


Allmänbefolkningens exponering för toluen, xylen och naftalen i Göteborg 2012

Therese Klang
Yrkeshygieniker

Bo Strandberg
1:e kemist

Sandra Johannesson
1:e yrkes- och miljöhygieniker

Göteborg den 21 december 2017



Sahlgrenska Universitetssjukhuset
Arbets- och miljömedicin
Västra Götalandsregionens Miljömedicinska Centrum (VMC)
ADRESS Box 414, 405 30 Göteborg
TELEFON 031-786 63 00
BESÖK Medicinargatan 16
E-POST amm@amm.gu.se
HEMSIDA www.amm.se

Innehållsförteckning

| | |
|--|----|
| Sammanfattning..... | 4 |
| 1. Bakgrund | 5 |
| 2. Material och metod..... | 6 |
| 2.1 Urval och rekrytering av försökspersoner | 6 |
| 2.2 Mätningar | 6 |
| 2.2.1 Personburna mätningar | 6 |
| 2.2.3 Stationära utomhusmätningar (urban bakgrund) | 7 |
| 2.3 Provtagare och analys..... | 7 |
| 2.3.1 Upptagsfaktorer och detektionsgräns | 7 |
| 2.3.2 Valideringsförsök för upptagshastighet av naftalen | 7 |
| 2.4 Statistiska metoder..... | 8 |
| 3. Resultat | 8 |
| 3.1 Studiegrupp..... | 8 |
| 3.1.1 Antal, kön och ålder..... | 8 |
| 3.1.2 Rökning respektive passiv rökning..... | 8 |
| 3.1.3 Yrkes- och fritidsexponering | 9 |
| 3.1.4 Tillbringad tid utomhus och inomhus..... | 9 |
| 3.2 Väderförhållande | 9 |
| 3.3 Personlig exponering | 9 |
| 3.3.1 Toluén..... | 10 |
| 3.3.2 Xylen | 11 |
| 3.3.3 Naftalen | 13 |
| 3.3.4 Korrelation mellan ämnena | 14 |
| 3.3.5 Variabilitet | 14 |
| 3.4 Stationära utomhusmätningar i urban bakgrund..... | 15 |
| 4. Diskussion | 16 |
| 4.1 Personlig exponering | 16 |
| 4.2 Stationära utomhusmätningar i urban bakgrund..... | 16 |
| 5. Referenser..... | 18 |

Sammanfattning

I denna rapport sammanställs resultat från personburna mätningar av toluen, xylen och naftalen, utförda bland allmänbefolkningen i Göteborg. Mätningarna har utförts i samband med Naturvårdsverkets projekt för hälsorelaterad miljöövervakning.

Allmänbefolkningens exponering för toluen, xylen och naftalen undersöktes i Göteborg under hösten 2012. I undersökningen deltog 40 slumpvis utvalda individer, som fick bära passiva provtagare under en vecka. För 20 av deltagarna gjordes även en upprepad mätning. Information om yrke, bostad, rökvanor samt under hur lång tid deltagarna vistats i olika miljöer samlades in via frågeformulär och dagbok som deltagarna fick fylla i under mätperioden. Under mätperioden utfördes även ett antal stationära veckomätningar utomhus för att spegla halter i urban bakgrund.

Den personliga exponeringen för toluen var som median $2,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vilket väl underskrider det föreslagna riktvärde som finns för allmänbefolkningens exponering som är $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Medianexponeringen för xylen var $2,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vilket också väl underskrider det föreslagna riktvärdet för allmänbefolkningens exponering som är $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. För naftalen var medianvärdet för den personliga exponeringen $0,38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vilket även det underskrider det föreslagna riktvärdet för allmänbefolkningens exponering på $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

En signifikant korrelation fanns för samtliga ämnen mellan de två mätomgångarna i de fall upprepad mätning skett. Samvariation fanns mellan personlig exponering för toluen och xylen, men inte mellan naftalen och övriga ämnen. För toluen och naftalen kunde merparten av variabiliteten i exponering (ca 60 %) tillskrivas inom-individvariansen. För xylen utgjorde mellan-individvariansen 55 %. För samtliga ämnen var den personliga exponeringen högre än utomhushalterna. I undersökningen tillbringade deltagarna i genomsnitt 87 % av mätperioden inomhus och resultatet avspeglar därmed att halter av toluen, xylen och naftalen i allmänhet är högre inomhus än utomhus vilket också har visats i tidigare studier.

1. Bakgrund

Allmänbefolkningens exponering för några cancerframkallande ämnen ingår i Naturvårdsverkets projekt för hälsorelaterade miljöövervakning, HÄMI. I denna del av HÄMI mäts personlig exponering för ett antal olika luftföroreningar, bensen, 1,3-butadien, formaldehyd och kvävedioxid. Ett av syftena med dessa undersökningar är att ge bättre underlag vid riskvärdering för allmänheten.

Mätningar utförs varje höst i fem svenska städer enligt ett rullande schema. De fem svenska städerna är Göteborg, Umeå, Stockholm, Malmö och Lindesberg. Städerna representerar både storstadsmiljö och kustnära områden samt en mindre ort i inlandet. Resultat från den senaste undersökningen i Göteborg 2012 finns i tidigare rapport [1].

I denna rapport sammanställs resultat från mätningar av ämnena toluen, xylen och naftalen. Dessa ämnen ingår inte i den ordinarie HÄMI-undersökningen som bekostas av Naturvårdsverket men mätningarna har utförts i samband med dessa mätningar. Mätningar av ämnena som presenteras i denna rapport har bekostats av Västra Götalandsregionens Miljömedicinska Centrum (VMC). Liknande undersökningar har tidigare utförts år 2000 och 2006. [2, 3]

Toluen och xylen är ämnen som bland annat finns i trafikavgaser [4, 5]. Ämnena finns även i många olika produkter så som lacker, färger, limmer och fogmassor. Ämnena är inte klassificerade som cancerframkallande. Den kritiska effekten vid exponering för toluen är effekter på det centrala nervsystemet [6, 7]. Exponering för xylen kan också ge effekter på det centrala nervsystemet samt irritationer i hals och ögon [7]. För toluen och xylen har förslag till riktvärden för allmänbefolkningens exponering i inomhusmiljö angivits i ett EU-anknutet projekt om luftföroreningar inomhus. Dessa riktvärden är $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för toluen och $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för xylen [7]

Främsta utomhuskällorna till naftalen är utsläpp från olika förbränningsprocesser. Delvis bidrar utomhuskällorna även till halterna av naftalen som förekommer inomhus men inomhushalterna beror främst på källor i inomhusmiljön. Några exempel på inomhuskällor är olika typer av lösningsmedelsprodukter och smörjmedel [5]. Naftalen är klassat som möjligen cancerframkallande, grupp 2B, av International Agency for research on Cancer (IARC) [8]. Riktvärdet $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ har föreslagits för allmänbefolkningens exponering för naftalen i inomhusmiljö [7].

2. Material och metod

Personlig exponering mättes på 40 deltagare. Det huvudsakliga syftet med detta kliniska projekt var att undersöka allmänbefolkningens exponering för toluen, xylen och naftalen. För att skatta den genomsnittliga exponeringen för varje individ utfördes personburna mätningar under en veckas tid. Att mäta under en veckas tid minskar enstaka och kortare aktiviteters inverkan på medelxponeringen. I syfte att undersöka hur exponeringen varierade för en och samma individ gjordes upprepad mätning på hälften av deltagarna (20 individer). Hur de personburna mätningarna utförts beskrivs nedan.

Mätningar för att undersöka motsvarande ämnen i utomhusluften (urban miljö) har gjorts på två platser i Göteborg, se nedan.

2.1 Urval och rekrytering av försökspersoner

Från Statens persondataregister (SPAR) gjordes ett slumpmässigt urval av totalt 200 individer som var folkbokförda i Göteborgs kommun och i åldern 20-50 år gamla. Deltagare rekryterades från de 200 slumpmässigt utvalda individerna tills 40 individer tackat ja till deltagande. Deltagarfrekvensen var 47 % och svarsfrekvensen var 84 %. En mer detaljerad beskrivning av urval och rekryteringsprocessen finns tidigare beskrivet [1].

Upprepade mätningar gjordes för 20 individer av de totalt 40 deltagarna i studien. Efter första mätomgången tillfrågades varje försöksperson om deltagande i en andra mätomgång i studien. Detta gjordes tills 20 individer accepterat deltagande i den andra mätomgången.

2.2 Mätningar

2.2.1 Personburna mätningar

Inför mätningarna fick deltagarna instruktioner om hur provtagarna skulle bäras, var de skulle placeras under natten samt hur frågeformulär och dagbok skulle fyllas i. I frågeformuläret finns frågor om yrke, bostad, rökvanor etc. och i dagboken fick deltagarna fylla i hur länge de vistats i olika miljöer under mätperioden.

Provtagarna placerades i ett band som deltagarna bar om halsen. Placeringen av provtagarna valdes för att fånga exponeringen så nära andningszonen som möjligt och därmed spegla den personliga exponeringen. Varje mätning utfördes under en veckas tid, sju på varandra följande dygn. Under denna tid bar deltagarna provtagarna under all vaken tid (dock ej vid bad, dusch, träning eller liknande aktiviteter). Då deltagaren sov placerades bandet med provtagarna i närheten av sängen.

Den första mätningen påbörjades den 24 september 2012 och den sista mätningen avslutades den 13 december 2012.

2.2.3 Stationära utomhusmätningar (urban bakgrund)

Mätningar som representerar utomhusluften i Göteborg har gjorts på två centrala platser, på taket av Arbets- och miljömedicins byggnad på Medicinaregatan 16 och på taket till Femmanhuset i Nordstans köpcentrum på Postgatan 26-32. Dessa platser är båda högt belägna och avser att representera urban bakgrundsnivå i staden. Mätningarna pågick under fem veckor, en vecka för varje provtagare, utspridda under den tid som de personburna mätningarna gjordes. De stationära mätningarna är gjorda med samma typ av provtagare som användes vid de personburna mätningarna, se beskrivning ovan.

2.3 Provtagare och analys

Diffusionsprovtagare av typen Perkin-Elmer användes för att mäta toluen, xylen och naftalen. Provtagaren utgörs av ett stålrör innehållande 300 mg adsorbent av typen Tenax TA (2,6-difenyl-pfenyloxidpolymer). Röret försluts med en mutter i varje ända då provtagaren inte används. Provtagarna förvarades i förslutet kärl i rumstemperatur och mörkt (inlindade i aluminiumfolie) före och efter provtagning.

2.3.1 Uptagsfaktorer och detektionsgräns

Samtliga prover har analyserats av Miljökemiska laboratoriet vid Arbets- och miljömedicin i Göteborg. För analyserna användes automatisk termisk desorption (ATD) kopplat till gaskromatograf med masspektrometer (GC-MS). Blankprover analyserades samtidigt som proverna och resultatet är korrigerade mot blankvärdena.

Mängden xylen analyserades som total mängd o-, m- och p-xylen samt etylbensen.

Vid beräkning av halt i proven användes de upptagsfaktorer som anges i tabell 1 nedan. Detektionsgräns för vart och ett av ämnena anges i tabell 2.

Tabell 1. Uptagsfaktorer för diffusionsprovtagaren.

| | Uptagsfaktor [mL/min] |
|-----------------|---------------------------------|
| Toluen | 0,45 |
| Xylen | 0,55 |
| Naftalen | 0,43 |

Tabell 2. Detektionsgräns (LOD) för de olika ämnena

| | LOD [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] |
|-----------------|---|
| Toluen | 0,38 |
| Xylen | 0,42 |
| o-xylen | 0,056 |
| mp-xylen | 0,27 |
| etylbensen | 0,11 |
| Naftalen | 0,12 |

2.3.2 Valideringsförsök för upptagshastighet av naftalen

För att beräkna koncentrationen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) av naftalen har upptagsfaktorn 0,43 mL/min använts, vilket är den upptagsfaktor som leverantören angivit. Ett valideringsförsök i

mindre skala utfördes under hösten 2013 i Arbets- och miljömedicins egna lokaler för att undersöka upptagshastigheten i ett fältförsök inomhus vid en känd lufthalt naftalen. Pumpad provtagning (5 mL/min) med Tenax TA (två rör) utfördes parallellt med diffusionsprovtagning med Tenax TA (sex rör) under sju dygn vid en halt på $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ naftalen i luften. Upptagshastigheten vid detta enstaka försök beräknades till 0,38 mL/min (95 % KI: 0,37-0,43). Den av leverantören angivna upptagshastigheten som använts vid beräkningarna ligger inom konfidensintervallet.

2.4 Statistiska metoder

Uppmätta koncentrationer för ämnena toluen, xylen och naftalen anges under resultat som medianvärde (median), aritmetiskt medelvärde (AM) och geometriskt medelvärde (GM). Även geometrisk standardavvikelse (GSD) och spridning (min-max) presenteras i resultatet.

Värden under detektionsgränsen (LOD) har ersatts med $\frac{LOD}{\sqrt{2}}$ vid beräkningar [9].

Spearman's rang-korrelations koefficient har använts vid beräkning av korrelation mellan olika variabler. Wilcoxon's rangsummetest användes för beräkningar av jämförelser mellan olika grupper. Vid beräkning av inom- och mellanindividvarians användes proceduren Proc Mixed i SAS. Vid variansanalys har log-transformerad och obalanserad data använts, (det vill säga samtliga 60 personburna mätningar har inkluderats, 40 mätningar från mätomgång ett och 20 från mätomgång två).

Som avskiljning för statistisk signifikans har $p < 0,05$ använts. Samtliga statistiska beräkningar har utförts i statistikprogrammet SAS (SAS version 9.4).

3. Resultat

Nedan presenteras resultat för studiegruppen och uppmätt exponering av toluen, xylen och naftalen.

3.1 Studiegrupp

Nedan finns en kort sammanfattning av studiegruppen. En mer detaljerad beskrivning finns i tidigare rapport [1].

3.1.1 Antal, kön och ålder

Totalt deltog 40 individer i studien, 20 kvinnor och 20 män. Samtliga 40 individer deltog och fullföljde mätomgång ett under alla sju mätdygn. Medelåldern för de 40 individerna var 32 år (32 år för kvinnor och 33 år för män). Av de 20 som även var med i mätomgång två var elva kvinnor och nio män. Medelåldern för de 20 individerna som också deltog i mätomgång två var 31 år (28 år för kvinnor och 34 år för män).

3.1.2 Rökning respektive passiv rökning

Av samtliga 40 deltagare var fem rökare, två kvinnor och tre män. Tre av rökarna deltog även i mätomgång två (två kvinnor och en man). Bland de 35 deltagare i omgång ett

som var icke-rökare angav fem individer att de utsatts för passiv rökning under mättiden. Tiden de angav att de utsatts för passiv rökning under mätveckan varierade mellan tio minuter upp till fem timmar, med ett medianvärde på 20 minuter. Under mätomgång två angav en av de 17 icke-rökarna att hen utsatts för passiv rökning under tio minuter av mättiden.

3.1.3 Yrkes- och fritidsexponering

Av de 40 deltagarna angav sju individer (18 %) att de i yrket exponeras för bensinångor/motoravgaser eller lösningsmedel, och 17 individer (43 %) angav att de på fritiden exponeras för bensinångor/motoravgaser eller lösningsmedel. Av de 40 deltagarna angav tre individer (8 %) att de parkerar bilen i garage inbyggt i bostadshuset.

3.1.4 Tillbringad tid utomhus och inomhus

Utifrån de uppgifter som deltagarna lämnat i dagböcker som de förde under mätperioden framgår hur mycket tid de tillbringade utomhus och inomhus. Den sammanlagda tiden som varje deltagare tillbringat inomhus under mätperioden uppgick i genomsnitt till 87 %. Andel av den totala tiden tillbringad i egen bostad uppgick till 66 %.

3.2 Väderförhållande

Medeltemperaturen för hela mätperioden (24 september till 13 december) var 6 °C (mellan -15°C – +15°C). Under mätperioden regnade det mycket, framförallt under perioden oktober till november och nederbörden var över det normala för perioden. Enligt miljöförvaltningen i Göteborgs stad inträffade flera inversioner under mätperioden i oktober, november och december. [1]

3.3 Personlig exponering

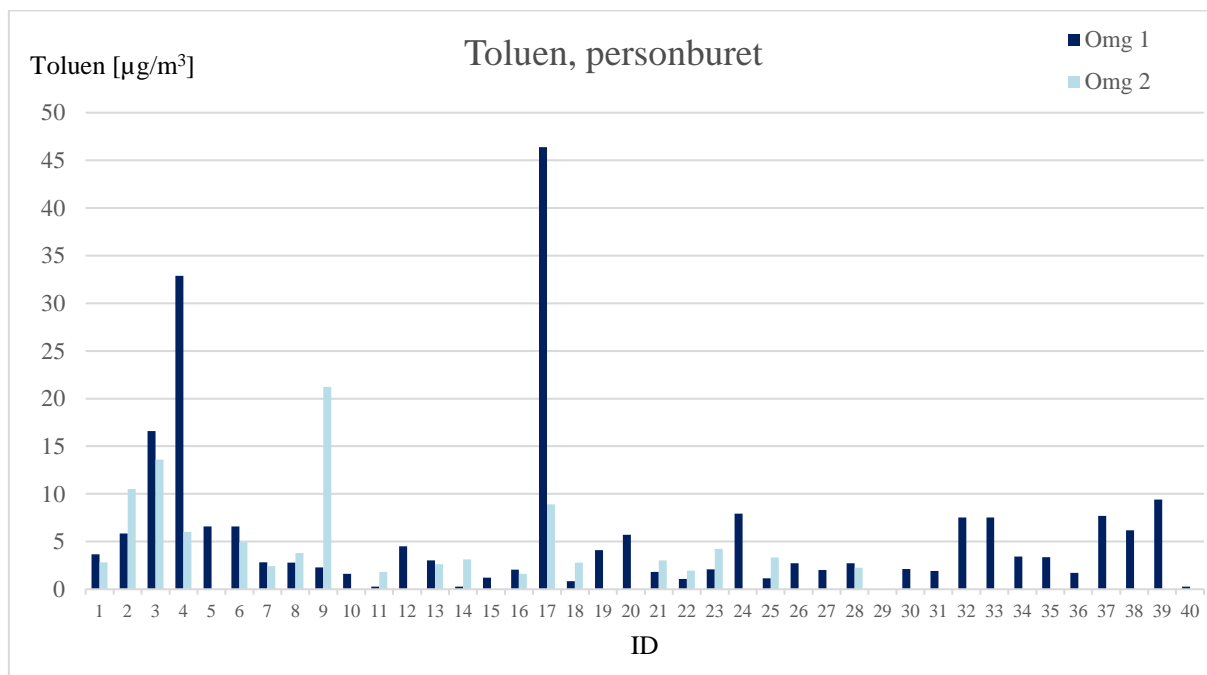
De koncentrationer som anges för ämnena avser genomsnittsexponering under mätperioden, det vill säga under de sju mätdygnen. Analysen misslyckades för ett av proven och därför saknas mätresultat för en deltagare (ID 29) för samtliga ämnen.

De uppmätta halterna av toluen och xylen var för en deltagare (ID 26) mycket höga i mätomgång två, 53 µg/m³ respektive 153 µg/m³. För den upprepade mätningen har deltagaren uppgivit färd i bil under ca fyra timmar med en läckande dunk bensin (bilen stank enligt deltagaren bensin). Då exponeringen inte anses spegla deltagarens normala vardag har resultatet från mätningen exkluderats för samtliga ämnen.

Deltagare nr 1, 11, 12, 23 och 27 är rökare. Deltagare nr 1, 2, 9, 11, 12, 38 och 39 har angivit att de exponeras för bensinångor/motoravgaser eller lösningsmedel i yrket. Deltagare nr 2, 5, 9, 11, 15, 20-23, 28, 31-33, 35, 36, 38 och 40 har angivit att de exponeras för bensinångor/motoravgaser eller lösningsmedel under fritiden.

3.3.1 Toluen

Nedan anges resultat från personburna mätningar av toluen, se figur 1 och tabell 3.



Figur 1: Personlig exponering för toluen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) för samtliga 40 deltagare. De mörkblå staplarna visar mätomgång ett (omg 1) och de ljusblå visar mätomgång två (omg 2). Mätresultat saknas för en deltagare (ID 29) och har exkluderats för en deltagares andra mätomgång (ID 26).

De högsta exponeringarna uppmättes för deltagare nr 4 och 17, båda i omgång ett. Ingen av dessa individer har angivit att de exponeras för bensinångor/motoravgaser eller lösningsmedel varken i yrket eller under fritiden. Deltagare nr 4 har tankat en gång under mätperioden och individ nr 17 har tankat två gånger.

Medianexponeringen för samtliga 39 deltagare i mätomgång ett var $2,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och medelvärdet var $5,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De uppmätta halterna låg inom intervallet $<0,38 - 46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (se tabell 3). Tre av mätvärdena i mätomgång ett låg under detektionsgränsen ($<0,38 \mu\text{g}/\text{m}^3$). En signifikant korrelation fanns mellan mätomgång ett och mätomgång två för individer med upprepad mätning ($r_s=0,57$, $p=0,01$). Ingen signifikant skillnad fanns i exponering för toluen mellan kvinnor och män. Ingen signifikant skillnad kunde påvisas mellan rökare och icke rökare.

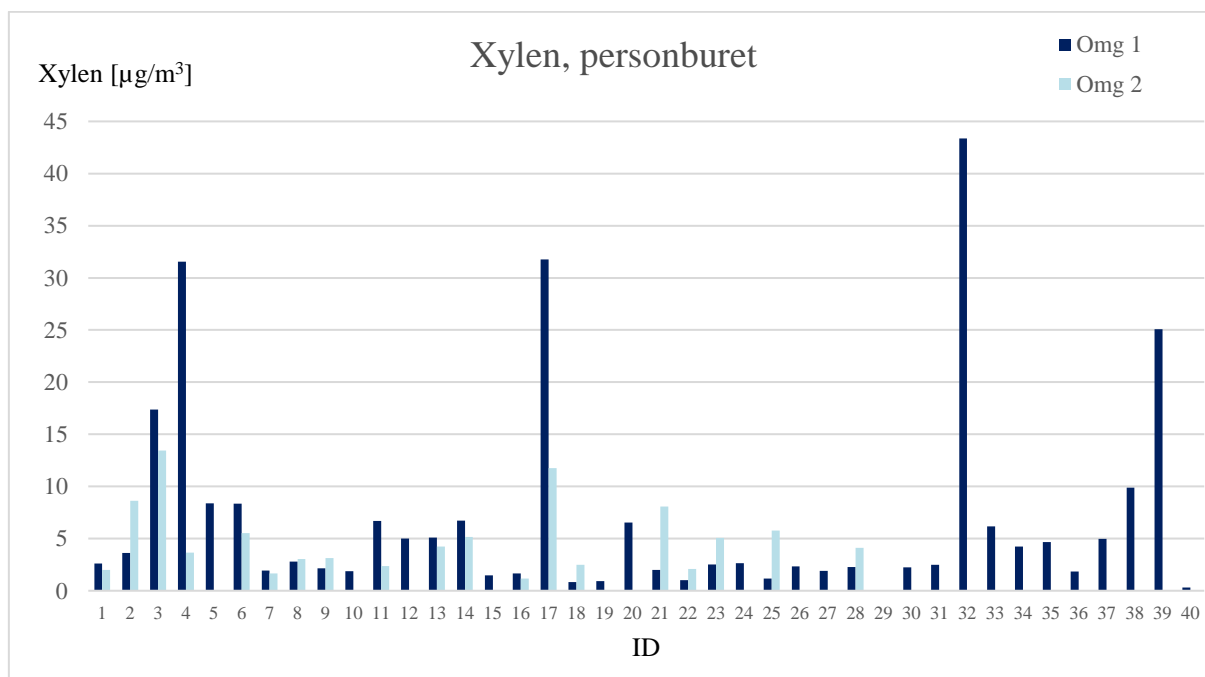
Allmänbefolkningens exponering för toluen, xylen och naftalen i Göteborg 2012

Tabell 3. Personlig exponering för toluen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). I tabellen redovisas antal individer (N), median, aritmetiskt medelvärde (AM), geometriskt medelvärde (GM), geometrisk standardavvikelse (GSD) och intervallet för uppmätta halter (min-max).

| | N | median | AM | GM | GSD | min-max |
|--|----|--------|-----|-----|-----|-------------|
| Alla individer, mätomgång 1 | 39 | 2,8 | 5,7 | 3,1 | 3,1 | <0,38 - 46 |
| Individer med upprepad mätning, mätomgång 1 | 20 | 2,7 | 6,9 | 2,8 | 3,7 | <0,38 - 46 |
| Individer med upprepad mätning, mätomgång 2 | 19 | 3,1 | 5,3 | 4,0 | 2,0 | 1,6 – 21 |
| Kvinnor, mätomgång 1 | 19 | 2,7 | 5,1 | 3,0 | 2,9 | <0,38 - 33 |
| Män, mätomgång 1 | 20 | 3,1 | 6,3 | 3,1 | 3,3 | <0,38 - 46 |
| Rökare, mätomgång 1 | 5 | 2,1 | 2,5 | 1,8 | 3,1 | <0,38 - 4,5 |
| Icke rökare, mätomgång 1 | 34 | 2,9 | 6,2 | 3,3 | 3,0 | <0,38 - 46 |

3.3.2 Xylen

Med xylen avses i denna rapport summan av halten o-, m- och p-xylen samt etylbensen. Nedan anges resultat från personburna mätningar av xylen, se figur 2 och tabell 4.

**Figur 2.** Personlig exponering för xylen (total mängd o-, m- och p-xylen samt etylbensen) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) för samtliga 40 deltagare. De mörkblå staplarna visar mätomgång ett (omg 1) och de ljusblå visar mätomgång två (omg 2) då upprepade mätningar utfördes på 20 av individerna. Mätresultat saknas för en deltagare (ID 29) och har exkluderats för en deltagares andra mätomgång (ID 26).

Allmänbefolkningens exponering för toluen, xylen och naftalen i Göteborg 2012

De högsta halterna uppmättes för deltagare nr 4, 17, 32 och 39, samtliga i mätomgång ett. Ingen av dessa deltagare är rökare men samtliga har angivit att de tankat under mätperioden. Deltagare nr 4 och 17 hade även högst exponering för toluen, se ovan. Deltagare nr 32 har angivit att exponering för bensinångor/motoravgaser eller lösningsmedel förekommit på fritiden under mätperioden. Deltagare 39 har angivit att yrkesmässig exponering för bensinångor/motoravgaser eller lösningsmedel förekommit under mätperioden samt att hen exponerats för passiv rökning.

Medianexponeringen för samtliga 39 deltagare i mätomgång ett var $2,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och medelxponeringen var $6,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De uppmätta halterna låg inom intervallet $<0,42 - 43 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se tabell 4. För en av mätningarna var halterna av o-, m-, och p-xylen samt etylbensen alla under detektionsgränsen ($<0,42 \mu\text{g}/\text{m}^3$). En signifikant korrelation fanns mellan mätomgång ett och mätomgång två för xylen för individer med upprepad mätning ($r_s=0,50$, $p=0,03$). Det fanns ingen signifikant skillnad i exponering mellan kvinnor och män. Ingen signifikant skillnad kunde påvisas mellan rökare och icke rökare.

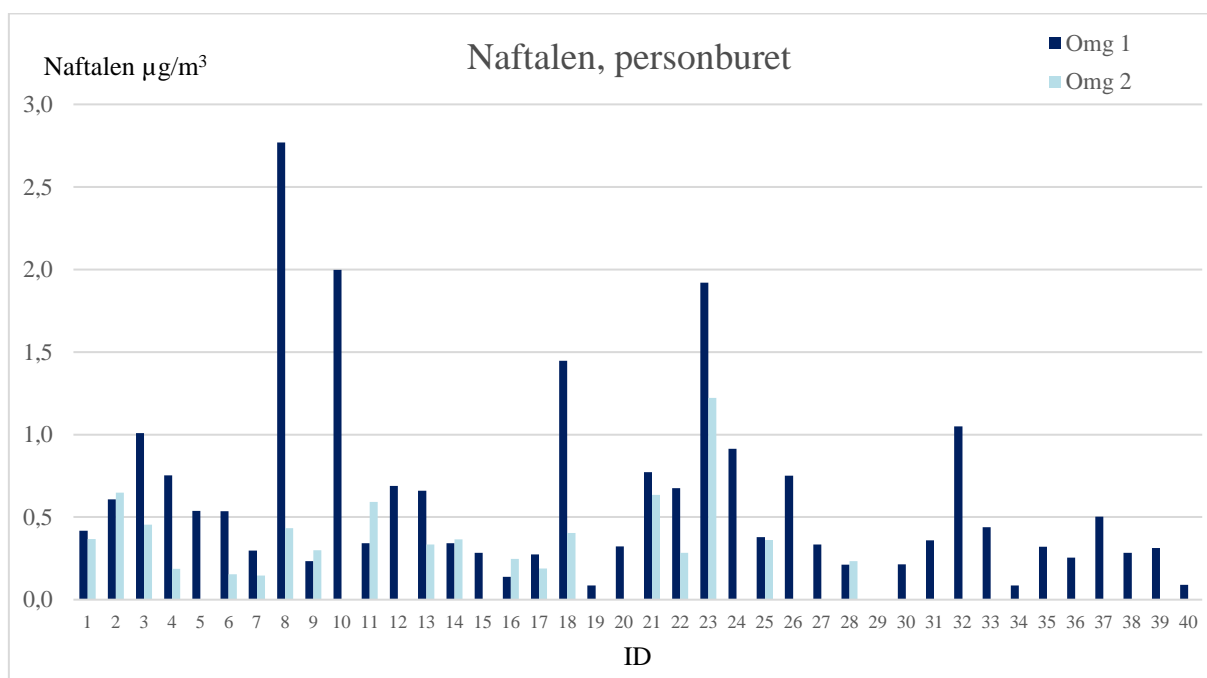
Andelen xylen (o-, m-, p-xylen) i proven utgjorde i genomsnitt 77 %, resterande mängd var etylbensen.

Tabell 4. Personlig exponering för xylen (total mängd o-, m- och p-xylen samt etylbensen) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). I tabellen redovisas antal individer (N), median, aritmetiskt medelvärde (AM), geometriskt medelvärde (GM), geometrisk standardavvikelse (GSD) och intervallet för uppmätta halter (min-max).

| | N | median | AM | GM | GSD | min-max |
|--|----|--------|-----|-----|-----|------------|
| Alla individer, mätomgång 1 | 39 | 2,6 | 6,9 | 3,7 | 2,9 | <0,42 - 43 |
| Individer med upprepad mätning, mätomgång 1 | 20 | 2,6 | 6,7 | 3,6 | 2,8 | 0,85 - 32 |
| Individer med upprepad mätning, mätomgång 2 | 19 | 4,1 | 4,9 | 4,0 | 1,9 | 1,2 - 13 |
| Kvinnor, mätomgång 1 | 19 | 2,5 | 6,8 | 3,4 | 2,9 | 0,85 - 43 |
| Män, mätomgång 1 | 20 | 3,9 | 7,0 | 4,0 | 3,0 | <0,42 - 32 |
| Rökare, mätomgång 1 | 5 | 2,6 | 3,7 | 3,3 | 1,7 | 1,9 - 6,7 |
| Icke rökare, mätomgång 1 | 34 | 2,7 | 7,3 | 3,7 | 3,1 | <0,42 - 43 |

3.3.3 Naftalen

I figur 3 och tabell 5 nedan anges resultat från personburna mätningar av naftalen.



Figur 3. Personlig exponering för naftalen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) för samtliga 40 deltagare. De mörkblå staplarna visar mätomgång ett (omg 1) och de ljusblå visar mätomgång två (omg 2) då upprepade mätningar utfördes på 20 av individerna. Mätresultat saknas för en deltagare (ID 29) och har exkluderats för en deltagares andra mätomgång (ID 26).

Den högsta exponeringen uppmättes för deltagare, nr 8, 10, 18 och 23, alla i mätomgång ett. Deltagare nr 23 är rökare och har angivit att exponering för bensenångor/motoravgaser eller lösningsmedel förekommit på fritiden under mätperioden.

Medianexponeringen för samtliga 39 deltagare i mätomgång ett var $0,38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och medelxponeringen var $0,61 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De uppmätta halterna låg inom intervallet $<0,12 - 2,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Se tabell 5. Tre av mätvärdena låg under detektionsgränsen ($<0,12 \mu\text{g}/\text{m}^3$). En signifikant korrelation fanns mellan mätomgång ett och mätomgång två för individer med upprepade mätning ($r_s=0,54$, $p=0,02$). Ingen signifikant skillnad i exponering fanns mellan kvinnor och män. Ingen signifikant skillnad kunde påvisas mellan rökare och icke rökare.

Allmänbefolkningens exponering för toluen, xylen och naftalen i Göteborg 2012

Tabell 5. Personlig exponering för naftalen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). I tabellen redovisas antal individer (N), median, aritmetiskt medelvärde (AM), geometriskt medelvärde (GM), geometrisk standardavvikelse (GSD) och intervallet för uppmätta halter (min-max).

| | N | median | AM | GM | GSD | min-max |
|--|----------|---------------|-----------|-----------|------------|----------------|
| Alla individer, mätomgång 1 | 39 | 0,38 | 0,61 | 0,44 | 2,3 | <0,12 - 2,8 |
| Individer med upprepad mätning, mätomgång 1 | 20 | 0,57 | 0,73 | 0,54 | 2,1 | 0,14 - 2,8 |
| Individer med upprepad mätning, mätomgång 2 | 19 | 0,36 | 0,40 | 0,34 | 1,7 | 0,15 - 1,2 |
| Kvinnor, mätomgång 1 | 19 | 0,54 | 0,64 | 0,50 | 2,2 | <0,12 - 1,9 |
| Män, mätomgång 1 | 20 | 0,32 | 0,57 | 0,38 | 2,3 | <0,12 - 2,8 |
| Rökare, mätomgång 1 | 5 | 0,42 | 0,74 | 0,57 | 2,1 | 0,33 - 1,9 |
| Icke rökare, mätomgång 1 | 34 | 0,37 | 0,59 | 0,42 | 2,3 | <0,12 - 2,8 |

3.3.4 Korrelation mellan ämnena

Det fanns en tydlig korrelation mellan personlig exponering för toluen och xylen i mätomgång ett ($N=39$, $r_s=0,71$, $p < 0,0001$). Korrelationen var liknande för mätomgång två ($N=19$). Ingen signifikant korrelation fanns mellan naftalen och något av de andra ämnena, se tabell 6.

Tabell 6. Korrelationsmatris för ämnena i mätomgång ett. Signifikant korrelation ($p < 0,05$) skrivs med fet stil i tabellen. $N=39$.

| | Toluen | Xylen | Naftalen |
|-----------------|---------------|--------------|-----------------|
| Toluen | 1 | | |
| Xylen | 0,71 | 1 | |
| Naftalen | 0,13 | 0,21 | 1 |

3.3.5 Variabilitet

Variabiliteten i exponering beräknades och delades upp på två olika komponenter. Mellan-individvariansen anger variabiliteten mellan olika individers medexponering och inom-individvariansen anger variabiliteten mellan olika mätomgångar för en och samma individ. Denna beräkning kan göras då upprepade mätningar gjordes i studien.

För toluen och naftalen utgjordes variabiliteten till största delen av inom-individvarians (ca 60 %), det vill säga variabiliteten i exponeringen berodde huvudsakligen på

Allmänbefolkningens exponering för toluen, xylen och naftalen i Göteborg 2012

skillnaden mellan olika mätillfällen hos samma individ. För xylen var mellan-individvariansen 55 %, se tabell 7.

Tabell 7. Variabilitet i exponering för personburna mätningar

| | Mellan-individvariens | Inom-individvariens |
|-----------------|-----------------------|---------------------|
| Toluen | 0,40 (40%) | 0,60 (60%) |
| Xylen | 0,52 (55%) | 0,43 (45%) |
| Naftalen | 0,22 (39%) | 0,34 (61%) |

3.4 Stationära utomhusmätningar i urban bakgrund

I tabell 9 och 10 presenteras halter från de stationära utomhusmätningarna. Dessa gjordes på taket på Medicinaregatan 16 och på taket av Femmanhuset, två centrala platser i Göteborg som avser avspeglar urban bakgrund. En av mätningarna på Femmanhusets tak, den sista, har inte tagits med i resultatet då provtagaren på grund av ett takarbete blivit övertäckt av en presenning i början av mätperioden. För samtliga ämnen var den uppmätta median- och medelhalt likvärdig eller högre på Femmanhusets tak jämfört med på taket av Medicinaregatan 16.

Tabell 9. Stationära utomhushalter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) på taket på Medicinaregatan 16. I tabellen redovisas antal mätningar (N), median, aritmetiskt medelvärde (AM) och intervallet för uppmättahalter (min-max).

| | N | median | AM | min-max |
|-----------------|---|--------|------|--------------|
| Toluen | 5 | 0,99 | 1,2 | 0,79 - 1,7 |
| Xylen | 5 | 1,5 | 1,8 | 0,96 - 2,9 |
| Naftalen | 5 | 0,09 | 0,10 | <0,12 - 0,15 |

Tabell 10. Stationära utomhushalter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) på taket av Femmanhuset. I tabellen redovisas antal mätningar (N), median, aritmetiskt medelvärde (AM) och intervallet för uppmättahalter (min-max).

| | N | median | AM | min-max |
|-----------------|---|--------|------|--------------|
| Toluen | 4 | 1,5 | 1,5 | 0,46 - 2,7 |
| Xylen | 4 | 1,6 | 2,0 | 1,2 - 3,7 |
| Naftalen | 4 | 0,09 | 0,12 | <0,12 - 0,24 |

4. Diskussion

4.1 Personlig exponering

Den personliga medianexponeringen för toluen var $2,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och medelxponeringen var $5,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Exponeringen ligger väl under det föreslagna riktvärdet för allmänbefolkningens exponering för toluen i inomhusmiljö som är $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [7]. Även den personliga medianexponeringen för xylen, $2,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och medelxponeringen, $6,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ligger väl under det föreslagna riktvärdet för allmänbefolkningens exponering för xylen i inomhusmiljö som är $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [7]. Detta mätprojekt har genomförts vid två tidigare tillfällen år 2000 och 2006 och vid båda tillfällena har toluen och xylen mätts [2, 3]. När projektet genomfördes år 2000 användes en annan provtagare och det finns därför en osäkerhet i att jämföra resultaten från denna mätning med mätningar gjorda 2006 och 2012. Exponeringen för toluen och xylen var år 2012 lägre jämfört med mätningarna som gjordes år 2006 (medianvärde toluen $6,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och medianvärde xylen $4,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) [2].

Medianexponeringen för naftalen var $0,38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och medelxponeringen var $0,61 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Exponeringen understiger det föreslagna riktvärde som finns för allmänbefolkningens exponering för naftalen i inomhusmiljö som är $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [7]. Exponeringen för naftalen var något högre jämfört med mätningar gjorda år 2006 (median $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Variabiliteten i exponeringen dominerades av inom-individvariansen, vilket överensstämmer med resultaten från undersökningen 2006 [2].

Den personliga exponeringen för toluen, xylen och naftalen var betydligt högre än halterna uppmätta stationärt utomhus. Då vi tillbringar större delen av vår tid inomhus avspeglar detta att halten toluen, xylen och naftalen är högre inomhus än utomhus. I undersökningen tillbringade deltagarna i genomsnitt 87 % av mätperioden inomhus. I de tidigare mätprojekten (2000 och 2006) gjordes även mätningar i deltagarnas sovrum och utanför deras bostad. Man fann då signifikant högre halter inomhus jämfört med utomhus för alla tre ämnena [2, 3]. Man har också i ett antal andra studier visat att halten toluen, xylen och naftalen i allmänhet är högre inomhus än utomhus [10-13].

4.2 Stationära utomhusmätningar i urban bakgrund

Fem stationära veckomätningar gjordes utomhus på två olika platser i Göteborg, på taket på Medicinargatan 16 och på Femmanhusets tak. Platserna avser båda att spegla halter i urban bakgrund. Medicinargatan 16 ligger högt beläget och söder om centrum utan direkt anslutning till några större trafikleder. Femmanhuset ligger mitt i centrala Göteborg nära biltrafikleder och Göta Älv och påverkas därmed i större utsträckning av utsläpp från både biltrafik och sjöfart. För samtliga ämnen var de uppmätta halterna lika höga eller högre på Femmanhusets tak jämfört med på taket av Medicinargatan 16.

Tack!

Ett stort tack till alla deltagare som medverkat i undersökningen! Tack till Lisa Svedbom för insamling och analyser av prover i projektet. Tack också till Göteborgs stads miljöförvaltning för tillgång till mätstation på Femmanhusets tak där stationära mätningar gjordes.

5. Referenser

1. Johannesson, S., L. Svedbom, B. Strandberg, G. Sällsten, *Cancerframkalande ämnen i tätortsluft*. Arbets- och miljömedicin i Göteborg, 2013.
2. Åkerström, M., S. Johannesson, K. Bergemalm-Rynell, B. Strandberg, G. Sällsten, *Allmänbefolkningens exponering för bensen, toluen, xylen och naftalen i Göteborg 2006*. Arbets- och miljömedicin i Göteborg, 2009.
3. Sällsten, G., G. Ljungkvist, L. Barregård, *Allmänbefolkningens exponering för bensen, toluen och xylen – personlig exponering, individrelaterade stationära mätningar och bakgrundsmätningar i Göteborg*. Yrkes- och miljömedicin i Göteborg, 2003.
4. Baimatova, N., J.A. Koziel, B. Kenessov, *Quantification of benzene, toluene, ethylbenzene and o-xylene in internal combustion engine exhaust with time-weighted average solid phase microextraction and gas chromatography mass spectrometry*. Analytica Chimica Acta, 2015. 873(Supplement C): p. 38-50.
5. World Health Organisation, *WHO Guidelines for Indoor Air Quality - Selected Pollutants*. 2010.
6. Montelius, J., *Vetenskapligt underlag för hygieniska gränsvärden*. 23. 2002: Arbete och hälsa 2002:18. Arbetslivsinstitutet, Solna.
7. Koistinen, K., D. Kotzias, S. Kephelopoulos, et al., *The INDEX project: executive summary of a European Union project on indoor air pollutants*. Allergy, 2008. 63(7): p. 810-9.
8. IARC, *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 82*. 2002, World Health Organization, International Agency for Research on Cancer (IARC), Lyon, France.
9. Hornung, R.W., L.D. Reed, *Estimation of Average Concentration in the Presence of Nondetectable Values*. Applied Occupational and Environmental Hygiene, 1990. 5(1): p. 46-51.
10. Edwards, R.D., J. Jurvelin, K. Saarela, et al., *VOC concentrations measured in personal samples and residential indoor, outdoor and workplace microenvironments in EXPOLIS-Helsinki, Finland*. Atmospheric Environment, 2001. 35(27): p. 4531-4543.
11. Su, F.C., B. Mukherjee, S. Batterman, *Determinants of personal, indoor and outdoor VOC concentrations: an analysis of the RIOPA data*. Environ Res, 2013. 126: p. 192-203.
12. Esplugues, A., F. Ballester, M. Estarlich, et al., *Indoor and outdoor air concentrations of BTEX and determinants in a cohort of one-year old children in Valencia, Spain*. Science of The Total Environment, 2010. 409(1): p. 63-69.
13. Socialstyrelsen, *Kemiska ämnen i inomhusmiljön*. 2006.