

Programområde:

**Hälsorelaterad miljöövervakning**

Miljöövervakningsmetod:

**Cancerframkallande  
ämnen i tätortsluft,  
personlig exponering och  
bakgrundsmätningar**

**Författare:** Se avsnittet "Författare och övriga kontaktpersoner"

## Bakgrund och syfte

Målen med undersökningen är:

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

Cancerframkallande luftföroreningar i tätortsmiljö är ett väsentligt område för miljöövervakningen inom området Hälsorelaterad miljöövervakning. Mätningar av dessa ämnen måste göras för att kunna värdera miljömålet "Frisk luft" i regeringens proposition 1997/98:145. I miljöhälsoutredningen (SOU 1996:124) rekommenderas mätningar av en rad ämnen. Beträffande cancerframkallande ämnen gäller det eten, propen, bensen, formaldehyd, acetaldehyd och PAH, speciellt bens(a)pyren.

## Strategi

Stationära mätningar av vissa cancerframkallande ämnen görs i Sverige, ofta i taknivå. Risken för människor beror emellertid på personlig exponering och riskvärderingar som underlag för eventuella gränsvärden eller riktvärden i utomhusmiljö baseras ofta på populationernas personliga exponering. För att bedöma risken för människor krävs därför att man undersöker exponering eller visar att denna kan skattas genom bakgrundsmätningar ovan tak. Mätningar av personlig exponering kan vara betydligt mera resurskrävande än stationära mätningar i olika punkter i omgivningen, men undersökningar från andra länder har visat att nivåerna personburet och ovan tak kan vara mycket olika.

Urvalet av ämnen har sin grund i hur spridd hanteringen och exponeringen är, IMMs riskbedömningar samt i vilken utsträckning mät- och analysmetoder finns tillgängliga. **Bensen** är ett vitt spritt ämne med säkerställd cancerframkallande effekt och finns i motorbensin och -

avgaser. Det alstras också vid vedeldning och tobaksrökning. Gränsvärden för utomhusmiljö är under utarbetande i Sverige och inom EU. En minskning av bensenhalten i bensin pågår och effekterna av sådana åtgärder bör undersökas. **Alken**exponering hos allmänbefolkning har ej undersökts. De lättaste alkenerna är svåra att provta i låga halter. Utifrån det begränsade materialet i form av djurstudier och uppskattningar av befolkningens exponering som finns, har IMM bedömt att **1,3-butadien** (IARC grupp 2A, probably carcinogenic to humans) är den alken som innebär störst cancerrisk för allmänbefolkningen i Sverige. **Formaldehyd** anses också vara cancerframkallande (IARC grupp 2A). Det finns få mätdata i utomhusluft. Exponeringen kan ofta vara högre inomhus. Få exponeringsmätningar har gjorts i allmänbefolkningen. **Acetaldehyd** är också ett misstänkt cancerframkallande ämne (IARC grupp 2B, men klassad i samma grupp som formaldehyd av National Toxicology Program i USA). Det kan analyseras med samma typ av personliga provtagare som formaldehyd. Polyaromatiska kolväten, **PAH**, alstras vid förbränning av organiskt material inklusive ved, dieselbränsle och bensin. En del mätningar finns i gatumiljö, men mycket få individuella exponeringsmätningar i allmänbefolkningen. Många enskilda PAH är dokumenterat cancerframkallande, t.ex. Benzo(a)pyren och flera "blandningar" som sot och koltjära som klassas i grupp 1 (Carcinogenic to humans) av IARC. Cancerframkallande PAH finns både i gasfas och i partikelfas.

### **Statistiska aspekter**

Eftersom huvudsyftet är att övervaka allmänbefolkningens exponering bör mätningar göras på slumpvis utvalda personer från allmänbefolkningen. Man kommer då att kunna uttala sig om den genomsnittliga "befolkningsdosen" av de cancerframkallande ämnen som mäts. Det är värdefullt om man dessutom kan göra upprepade mätningar hos samma individer för att kunna säga något om hur nivåerna varierar inom individer. Det är också värdefullt om man kan göra mätningar i särskilt intressanta subgrupper, t.ex. individer som antas ha högre exponering än genomsnittet eller vara speciellt känsliga. Man kan dock inte nöja sig med att endast göra mätningar på t.ex. boende i trafikerade områden eller på rökare, eftersom man då inte kommer att kunna skatta "populationsdosen" för de ämnen man mäter.

För att få ett någorlunda precist mått på befolkningens genomsnittsexponering krävs att tillräckligt många personer ingår. Skillnader i exponering mellan subgrupper kan påvisas om subgrupperna är stora (män/kvinnor, rökare/icke-rökare) och skillnaderna i exponering inte alltför små. För att kunna påvisa statistiskt signifikanta skillnader beroende på faktorer som inte är så vanliga (och därmed inte heller så vanliga i ett slumpurval av allmänbefolkningen) krävs större material än vad som är rimligt ur arbets- och kostnadssynpunkt. Om sådana faktorer ska belysas får man således inkludera sådana subgrupper separat.

Mätningar görs också på minst två fasta mätstationer. Dessa väljs lämpligen så att de kan spegla urban bakgrund t.ex. på det sätt som görs i det så kallade Urban-nätet.

Varje år väljs en större ort för miljöövervakning. Uppdraget kan växla mellan olika utförare. Efter några år återkommer mätprojektet till samma stad, så att såväl tidstrender som skillnader mellan städer kan belysas. Grunddragen i undersökningen bör behållas från år till år. Nya ämnen kan dock komma att läggas till med åren om exponeringsförhållanden ändras eller ny kunskap framkommer, t ex om exponerings-respons-samband.

Uppläggningsen som beskrivs nedan följer den som användes vid Miljöövervakningsprojektet vid det första tillfället, år 2000 i Göteborg. Förändringar kan göras i samråd med Naturvårdsverket.

### **Urval av försökspersoner**

Välj slumpmässigt personer mellan 20–50 år boende i aktuell tätort, t.ex. från folkbokföringsregistret. Åldersgränserna omfattar personer i yrkesaktiv ålder. Antalet deltagare bör vara cirka 40. Födelsedag (1-31), månad (1-12) och födelseår (1950-1980) kan användas för slumpurvalet.

Ett informationsbrev där studiens utförande och bakgrund beskrevs sänds till ett antal slumpmässigt utvalda individer (för tillgång till tidigare använt brev, kontakta lars.barregard@ymk.gu.se eller gerd.sallsten@ymk.gu.se). Välj ut personer i omgångar och försök att skatta hur många utskick (i Göteborg t.ex. 63 personer) som behöver göras för att få ihop 40 deltagare. Sortera bort de som visar sig inte längre bo i aktuell tätort. Kontakta de kvarvarande per telefon och om detta ej lyckas per brev eller vid personligt besök i bostaden. Anteckna vilka som ej kan nå trots påminnelser och vilka som avböjer samt skälen till det. Andelen som accepterade att delta i undersökningen bör helst vara minst 65 % (71 % av målgruppen i Göteborg 2000). En hög deltagandegrad kräver dock att man lägger en del energi på brev och telefonkontakten för att motivera personer att ställa upp. Omsorg om miljön, betydelsen av att stödja forskningen samt den ekonomiska ersättningen kan ha betydelse.

Ge försökspersonerna en lämplig ekonomisk ersättning för besväret (1000 kr i Göteborg 2000). Ange i informationsbladet att ersättningen beskattas. Tänk på att sociala avgifter tillkommer som kostnad för utföraren.

Tillstånd från etisk kommitté måste inhämtas för denna typ av undersökning. Kopia av ansökan och tillstånd från etiska kommittén vid Göteborgs Universitet kan erhållas av lars.barregard@ymk.gu.se eller gerd.sallsten@ymk.gu.se.

### **Plats/stationsval**

Redogörs t.ex. i ovanstående text.

### **Mätprogram**

Se Strategiavsnittet och Observations/provtagningsmetodik.

### **Frekvens och tidpunkter**

Se t.ex. Strategiavsnittet

### **Observations/provtagningsmetodik**

Personburen provtagning för *bensen, butadien och aldehyder* görs under cirka 6 på varandra följande dygn. Gör ett schema där provtagning hos 2-7 personer påbörjas per dag (t.ex. måndag, onsdag, fredag). Ge försökspersonen en provtagningsstid, även om vederbörande är bortrest del av tiden. Om försökspersonen överhuvudtaget inte vistas i aktuell tätort under mätperioden, välj en annan mätperiod. Lördagar och söndagar bör ingå med en andel som ungefär motsvarar helgdagars relation till vardagar. Om man har många förvärvsarbetande

personer att starta en viss dag är det mest praktiskt att starta provtagningen efter arbetstid, men någon kan man hinna starta på morgonen. De som ej förvärvsarbetar kan man starta på dagtid.

Far hem till försökspersonerna för att lämna provtagarna och instruera fp. Då placeras också inomhusprovtagarna ut. Normalt hämtas också provtagarna i hemmet.

Under mätperioden provtas **PAH** i sovrummen under ett dygn hos 20 personer. Eventuellt kan hälften göras hos andra än de slumpvis valda försökspersonerna, t.ex. anställda (boende på orten) hos utföraren. Hos 10 personer (t.ex. hos anställda om det är svårt att genomföra pumpad provtagning på slumpvis utvalda) görs även personburna mätningar under samma dygn som sovrumsmätningarna. Under natten flyttas provtagaren från sovrum till vardagsrum, för att förhindra att bullret från pumpen stör nattsömnerna.

Upprepad personburen mätning görs inom 3-4 veckor av bensen, butadien och aldehyder hos 20 av individerna.

Totalt utförs således mätningar på 40 individer. Det utförs 40 + 20 personburna provtagningar av bensen och aldehyder samt 20 + 20 provtagningar av butadien. Stationärt i sovrummen görs 20 PAH-mätningar och personburet 10.

Gör mätningarna någon gång under perioden 15 sept – 15 december.

Ge försökspersonerna en särskild provtagningsinstruktion för diffusionsprovtagarna och PAH-mätningarna. Den som användes i Göteborg kan erhållas från [lars.barregard@ymk.gu.se](mailto:lars.barregard@ymk.gu.se) eller [gerd.sallsten@ymk.gu.se](mailto:gerd.sallsten@ymk.gu.se).

Använd blankprover för alla de aktuella typerna av mätningar. Blankproverna tas från samma batcher som de som ska exponeras, men öppnas ej. De analyseras sedan i samma serie som de exponerade provtagarna.

Läs igenom dagböcker och formulär när provtagningen avslutas, så att ev. luckor eller oklarheter kan kompletteras.

### **Bensen**

Vid mätning av bensen används diffusionsprovtagare från Perkin-Elmer med Tenax® TA som adsorbent. Vid lagring och transport är rören förslutna i båda ändar med muttrar. Provtagningen startas genom att den ena muttern ersätts av en tillsats. Provtagningen avslutas genom att diffusionstillsatsen tas av och ersätts av den avtagna muttern. Före och efter provtagning förvaras provtagarna inneslutna i aluminiumfolie i rumstemperatur. Observera att diffusionstillsatsen måste komma i rätt läge och kontrollera att muttern sitter tätt efter provtagningen.

### **Aldehyder**

Provtagning av formaldehyd och acetaldehyd utförs med modifierade GMD Model 570 provtagare. Dessa består av en polypropenplatta försedd med ett glasfiberfilter, behandlat med ett reagens, DNPH (dinitrofenylhydrazin), ca 3.5 mg per filter (den kommersiella provtagaren innehåller ca 0.7 mg). Vid provtagningen reagerar aldehyderna med DNPH, vilket medför att den modifierade provtagaren har högre kapacitet än den kommersiellt tillgängliga GMD-provtagaren.

Den ena delen av filtret i provtagaren fungerar som provblank, medan den andra står i kontakt med den omgivande luften under provtagningstiden. Provtagningen startas genom att ett skydd skjuts över till blandsidan av provtagaren och låter provtagningsfiltret stå i kontakt med luften via små hål i provplattan. Vid avstängning skjuts skyddet tillbaka. Före och efter provtagning förvaras provtagaren i frys i en aluminiumpåse som levereras tillsammans med provtagaren. Kontrollera att plattan i provtagaren sitter på rätt sätt.

### **1,3-Butadien**

Vid butadienprovtagningen används 3M OVM (organic vapor monitoring) 3500 dosimetrar eller annan lämplig provtagare. 3M-provtagaren är 45 mm i diameter med tjockleken 12 mm. Ytan på provtagaren är försedd med en finporig folie. Under denna, på ett definierat avstånd, finns ett absorberande kolfilter.

Provtagningen startas genom att burken som provtagaren levereras i öppnas. Provtagningen avslutas genom att folien ersätts med ett medföljande plastskydd. Därefter placeras provtagaren åter i sin burk. Före provtagning förvarades provtagaren i rumstemperatur, efter provtagning i frys.

Nämnda 3M-provtagare har använts i arbetsmiljösammanhang (Peltonen 1995), med en modifierad analysmetod. Varken denna eller någon annan metod har dock validerats för låga butadien-halter i yttre miljö.

### **PAH**

Vid PAH-provtagningen används aktiv (pumpad) provtagning med provtagare från avdelningen för analytisk kemi vid Stockholms universitet. Denna är cylinderformad, 65 mm lång med en maximal diameter på 32 mm. Provtagaren innehåller ett glasfiberfilter, 25 mm i diameter, och efter detta två cylinderformade polyuretanpluggar, 15 mm i diameter och 15 mm långa. På filtret uppfångas de partikulära föreningarna medan de gasformiga PAH-föreningarna uppfångas på polyuretanpluggarna.

Mätningen startas genom att koppla provtagaren till en pump, ta av locket på provtagaren och starta pumpen. Pumpens flöde (2 l/min) kontrolleras genom att till provtagaren koppla en flödesadapter och rotameter. Vid avslutning av provtagningen kontrolleras flödet, därefter stängs pumpen av och locket placeras åter på provtagaren. Provtagaren förvaras i rumstemperatur före provtagning och i kyl efter provtagning. Var försiktig vid kontroll av flöde så att filtret inte skadas genom att den övre filterhållaren roteras.

### **Bakgrundsmätningar**

Stationära mätningar utomhus genomförs under samma period som exponeringsmätningarna på minst två platser som kan motsvara urban bakgrund. Gör minst 10 mätningar (fem på vardera platsen) av bensen, aldehyder, butadien, PAH, NO<sub>2</sub> och ozon. Använd cirka en veckas provtagningstid, med undantag för PAH, där kortare tid, t.ex. 3 dygn kan användas.

För mätning av NO<sub>2</sub> och ozon används diffusionsprovtagare som tillhandahålls och analyseras av IVL (Ferm och Svanberg 1998, Ferm 1998) eller likvärdiga metoder.

Skydda provtagarna från regn på lämpligt sätt, t.ex. genom att placera dem under ett ”burklock” eller en tratt.

### **Tillvaratagande av prov, analysmetodik**

Tillfråga minst tre laboratorier för varje typ av analys som ska göras. De laboratorier som gjorde analyserna i Göteborg 2000 var

- IVL – Svenska Miljöinstitutet, Göteborg: NO<sub>2</sub>, ozon
- Yrkes- och miljömedicin, Göteborg: bensen och 1,3-butadien
- Arbetslivsinstitutet, Umeå: aldehyder
- Inst. för Analytisk kemi, Stockholms Universitet: PAH

Välj laboratorier baserat på möjligheter att uppfylla specifikationerna samt pris. Använd helst samma metod som under tidigare år. Om inte, gör en separat metodjämförelse på ett antal prover, för att data från olika år och orter ska kunna jämföras.

### **Bensen**

Analysera bensenproverna med automatisk termisk desorption och gaskromatografi med lämplig detektor. Minsta detekterbara mängd bör vara sådan att detektionsgränsen för cirka 6 dygns mätning blir max 0,5 µg/m<sup>3</sup>. Använd kontrollprov vid kalibreringen, t.ex. standard från NMI i Holland. Överensstämmelsen anses acceptabel om skillnaden mellan kontrollprov och egen standard inte är större än ±5 %.

### **Aldehyder**

Aldehyderna analyseras genom att formaldehyd- och acetaldehydhydrazon elueras från filtren genom skakning med acetonitril. Denna lösning separeras i ett vätskekromatografisystem. Detektionsgränsen för ett prov bör vara sådan att detektionsgränsen för sexdygnsmätningar blir 1 µg/m<sup>3</sup> för acetaldehyd och formaldehyd.

### **NO<sub>2</sub> och ozon**

Analysera kvävedioxid och ozon med en välbeprövad metod, t.ex. den som används vid IVL i Göteborg (Ferm och Svanberg 1998 och Ferm 1998). Detektionsgränsen för NO<sub>2</sub> bör vara max 5µg/m<sup>3</sup>.

### **1,3- Butadien**

Analysera 1,3-butadien med automatisk termisk desorption, där 3M-filtret placeras i Perkin-Elmer-rör, samt gaskromatografi med lämplig detektor.

### **PAH**

Analysera både gasformigt och partikulärt PAH med en teknik som tillåter kvantifiering av många kongener i låga halter, t.ex. med den teknik som används vid avdelningen för analytisk kemi vid Stockholms universitet (LC-GC; Carstensen 1999)

### **Fältprotokoll**

Kopior på de olika blanketter och informationsmaterial som använts vid en tidigare undersökning kan erhållas från lars.barregard@ymk.gu.se eller gerd.sallsten@ymk.gu.se.

### **Bakgrundsinformation**

Låt för varje provtagningsdygn försökspersonerna fylla i en dagbok samt svara på allmänna frågor i en enkät. Använd samma variabler som tidigare (med eventuella tillägg) för jämförbarhet. De som användes i Göteborg 2000 kan erhållas från lars.barregard@ymk.gu.se eller gerd.sallsten@ymk.gu.se.

Syftet med dagboken och enkäten är att belysa under hur stor del av mättiden försökspersonen vistats i hemmet, utomhus etc. samt förekomsten av aktiviteter som kan ha inneburit särskild exponering för de aktuella ämnena genom exempelvis rökning, bilkörning, vedeldning eller liknande.

Kartlägg vädret under den aktuella perioden med avseende på temperatur och vind. Det kan göras genom registrering med Tinytag och genom att information hämtas från SMHI eller andra mätstationer.

### **Databehandling**

Som mått på genomsnittskoncentrationer beräknas aritmetiskt medelvärde (AM), geometriskt medelvärde (GM) och medianvärde. För medianen beräknas även ett 95 %-igt konfidensintervall (95 % KI). Jämförelse mellan grupper samt skattning av inverkan från olika faktorer görs med sedvanliga statistiska metoder.

### **Kvalitetssäkring**

Så långt det är möjligt bör validerade provtagnings- och analysmetoder användas och referenser ges till publikationer som beskriver provtagning och analys. Kontrollprover analyseras parallellt med fältproverna och metoden kontrolleras med hjälp av certifierat referensmaterial om sådant finns att tillgå. Om möjligt används laboratorier med dokumenterade kvalitetssystem.

### **Rapportering, presentation**

Rapportering sker vid konferenser och utbildningar. En rapport till NV skrivs, vilken sammanfattar metoder, resultat och diskuterar dessa. Det senare görs med avseende på genomsnittsexponering och spridning samt inverkan av bakgrundsfaktorer och möjliga exponeringskällor. En jämförelse görs med tidigare studier och med det underlag som finns för riskvärdering. Data kan också ingå i vetenskapliga rapporter.

### **Datalagring, datavärd**

Medelvärden och spridning för mätdata samt grundläggande bakgrundsfaktorer utan identifikation av enskilda individer samlas i en datafil som Naturvårdsverket kan ge forskare och andra fri tillgång till.

## **Utvärdering**

En jämförelse med tidigare svenska och internationella studier av personlig exponering för de aktuella ämnena bör göras. När data från flera miljöövervakningsomgångar erhållits bör tids-trenden studeras.

## **Kostnadsuppskattning**

Kontakta [lars.barregard@ymk.gu.se](mailto:lars.barregard@ymk.gu.se) eller [gerd.sallsten@ymk.gu.se](mailto:gerd.sallsten@ymk.gu.se) för närmare uppgifter.

## **Författare och övriga kontaktpersoner**

Ansvarig handläggare på Naturvårdsverket att kontakta i policyfrågor. Expert och institution som kan kontaktas för ytterligare upplysningar (institution, namn, adress, telefonnummer, e-post).

*Programområdesansvarig, Naturvårdsverket:*

Britta Hedlund  
Miljöövervakningsenheten  
Naturvårdsverket  
106 48 Stockholm  
Tfn: 08-698 12 08  
E-post: [britta.hedlund@naturvardsverket.se](mailto:britta.hedlund@naturvardsverket.se)

*Expert, Institution el.dyl.*  
Kontakta [lars.barregard@ymk.gu.se](mailto:lars.barregard@ymk.gu.se)  
eller [gerd.sallsten@ymk.gu.se](mailto:gerd.sallsten@ymk.gu.se)

## **Referenser**

1. Carstensen U, Yang K, Levin JO et al. Genotoxic exposures of potroom workers. *Scand J Work Environ Health*. 1999;25:24-32.
2. Ferm M, Svanberg P-A. Cost-efficient techniques for urban- and background measurements of SO<sub>2</sub> and NO<sub>2</sub>. *Atmospheric environment* 1998;32 (8): 1377-1381.
3. Ferm M. (1998) Functioning and use of passive samplers. Proc. of the fourth CAAP Workshop, 9-12 Nov.1998 Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand (eds. H. Rodhe, J. Boonjawat and G. Ayers) pp. 41-44.
4. Levin J-O, Lindahl R. Diffusive Air Sampling of Reactive compounds. *Analyst* 1994;119:79-83.
5. Lindahl R, Levin J-O, Mårtensson M. Validation of a Diffusive Sampler for the Determination of Acetaldehyde in Air. *Analyst* 1996; 121:1177-1181.
6. Peltonen K, Vaaranrinta R. Sampling and analysis of 1,3-butadiene in air by gas chromatography on a porous-layer open-tubular fused-silica column. *J Chromatogr A* 1995;710:237-241.



### **Uppdateringar, versionshantering**

2003-07-01: Version 1. Framtagande av ny metodbeskrivning.

2005-10-03: Version 1:1. Justerad till miljöövervakningsmetod.

Ersatt av VOC i tätortsluft version 1:2 : 2006-01-30.

**Ersatt**