m³) jämfört med tidigare åren 2001 (1,6 µg/m³) och 2007 (1,5 µg/m³), medan halten uppmät i urban bakgrund var högre än tidigare år (Modig mfl, 2002, Hagenbjörk-Gustafsson mfl, 2008). Medianhalten bensen uppmätt vid gatustationen (1,2 µg/m³) och i urban bakgrund (1,1 µg/m³) var anmärkningsvärt lika med tanke på att trafikavgaser är en viktig källa i tätorter och att halten i urban bakgrund vid tidigare mätillfällen varit ungefär hälften av halten vid gatan. För 1,3-butadien var halten vid gatustationen (0,05 µg/m³) lägre jämfört med motsvarande halt i urban bakgrund var (0,08 µg/m³) vilket också är anmärkningsvärt. En möjlig förklaring till detta är flera stora byggprojekt (bl.a. ett hotellbygge mindre än 100 meter från stationen) pågått i närheten av den urbana bakgrundsstationen under mätperioden. NO₂-halten var dock som förväntat betydligt högre vid gatustationen jämfört med den urbana bakgrundsstationen, och halten vid gatustationen låg i medeltal över 40 µg/m³ vilket är den rådande miljö kvalitetsnormen för årsmedelhalten (SFS 2010:477). Formaldehyd uppvisade samma mönster som vid tidigare mätningar med jämförbara halter i gatunivå och urban bakgrund, men betydligt under de halter som uppmättes personburet.

Medianvärdet för inomhusmätningarna av PM_{2,5} var 4 µg/m³ vilket är högre än motsvarande halt vid mätningarna 2007 (1,9 µg/m³) (Hagenbjörk-Gustafsson mfl, 2008). Parallellt med mätningarna inomhus genomfördes även stationära mätningar i urban bakgrund. Medianvärdet för dessa mätningar uppgick till 3,6 µg/m³ vilket är något lägre jämfört med resultaten för 2007 (4,9 µg/m³) (Hagenbjörk-Gustafsson mfl, 2008). Både inom- och utomhusmätningarna ligger väl under Naturvårdsverkets precisering av miljömålen, och WHO's riktvärde, som är 10 µg/m³. Den personburna halten av PM_{2,5} har i tidigare studier visat sig vara relativt väl korrelerad med inomhushalten, och även korrelerad till halten uppmätt i urban bakgrund (Johannesson mfl, 2007). En stor del av PM_{2,5} i utomhusluft är långväga intransporterat vilket innebär att variationen i avsaknad av enskilda lokala källor är relativt storskalig. Dock kan lokala källor och exponeringar vara helt avgörande för enskilda mätningar, vilket även syntes i dessa mätningar där två av de tre högsta halterna sannolikt kan förklaras av att ”mat bränts vid på spisen” och ett flitigt användande av stearinljus.

PM_{2,5} filtren analyserades även på sitt innehåll av bens(a)pyren och resultaten visade på betydligt högre halter i utomhusluften (median 62 pg/m³) jämfört med halten inomhus (median 17 pg/m³). Halterna underskrider väl den lågrisknivå som fastställts av IMM och WHO på 100 pg/m³, vilket även är den nivå som bör eftersträvas enligt Luftkvalitetsförordningen (SFS 2010:477). Det bör beaktas att halterna inte inkluderar partiklar större än 2,5 µm i diameter, där Luftkvalitetsförordningen förordar mätning på partiklar 10 µm i diameter eller mindre (SFS 2010:477).

Validitet

Deltagarfrekvensen blev 66% vilket motsvarar undersökning 2001 (67%) men är lägre än vid undersökningen 2007 (81%). En översiktlig geografisk jämförelse av de deltagare som tackade ja respektive nej till att delta (bilaga 1) visade dock att bortfallet var relativt jämt fördelat över urvalsområdet. Andelen deltagande kvinnor var, som förväntat, något högre än andelen män och medelåldern motsvarar den förväntade i åldersintervallet. Sammantaget kan deltagarna i studien anses vara representativa för målpopulationen.

Resultat från tidigare HÄMI-undersökningar

Mätresultaten från de tidigare HÄMI-undersökningarna finns redovisade i bilaga 4 och 5 (Sällsten mfl, 2002; Modig mfl, 2002; Kruså mfl, 2004; Friman mfl, 2004; Andersson mfl, 2006; Johanesson mfl, 2008; Hagenbjörk-Gustafsson mfl, 2008; Bergendorf mfl, 2010; Yazar mfl, 2010; Andersson mfl, 2011; Johanesson mfl, 2013). I en nyligen publicerad studie som baseras på tidigare HÄMI-mätningar, presenteras även mer ingående analyser av vilka faktorer som är av betydelse för den personburna exponeringen för cancerframkallande ämnen (Hagenbjörk-Gustafsson mfl, 2013).

Tack!

Ett stort tack riktas till alla deltagare som ställt upp och medverkat i undersökningen. Ett tack riktas även till Umeå kommuns miljöförvaltning som upplåtit sina mätstationer för de stationära mätningarna i projektet.

Referenser

Andersson L, Westberg H, Bryngelsson I, Husby B, Arvidsson H. Cancerframkallande ämnen i tätortsluft, Lindesberg 2010/2011. Örebro: Arbets- och miljömedicinska kliniken, Universitetssjukhuset; 2011.

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

Bergendorf U, Friman K, Tinnerberg H. Cancerframkallande ämnen i tätortsluft-Personlig exponering och bakgrundsmätningar i Malmö 2008. Lund: Arbets- och miljömedicin; 2010.

Boström C-E, Gerde P, Hanberg A, Jernström B, Johansson C, Kyrklund T, Rannung A, Törnqvist M, Victorin K, Westerholm R. Cancer risk assessment, indicators, and guidelines for polycyclic aromatic hydrocarbons in the ambient air *Environ Health Perspect* 2002;110:451-488.

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

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

Hagenbjörk-Gustafsson A, Modig L, Forsberg B. Cancerframkallande ämnen i tätortsluft. Personligexponering och bakgrundsmätningar i Umeå 2007. Umeå: Yrkes- och miljömedicin, Umeå universitet; 2008.

Hagenbjörk-Gustafsson A, Tornevi A, Forsberg B, Eriksson K. Field validation of the Ogawa sampler for NO₂ and NO_x in a cold climate *J Environ. Monit.* , 2010, 12, 1315-1324.

Hagenbjörk-Gustafsson A, Tornevi A, Andersson E, Johannesson S, Bellander T, Merritt S, Tinnerberg H, Westberg H, Forsberg B, Sällsten G. Determinants of personal exposure to some carcinogenic substances and nitrogen dioxide among the general population in five Swedish cities. *J Expo Sci Environ Epidemiol.*2013;4:437-443.

IARC, 1982. International Agency for Research on Cancer, IARC. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, volume 29. Some industrial chemicals and dyestuffs. WHO and IARC, Lyon, France.

IARC, 2008. International Agency for Research on Cancer, IARC. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, volume 97. 1,3-butadiene, ethylene oxide and vinyl halides. WHO and IARC, Lyon, France.

IARC, 2012. International Agency for Research on Cancer, IARC. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. A Review of Human Carcinogens: Chemical Agents and Related Occupations, Volume 100F. WHO and IARC, Lyon, France.

IARC, 2013. International Agency for Research on Cancer, IARC. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Diesel and Gasoline Engine Exhausts and Some Nitroarenes, Volume 105. WHO and IARC, Lyon, France.

IMM. Kväveoxider-Hälsoriskbedömning och förslag till riktvärden. Stockholm: Institutet för miljömedicin, Karolinska institutet, IMM-rapport 1/94; 1994.

IVL. Luftkvaliteten i Sverige 2012 och vintern 2012/2013. Resultat från mätningar inom Urbanmätnätet. Göteborg: Svenska miljöinstitutet IVL, Rapport B2126; 2013.

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. Göteborg: Västra Götalandsregionens Miljömedicinska Centrum, Arbets- och Miljömedicin; 2008.

Johannesson S, Gustafsson P, Molnár P, Barregård L, Sällsten G. Exposure to fine particles (PM_{2.5} and PM₁) and black smoke in the general population: personal, indoor and outdoor levels. *J Expo Sci Environ Epidemiol* 2007;7:613-624.

Johannesson S, Svedbom L, Strandberg B, Sällsten G. Cancerframkallande ämnen i tätortsluft. Göteborg: Arbets- och miljömedicin, Sahlgrenska akademien; 2013.

Kruså M, Bellander T, Nilsson M. Cancerframkallande ämnen i tätortsluft Stockholm 2002/2003. Stockholm: Arbets och miljömedicin, Rapport 2004:3; 2004.

Langer S, Bekö G. Indoor air quality in the Swedish housing stock and its dependence on building characteristics. *Building Environ* 2013;69:44-54.

Miljö- och hälsoskydd, Umeå kommun. Luften i Umeå. Sammanställning av mätningar vid biblioteket 2012. Umeå: Umeå kommun; 2013.

Modig, L, Forsberg B, Hagenbjörk-Gustafsson A, Järvholm 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. Umeå: Yrkes- och miljömedicin, Umeå universitet; 2002.

Svensk författningssamling. Luftkvalitetsförordningen (2010:477). SFS 2010:477.

Svensk författningssamling. Förordning om ändring i luftkvalitetsförordningen (2013:123). SFS 2013:123.

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, Göteborg, 2002.

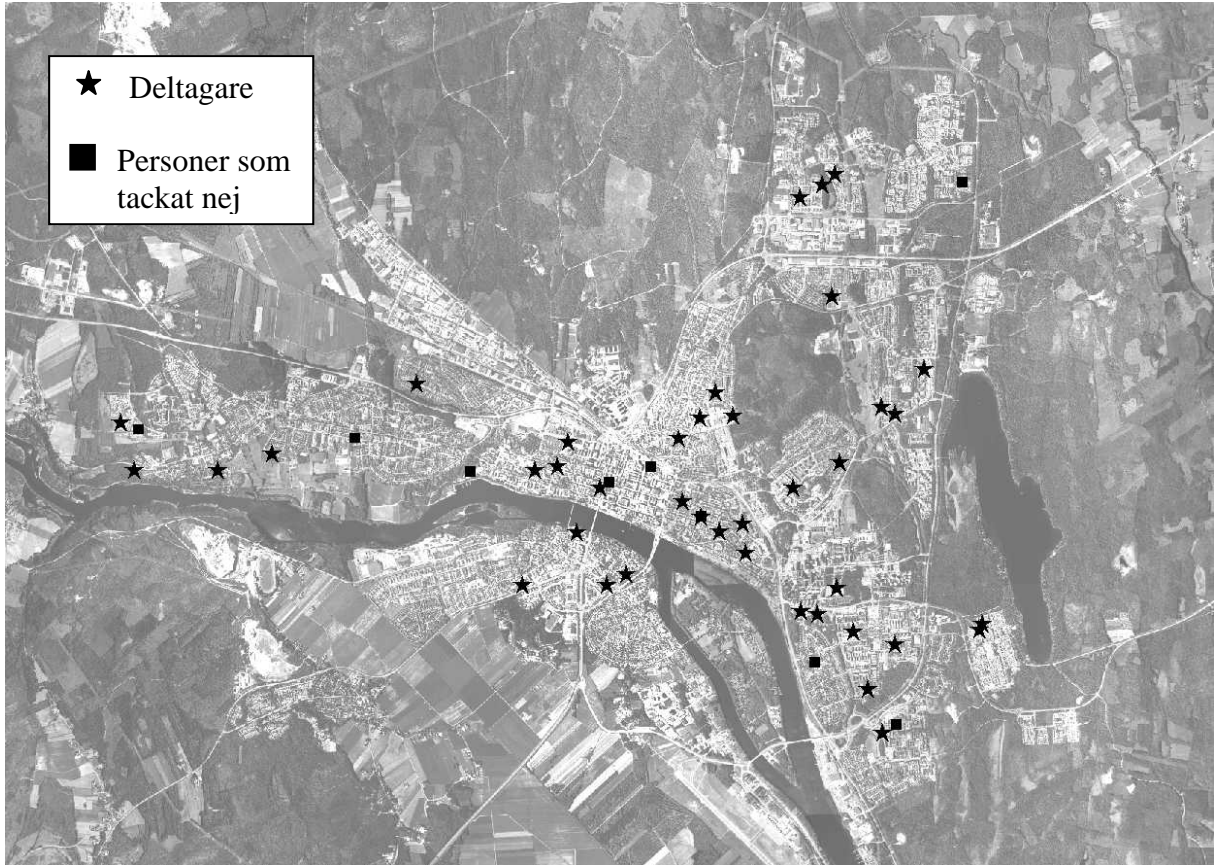
Viktorin K. Risk assesment of carcinogenic air pollutants. Stockholm: Institutet för miljömedicin, Karolinska Institutet, IMM-rapport 1/1998; 1998.

WHO, 2006. Air quality guidelines, Global update 2005. World Health Organization, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.

Yazar M, Merritt AS, Bellander T. Cancerframkallande ämnen i tätortsluft 2009. Stockholm: Institutet för miljömedicin, Karolinska institutet; 2010.

Bilagor

Bilaga 1. *Karta över bostadsläge för deltagare respektive dem som tackat nej till deltagande*



Bilaga 2. Dagbok

Löpnummer: _____

Startdatum: _____ (dygn 0)

Namn: _____

Adress: _____ Våningsplan _____

Start kl.	:	Stopp kl.							:
		<i>Dygn 0</i>	<i>Dygn 1</i>	<i>Dygn 2</i>	<i>Dygn 3</i>	<i>Dygn 4</i>	<i>Dygn 5</i>	<i>Dygn 6</i>	<i>Dygn 7</i>
Tid i trafik									
Hur länge har Du vistats ute i trafik längs gator, vägar och trottoarer (i bil, buss, gående eller cyklande etc.)? Ange timmar eller minuter.									
Övrig tid inomhus									
Hur länge har Du vistats inomhus i bostäder ? Ange timmar.									
Hur länge har Du vistats inomhus på arbetsplatser ? Ange timmar.									
Hur länge har Du vistats inomhus i andra lokaler (t ex affärer, restauranter, nöjeslokaler etc.)? Ange timmar eller minuter.									
Övrig tid utomhus									
Hur länge har Du vistats utomhus på arbetsplatser (andra än i trafiken – se fråga 1)? Ange timmar.									
Hur länge har Du vistats utomhus annat än i trafik eller på arbetsplatser (t ex på gårdar, i natur o s v)? Ange timmar eller minuter.									
Summa (ska vara 24 timmar)									

Har Du under dygnet täckt över provtagarna p.g.a. väder? Om ja, hur lång tid i minuter.							
Har Du vistats i ett rum där rökning förekom? Om Ja, hur lång tid sammanlagt. Ange timmar eller minuter							
Har du utfört någon speciell aktivitet under veckan där du tror dig ha utsatts för extra mycket föroreningar (målat, svetsat, lackerat etc)	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>
Har Du vistats i bostaden (egen eller annans) samtidigt som det eldats med ved/pellets? Om ja, hur länge	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>ti m mi n	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>ti m mi n	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>ti m mi n	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>ti m m in	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>ti m mi n	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>ti m mi n	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>ti m m in
Har Du tankat bensin (ej diesel) under dygnet?	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>
Har Du hanterat bensin vid andra tillfällen än tankning av bil?	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>
Har Du haft sovrumsfönstret öppet eller på glänt under natten?	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>
Annan adress under dygnet? Om ja, ange vilken på baksidan.	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>	Ja <input type="checkbox"/> Nej <input type="checkbox"/>

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 3. Enkät

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/pellets panna 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? _____

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?

a) trafikbuller Ja, ofta (varje vecka) Ja, ibland Nej, aldrig

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:

_____, _____, _____ Våningsplan _____
gata nr postnr kommun

Adress:

_____, _____, _____ Våningsplan _____
gata nr postnr kommun

Vid frågor kontakta:

Annika Hagenbjörk-Gustafsson, Yrkes-och miljömedicin, Umeå universitet

Telefon: 090-785 37 82, mobil: 070-671 59 55 e-post: annika.hagenbjork@envmed.umu.se

Lars Modig, Yrkes-och miljömedicin, Umeå universitet

Telefon: 090-785 23 79 e-post: lars.modig@envmed.umu.se

Bertil Forsberg, Enhetschef, Yrkes-och miljömedicin, Umeå universitet

e-post: bertil.forsberg@envmed.umu.se

Bilaga 4. Stationära mätningar (bakgrundsmätningar)

	Gatunivå			Urban bakgrund		
	Median µg/m ³	Medel µg/m ³	Min-Max µg/m ³	Median µg/m ³	Medel µg/m ³	Min-Max µg/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	4,5(H)	4,81 (H)	3,9-7,0 (H)	1,4	1,7	1,2-2,4
	1,2 (J)	1,3 (J)	0,8-1,9 (J)			
Malmö 2003	1,95	2,15	1,80-2,99	0,98	1,14	0,90-1,72
Lindesberg 2005	0,4	0,8	0,3-2,1	0,4	0,7	0,2-1,8
Göteborg 2006				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	1,2	0,9-1,4	0,6	0,7	0,4-1,1
Stockholm 2009	1,4	1,5	0,9-2,0	0,7	0,7	0,4-1,6
Lindesberg 2010	0,7	0,7	0,5-0,9	0,5	0,5	0,2-0,8
Göteborg 2012				0,7	0,7	0,2-1,4
Umeå 2013	1,2	1,1	0,3-1,5	1,1	1,6	0,7-3,3
1,3-Butadien						
Umeå 2001	0,4	0,35	0,03-0,6	0,14	0,12	0,01-0,2
Sthlm 2002	0,41 (H)	0,39 (H)	0,19-0,52 (H)	0,07	0,08	0,05-0,12
	0,036 (J)	0,04 (J)	0,02-0,07 (J)			
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				<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
Stockholm 2009	0,2	0,18	0,04-0,25	0,08	0,09	0,02-0,16
Lindesberg 2010	0,06	0,054	0,03-0,08	0,04	0,04	0,02-0,07
Göteborg 2012				0,05	0,07	<0,03-0,1
Umeå 2013	0,05	0,05	0,02-0,09	0,08	0,08	0,02-0,14
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	3,2 (H)	3,5 (H)	2,3-5,5 (H)	2,5	2,3	1,5-3,0
	1,8 (J)	1,8 (J)	1,5-2,2 (J)			
Malmö 2003	3,0	2,8	2,0-3,0	3,0	2,6	2,0-3,0
Lindesberg 2005	3	2,6	2,6-3	2,0	2,2	1,0-3,0
Göteborg 2006				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	3,1	3,0	1,7-5,1	3,4	2,3	0,7-4,5
Stockholm 2009	2,8	5,4	1,9-25	2,0	-	0,6-3,9
Lindesberg 2010	1,0	1,4	1-1	1	1,4	1,0-2,0
Göteborg 2012				1,6	1,7	0,7-2,7
Umeå 2013	3,0	3,0	2,6-3,4	2,6	2,7	2,5-3,0
Kvävedioxid (NO₂)						
Göteborg 2000	21		19-24	20		17-22
Umeå 2001	55	53	35-72	28	26	16-41
Stockholm 2002	71 (H)	74 (H)	52-106 (H)	21	24	16-41
	10 (J)	10 (J)	5-18 (J)			

Malmö 2003	41,5	42,1	33,8-48,7	24,5	26,0	22,4-29,5
Lindesberg 2005	10,0	1,00	7,0-13,0	7,0	6,5	4,0-8,0
Göteborg 2006				19,0	19,0	16,0-23,0
Umeå 2007	43,0	44,0	24,0-70,0	20,0	21,0	9,1-39,0
Malmö 2008	28,0	28,0	19,0-36,0	19,0	19,0	10,0-25,0
Stockholm 2009	45,0	45,0	24,6-57,4	13,0	14,0	7,6-22,3
Lindesberg 2010	8,0	7,0	4,2-10,3	5,0	5,0	3,0-7,0
Göteborg 2012				28,0	31,0	25,0-42,0
Umeå 2013	44,0	46,0	35,0-55,0	21,0	21,0	17,0-23,0
B(a)P ng/m³						
Umeå 2001	0,3	0,29	0,06-0,49	0,07	0,1	0,02-0,3
Stockholm 2002	0,28 (H) 0,08 (J)	0,31 (H) 0,15 (J)	0,18-0,55 (H) 0,03-0,41 (J)	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
B(a)P i PM_{2,5} ng/m³						
Lindesberg 2005	0,29	0,29	0,08-0,48	0,31	0,3	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	0,005-0,31
Stockholm 2009				0,056	0,111	0,013-0,321
Lindesberg 2010	0,16	0,14	0,02-0,29	0,074	0,081	0,015-0,14
Göteborg 2012				0,05	0,1	0,01-0,36
Umeå 2013				0,06	0,09	0,03-0,27
PM_{2,5}						
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
Stockholm 2009				4,2	5,2	1,5-9,7
Lindesberg 2010	3,5	2,4	2,5-5,0	2,4	2,9	1,9-4,7
Göteborg 2012				4,0	6,0	1,8-15,0
Umeå 2013				3,6	3,4	2,2-5,5

H = Hornsgatan (Sthlm centrum)

J = Jägmästarvägen (10 km från centrum)

Bilaga 5. Personburna mätningar

	Median ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Medel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Min-Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
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	0,8-14,4
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	1,3	0,5-4,5
Stockholm 2009	1,3	2,5	0,7-41,0
Lindesberg 2010	1,6	3,7	0,8-52,0
Göteborg 2012	0,7	0,9	<0,1-4,0
Umeå 2013	1,4	1,8	0,2-17
Butadien			
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	0,4	0,7	0,06-4,3
Stockholm 2009	0,25	0,45	0,08-2,3
Lindesberg 2010	0,38	0,72	0,06-6,0
Göteborg 2012	0,3	0,6	<0,03-2,7
Umeå 2013	0,2	0,4	0,02-1,4
Formaldehyd			
Göteborg 2000	19	25	9-77
Umeå 2001	15	22	6-82
Stockholm 2002	12	13	6-25
Malmö 2003	16	16,3	7-33
Lindesberg 2005	27	27	7-64
Göteborg 2006	21	23	11-46
Umeå 2007	16	18	7-33
Malmö 2008	11	15	4,0-68,0
Stockholm 2009	10,0	11,0	1,1-30,0
Lindesberg 2010	20,0	22,0	8,0-47,0
Göteborg 2012	19,0	19,0	6,0-34,0
Umeå 2013	12	16	6,9-46
Kvävedioxid (NO₂)			
Umeå 2001	8,0	9,6	3-21
Stockholm 2002	17	18	7-32
Malmö 2003	13,4	15,5	0,1-49,3
Lindesberg 2005	5	8	1-45
Umeå 2007	11	10	6-33
Malmö 2008	15,0	15,0	3,0-28,0
Stockholm 2009	15,0	15,0	3,6-44,0
Lindesberg 2010	8,1	9,2	2,1-26,0
Göteborg 2012	13,0	14,0	6,0-29,0
Umeå 2013	12	13	5,2-28

B(a)P ng/m³			
Göteborg 2000	0,07	0,09	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
B(a)P i PM_{2,5} från vardagsrum (ng/m³)			
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
Stockholm 2009	0,025	0,043	0,009-0,215
Lindesberg 2010	0,017	0,076	0,004-0,85
Göteborg 2012	0,01	0,02	<0,0003-0,1
Umeå 2013	0,017	0,054	<0,0028-0,38
PM_{2,5} från vardagsrum			
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	2,0-12,0
Stockholm 2009	7,1	7,7	2,3-18,0
Lindesberg 2010	8,8	14,0	3,0-75,0
Göteborg 2012	7,2	7,9	2,3-23,0
Umeå 2013	4,0	6,1	<1,0-25