

**Hälsorelaterad miljöövervakning
Cancerframkallande ämnen i tätortsluft**

**Personlig exponering och bakgrundsmätning
Stockholm 2015**

**Ilia Sagán
Mare Löhmus Sundström**

**Institutet för miljömedicin, IMM
Karolinska Institutet**

Innehåll

Sammanfattning	2
Exponering för cancerframkallande ämnen i tätortsluft.....	4
Studiedesign	5
Statistik och databearbetning	5
Mätmetoder och analyser	5
Bensen och 1,3-butadien	5
Formaldehyd	6
Kvävedioxid (NO ₂) samt Kväveoxid (NO _x)	6
Stationära inomhusmätningar av PM _{2,5} samt PAH.....	6
Stationära utomhusmätningar	7
Meteorologi.....	7
Studiedeltagarna	8
Mätresultat	13
Bensen	13
1,3-butadien	16
Formaldehyd	19
Kvävedioxid (NO ₂) samt Kväveoxid (NO _x).....	22
Partiklar (PM _{2,5})	25
Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)	27
Tidstrender	30
Diskussion	32
Tack!	34
Bilaga 1. Rekryteringsbrev	35
Bilaga 2. Informationsbrev	36
Bilaga 3. Provtagningsinstruktioner	38
Bilaga 4. Allmänna frågor	39
Bilaga 5. Dagbok	41
Bilaga 6. Historik (stationära bakgrundsmätningar)	42
Bilaga 7. Historik (personburna mätningar)	44

Sammanfattning

Cancerframkallande ämnen i tätortsluft är en studie som utförs på uppdrag av Naturvårdsverket. Projektet utförs i fem städer i Sverige (Stockholm, Göteborg, Malmö, Umeå och Lindesberg) och återkommer till samma stad ungefär vart femte år. Studien genomfördes första gången i Stockholm 2002, andra gången 2009 och nu senast hösten 2015. Syftet med projektet är att kartlägga allmänbefolkningens exponering för utvalda luftburna cancerframkallande ämnen, såsom: bensen, 1,3-butadien, formaldehyd, kvävedioxid (NO_2), kväveoxid (NO_x) samt $\text{PM}_{2,5}$ och ett antal polycykliska aromatiska kolväten (PAH:er). Resultaten används främst för att utvärdera miljökvalitetsmålet "Frisk Luft" och som underlag för en förbättrad riskvärdering hos allmänbefolkningen. Kemikalier vars utbredning undersöktes i studien är vanliga i tätortsluft och kan i höga koncentrationer ge upphov till olika symptom i luftvägar, ögon och slemhinnor, samt öka förekomsten av hjärt- och kärlsjukdom och antalet cancerfall.

40 slumpvis utvalda stockholmsbor i åldrarna 20-50 rekryterades för årets undersökning. Samtliga försökspersoner bar på personliga provtagare för respektive ämnen under en veckas tid. Hälften av dessa gjorde även en upprepad mätning, bortsett från formaldehyd. Tjugo av deltagarna samtyckte även till mätningar av $\text{PM}_{2,5}$ (partiklar med aerodynamisk diameter $\leq 2,5\mu\text{m}$) och polycykliska aromatiska kolväten (PAH:er) i deras vardagsrum under 48 timmar. Parallellt med dessa mätningar genomfördes även stationära mätningar av samma ämnen i den urbana utomhusluften. Detta gjordes vid två referensplatser, Wollmar Yxkullsgatan, Capio Maria (taknivå) och Hornsgatan (gatunivå).

Deltagarfrekvensen var 25 % och medelåldern för deltagarna 38,5 år. Fördelningen mellan könen var 37,5/62,5 (15 män och 25 kvinnor). Medianhalten som uppmättes av de personburna mätarna var för bensen $0,9\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$, vilket är lägre än miljökvalitetsmålet ($1\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$). Det motsvarande värdet för 1,3-butadien var $0,3\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$, vilket är högre än miljökvalitetsmålet ($0,2\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$). Jämfört med den senaste mätning i Stockholm 2009 har medelvärden, som uppmättes av de personburna mätarna, för bensen blivit lägre medan halterna av 1,3-butadien blivit något högre. Dock ligger bakgrundshalterna för bensen oförändrade sedan senaste mätning i Stockholm medan halterna för 1,3-butadien har ökat något.

Medianhalten för den personliga exponeringen för formaldehyd var $15\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$, vilket ligger något högre än miljökvalitetsmålets årsmedelvärde och är dessutom en ökning med $5\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ sedan senaste mätningen i Stockholm 2009. Jämfört med mätomgången från 2002 låg bakgrundshalter av formaldehyd vid referensplatserna på en högre nivå under 2015, men när det gäller gatunivå (Hornsgatan) så ligger halterna lägre under 2015 jämfört med mätomgångarna från 2002 och 2009.

Medianhalter för kvävedioxid och kväveoxid var $16\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ respektive $45,4\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$. Halterna av kvävedioxid ligger därmed under både miljökvalitetsnormen och miljökvalitetsmålen. Trendmässigt kan man se en liten ökning i kvävedioxidhalterna i den urbana bakgrunden sedan senaste mätomgången i Stockholm (2009). Även medianhalter för den personliga exponeringen för kvävedioxid ökade från $15\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2009) till $16\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Medianhalten för PM_{2,5} i deltagarnas vardagsrum var 5,8 µg/m³ för 48 timmar vilket är under miljö kvalitetsmålet (10 µg/m³). De urbana bakgrundshalterna av partiklar ligger på ett medianvärde på 4,7 µg/m³ för två dygn (48 timmar) vilket också är lägre än miljö kvalitetsmålet. PM_{2,5} filtren från vardagsrumsmätningarna och de stationära mätningarna analyserades även på sitt innehåll av nio polycykliska kolväten. Bens(a)pyren användes som ett indikatorvärde av dessa och halterna inomhus ligger under rådande gräns- och riktvärden och betydligt lägre än motsvarande halter utomhus vid samma tillfälle.

Exponering för cancerframkallande ämnen i tätortsluft

Den nationella hälsorelaterade miljöövervakningen (HÄMI) syftar till att säkerställa att luftkvaliteten skyddar människors hälsa och miljö och därmed följer luftkvalitetsförordningen (2010:477). Mätningarna är också viktiga för att kunna utvärdera miljökvalitetsmålet *Frisk luft* och ge underlag till en förbättrad riskvärdering av allmänbefolkningens exponering. Projektet *Cancerframkallande ämnen i tätortsluft* finansieras av Naturvårdsverket och är ett delprogram inom programområdet för hälsorelaterad miljöövervakning.

Syftet med undersökningen är att:

- Beskriva allmänbefolkningens exponering för några väsentliga cancerframkallande luftföroreningar, dels med avseende genomsnittlig exponering och dels avseende variation i exponering mellan och inom individer.
- Ge underlag för förbättrad riskvärdering för allmänbefolkningen.
- Försöka kvantifiera betydelsen av rökvanor, trafiksituation och andra potentiella källor.
- Jämföra personlig exponering med halter utomhus i urban bakgrundsluft.

Idag utförs regelbundna stationära mätningar av vissa cancerframkallande ämnen i Sverige. Dessa mätningar sker för det mesta i tak- eller gatunivå och för att kunna bedöma hur väl dessa mätningar överensstämmer med befolkningens faktiska personliga exponering krävs personburna mätningar. I Naturvårdsverkets program för HÄMI ingår därför dels stationära mätningar och dels personburna mätningar av vissa cancerframkallande ämnen i tätortsluften.

Projektet genomförs årligen enligt ett rullande schema i en av de fem svenska städerna; Göteborg, Umeå, Stockholm, Malmö eller Lindesberg. 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 vid fasta mätpunkter utomhus för att undersöka hur de personburna halterna förhåller sig till halter uppmätta vid stadens mätstationer. Projektet startade i Göteborg 2000, och har hittills genomförts i Umeå 2001, Stockholm 2002, Malmö 2003, Lindesberg 2005, Göteborg 2006, Umeå 2007, Malmö 2008, Stockholm 2009, Lindesberg 2010, Göteborg 2012, Umeå 2013, Malmö 2014 och Stockholm 2015.

De ämnen som ingår i studien är 1,3-butadien, bensen, formaldehyd, kvävedioxid (NO₂), kväveoxid (NO_x) samt PM_{2.5} och ett antal polycykliska aromatiska kolväten (PAH).

Studiedesign

För att undersöka allmänbefolkningens exponering genomfördes mätningar på ett slumpvist urval av 40 personer i arbetsför ålder under en veckas tid. Upprepade mätningar (en extra mätvecka vid ett senare tillfälle) gjordes sedan på hälften av försökspersonerna avseende bensen, butadien samt kvävedioxid (formaldehydexponeringen mäts enbart i den första mätomgången då individvariationen av denna har visat sig vara mycket låg). Hos hälften av studiedeltagarna mättes även halterna av PM_{2.5} (partiklar med en aerodynamisk diameter av $\leq 2,5 \mu\text{m}$) och PAH (polycykliska aromatiska kolväten) i deras vardagsrum med hjälp av en pump under 48 timmar. Parallellt med dessa mätningar registrerades även bakgrundshalter av motsvarande ämnen i staden på två referensplatser. Den ena platsen var Hornsgatan (gatunivå) och den andra var Wollmar Yxkullsgatan (taknivå). Detta gjordes med hjälp av två stationära pumpar på respektive platser (pumpen på Hornsgatan tillhörde Stockholm Stad). Mätningarna pågick under 10 veckor på hösten 2015 (vecka 40-50).

Statistik och databearbetning

Statistikprogrammet Stata version 13 användes för samtliga dataanalyser. Rapporten presenterar följande statistiska värden för alla undersökta kemikalier: median, aritmetiskt medelvärde, standardavvikelse samt min- och maxvärden. För att studera samband mellan variabler har Spearmans rang-korrelations koefficient använts (r_s). För jämförelser mellan grupper användes Wilcoxons rangsumtest. Ett p-värde <0.05 anses vara statistiskt signifikant. Inom- och mellanindividsvariationen analyserades med one way ANOVA på logaritmerad data. Resultaten från dessa analyser redovisas i procent (%).

Mätmetoder och analyser

Individer som gav sitt samtycke till att delta i studien kontaktades via telefon eller e-post, och tider för avlämning och upphämtning av provtagarna och, i hälften av fallen, pumpar för inomhusmätning, bokades in. Mötena planerades i möjligaste mån att ske på morgonen i början av veckorna men detta varierade beroende på deltagarnas möjligheter och önskemål. I samband med dessa möten instruerades individerna om hur provtagningen skulle gå till. Deltagarna fick dessa instruktioner även skriftligen (bilaga 3). Utöver detta bads deltagarna även fylla i ett frågeformulär med allmänna frågor om yrke, bostad, arbetstider etc. (bilaga 4) samt ett dagboksformulär för mätperioden (bilaga 5). Provtagarna samlades in en vecka senare. Den personburna provtagningsutrustningen bestod av tre diffusionsmätare för: bensen/butadien, formaldehyd samt NO_x/NO₂ under mätomgång 1, och av två mätare under mätomgång 2 (eftersom formaldehyd inte mättes). Diffusionsmätarna bars i ett snöre kring halsen i enlighet med instruktionerna i bilaga 3.

Bensen och 1,3-butadien

Perkin Elmer-rör (Adsorbent: Carboxpack X 60/80 mesh) användes vid mätning av bensen och 1,2-butadien. Rören är förslutna med muttrar i båda ändarna och provtagningen startas genom att en av muttrarna skruvas av och ersätts med en "diffusion cap". Vid avslutad provtagning ersätts "diffusion cap" återigen med en mutter vilken försluter röret. Proverna förvarades i rumstemperatur både före och efter provtagningen.

Analyserna genomfördes av det miljökemiska laboratoriet vid Arbets- och miljömedicin i Göteborg genom automatisk termisk desorption (ATD) kopplad till gaskromatograf med masspektrometer (MS). Upptagsfaktorn var 0,59 ml/min för bensen och 0,56 ml/min för 1,3-butadien. Detektionsgränsen för bensen och 1,3-butadien är 0,10 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ respektive 0,03 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ vid veckomätningar (7 dygn).

Kvalitetskontrollprover (QC) med två certifierade nivåer (10 och 100 ng) analyserades parallellt med proverna. Resultaten för QC proverna ansågs acceptabla om de inte avvek mer än 15 % från de certifierade resultaten för bensen. Blankprover analyserades också samtidigt med övriga prover. Små mängder av 1,3-butadien och bensen hittades i dessa blankprover. Alla resultat är korrigerade mot blanknivåerna.

Formaldehyd

Formaldehyd mättes med diffusionsprovtagare (UMEx 100, SKC). Provtagaren är försedd med två filter impregnerade med 2,4-dinitrofenylhydrazin (DNPH) varav det ena fungerar som blankfilter. Provtagningen startar genom att ett skydd skjuts över till blanksidan varvid det impregnerade filtret kommer i kontakt med luften via små hål i plattan. Provtagningen avslutas med att skyddet skjuts tillbaka igen. Proverna förvarades i kylskåp före- samt efter provtagning.

Analysen genomfördes 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 0,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Kvävedioxid (NO₂) samt Kväveoxid (NO_x)

NO₂ och NO_x mättes med diffusionsprovtagare (Ogawa) vilken består av ett 3 cm långt dubbelsidigt cylindriskt provtagarhus med en diameter på 2 cm. Ett provtagningsfilter placeras mellan två nät av rostfritt stål på vardera sidan. Detta möjliggör mätning av NO₂ och NO_x samtidigt men med olika typ av filter. För båda mätningarna används ett trietanolaminimpregnerat filter men för NO_x är detta även impregnerat med ett oxiderande ämne (PTIO) som oxiderar NO till NO₂ på filtret. I båda fallen reagerar NO₂ med trietanolamin på filtret under bildning av nitrit. Provtagningen startades genom att provtagaren togs ur en försluten zip-påse och avslutades genom att den stoppades tillbaka i denna och förslöts igen. Proverna förvarades i kylskåp före- samt efter provtagning.

Efter provtagning eluerades NO₂- respektive NO_x-filtren i 5 ml Milli-Q-vatten och analyserades i ett jonkromatografisystem med avseende på nitrit. Analyserna utfördes av Yrkes- och miljömedicin vid 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 var 0,081 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ för sju dygns mätning.

Stationära inomhusmätningar av PM_{2,5} samt PAH

Partiklar och PAH:er mättes stationärt inomhus under 48 timmar i 20 deltagares vardagsrum under mätperioden. Mätningen skedde genom pumpad provtagning där pump (BGI 400, BGI Inc., Waltham, MA, USA) och cyklon (GK 2.05, KTL) placerades på bord eller dylikt mellan 1-1,5 meter över golvet. Pumpens flöde var 4 liter/min och partiklarna samlades upp på ett teflonfilter (Pall Teflo, 37 mm, 2 μm porstorlek) vilket sedan analyserades vid det

miljökemiska laboratoriet vid Arbets- och miljömedicin i Göteborg avseende massa av PM_{2,5} samt PAH-innehåll.

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 0,49–5,3 pg/m³.

Stationära utomhusmätningar

Stationära utomhusmätningar genomfördes vid två referensplatser. En plats motsvarade urban bakgrund och en plats vid en högt trafikbelastad väg. Som referensplats för urban bakgrund valdes hustaket på Wollmar Yxkullsgatan 25 (Capio Maria) och som referensplats för trafikerad gata valdes Hornsgatan 106. Båda platser används av Stockholms stads miljöförvaltning för mätning av luftföroreningar. På referensplatserna hängdes det upp passiva mätare för 1,3-butadien, bensen, formaldehyd samt kväveoxider och kvävedioxid (som deltagarna tilldelats för personlig mätning). Mätningen på referensplatserna startades och avslutades samma dag som de pågående mätveckorna för deltagarna.

Parallellt med de passiva provtagarna på taket på Wollmar Yxkullsgatan 25 (Capio Maria) placerades även en impaktor (PQ 100 Basel PM2.5, EPA, WINS, BGI) och pump (BGI Inc., Waltham, MA, USA) som tillhandahölls från Arbets- och miljömedicin i Göteborg. Pumpen ställdes in med timer och gick samtidigt under de två dygn då de stationära mätningarna pågick inomhus. Pumpens luftflöde var satt på 16,7 l/min och partiklarna samlades upp på teflonfilter (Pall Teflo, 47 mm, 2 µm porstorlek). Massan av PM_{2,5} bestämdes gravimetriskt (Mettler ToledoMX5) vid miljökemiska laboratoriet vid Arbets- och miljömedicin i Göteborg. Detektionsgränsen var 0,15 µg/m³ vid 48 timmars mätning (ISO/CD 15767). Detektionsgränsen för de olika PAH-komponenterna varierade och låg mellan 0,12–1,2 pg/m³.

Meteorologi

Mätningarna pågick under 10 veckor mellan den 29 september – 11 december (vecka 40-50). Medeltemperaturen för perioden var 6,7 °C, vindhastigheten 3,6 m/s, luftfuktigheten 81,5% och den genomsnittliga vindriktningen 218°. För meteorologisk data för respektive mätvecka se tabell 1.

Mätvecka	Temperatur [°C]	Vindhastighet [m/s]	Vindriktning [°]	Luftfuktighet [%]
1. [29/9-6/10]	11,4	3,6	220,0	75,2
2. [7/10-14/10]	7,5	2,0	130,9	69,7
3. [15/10-22/10]	8,2	2,5	156,7	85,8
4. [23/10-30/10]	7,7	3,3	198,4	73,3
5. [2/11-9/11]	8,6	3,8	233,3	89,9
6. [10/11-17/11]	5,7	3,6	255,4	89,3
7. [18/11-25/11]	0,5	3,4	245,2	85,8
8. [26/11-3/12]	3,9	5,0	258,9	84,1
9. [4/12-11/12]	6,6	5,8	255,4	79,2

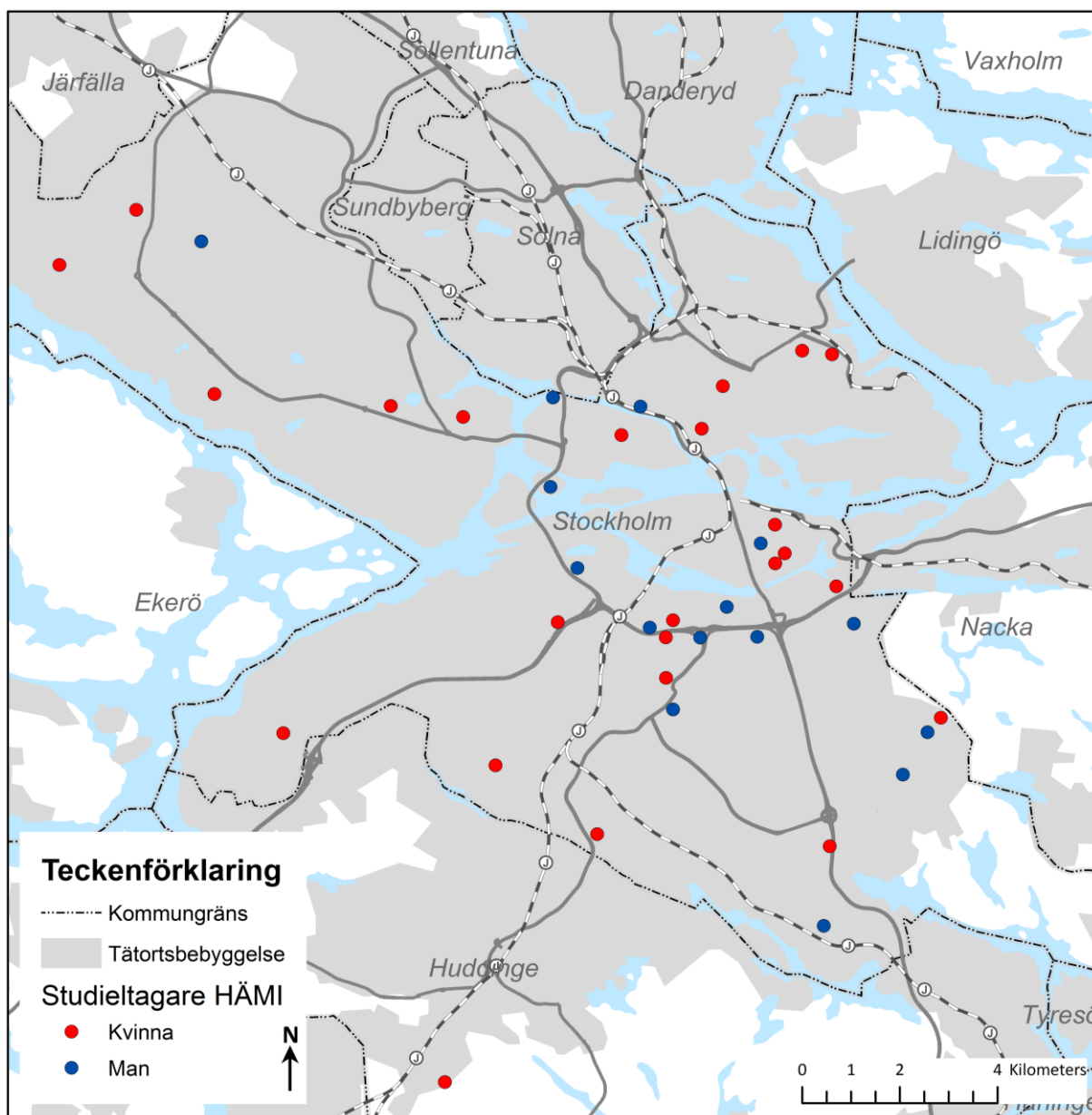
Tabell 1: Meteorologisk data för Stockholm stad under mätveckorna

Studiedeltagarna

Rekrytering av deltagare påbörjades i juni 2014 genom att 600 personer slumpades fram ur SPAR (Statens personadressregister). Urvalet bestod av personer mellan 20 och 50 år, folkbokförda i Stockholms stad. För studiens genomförande krävdes totalt 40 deltagare varav 20 personer kunde välja att delta två mätveckor. 158 av dessa 600 individer kontaktades genom ett informationsbrev och en skriftlig förfrågan om att delta i studien (bilaga 1). 40 individer (25 %) var villiga att delta i studien och 35 av dem var dessutom villiga att delta i en andra omgång.

Medelåldern av våra försökspersoner var 38,5 år och gruppen bestod av 15 män och 25 kvinnor. En liten del av icke-rökarna kom i kontakt med rökare under sina mätomgångar. Tiden dessa personer utsatts för passiv rökning under sina respektive mätveckor låg mellan 15 minuter och 2 timmar (median: 45 minuter).

Deltagarna var relativt jämt fördelade över staden. Tolv deltagare bodde i innerstaden medan 26 utanför (se figur 1, karta). Två deltagare flyttade utanför Stockholms stad (Solna stad och Huddinge kommun) precis när mätningarna skulle påbörjas. Vi har valt att ta med dessa personer trots detta, eftersom båda områden gränsar till Stockholm Stad och är högst urbaniserade. Större andelen av deltagarna bodde i lägenhet (34 stycken) resterande deltagarna (6) bodde i villa eller radhus/parhus (se tabell 2, jämförelse kön). Den vanligaste typen av uppvärmningskälla i bostaden var fjärrvärme, vilket angavs av 26 personer (65 %). Tre deltagare (7,5 %) bodde i bostäder med bergvärme som uppvärmningskälla. En deltagare bodde i en bostad med kombination av oljepanna/elpanna som uppvärmningskälla och nio deltagare (22,5 %) var ovetande om uppvärmningskällan. Tre deltagare (7,5 %) hade gasspis hemma och fem av deltagarna (12,5 %) angav att de bodde i bostad med inbyggt garage (två som använde det).



Figur 1 Geografisk fördelning av HÄMI-deltagarnas bostäder, Stockholm 2015

Bakgrund	Män	Kvinnor
Antal	15	25
Deltog i upprepade mätningar	6	14
Medelålder	39	38
Rökning/Snusning		
Rökare	3	0
Snusare	4	1
Boende		
Lägenhet	15	19
Radhus/parhus		2
Villa		4
Byggår		
-1920	1	1
1920-1940	6	2
1940-1960	7	5
1960-1980	3	2
1980-	4	9
Gasspis		
Har gasspis hemma	3	0
Sysselsättning		
Aktiva i arbetslivet	13	19
Studerar	1	4
Föräldraledig	0	2
Ej uppgivit	1	0
Pendling		
Pendling utanför Stockholm	6	9
Färdmedel		
Gång	1	4
Cykel	4	5
Buss/Tunnelbana	4	9
Bil	5	5
Tåg	0	0
Ej uppgivit	1	2
Exponering för motoravgaser eller lösningsmedel		
På arbetsplatsen	3	5
På fritiden	6	7

Tabell 2. Fördelning (uppdelat på kön) av deltagare avseende boende förhållande, pendlingsmedel och exponeringsförhållanden.

Totalt 16 (40 %) deltagare uppgav att de var exponerade för motoravgaser eller lösningsmedel på jobbet eller fritiden (fem individer var exponerade både på arbetet och på fritiden). Bland dessa individer återfanns yrkesgrupperna: kock, målare, busschaufför, lagerarbetare, barnmorska och fritidspedagog. Se tabell 2 för fördelning av män och kvinnor i de olika kategorierna.

Flertalet av deltagarna var aktiva i arbetslivet (32 stycken), två var föräldralediga, fem studerade och en som inte uppgivit någon sysselsättning.

Femton deltagare (37,5 %) uppgav att de pendlade till arbete/skola utanför Stockholms stadsgränser. De vanligaste färdmedlen till och från arbete eller studieplats var kollektivtrafiken, med buss eller tunnelbana (32,5 %), och näst vanligast var att åka bil (25 %). Nio deltagare brukade cykla till och från arbete medan 5 brukade gå. Tre deltagare lämnade inget svar eller hade inget arbete eller utbildning att åka till.

Andel av tiden som studiedeltagarna tillbringat i olika miljöer återfinns i tabell 3 och är en sammanställning av de uppgifter som studiedeltagarna angett i dagboken för mätveckan (se bilaga 2). Dagboken avser hela dygnet, d.v.s. såväl vaken tid som den tid man sover. Det förekom ibland att deltagarna angav ofullständiga/felaktiga uppskattningar av sin vistelsetid vilket resulterade i felaktig summering av antal timmar/dygn och vecka. För att ändå ge ett representativt värde anges den procentuella tiden av de värden de angav i tabell 3. För deltagarna i mätomgång 1 tillbringades större delen av tiden inomhus (88 %) och större delen av denna i bostaden, egen eller annans (median 67 %). Deltagarna vistades ca 17 % av veckan på arbetsplatser och 4 % inomhus i övriga lokaler (t ex affärer, restauranger etc.). Deltagarna vistades ca 6 % av mättiden i trafik (bil, buss, gående eller cyklande längs vägar), medan 1 % av mättiden tillbringades utomhus i naturen eller på innergårdar.

De 20 deltagarna i den upprepade mätomgången tillbringande en något större andel av tiden i bostäder (median: 68 %) och inomhus på arbetsplatser (21 %) jämfört med första omgångens mätning. För övriga miljöer skiljde sig de rapporterade tiderna inte nämnvärt åt jämfört med första omgångens mätningar (se tabell 3).

Drygt hälften av deltagarna (57,5 %) uppgav att de inte känt sig besvärade av trafikbuller de senaste tre månaderna medan 27,5 % sade sig vara besvärade ibland. Sex deltagare (15 %) uppgav att de ofta känt sig besvärade av trafikbuller. Mer än hälften av deltagarna (62,5 %) uppgav att de inte besvärats av bilavgaser under de tre senaste månaderna medan 12 deltagare (30 %) uppgav att de ibland besvärats och tre deltagare uppgav att de ofta kände sig besvärade av bilavgaser (7,5 %). Deltagarna tillfrågades även hur ofta, under vintertid, som de upplever luften i sitt bostadsområde som irriterande. Majoriteten av deltagarna (77,5 %) svarade att de aldrig upplevt luften i sitt bostadsområde som irriterande medan 20 % tyckte att luften kunde vara irriterande ibland. En person upplevde daglig irritation under vintern. Samma fråga ställdes angående luften i Stockholms centrala delar. Även här svarade majoriteten (65 %) att de aldrig upplevde luften som besvärande under vintertid, medan 30 % upplevde stadsluften periodvis som irriterande och två deltagare upplevde stadsluften som ständigt irriterande.

Mätomgång 1	Median (%)	Min-Max (%)
Inomhus i bostäder	67	48 - 90
Inomhus på arbetsplatser	17	0 - 34
Inomhus övrigt	4	0 - 17
I trafik	6	0 - 11
Utomhus på arbetsplatsen	0	0 - 27
Utomhus i naturen	1	0 - 12
Mätomgång 1	Median (%)	Min-Max (%)
Inomhus i bostäder	68	51 - 98
Inomhus på arbetsplatser	21	0 - 37
Inomhus övrigt	5	0 - 16
I trafik	5	0 - 1
Utomhus på arbetsplatsen	0	0 - 4
Utomhus i naturen	0	0 - 4

Tabell 3: Andel tid (i procent) som deltagarna tillbringade i olika miljöer.

Mätresultat

I stycket nedan följer mätresultaten från mätningarna i Stockholm hösten 2015. Totalt 60 personburna provtagningar av bensen, 1,3-butadien, formaldehyd, kväveoxider och kvävedioxid fördelat på 40 deltagare utfördes under nio mätveckor. Under den första mätveckan hade en deltagare (Id 19) betydligt högre halter av bensen, än resten av deltagarna (ej 1,3-butadien) och därför exkluderats från statistikberäkningarna och eventuella korrelationer för den första mätveckan för att ge en rättvis generell bild. Detsamma gäller Id 22 och Id 32, som haft utstickande värden för vissa ämnen under första mätveckan. Id 13 hade utstickande värden under andra mätveckan och är därmed också exkluderad.

Bensen

Bensen är ett ämne med cancerframkallande effekt på människor och klassificeras i grupp 1 av International Agency for Research on Cancer (IARC). Huvudsakliga källor till bensenexponering för allmänbefolkningen är bilavgaser och avdunstning från bensen, vedeldning och cigarettrök.

Miljökvalitetsnorm: Enligt regeringens luftkvalitetsförordning (SFS 2010:477) får bensen inte förekomma i utomhusluft med mer än i genomsnitt $\mu\text{g}/\text{m}^3$ luft (årsmedelvärde).

Miljökvalitetsmål: Enligt regeringens miljökvalitetsmål Frisk Luft anges att halten av bensen inte ska överstiga $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ luft (årsmedelvärde).

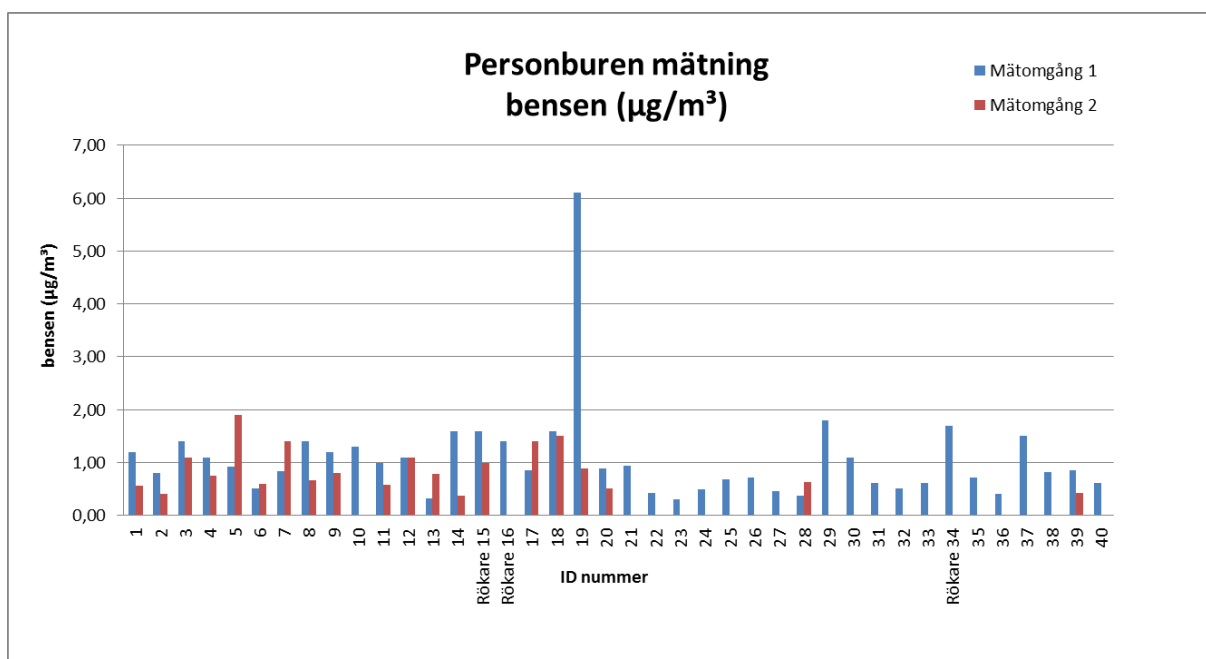
IMM: Rekommendationerna från Institutet för Miljömedicin vid Karolinska Institutet (IMM) är en lågrisknivå för bensen på $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ luft som långtidsmedelvärde avseende risken för cancer.

I tabell 4 och figur 2 redovisas resultaten av de personburna mätningarna av bensen. Medianexponeringen för samtliga 40 deltagare var $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ med en spridning mellan $0,04$ och $6,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En deltagare (Id 19) tangerade värdet för miljökvalitetsnormen. Medelvärdet var $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Deltagarnas medianexponering för bensen låg högre än medianhalterna uppmätta utomhus på Capio Mariataket ($0,44 \mu\text{g}/\text{m}^3$) men lägre än på Hornsgatan ($1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Bensen	N	Median ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Medel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SD	Min-Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Omgång 1	40	0,9	1,1	0,9	0,3 - 6,1
Icke rökare	37	0,9	1,0	0,9	0,3 - 6,1
Rökare	3	1,6	1,6	0,2	1,4 - 1,7
Individer med upprepade mätning					
Omgång 1	20	1,1	1,3	1,2	0,3 - 6,1
Omgång 2	20	0,8	0,9	0,4	0,4 - 1,9

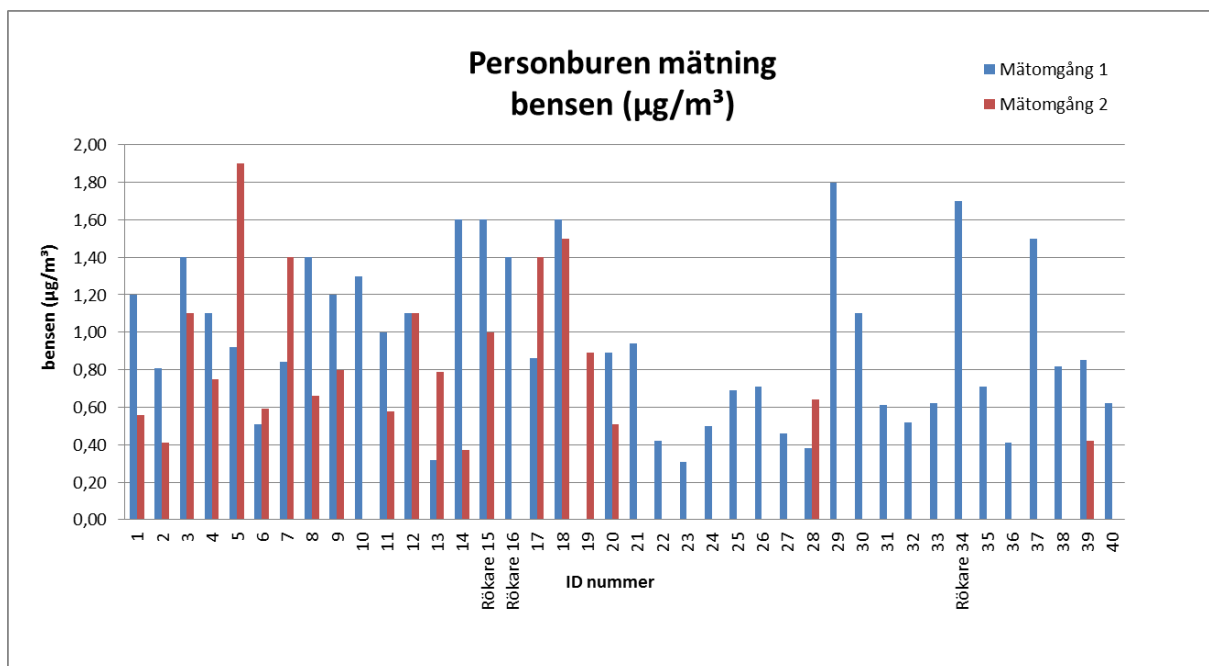
Tabell 4: Tabellen redovisar antal (n), median, medelvärde, standardavvikelse (SD) samt lägsta och högsta värde (min-max) för den personliga exponeringen för bensen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) i mätomgång ett och mätomgång två. Även halterna för rökare och icke-rökare.

Det fanns ingen korrelation mellan halten bensen uppmätt vid mätomgång 1 och halten uppmätt vid mätomgång 2, för de 20 individer som gjorde en upprepad mätning. Det fanns inte heller några signifikanta skillnader för de 16 individer vilka uppgivit att de blir exponerade för avgaser eller lösningsmedel i sitt arbete och/eller fritid jämfört med övriga deltagare i studien. Det fanns inte heller någon korrelation mellan den tid deltagarna tillbringat "ute i trafik" och deras bensenhalter. För de 40 deltagare som deltog i mätomgång 1 fanns en signifikant korrelation mellan halten bensen och 1,3-butadien ($r_s=0.58$, $p<0.001$) och halten bensen och kväveoxid ($r_s=0.34$, $p<0.028$). Män och kvinnor skilde sig inte åt med avseende på den personburna halten bensen. Av den totala variationen kunde 93 % förklaras av skillnader mellan individer, det vill säga 93 % av variabiliteten i exponeringen berodde på skillnader mellan olika individer och 7 % berodde på skillnader mellan olika mätveckor.



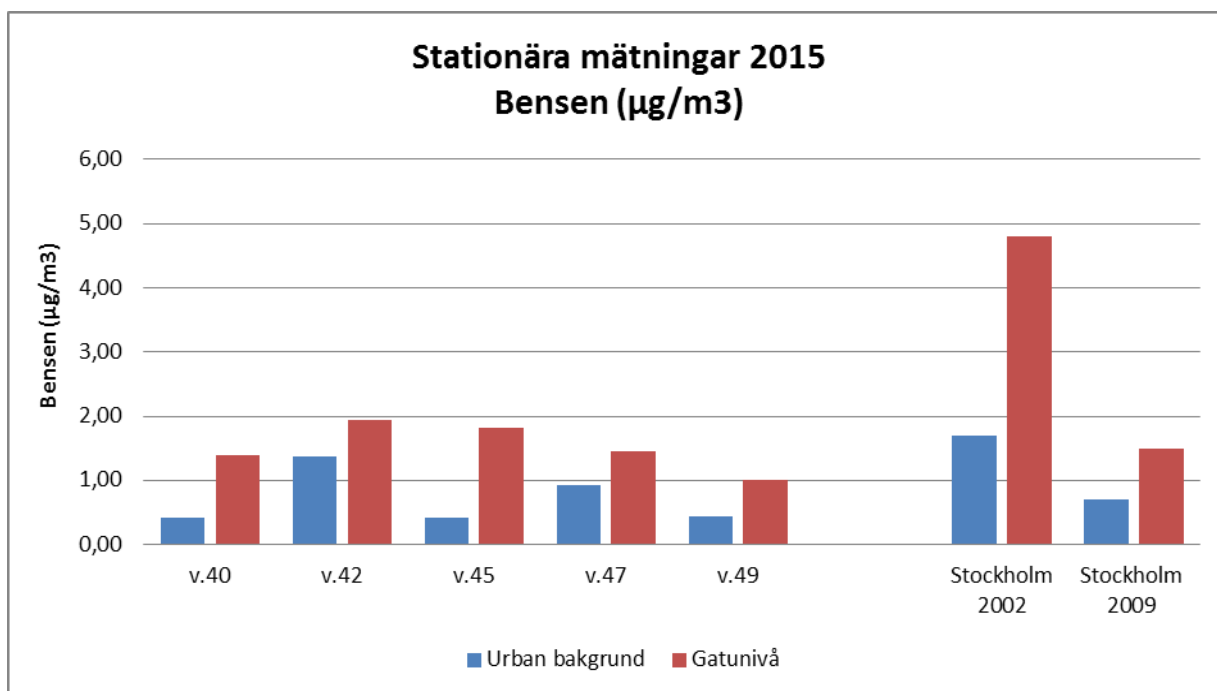
Figur 2: Diagrammet visar deltagarnas uppmätta halter av bensen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). De deltagare med två staplar är de som genomfört provtagning två mätveckor ($n=20$). Id 19 hade betydligt högre halter i första mätomgången som kunde förklaras med exponering på arbetsplatsen.

Deltagaren med Id 19 hade betydligt högre uppmätt halt av bensen än övriga deltagare under första mätveckan. Vid genomgång av enkät och dagbok framkom det att deltagaren arbetade som kock på en restaurang och grillade en hel del på arbetet. I figur 3 redovisas halterna för exklusive Id 19 (första mätveckan) för att ge en tydligare bild av dessa. Individerna med högst halter efter exkluderingen av individ 19 är individ 5 och 29. Vid genomgång av dessa individer kunde förklaringen till dessa halter vara att individerna blir exponerade för lösningsmedel och/eller motoravgaser på fritiden, vilket de har angett själva.



Figur 3: Resultat från den personburna mätningen av bensen, Stockholm 2015. Id 19 är exkluderad i figuren (första mätveckan) för att tydliggöra övriga deltagares halter. De deltagare med två staplar är de som genomfört provtagning två mätveckor (n=20). n=19.

I figur 4 visas mätresultat från de stationära mätningarna av bensen. Halterna av bensen i den urbana bakgrunden låg vid fem av fem mätveckor på gränsen eller över miljökvalitetsnormen (median: 0,44 µg/m³, medelvärde: 0,7 µg/m³, SD: 0,43 µg/m³, min-max: 0,42-1,38 µg/m³), se figur 4. Halterna av i bensen ligger i princip på samma nivå under 2015 som i mätomgången 2009.



Figur 4: Medelvärden för urban bakgrundsmätning (Catio Maria) och mätning på gatunivå (Hornsgatan) av bensen i Stockholm 2015 (veckovis) samt den allmänna tidstrenden för samtliga urbana bakgrunds- och gatunivåmätningar av bensen i Stockholm 2002 och 2009 (medelvärde för hela mätperioden).

1,3-butadien

IARC har klassificerat 1,3-butadien som cancerframkallande för människa (kategori 1).

1,3-Butadien används vid framställning av gummi och plaster och bildas vid förbränning av biomassa. Det förekommer även i bilavgaser och cigarettrök.

Miljökvalitetsnorm: Det saknas en miljökvalitetsnorm för 1,3-butadien.

Miljökvalitetsmål: Enligt regeringens miljökvalitetsmål Frisk Luft anges att halten av 1,3-butadien inte ska överstiga 0,2 µg/m³ luft (årsmedelvärde).

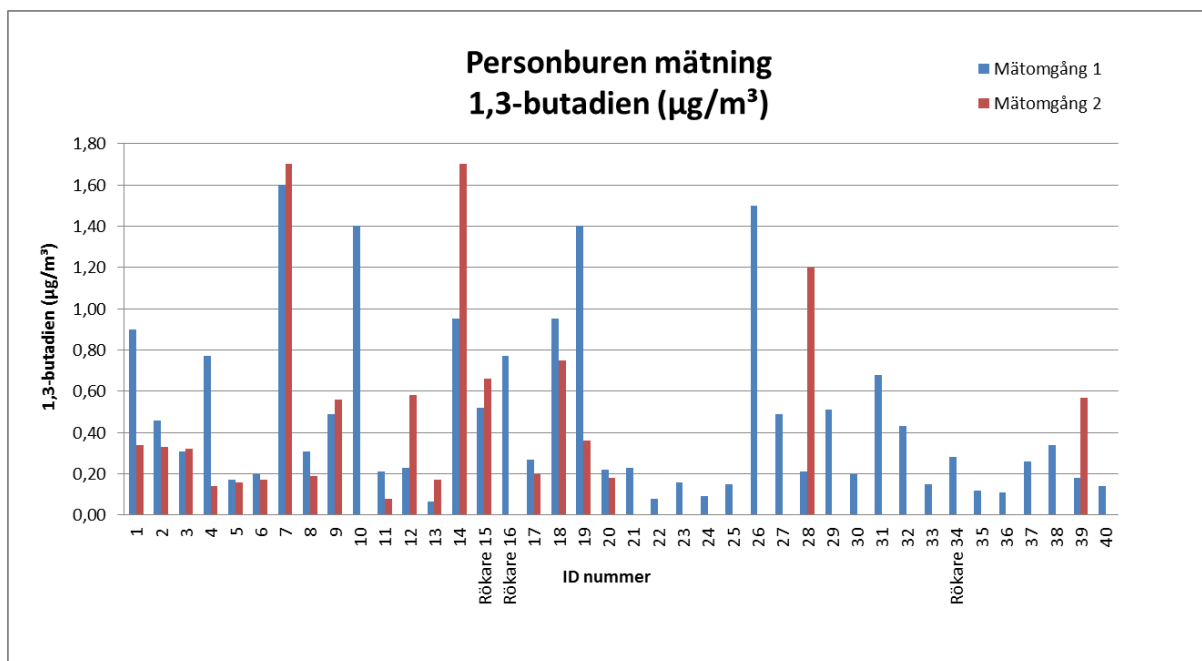
IMM: Rekommendationerna för 1,3-butadien är att långtidsmedelvärdet ska ligga mellan 0,2-10

I tabell 5 och figur 5 redovisas resultaten av de personburna mätningarna av 1,3-butadien. Både medel och medianhalterna av butadienexponering för deltagarna i båda mätomgångarna låg över årsmedelvärdet för miljökvalitetsmålet. Deltagarnas medianexponering för 1,3-butadien låg högre än medianhalterna uppmätta utomhus på Capio Mariataket (0,07 µg/m³) och på Hornsgatan (0,07 µg/m³).

1,3-butadien	N	Median (µg/m ³)	Medel (µg/m ³)	SD	Min-Max (µg/m ³)
Omgång 1	40	0,3	0,5	0,4	0,1 - 1,6
Icke rökare	37	0,3	0,5	0,4	0,1 - 1,6
Rökare	3	0,5	0,5	0,2	0,3 - 0,8
Individer med upprepad mätning					
Omgång 1	20	0,3	0,5	0,4	0,1 - 1,6
Omgång 2	20	0,3	0,5	0,5	0,1 - 1,7

Tabell 5: Tabellen redovisar antal (n), median, medelvärde, standardavvikelse (SD) samt lägsta och högsta värde (min-max) för den personliga exponeringen för 1,3-butadien (µg/m³) i mätomgång ett och mätomgång två. Även halterna för rökare och icke-rökare.

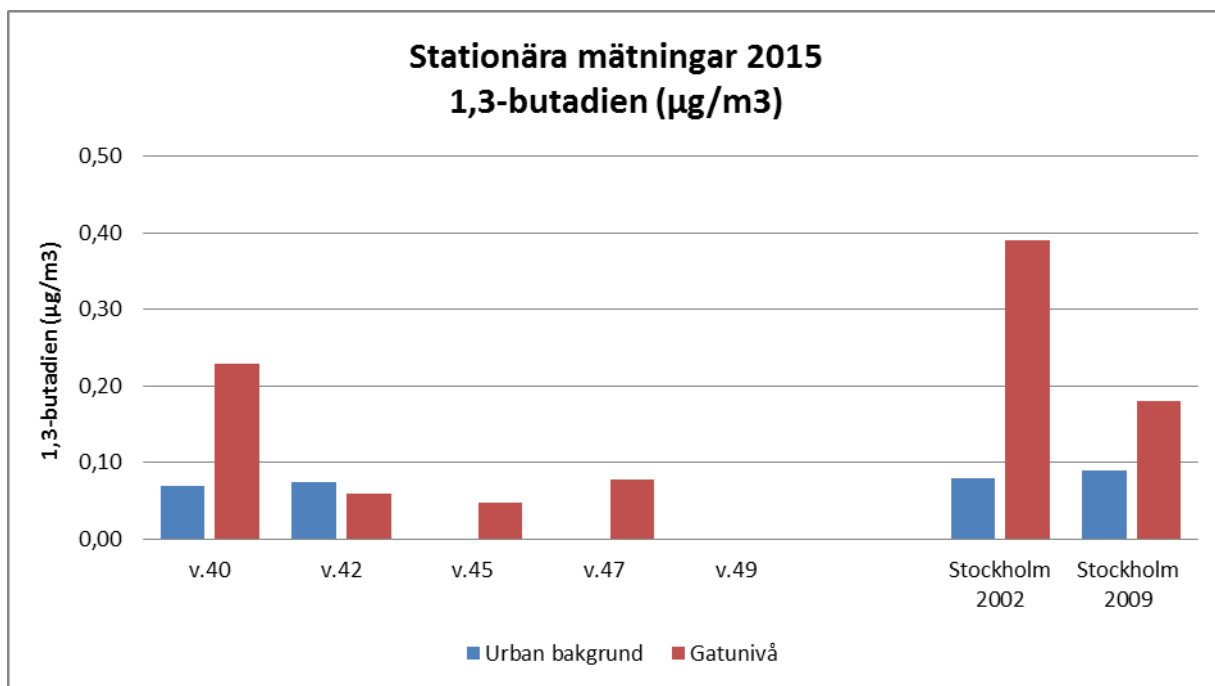
Det fanns en signifikant korrelation mellan 1,3-butadienhalten i mätomgång 1 och 2, för de 20 deltagare som gjort en upprepad mätning ($r_s = 0,523$, $p=0,017$). Det fanns också en signifikant korrelation mellan 1,3-butadien och bensen bland de 40 mätningarna i mätomgång 1 ($r_s=0,58$, $p<0,001$) och halten 1,3-butadien och kväveoxid ($r_s=0,34$, $p<0,029$). Det fanns ingen skillnad mellan män och kvinnor avseende 1,3-butadienexponeringen för någon av mätomgångarna. Så gott som all variabilitet bestod av variabiliteten mellan individerna och nästan inget inom individerna (mellanindividvariansen: 99,93 %, inomindivid: 0,07 %).



Figur 5: Resultat från den personburna mätningen av 1,3-butadien, Stockholm 2015. De deltagare med två staplar är de som genomfört provtagning två mätveckor (n=20).

Vid genomgång av dagbok samt enkät för deltagare med 1,3-butadientoppar över $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Id 7, 10, 14, 19, 26 och 28) framkom det att individ 10 och 17 uppgav sig bli exponerade för avgaser/lösningssmedel både under arbetstid och på fritiden. Individ 19 har som tidigare nämnts med största sannolikhet blivit exponerad via grilltillagningen under arbetstid. För individerna 7, 14 och 26 finns inget i enkätuppgifterna eller i dagboksanteckningarna som skulle kunna förklara dessa halter.

I figur 6 visas mätresultat från de stationära mätningarna av 1,3-butadien. Halterna av 1,3-butadien i den urbana bakgrunden ligger under miljö kvalitetsmålet på $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se figur 6 (median: 0,07, medelvärde: 0,07, SD: 0,0, min-max: under detektionsgränsen, $<0,045 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Även halterna i gatunivå låg under miljö kvalitetsmålet i nästan alla mätveckor förutom den första mätveckan då halterna låg över på $0,23 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Jämfört med mätomgången 2009 så låg halterna av 1,3-butadien överlag på samma eller lägre nivåer vad gäller den urbana bakgrundsluften och halterna i gatunivå.



Figur 6: Medelvärden för urban bakgrundsmätning (Capio Maria) och mätning på gatunivå (Hornsgatan) av 1,3-butadien i Stockholm 2015 (veckovis) samt den allmänna tidstrenden för samtliga urbana bakgrunds- och gatunivåmätningar av 1,3-butadien i Stockholm 2002 och 2009 (medelvärde för hela mätperioden). Värdena för v.45-49 låg under detektionsgränsen ($<0,045 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Formaldehyd

Formaldehyd har klassificerats som cancerframkallande hos människa (kategori 1) av IARC. I vår yttre miljö är bilavgaser och annan förbränning de största källorna till formaldehydutsläpp (IARC, 1982) men det är inomhusmiljön som är av större betydelse för exponeringen där de största källorna till formaldehydemmissioner är byggnadsmaterial som exempelvis spånskivor och plaster. Formaldehyd har visats orsaka irritation i slemhinnor vid lufthalter på ca 0,4 ppm.

Miljökvalitetsnorm: Det saknas en miljökvalitetsnorm för formaldehyd.

Miljökvalitetsmål: Enligt regeringens miljökvalitetsmål Frisk Luft anges att halten av formaldehyd inte ska överstiga 10 µg/m³ luft (årsmedelvärde).

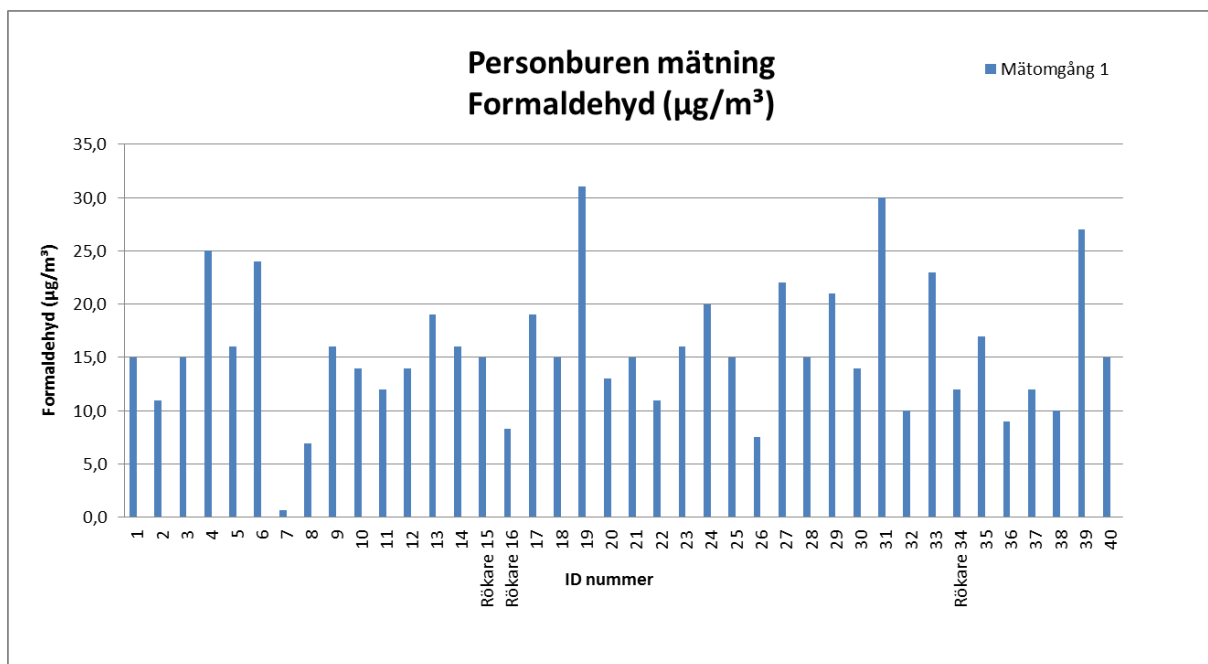
WHO: World health organization anger att riktvärdet för formaldehyd i inomhusluft bör ligga på 100 µg/m³ luft.

I tabell 6 och figur 7 visas samtliga mätresultat från de personburna mätningarna av formaldehyd. Både medel och medianhalterna av formaldehydexponering för deltagarna i båda mätomgångarna låg över årsmedelvärdet för miljökvalitetsmålet.

Formaldehyd	N	Median (µg/m ³)	Medel (µg/m ³)	SD	Min-Max (µg/m ³)
Omgång 1	40	15,0	15,7	6,4	0,5 - 31
Ikke rökare	37	15,0	16,0	6,2	0,7 - 31
Rökare	3	12,0	11,8	3,4	8,3 - 15

Tabell 6: Tabellen redovisar antal (n), median, medelvärde, standardavvikelse (SD) samt lägsta och högsta värde (min-max) för den personliga exponeringen för formaldehyd (µg/m³) i mätomgång ett. Även halterna för rökare och icke-rökare.

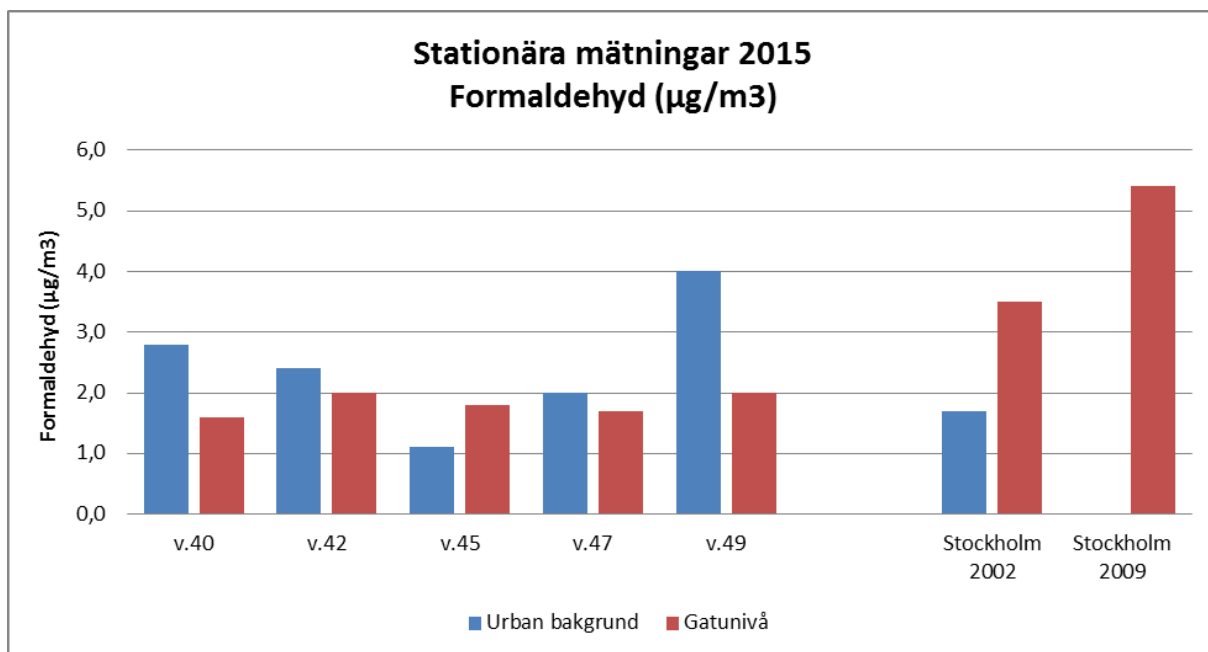
Av tabell 6 framgår att medianexponeringen för de 40 deltagarna var 15 µg/m³ med spridningen 0,5 till 31 µg/m³. Medelvärdet var 15,7 µg/m³. Den personliga exponeringen för formaldehyd korrelerade inte med exponeringen för något annat ämne. Medianen för de personburna mätningarna var en faktor 6 gånger högre än den medianhalt som uppmättes utomhus vid den urbana bakgrundsstationen och vid gatustationen vid Hornsgatan (2,4 µg/m³ respektive 1,8 µg/m³). Det fanns ingen statistisk säkerställd skillnad mellan män och kvinnor eller avseende boende.



Figur 7: Resultat från den personburna mätningen av formaldehyd i första mätomgången (n=40).

Vid genomgång av dagbok och enkätuppgifter för de individer med den högsta formaldehydexponeringen ($\geq 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$): 19, 31 och 39 framkom det att individ 31 hade precis flyttat till ett nybyggt radhus och var dessutom föräldraledig och spenderade därför mycket tid inomhus. För individ 39 fanns inget som kunde förklara halterna. Individ 19 har som tidigare nämnts arbetat på restaurang och grillat mycket under mätveckan.

I figur 8 visas mätresultat från de stationära mätningarna av formaldehyd. Halterna av formaldehyd i den urbana bakgrunden ligger vid samtliga mätveckor under miljökvalitetsmålet (median: $2,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, medelvärde: $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, SD: $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, min-max: $1,1\text{--}4,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$), se figur 8. Jämfört med mätomgången från 2002 ligger bakgrundshalten på en högre nivå under 2015. När det gäller gatunivå så ligger halterna lägre under 2015 jämfört med mätomgångarna från 2002 och 2009.



Figur 8: Medelvärden för urban bakgrundsmätning (Capio Maria) och mätning på gatunivå (Hornsgatan) av formaldehyd i Stockholm 2015 (veckovis) samt den allmänna tidstrenden för samtliga urbana bakgrunds- och gatunivåmätningar av formaldehyd i Stockholm 2002 och 2009 (medelvärde för hela mätperioden). Medelvärdet av halten för den urbana bakgrunden under 2009 saknas.

Kvävedioxid (NO₂) samt Kväveoxid (NO_x)

Kvävedioxid samt kväveoxid bildas huvudsakligen vid förbränning då primärt kvävemoxid bildas, vilket sedan oxideras till kvävedioxid i luften. Den huvudsakliga källan till exponering för kvävedioxid utomhus i tätorter är trafiken och energiproduktion. I hem med gasspisar eller gaseldade varmvattenberedare är koncentrationen av kvävedioxid i allmänhet högre inomhus än utomhus. Det finns enligt IMM inga klara bevis för att kvävedioxid är carcinogent och riskbedömningar baseras därför generellt på toxiska effekter på lungan och luftvägarna. Även vid halter av motsvarande höga omgivningskoncentrationer har man sett ökat bronkiell reaktivitet, främst hos personer med astma och kronisk obstruktiv bronkit.

Miljökvalitetsnorm: Enligt luftkvalitetsförordningen (SFS 2010:477) får kvävedioxid inte förekomma i utomhusluft med mer än i genomsnitt 40 µg/m³ luft (årsmedelvärde), 60 µg/m³ luft (dygnsmedelvärde) samt 90 µg/m³ luft (timmedelvärde).

Miljökvalitetsmål: Enligt regeringens miljökvalitetsmål *Frisk Luft* anges att halten av kvävedioxid inte ska överstiga 20 µg/m³ luft (årsmedelvärde) eller 60 µg/m³ luft (timmedelvärde).

IMM: Rekommenderar ett korttids (1-timmes) riktvärde på 100 µg/m³ luft, vilket skulle motsvara ett långtidsmedelvärde (halvår) på ca 40 µg/m³ luft.

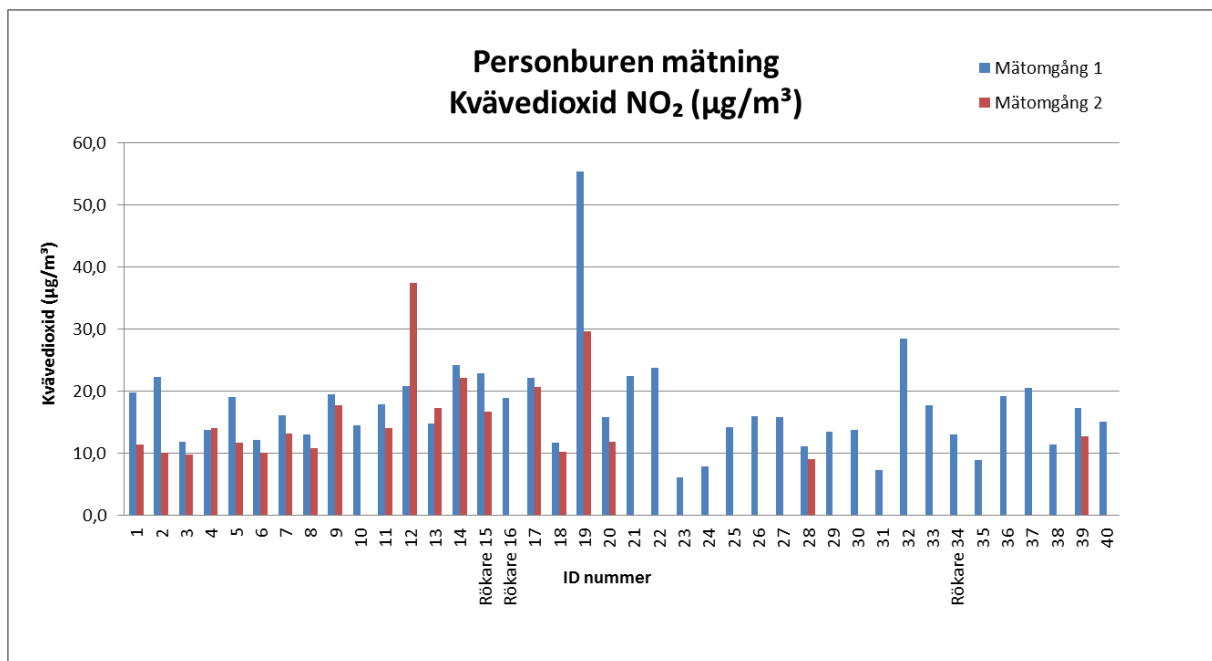
I tabell 7 och figur 9 visas samtliga mätresultat från de personburna mätningarna av kvävedioxid (NO₂) och kväveoxid (NO_x). Medel- och medianhalterna av kvävedioxidexponeringen låg under miljökvalitetsmålet för samtliga deltagare. Däremot blev 10 individer under mätperioden exponerade för nivåer över miljökvalitetsmålet. Rökare och individer med gasspis hade i genomsnitt högre halter av kvävedioxid. Halterna för kväveoxid låg som förväntat högre.

NO ₂	N	Median (µg/m ³)	Medel (µg/m ³)	SD	Min-Max (µg/m ³)
Omgång 1	40	16,0	17,3	8,0	6,1 - 55,4
Ikke rökare	37	15,9	17,2	8,1	6,1 - 55,4
Rökare	3	18,9	18,3	4,9	13,1 - 22,9
Gasspis	3	22,5	31,3	21,2	15,9 - 55,4
Individer med upprepade mätning					
Omgång 1	20	17,6	19,1	9,5	11,1 - 55,4
Omgång 2	20	13,0	15,6	7,3	9,1 - 37,5
NO _x	N	Median (µg/m ³)	Medel (µg/m ³)	SD	Min-Max (µg/m ³)
Omgång 1	40	45,4	48,4	24,5	14,6 - 121,3
Ikke rökare	37	44,1	47,9	24,8	14,6 - 121,3
Rökare	3	54,0	53,4	18,3	34,9 - 71,4
Gasspis	3	56,6	73,6	31,3	31,3 - 73,6
Individer med upprepade mätning					
Omgång 1	20	49,5	54,1	20,6	23,4 - 109,8
Omgång 2	20	37,9	46,4	34,6	16,7 - 174,6

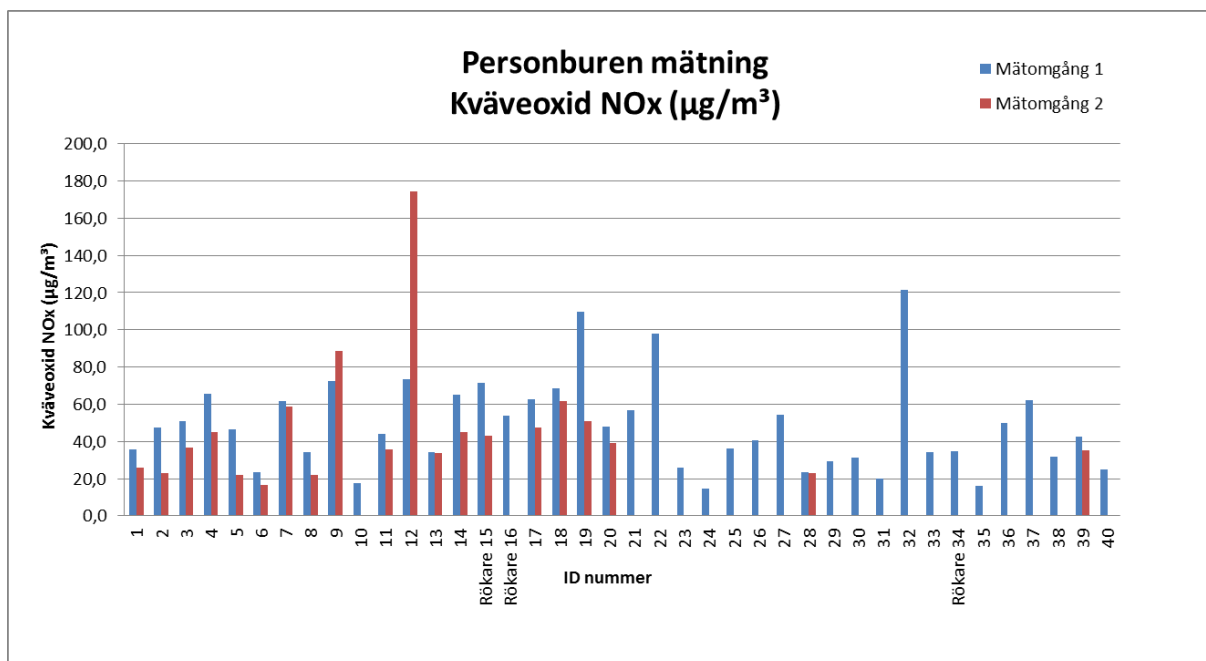
Tabell 7: Tabellen redovisar antal (n), median, medelvärde, standardavvikelse (SD) samt lägsta och högsta värde (min-max) för den personliga exponeringen för kvävedioxid (NO₂) och kväveoxid (NO_x) i mätomgång ett och mätomgång två. Även halterna för rökare och icke-rökare samt hos deltagare med gasspis.

Av tabell 7 framgår att medianhalten för deltagarna var $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (NO_2) med en spridning mellan 6,1 och $55,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. För de deltagare som deltog i den upprepade mätningen var medianhalten i lite större i andra mätomgången. Det fanns en stark korrelation av halten NO_2 och NO_x mellan de båda omgångarna för de 20 deltagare som gjorde upprepade mätningar ($r_s=0.68$, $p=0.001$ respektive $r_s=0.88$, $p<0.000$). Det fanns inte någon statistiskt säkerställd skillnad mellan kvinnor och män eller de som uppgivit att de blir exponerade för avgaser eller lösningsmedel i sitt arbete och/eller på fritiden. Gasspis i hemmet visade inte på någon signifikant skillnad men en av tre som hade gasspis var den individ som hade uppmätt högst kvävedioxidhalter (Id 19). Så gott som all variabilitet bestod av variabiliteten mellan individerna och nästan inget inom individerna (mellanindividvariansen: 92 %, inomindivid: 8 %).

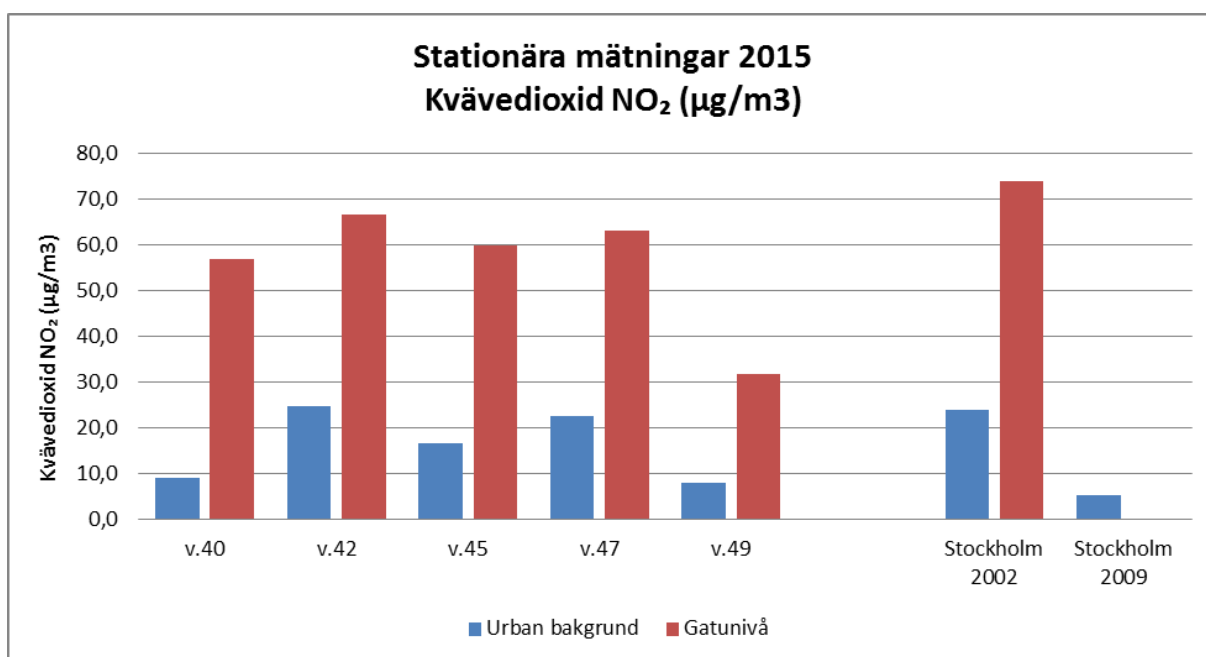
Av de 10 individer under mätperioden som blivit exponerade för nivåer över miljö kvalitetsmålet var det främst två som hade mycket högre halter än resten, Id 12 och 19. Individ 19 hade som nämnts tidigare även en gasspis i hemmet, vilket kan vara förklaringen till varför individen hade högst uppmätta halter av alla deltagare under första mätveckan. En förklaring till att deltagare 19 hade högst uppmätt halt kan var att han förutom det som nämnts tidigare även hade en gasspis i hemmet. När det gäller individ 12 så framkom det att denna individ hade spenderat mest tid i trafiken av alla deltagare under mätomgång två (17h, 35 min). Individ 12 anger sig även vara exponerad för motoravgaser, vilket kan kan vara förklaringen till dessa halter.



Figur 9: Resultat från den personburen mätningen av kvävedioxid (NO_2), Stockholm 2015. De deltagare med två staplar är de som genomfört provtagning två mätveckor ($n=20$).



Figur 10: Resultat från den personburna mätningen av kväveoxid (NOx), Stockholm 2015. De deltagare med två staplar är de som genomfört provtagning två mätveckor (n=20)..



Figur 11: Medelvärden för urban bakgrundsmätning (Capió Maria) och mätning på gatunivå (Hornsgatan) av kvävedioxid i Stockholm 2015 (veckovis) samt den allmänna tidstrenden för samtliga urbana bakgrunds- och gatunivåmätningar av kvävedioxid i Stockholm 2002 och 2009 (medelvärde för hela mätperioden). Halter för gatunivå under 2009 saknas.

Partiklar (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 de partiklar vilka har en aerodynamisk diameter vilken är $\leq 2,5 \mu\text{m}$ benämns som PM_{2.5}. PM_{2.5} kan nå långt ner i lungorna och orsaka betydande skada på luftvägarna. Fordonsavgaser och småskalig vedeldning är betydande för källor i tätbebyggda områden, medan långdistanstransporten står för största delen i urban bakgrund.

Miljökvalitetsnorm: Enligt luftkvalitetsförordningen (SFS 2010:477) ska PM_{2.5} inte förekomma i utomhusluft med mer än i genomsnitt $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ luft (årsmedelvärde).

Miljökvalitetsmål: Enligt regeringens miljökvalitetsmål *Frisk Luft* anges att halten av PM_{2.5} inte ska överstiga $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ luft (årsmedelvärde) eller $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ luft (dygnsmedelvärde).

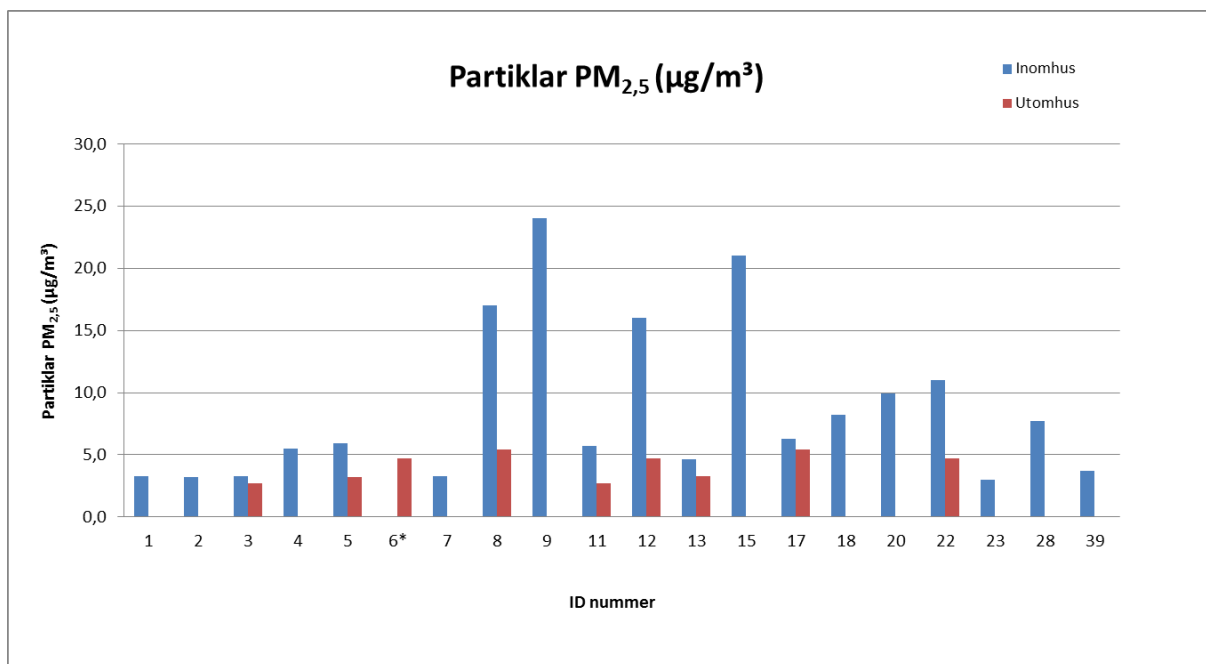
IMM: Rekommenderar ett årsmedelvärde av PM_{2.5} på $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ luft.

Både medel- och medianhalterna av PM_{2.5} i bostaden och i den urbana bakgrunden låg under gällande gränsvärden och rekommendationer (se tabell 8). Däremot låg halterna över miljökvalitetsmålets årsmedelvärde för fem av 19 individer (se figur 12).

Partiklar PM _{2.5}	N	Median ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Medel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SD	Min-Max ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
I bostaden	19*	5,8	8,1	6,5	3,0 - 24
I urban bakgrund	9	4,7	4,1	1,1	2,7 - 5,4

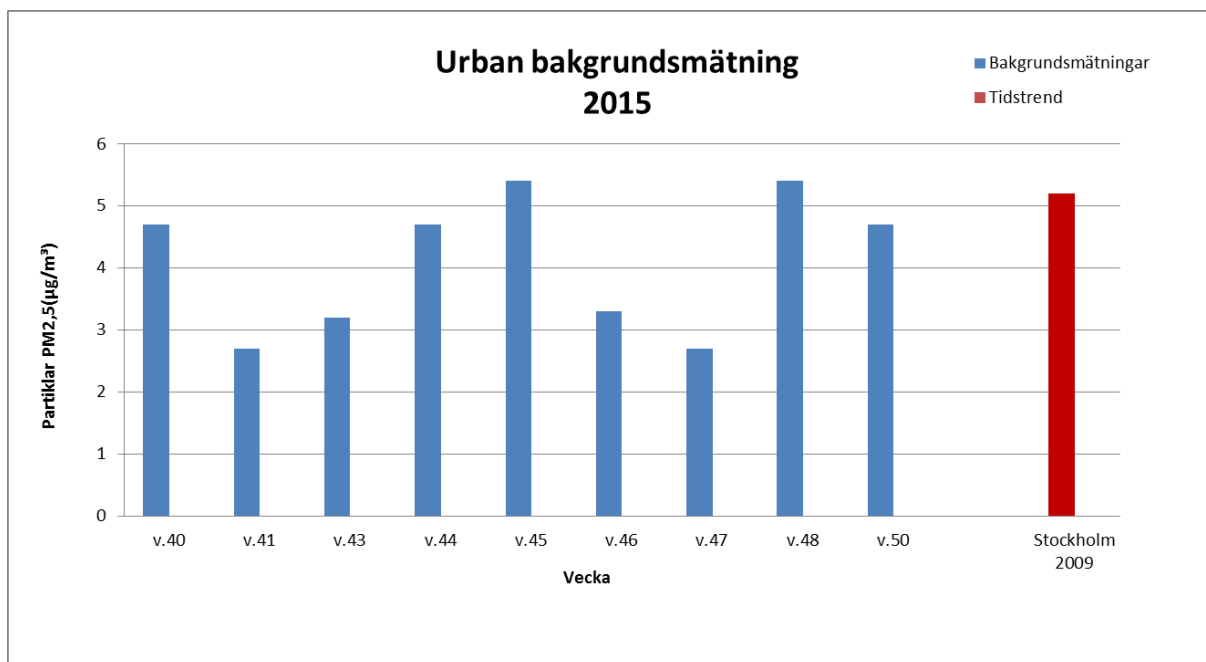
Tabell 8. Tabellen redovisar antal (n), median, medelvärde, standardavvikelse (SD) samt lägsta och högsta värde (min-max) för partikelmätningarna (PM_{2.5}) i bostäderna och i urban bakgrund. * = Id 6 saknas

Av de 20 deltagare som hade pumpad provtagning av PM_{2.5} i sina vardagsrum gick 19 mätningar att använda då en deltagare (ID 6) hade fått orimligt höga värden på grund av en spricka i filterkassetten. Av de individer vilka hade PM_{2.5}-halter över miljökvalitetsmålet så uppgav individ 12 att denne hade stearinljus tända i cirka 5 timmar av tiden. För individ 8, 9, 15 och 22 fanns ingen förklaring till de höga PM_{2.5}-halterna att finna i enkät eller dagbok.



Figur 12: Resultat från inomhus- och bakgrundsmätningar av PM_{2,5} i Stockholm 2015. * = ID 6 saknas.

Mätningarna av den urbana bakgrunden låg under både miljö kvalitetsmålet och IMMs rekommendationer avseende årsmedelvärde (se tabell 8 och figur 13).



Figur 13: Resultat från bakgrundsmätningar av PM_{2,5} i Stockholm 2015. Halterna baseras på 48-timmars mätningar samt den allmänna tidstrenden för den urbana bakgrundsmätningen av PM_{2,5} i Stockholm 2009 (medelvärde för hela perioden).

Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)

Polycykliska aromatiska kolväten är ett samlingsnamn för en stor grupp närbesläktade ämnen som bildas vid ofullständig förbränning. Exponering sker bland annat genom vår föda men inandning av luftföroreningar, yrkesexponering och tobaksrök står också för en betydande exponering. I vår yttre miljö är de främsta källorna till PAH-utsläpp småskalig vedeldning och bilavgaser. Inom gruppen finns flera cancerframkallande ämnen av vilka bens(a)pyren är den mest kända. Bens(a)pyren är enligt IARC klassificerat som cancerframkallande för människa (klassificering 1, IARC 2012).

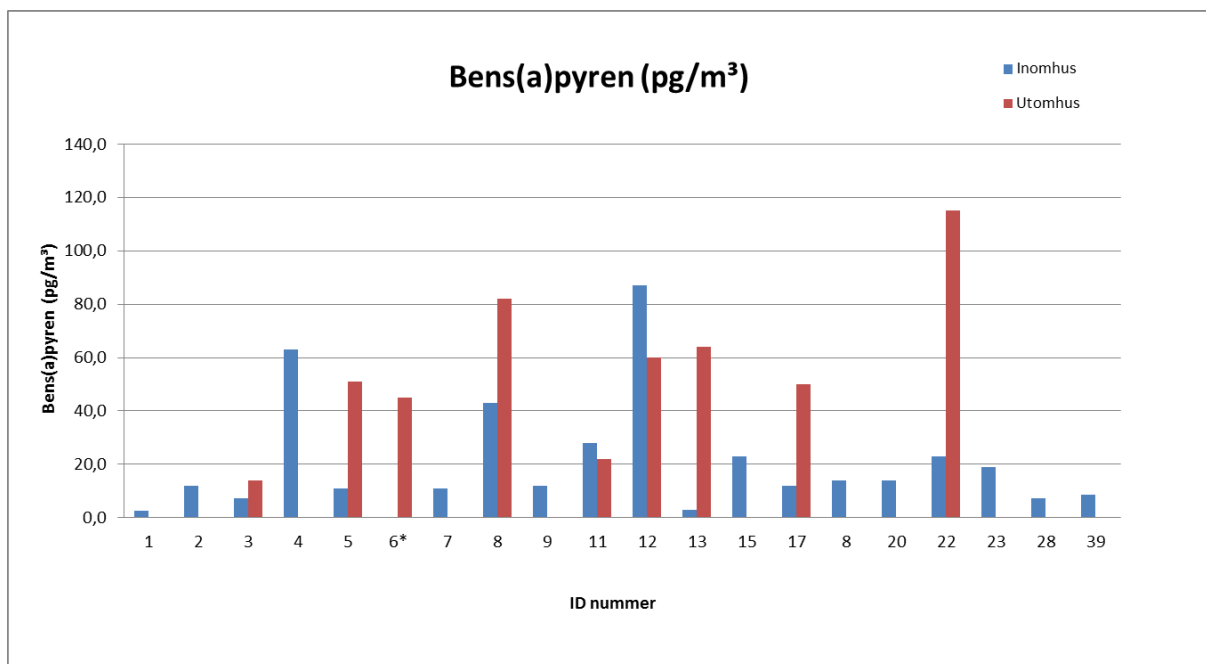
Miljökvalitetsnorm: Enligt luftkvalitetsförordningen (SFS 2010:477) bör bens(a)pyren inte förekomma i utomhusluft med mer än i genomsnitt 1 ng/m³ (1000 pg/m³) luft (årsmedelvärde).

Miljökvalitetsmål: Enligt regeringens miljökvalitetsmål *Frisk Luft* anges att halten av bens(a)pyren inte ska överstiga 0,1 ng/m³ (100 pg/m³), luft (årsmedelvärde).

Uppmätta halter av bens(a)pyren i bostaden ligger under årsmedelhalten för både miljökvalitetsnormen och miljökvalitetsmålet, se tabell 9 och figur 14.

PAH: Bens(a)pyren	N	Median (pg/m ³)	Medel (pg/m ³)	SD	Min-Max (pg/m ³)
I bostaden	19*	12,0	21,1	21,6	2,5 - 87,0
I urban bakgrund	9	51,0	55,8	30,3	14 - 115
Övriga PAH:er inomhus i bostaden					
Bens(a)antracen	19*	2,9	4,9	5,0	1,2 - 18,0
Krysen	19*	15,0	18,2	8,5	7,6 - 40,0
Bens(b)flouranten	19*	24,0	31,6	25,9	6,1 - 119,0
Bens(k)flouranten	19*	11,0	16,8	13,7	2,3 - 56,0
Perylen	19*	2,5	3,9	4,3	0,7 - 17,0
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	19*	34,0	50,3	47,2	13,0 - 188,0
Dibens(a,h)antracen	19*	<2,8	4,5	4,4	<2,8 - 17,0
Bens(g,h,i)perylene	19*	27,0	39,8	41,5	4,2 - 156,0
Övriga PAH:er i urban bakgrund					
Bens(a)antracen	9	14,0	18,1	12,2	2,8 - 41
Krysen	9	24,0	31,0	18,3	8,7 - 69
Bens(b)flouranten	9	72,0	82,1	43,6	32 - 168
Bens(k)flouranten	9	59,0	69,0	32,6	28 - 132
Perylen	9	9,0	9,8	5,2	2,8 - 20
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	9	85,0	87,6	39,3	42 - 161
Dibens(a,h)antracen	9	100,0	100,0	96,2	32 - 168
Bens(g,h,i)perylene	9	80,0	80,0	73,5	28 - 132

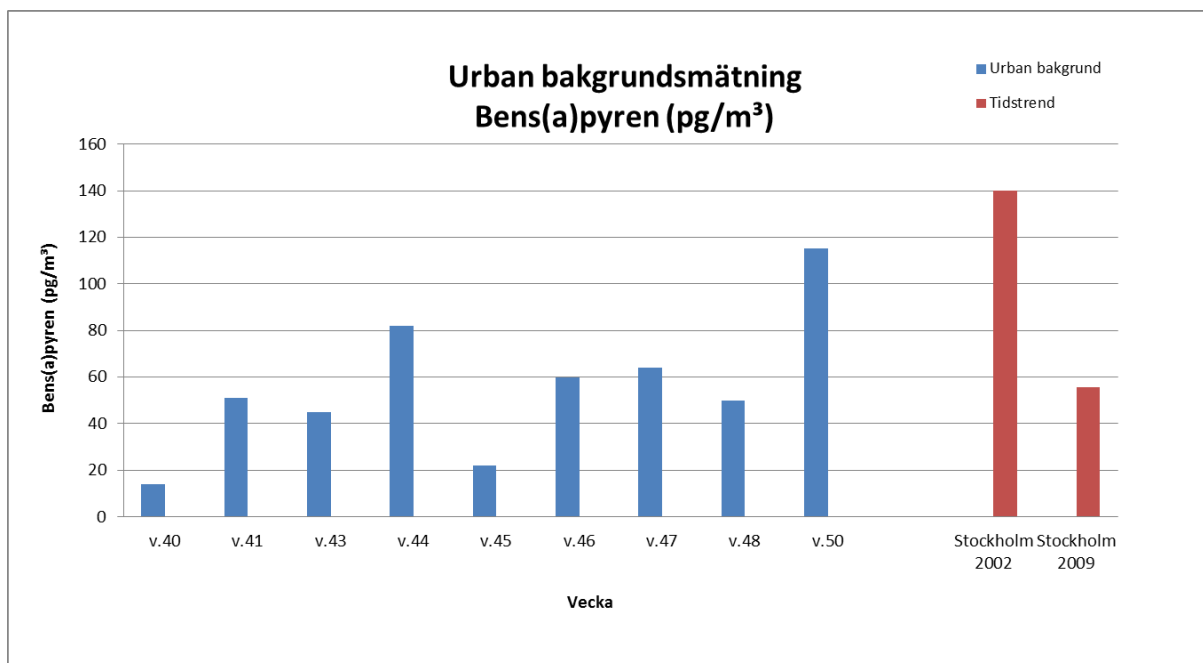
Tabell 9. PAH-mätningar. * = ID 6 saknas pga. spricka i filterkassetten



Figur 14: Resultat från inomhus- och bakgrundsmätningar av Bens(a)pyren i Stockholm 2015. * = ID 6 saknas.

Då PAH:er i inomhusluften analyserades som innehåll på det PM_{2.5}-filter som provtogs hos de 20 deltagare som hade pumpat provtagning i sina vardagsrum, fanns det 19 mätningar att tillgå då en filterkassett i en av pumparna hade spruckit och mätt orimliga värden under mätveckan. Individ 4 och 12 hade bens(a)pyren halter över 50 pg/m³. För individ 4 kunde man inte hitta någon större förklaring till dessa halter förutom att individen stekte mat i cirka 2 timmar under de två mätdagarna. En förklaring till de höga halterna hos individ 12 skulle kunna vara att individen hade tända stearinljus i cirka 5 timmar samt hade städlat och tvättat under de två mätdagarna.

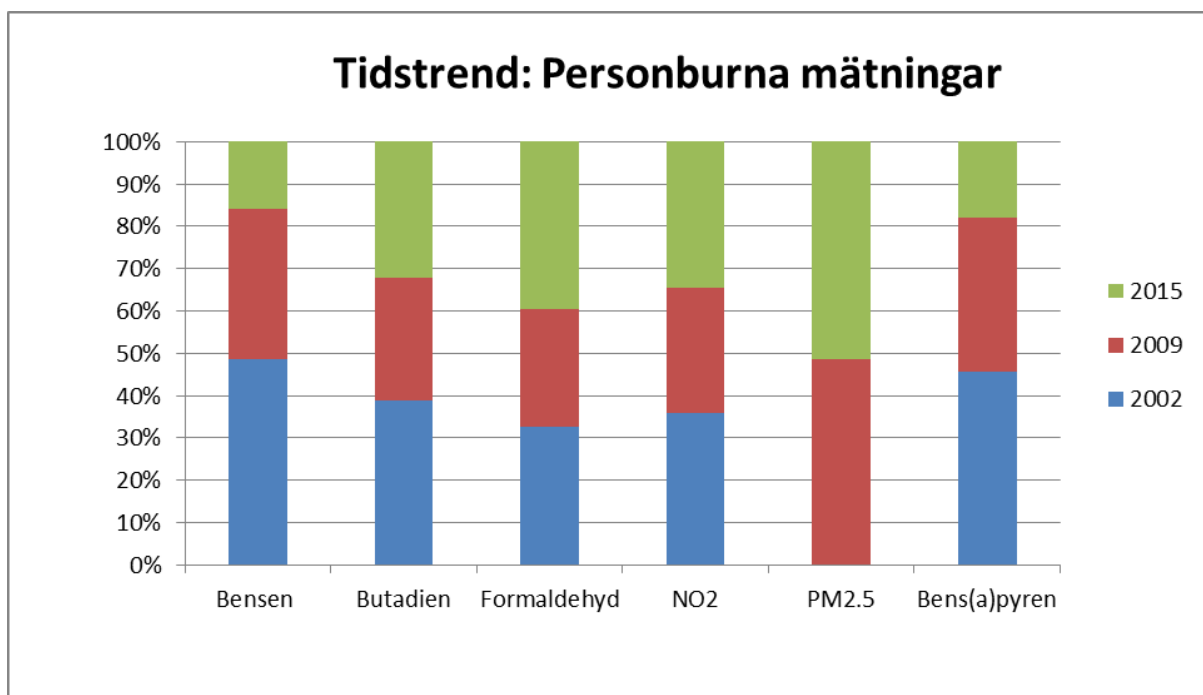
I den urbana bakgrunden ligger medelhalten av bens(a)pyren under miljö kvalitetsnormen men under den sista mätveckan så var medelhalterna högre. I jämförelse med mätningarna från 2009 så ligger medelhalten av bens(a)pyren betydligt lägre (se tabell 9 och figur 15).



Figur 15: Resultat från bakgrundsmätningar av Bens(a)pyren i Stockholm 2015. Halterna baseras på 48-timmars mätningar samt den allmänna tidstrenden för den urbana bakgrundsmätningen av bens(a)pyren i Stockholm 2002 och 2009 (medelvärde för hela perioden).

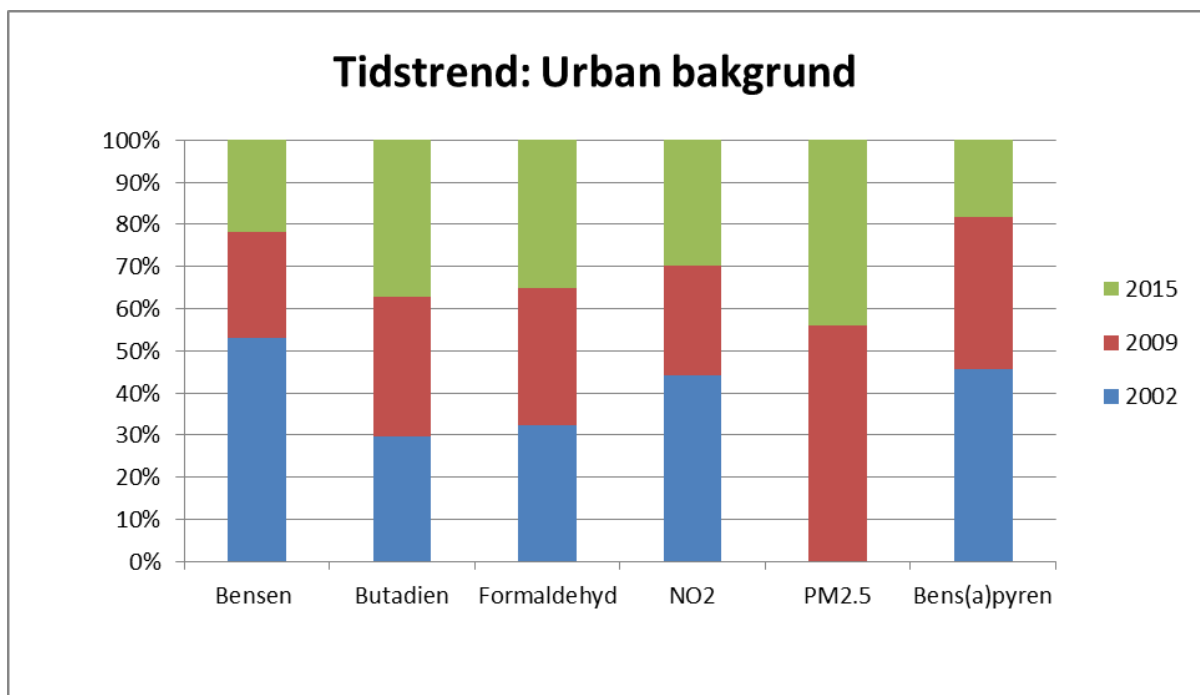
Tidstrender

Tre motsvarande mätomgångar har genomförts i Stockholm åren 2002, 2009 och 2015, vilket gör det möjligt att studera trenden över tid för de personburna mätningarna. Halterna av bensen har minskat med varje omgång sedan 2002. Halterna för 1,3-butadien minskade mellan 2002 och 2009 men har återigen ökat lite sedan senaste mätomgången. Både formaldehyd- och kvävedioxidhalterna minskade mellan 2002 och 2009 men har sedan senaste mätningen ökat något. Halterna för PM_{2.5} har ökat något mellan 2009 och 2015 medan bens(a)pyrenhalterna har tvärtom minskat sedan 2002.



Figur 16: Procentuelfördelning (medelvärde) för de personburna mätomgångarna som genomförts i Stockholm.

När det gäller de urbana bakgrundshalterna så minskade halterna av bensen mellan 2002 och 2009 och har sedan dess varit oförändrade. Halterna för 1,3-butadien och formaldehyd är i stort sett oförändrade under hela mätperioden (2002-2015) men har haft en marginell ökning med varje omgång. Halterna för kvävedioxid sjönk drastiskt mellan 2002 och 2009 och har sedan dess ökat något. Mätningar av PM_{2.5}-halterna har bara gjorts en gång tidigare i den urbana bakgrunden (2009) och det verkar som att halterna har sjunkit en aning sedan dess. Halterna för bens(a)pyren har sjunkit drastiskt med varje mätomgång sedan 2002, från 140 pg/m³ (2002) till 111 pg/m³ (2009) till 55,8pg/m³ (2015).



Figur 17: Procentuelfördelning (medelvärde) för de urbana bakgrundsmätningarna som genomförts under mätperioden i Stockholm.

Diskussion

Medianhalten för bensen, som uppmättes av de personburna mätarna bland 40 studiedeltagare under första mätomgången var $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, vilket är lägre än den föreslagna lågrisknivån på $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Institutet för miljömedicin, Karolinska Institutet) och även lägre än preciseringen av miljömålet ($1 \mu\text{g}/\text{m}^3$). En deltagare tangerade dock miljökvalitetsnormen för bensen ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ luft). Bensenhalterna är i stort sett oförändrade sedan den förra mätomgången (2009) men visar möjligen en liten minskning. Halterna från de personburna mätare för 1,3-butadien ligger i princip på samma nivåer som under tidigare mätningar, men har ökat lite vid varje mätomgång. Vare sig för bensen eller 1,3-butadien fanns några tydliga skillnader i halt mellan män och kvinnor. I vår omgivningsmiljö är bilavgaser och rökning två av de större källorna till exponering av 1,3-butadien. I våra mätningar fann vi däremot ingen korrelation mellan tiden deltagarna tillbringade utomhus i trafik och halten bensen eller 1,3-butadien som de blev exponerade för. Inte heller pendlingsätt påvisade något samband. Totalt deltog 3 rökare i denna mätomgång, vilket är för få för en ordentlig analys. Därför analyserades inte dessa separat men deras exponering låg generellt sett en aning högre än de övriga deltagares. Det gick inte heller att finna någon korrelation mellan tiden som deltagarna blev utsatta för passiv rökning och halterna av bensen och 1,3-butadien.

De urbana bakgrundshalterna av bensen låg på samma nivå som vid senaste mätningen medan 1,3-butadienhalten har ökat något. Vid genomgången av dagböckerna rörande aktiviteter som skulle kunna förklara de högsta exponeringsnivåerna fann vi möjliga förklarande faktorer. Dock saknades signifikanta korrelationer mellan dessa faktorer och halterna för hela studiegruppen. Mellanindividvariansen var hög för både bensen och 1,3-butadienexponeringen vilket tyder på att det fanns stora skillnader mellan individerna.

De urbana bakgrundshalterna och den generella personliga exponeringen för formaldehyd har ökat i jämförelse med senaste mätomgången. Både medel och medianhalterna av formaldehydexponering för deltagarna i båda mätomgångarna låg över årsmedelvärdet för regeringens miljökvalitetsmål ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Medianhalten för formaldehyd i urban bakgrund var $2,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, vilket betyder att den personburna exponeringen ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$) var ca 6 gånger högre jämfört med bakgrundsluften. Formaldehyd är starkt förknippat med inomhusmiljö, byggmaterial, plaster och textilier. Våra analyser visade inga samband mellan förhöjda formaldehydnivåer och typen av bostad. Rökning gick inte att analysera med tillförlitlighet och ingen av rökarna fanns bland de individer som hade högst formaldehydexponering. En deltagare som hade förhöjd formaldehydexponering hade också förhöjda halter av samtliga andra ämnen. Förklaringen var att denna deltagare arbetade som grillmästare på en restaurang samt använde sig av gasspis i sin bostad. En annan deltagare som hade förhöjd formaldehydexponering hade precis flyttat till ett nybyggt radhus och var dessutom föräldraledig och spenderade därför mycket tid inomhus.

Medel- och medianhalterna av kvävedioxidexponeringen låg under miljökvalitetsmålet för samtliga deltagare. Däremot blev 10 individer under mätperioden exponerade för nivåer över miljökvalitetsmålet. Rökare och individer med gasspis exponerades i genomsnitt för högre halter av kvävedioxid än de som var icke-rökare och inte hade gasspis i bostaden. Kvävedioxidhalten i den urbana bakgrunden låg under miljökvalitetsmålet under tre av fem

mätveckor, som de stationära mätningarna pågick och trendmässigt ser man en liten ökning i urbana bakgrunds nivåer av kvävedioxid i Stockholm jämfört med föregående mätomgång. Samma sak gäller den personliga exponeringen. Mellanindividvariansen för kvävedioxid var högre än inomindividvariansen, vilket tyder på att kvävedioxidexponeringen skulle kunna vara mer beroende av generella omgivningsfaktorer än tillfälliga sådan eller aktiviteter. Det fanns inte någon statistiskt säkerställd skillnad mellan kvinnor och män eller de som uppgivit att de blir exponerade för avgaser eller lösningsmedel i sitt arbete och/eller på fritiden. Det fanns inga signifikanta korrelationer mellan exponeringsnivåer för kvävedioxid och trafikrelaterade faktorer så som pendlingsätt och tid i trafik. Inte heller för rökning eller innehav av gasspis men dessa individer låg generellt sett högre i kvävedioxidnivåer än övriga deltagare.

De stationära urbana mätningarna i Stockholm skedde vid Catio Mariataket (Wollmar Yxkullsgatan) på Södermalm i centrala Stockholm. Efter en jämförelse med SLB-analys mätvärden (miljöförvaltningen) kunde man bekräfta att halterna från studien överensstämmer väl. Både medel- och medianhalterna av $PM_{2.5}$ i bostäderna samt i den urbana bakgrunden låg under gällande gränsvärden och rekommendationer. Däremot låg halterna över miljö kvalitetsmålets årsmedelvärde för fem deltagare. En deltagare hade en spricka i filterkassetten vilket tros vara förklaringen till de förhöjda halterna och en deltagare hade använt stearinljus i flera timmar. Däremot gick det inte att finna direkta förklarande faktorer för de övriga individerna som hade förhöjda halter.

$PM_{2.5}$ -filtren analyserades även på sitt innehåll av nio förbränningsrelaterade PAH:er, däribland bens(a)pyren. Både i bostäderna och i den urbana bakgrunden ligger halterna av bens(a)pyren under miljö kvalitetsmålet och betydligt lägre än under mätomgången 2009.

Tack!

Stort tack till samtliga deltagare som medverkade i studien. Tack till SLB-analys som gav oss möjlighet att använda referensplatserna på Wollmar Yxkullsgatan och Hornsgatan och för de halter vi använt för att jämföra våra egna mätningar med. Tack till Anders Lundin som varit delaktig i fältarbetet och Niklas Andersson (Institutet för miljömedicin, Karolinska Institutet) för hjälpen med statistiken. Vi vill även rikta ett tack till våra medarbetare på andra institutioner som hjälpt oss såväl med analys som med frågor; Bo Strandberg och Sandra Johannesson (Arbets- och miljömedicin, Göteborgs universitet), Annika Hagenbjörk-Gustafsson (Yrkes- och miljömedicin, Umeå universitet), Emilie Stroh (Arbets- och miljömedicin, Lunds universitet)

Bilaga 1. Rekryteringsbrev

Hej, hoppas att Du andas frisk luft!

Vill Du hjälpa oss att ta reda på vad luften vi andas innehåller? Institutet för Miljömedicin vid Karolinska Institutet genomför under hösten 2015 ett forskningsprojekt "Hälsorelaterad miljöövervakning" där vi undersöker olika luftföroreningar i vår omgivning. För att kunna genomföra undersökningen behövs ett antal slumpmässigt utvalda personer som vill bära provtagare.

Du är en av dessa slumpmässigt utvalda personer i Stockholm* och därför vänder vi oss till **Dig med förhoppning om att Du vill delta i denna undersökning**. I bifogat informationsbrev får Du utförligare information om undersökningen och på bilden nedan kan du se hur mätutrustningen som försökspersonerna får bära ser ut.

Miljöövervakningen utförs på uppdrag av Naturvårdsverket och är ett samarbete mellan Miljömedicinska enheter i Stockholm, Malmö, Umeå, Lindesberg och Göteborg. Undersökningen ger unik information om människors exponering för luftföroreningar. Samma studie gjordes senast i Stockholm år 2009 och nu vill vi undersöka om luften har blivit bättre eller sämre sedan dess.

Varje deltagare ersätts med 1500-3500 kr, beroende på insatsens omfattning, efter genomförd mätning. Ditt namn eller adress kommer inte att publiceras och inga individuella data kommer att redovisas. Deltagandet är självklart frivilligt.

Anmäl dig på www.ki.se/imm/hami-2015 idag!

Fyll in Dina uppgifter och anmäl Dig så fort som möjligt. För planeringens skull behöver vi ha ett svar från Dig, oavsett om Du vill eller inte vill vara med i studien. Har vi inte hört av Dig inom någon vecka efter detta utskick, försöker vi kontakta Dig per telefon.



Vi hoppas kunna genomföra undersökningen i höst med Din medverkan!

Vänliga hälsningar,

Ilia Sagán, projektassistent

Institutet för Miljömedicin

Karolinska Institutet

Telefon: 08-524 874 20

E-post: ilia.sagan@ki.se

*Adresskälla: SPAR, 171 94 Solna

Bilaga 2. Informationsbrev

Allmän information

Undersökningen genomförs av Institutet för Miljömedicin vid Karolinska Institutet och pågår under perioden 29 september till 11 december 2015.

Bakgrund

Luftföroreningar finns bl.a. i bilavgaser och i utsläpp från industrier, men bildas också vid förbränning av ved och tobak. Vi vill undersöka halterna av några olika luftföroreningar* (NO₂, bensen, butadien, formaldehyd, PAH och partiklar) i Stockholm och jämföra med resultaten från andra städer i Sverige samt med undersökningar som gjordes i Stockholm 2002 och 2009. Genom att låta personer bära provtagningsutrustning får vi veta vad den luft vi människor andas in innehåller. De luftföroreningar som vi kommer att analysera är cancerframkallande i höga koncentrationer och därför har vi döpt denna undersökning till ”Hälsoskadliga ämnen i tätortsluften”.

Mätningar av luftföroreningar görs ofta i taknivå. Risker för människor beror emellertid på vad man andas in, den personliga exponeringen, och riskvärderingar som underlag för eventuella gränsvärden eller riktvärden i utomhusmiljö bör så långt som möjligt baseras på denna personliga exponering.

* Vill Du veta mer om undersökningen eller luftföroreningar? Kontakta oss så skickar vi information!

Undersökningsmetoder

Ur befolkningsregistret för Stockholms stad väljs slumpmässigt ett antal personer från några olika bostadsområden. Du är en av dessa slumpmässigt utvalda försökspersoner. Försökspersonerna får under en veckas tid (7 dagar) bära fem olika dosimetrar i ett band runt halsen: två rör (ungefär av en pennas storlek), en liten platta samt en 3 cm lång plastcylinder. Dosimetrarna mäter halten av bensen och 1,3-butadien, formaldehyd respektive kvävedioxid (samtliga ämnen som bildas vid förbränning).

Provtagarna ska bäras hela tiden och placeras bredvid sängen under natten. Vid tillfällen då det är särskilt besvärligt att ha ett band runt halsen kan det hängas i närheten. Du får även fylla i en enkel dagbok om aktiviteter under veckan, exempelvis hur mycket Du vistas i hemmet och utomhus, i trafik och liknande samt besvara några frågor om bostaden och eventuella besvär som upplevts av luftföroreningar. För att starta mätningen besöker vi Dig, antingen i hemmet eller på Din arbetsplats. Efter en vecka återkommer vi för att samla in provtagare och dagböcker. Hos 20 personer kommer vi även att utföra luftmätning med liten pump i vardagsrummet under 2 dygn. För 20 av deltagarna kommer mätningen upprepas några veckor senare. Dessa deltagare slumpas ut bland dem som angett att de kan tänka sig att delta vid två tillfällen.

Ersättning

Deltagandet är frivilligt och Du har rätt att när som helst avbryta utan att ange något skäl för detta. Efter fullständigt genomförd mätning får Du ersättning för deltagandet med **1500 kr** för en mätvecka och **3000 kr** för två mätveckor. Vid mätning i hemmet utgår ytterligare ersättning med **500 kr**. Ersättningen beskattas enligt Skatteverkets regler.

Mätperioder

Följande mätperioder är preliminärt planerade för hela studien. Du kommer att delta under en (eller två) av dessa perioder. Vänligen meddela om någon period inte passar.

1. Tisdag 29 september till tisdag 6 september
2. Onsdag 7 oktober till onsdag 14 oktober

3. Torsdag 15 oktober till torsdag 22 oktober
4. Fredag 23 oktober till fredag 30 oktober
5. Måndag 2 november till måndag 9 november
6. Tisdag 10 november till tisdag 17 november
7. Onsdag 18 november till onsdag 25 november
8. Torsdag 26 november till torsdag 3 december
9. Fredag 4 december till fredag 11 december

Vad händer med resultaten?

När analyserna är klara får Du veta Ditt resultat per brev. Vi kommer sedan att presentera alla resultat i en skriftlig rapport. I denna slutrapport förekommer inga namn och inga enskilda individer kan spåras.

Om Du har några frågor eller vill veta mer om projektet innan Du tar ställning till att delta är Du välkommen att kontakta någon av oss. Namn, telefonnummer och e-postadress finner Du nedan.

Ansvariga för undersökningen:

Ilia Sagán, projektassistent

Telefon: 08-524 874 20

E-post: ilia.sagan@ki.se

Mare Löhmus, docent

Telefon: 08-123 372 67

E-post: mare.lohmus.sundstrom@ki.se

Tom Bellander, professor

Telefon: 08-524 800 03

E-post: tom.bellander@ki.se

Bilaga 3. Provtagningsinstruktioner

Provtagningsinstruktion

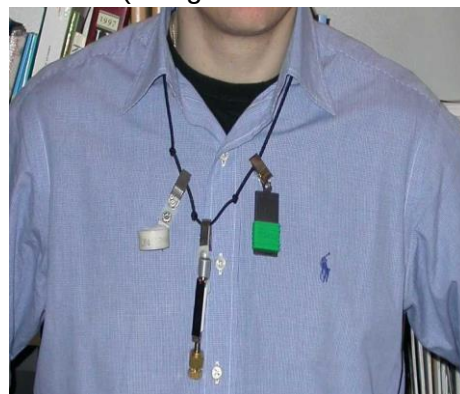
Tack för att Du vill delta i undersökningen!

Mätningarna av luftföroreningarna sker personburet, dvs. provtagarna bärs i ett halsband av deltagarna och hos en del av deltagarna även med en pump i vardagsrummet. I samband med mätningarna ska Du fylla i en dagbok och ett frågeformulär. För att mätningarna ska bli riktiga krävs att man gör på rätt sätt och nedan följer en kortfattad information. Vid frågor, tveka inte att kontakta någon av oss.

Personburna mätningar:

Du får bära tre olika provtagare på ett band runt halsen under sju dygn. Metallröret mäter koncentrationen av bensen och butadien, den svarta plattan mäter formaldehyd och den vita provtagaren mäter kvävedioxid. **Kom ihåg att du ska ha mätarna på dig hela dagen och de alltid ska sitta ytterst på Dina kläder!** Mätning sker endast när provtagarna är i kontakt med luft, alltså *inte* när de täcks över med kläder. **Undantag: se punkt 4 nedan.**

1. Provtagarna fästs i halsbandet med hjälp av metallklämmorna. De ska sitta i närheten av andningszonen.
2. Det är viktigt att hålen i den svarta plattan hänger utåt, dvs. kommer i kontakt med luften.
3. Tänk på att alltid flytta mätarna så att de hänger utanpå ytterkläderna när Du går ut.
4. Om det börjar regna eller snöa vill vi att Du skyddar mätarna (t ex genom att täcka över med jackan). Under denna tid sker ingen direkt korrekt mätning, men detta är vi medvetna om.
5. Vid dusch eller bad lägger Du provtagarna så nära Dig som möjligt utan att de blir blöta.
6. Under natten bör provtagarna hängas över exempelvis en stol intill Din säng. Se till så att öppningarna på samtliga provtagare kommer i kontakt med luften!



Mätningar med pump:

Om Du kommer att ha en pump i Ditt vardagsrum så kommer den stå centralt i rummet under två dygn. Pumpen kan komma att placeras ut i Ditt hem en annan dag än startdagen under den mätvecka Du deltar. Om Du deltar två mätveckor kommer pumpen endast placeras ut under en av mätveckorna. Pumpen kräver inget underhåll från Din sida.

Vid frågor kontakta:

Ilia Sagán, Karolinska Institutet
Telefon: 08-524 874 20
E-post: ilia.sagan@ki.se

Mare Löhmus, Karolinska Institutet
Telefon: 08-123 372 67
E-post: mare.lohmus.sundstrom@ki.se

Bilaga 4. Allmänna frågor

Hämi-Id: _____ Datum: _____
Namn: _____ Våningsplan: _____
Adress: _____

Allmänna frågor:

1. Är Du rökare? Ja ☐ Nej ☐

2. Är någon annan i hushållet rökare? Ja ☐ Nej ☐

3. Är Du snusare? Ja ☐ Nej ☐

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

Ungefärligt byggår: _____ Reparationsår: _____

5. Antal boende i hushållet: _____

6. Uppvärmning av bostaden sker med

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

kombination/övrigt _____

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

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

8. Var arbetar/studerar Du i huvudsak?

Adress:

_____ Våningsplan _____
gata nr postnr kommun

Adress 2:

_____ Våningsplan _____
gata nr postnr kommun

9. Yrke/studieinriktning: _____

10. Arbets/skoltider: _____

11. Färdmedel till arbete/skola _____

Pendling mellan orterna _____ och _____

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

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

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

Ja ☐

Nej ☐

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

Ja ☐

Nej ☐

16. 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	☐	☐	☐

17. 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	☐	☐	☐

Vid frågor kontakta:

Ilia Sagán, Telefon: 08-524 874 20, E-post: ilia.sagan@ki.se

Mare Lohmus, Telefon: 08-123 372 67, E-post: mare.lohmus.sundstrom@ki.se

Bilaga 5. Dagbok

Hämi-Id:

Startdatum: _____ (dygn 0)

Namn:

Adress:

Våningsplan _____

Start kl.	:	Stopp kl.						:	
		Dygn 0	Dygn 1	Dygn 2	Dygn 3	Dygn 4	Dygn 5	Dygn 6	Dygn 7
Tid i trafik									
Hur länge har Du vistats ute i trafik längs gator, vägar och trottoarer (i bil, buss, gående eller cyklande etc.)?		timmin	timmin	timmin	timmin	timmin	timmin	timmin	timmin
Tid inomhus									
Hur länge har Du vistats inomhus i bostäder ?		tim	tim	tim	tim	tim	tim	tim	tim
Hur länge har Du vistats inomhus på arbetsplatser ?		tim	tim	tim	tim	tim	tim	tim	tim
Hur länge har Du vistats inomhus i andra lokaler (t ex affärer, restauranter, nöjeslokaler etc.)?		timmin	timmin	timmin	timmin	timmin	timmin	timmin	timmin
Tid utomhus									
Hur länge har Du vistats utomhus på arbetsplatser (andra än i trafiken – se fråga 1)?		tim	tim	tim	tim	tim	tim	tim	tim
Hur länge har Du vistats utomhus annat än i trafik eller på arbetsplatser (t ex på gårdar, i natur osv)?		timmin	timmin	timmin	timmin	timmin	timmin	timmin	timmin
Summa (ska vara 24 timmar)									
Annan information									
Har Du under dygnet täckt över provtagarna p.g.a. väder?		min	min	min	min	min	min	min	min
Har Du vistats i ett rum där rökning förekom?		timmin	timmin	timmin	timmin	timmin	timmin	timmin	timmin
Har du utfört någon speciell aktivitet under veckan där du tror dig ha utsatts för extra mycket föroreningar (målat, svetsat, lackerat etc)		Ja ☐	Ja ☐	Ja ☐	Ja ☐	Ja ☐	Ja ☐	Ja ☐	Ja ☐
Har Du vistats i bostaden (egen eller annans) samtidigt som det eldats med ved/pellets ?		timmin	timmin	timmin	timmin	timmin	timmin	timmin	timmin
Har Du tankat bensin (ej diesel) under dygnet?		Ja ☐	Ja ☐	Ja ☐	Ja ☐	Ja ☐	Ja ☐	Ja ☐	Ja ☐
Har Du hanterat bensin vid andra tillfällen än tankning av bil?		Ja ☐	Ja ☐	Ja ☐	Ja ☐	Ja ☐	Ja ☐	Ja ☐	Ja ☐
Har Du haft sovrumsfönstret öppet eller på glänt under natten?		Ja ☐	Ja ☐	Ja ☐	Ja ☐	Ja ☐	Ja ☐	Ja ☐	Ja ☐
Har Du bott på en annan adress under dygnet än din bostad? Om ja, ange vilken på nästa sida.		Ja ☐	Ja ☐	Ja ☐	Ja ☐	Ja ☐	Ja ☐	Ja ☐	Ja ☐

Bilaga 6. Historik (stationära bakgrundsmätningar)

	Gatunivå			Urban bakgrund		
Bensen	Median (µg/m³)	Medel (µg/m³)	Min-Max (µg/m³)	Median (µg/m³)	Medel (µg/m³)	Min-Max (µg/m³)
Göteborg 2000	1,10		0,9-1,6	1,1		0,9-1,5
Umeå 2001	1,60	2,10	0,2-4,6	0,8	1,0	0,04-2,2
Stockholm 2002	4,5 (H) 1,2 (J)	4,8 (H) 1,3 (J)	3,9-7,0 (H) 0,8-1,9 (J)	1,4	1,7	1,2-2,4
Malmö 2003	1,95	2,15	1,8-3,0	1,0	1,1	0,9-1,7
Lindesberg 2005	0,40	0,80	0,3-2,1	0,4	0,7	0,2-1,8
Göteborg 2006				0,8	0,7	0,3-1,0
Umeå 2007	1,50	1,60	1,1-2,3	0,8	0,8	0,5-1,1
Malmö 2008	1,10	1,20	0,9-1,4	0,6	0,7	0,4-1,1
Stockholm 2009	1,40	1,50	0,9-2,0	0,7	0,7	0,4-1,6
Lindesberg 2010	0,70	0,70	0,5-0,9	0,5	0,5	0,2-0,8
Göteborg 2012				0,7	0,7	0,2-1,4
Umeå 2013	1,20	1,10	0,3-1,5	1,1	1,6	0,7-3,3
Malmö 2014				0,9	1,2	0,4-2,2
Stockholm 2015	1,45	1,50	1,0-1,9	0,4	0,7	0,4-1,4

	Gatunivå			Urban bakgrund		
Butadien	Median (µg/m³)	Medel (µg/m³)	Min-Max (µg/m³)	Median (µg/m³)	Medel (µg/m³)	Min-Max (µg/m³)
Umeå 2001	0,40	0,35	0,03-0,6	0,14	0,12	0,01-0,2
Stockholm 2002	0,41 (H) 0,036 (J)	0,39 (H) 0,04 (J)	0,19-0,52 (H) 0,02-0,07 (J)	0,07	0,08	0,05-0,12
Malmö 2003	0,22	0,22	0,13-0,30	0,10	0,09	0,05-0,12
Lindesberg 2005	0,04	0,12	0,03-0,30	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	0,20	0,18	0,04-0,25	0,08	0,09	0,02-0,16
Lindesberg 2010	0,06	0,05	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
Malmö 2014				0,07	0,07	<0,048-0,1
Stockholm 2015	0,07	0,10	<0,045-0,23	0,07	0,07	<0,045-0,07

	Gatunivå			Urban bakgrund		
Formaldehyd	Median (µg/m³)	Medel (µg/m³)	Min-Max (µg/m³)	Median (µg/m³)	Medel (µg/m³)	Min-Max (µg/m³)
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	2,0-4,0
Stockholm 2002	3,2 (H) 1,8 (J)	0,39 (H) 0,04 (J)	2,3-5,5 (H) 1,5-2,2 (J)	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	2,5-3,0	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	1,9-25,0	2,0	2,3	0,6-3,9
Lindesberg 2010	1,0	1,4	1,0-1,0	1,0	1,4	1,0-2,0
Göteborg 2012					1,6	0,7-2,07
Umeå 2013	3,0	3,0	2,6-3,4	1,6	2,6	2,5-3,0
Malmö 2014					2,6	0,7-3,6
Stockholm 2015	1,8	1,8	1,6-2,0	2,4	2,5	1,1-4,0

Gatunivå				Urban bakgrund		
Kvävedioxid (NO ₂)	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)
Göteborg 2000	21,0		19,0-24,0	20,0		17,0-22,0
Umeå 2001	55,0	53,0	35,0-72,0	28,0	26,0	16,0-41,0
Stockholm 2002	71 (H) 10 (I)	74 (H) 10 (I)	52,0-106,0 (H) 5,0-18,0 (I)	21,0	24,0	16,0-41,0
Malmö 2003	41,5	42,1	33,8-48,7	24,5	26,0	22,4-29,5
Lindesberg 2005	10,0	1,0	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
Malmö 2014				13,9	13,4	8,3-24,7
Stockholm 2015	59,9	55,7	31,8-66,7	16,6	16,2	8,0-24,8

Gatunivå				Urban bakgrund		
B(a)P (ng/m ³)	Median (ng/m ³)	Medel (ng/m ³)	Min-Max (ng/m ³)	Median (ng/m ³)	Medel (ng/m ³)	Min-Max (ng/m ³)
Umeå 2001	0,30	0,29	0,06-0,49	0,07	0,10	0,02-0,30
Stockholm 2002	0,28 (H) 0,08 (I)	0,31 (H) 0,15 (I)	0,18-0,55 (H) 0,03-0,41 (I)	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}	Median (ng/m ³)	Medel (ng/m ³)	Min-Max (ng/m ³)	Median (ng/m ³)	Medel (ng/m ³)	Min-Max (ng/m ³)
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	0,005-0,31
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	0,10	0,01-0,36
Umeå 2013				0,06	0,09	0,03-0,27
Malmö 2014				0,06	0,18	0,006-0,7
Stockholm 2015				0,05	0,055	0,055-0,11
PM _{2,5}	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)
Lindesberg 2005	9,0	13,0	5,8-23,0	9,7	13,0	5,9-23,0
Göteborg 2006				5,3	7,3	2,9-18,0
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
Malmö 2014				23,0 (8,9*)	24,6 (11,5*)	9,6-53,0 (0,2-51,7*)
Stockholm 2015	10,4	13,1	0,1-306,3	4,7	4,1	2,7-5,4

Bilaga 7. Historik (personburna mätningar)

Bensen	Median (µg/m³)	Medel (µg/m³)	Min-Max (µg/m³)
Göteborg 2000	1,0	1,3	0,5-6,5
Umeå 2001	1,5	2,2	0,7-17,0
Stockholm 2002	2,8	3,4	1,3-16,0
Malmö 2003	1,7	2,5	0,8-14,4
Lindesberg 2005	1,6	3,2	1,9-22,0
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	0,2-17,0
Malmö 2014	1,0	1,4	0,4-5,0
Stockholm 2015	0,9	1,1	0,3-6,1

Butadien	Median (µg/m³)	Medel (µg/m³)	Min-Max (µg/m³)
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	0,3	0,5	0,08-2,3
Lindesberg 2010	0,4	0,7	0,06-6,0
Göteborg 2012	0,3	0,6	<0,03-2,7
Umeå 2013	0,2	0,4	0,02-1,4
Malmö 2014	0,5	1,0	0,0-6,5
Stockholm 2015	0,3	0,5	0,1-1,6

Formaldehyd	Median (µg/m³)	Medel (µg/m³)	Min-Max (µg/m³)
Göteborg 2000	19,0	25,0	9,0-77,0
Umeå 2001	15,0	22,0	6,0-82,0
Stockholm 2002	12,0	13,0	6,0-25,0
Malmö 2003	16,0	16,3	7,0-33,0
Lindesberg 2005	27,0	27,0	7,0-64,0
Göteborg 2006	21,0	23,0	11,0-46,0
Umeå 2007	16,0	18,0	7,0-33,0
Malmö 2008	11,0	15,0	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	12,0	16,0	6,9-46,0
Malmö 2014	15,0	16,0	1,4-30,0
Stockholm 2015	15,0	15,7	0,5-31,0

Kvävedioxid (NO₂)	Median (µg/m³)	Medel (µg/m³)	Min-Max (µg/m³)
Umeå 2001	8,0	9,6	3,0-21,0
Stockholm 2002	17,0	18,0	7,0-32,0
Malmö 2003	13,4	15,5	0,1-49,3
Lindesberg 2005	5,0	8,0	1,0-45,0
Umeå 2007	11,0	10,0	6,0-33,0
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	12,0	13,0	5,2-28,0
Malmö 2014	10,7	12,3	1,2-32,5
Stockholm 2015	16,0	17,3	6,1-55,4

B(a)P i PM_{2,5} från vardagsrum	Median (ng/m³)	Medel (ng/m³)	Min-Max (ng/m³)
Lindesberg 2005	0,076	0,120	0,01-0,75
Göteborg 2006	0,010	0,032	<0,005-0,34
Umeå 2007	0,003	0,007	<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	0,010	0,020	0,0003-0,1
Umeå 2013	0,017	0,054	<0,0028-0,38
Malmö 2014	0,013	0,019	0,003-0,07
Stockholm 2015	0,012	0,021	0,003-0,087

PM_{2,5} från vardagsrum	Median (µg/m³)	Medel (µg/m³)	Min-Max (µg/m³)
Lindesberg 2005	9,3	11,0	3,6-45,0
Göteborg 2006	7,3	9,7	3,2-45,0
Umeå 2007	1,9	2,5	0,5-12,0
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	<1,0-25,0
Malmö 2014	6,6	7,6	0,0-28,0
Stockholm 2015	5,8	8,1	3,0-24,0