



Myndigheten för
samhällsskydd
och beredskap

FORSKNING/STUDIE

Metoder för att bedöma exponeringen för sot

En studie av skorstensfejares arbetsmiljö



Metoder för att bedöma exponeringen för sot

Tidsperiod: 2022–2023

Utförare: Göteborgs Universitet

Ansvarig: Forskare/författare Håkan Tinnerberg

Kort sammanfattning: Projektet har studerat exponeringen för sot bland skorstensfejare med hög tidsupplösning genom dagböcker och med luft-, hud och biomonitorering. Syftet var att förstå hur exponeringen ser ut för att ge råd om förbättrad prevention. Resultaten visar på en stor variation i exponering, vilket bidrar till förståelse för vilka variabler som driver exponeringen och således ge bra information om prevention.

© Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)
MSB:s Kontaktpersoner: Anders Lundberg, 010-240 5259,
Cecilia Möller, 010-240 5235

Foto omslag: Håkan Tinnerberg

Text: Håkan Tinnerberg

Publ. nr: MSB2422 – november 2024

ISBN: 978-91-7927-539-6

MSB har beställt och finansierat genomförandet av denna forskningsrapport. Författarna är ensamma ansvariga för rapportens innehåll.

Förord

Med denna studie vill vi bidra med ett steg i riktningen mot en bättre arbetsmiljö för sotare, en arbetsgrupp med överrisk att dö i förtid på grund av exponering i arbetet. Studien är en del av ett större forskningsprojekt finansierat av AFA försäkring. Med finansiering av MSB har vi kunnat öka vår studiepopulation från 15 till 20 sotare vilket varit värdefullt för att kunna dra adekvata slutsatser från insamlade data. Endast en liten del av all insamlade data i forskningsprojektet har analyserats i skrivande stund och fortsatta analyser kommer att ske framledes.

Vi vill tacka MSB för finansieringen samt alla sotare som deltagit i studien för er tid, ert stora engagemang och all information som hjälpt oss att förstå er arbetsmiljö lite bättre. Vi hoppas att vårt arbete ska kunna användas för att förbättra er arbetsmiljö och i förlängningen er hälsa.

Göteborg, 2024-06-19

Håkan Tinnerberg

Yrkeshygieniker och docent, Arbets- och miljömedicin, Avdelningen för Samhällsmedicin och Folkhälsa, Institutionen för Medicin, Göteborgs Universitet.

Therese Klang

Yrkeshygieniker och doktorand, Arbets- och miljömedicin, Avdelningen för Samhällsmedicin och Folkhälsa, Institutionen för Medicin, Göteborgs Universitet.

Innehåll

INLEDNING	5
1.1 Sotare och hälsorisker.....	5
1.2 Syfte	5
1.3 Sotningsarbete och tekniker.....	5
1.4 Exponering för sot	6
2 METODER	8
3 RESULTAT	10
3.1 Mätning av BC.....	10
3.2 Mätning av PAH-metaboliter i urin.....	11
3.3 Aktiv mätning av PAH i luft och jämförelse med BC	12
3.4 PAH på hud.....	13
4 DISKUSSION	14
5 SLUTSATS	15
6 REFERENSER.....	16

Inledning

1.1 Sotare och hälsorisker

Sotare är troligtvis en av Sveriges hårdast drabbade yrkesgrupper vad det gäller insjuknande i dödliga sjukdomar på grund av arbetsmiljön. I tidigare studier på svenska sotare har det rapporterats kraftigt ökad cancerinsjuknande totalt, och specifikt mycket förhöjda risker för cancer i matstrupe, lever, lunga, blåsa och alla former av blodcancer samt för hjärtinfarkt (Hogstedt et al. 2013, Gustavsson et al. 2013). I senare genomförda tvärsnittsstudier visade sotarna tidiga tecken på cancerförändringar och hjärtkärlsjukdom jämfört med en ålder- och könsmatchad kontrollgrupp. Vidare konstaterades att sotarna hade högre exponering för polycykliska aromatiska kolväten (PAH) än kontrollgruppen och att det fanns samband mellan nivåerna av PAH i urin och vissa tidiga effektmarkörer (Alhamdow 2017, 2018). PAH finns i sot och är en grupp av flera kemiska ämnen där vissa är klassificerade som cancerogena.

Preventiva insatser för att minska sotarnas hälsoskadliga exponering är nödvändiga för att undvika framtida allvarlig sjukdom. Bland sotare finns ett stort intresse för våra studier, men även en stor oro för resultaten. De vill verkligen förbättra sin arbetsmiljö, men behöver hjälp att utvärdera nya tekniska lösningar.

1.2 Syfte

För att förbättra arbetsmiljön måste mer kunskap till om när och var sotarna är exponerade för sot. Följande studie har använt ett direktvisande instrument med hög tidsupplösning och en detaljerad dagbok för att få kunskap om vid vilka moment som sotarna behöver vara extra försiktiga med, och hur nya preventiva metoder kan utvecklas.

Studiens syfte har varit:

1. Att med flera metoder (luft traditionell/direktvisande, hud, biomarkörer) mäta exponeringen hos sotare för att förstå vilka moment och vilka metoder som sotarna använder som ger mycket respektive lite exponering, för att sedan användas i förebyggande arbete att minska exponeringen.
2. Utvärdera vilken eller vilka metoder för att mäta exponeringen som ska rekommenderas för att övervaka exponeringen.
3. Utvärdera hudexponeringens, kontra den luftburna exponeringens roll för den totala exponeringsdosen.

1.3 Sotningsarbete och tekniker

I sotningsarbetet skiljs mellan svart- och vitsotning. Denna studie fokuserar på *svartsotning* som omfattar arbetsmoment där skorstenar rensas från det svarta sotet som bildas vid förbränning i olika pannor, kaminer och spisar.

Vitsotning inkluderar arbetsmoment såsom rengöring av ventilationskanaler och brandskyddskontroller, vilket inte innebär någon, eller mycket lite, exponering för sot.

Studien omfattar svartsothning med både traditionell teknik och med stavteknik. Svartsothning med *traditionell teknik* sker i grova drag vanligen på följande sätt; pannan eller kaminen tillsluts, sotaren klättrar upp på taket, en viska förs ner i skorstenen och rensar bort sot på kanalens insida, sotaren går ner från taket och öppnar upp pannan eller kaminen för att rensa ut det sot som fallit ned och inspektera. Momentet då luckan öppnas och pannan eller kaminen städas ur misstänks kunna vara ett betydande moment för sotarnas exponering.

Sveriges Skorstensfejarmästares Riksförbund (SSR) har studerat hur andra länder arbetar med att förbättra sotningstekniker och identifierar *stavteknik* som en metod som förväntas ge en betydligt lägre exponering.¹ Stavsotning utförs i grova drag på följande sätt; pannan eller kaminen täcks med ett plaststycke med en öppning i, till öppningen kopplas en viska på teleskopstav och en dammsugare. Damm-sugaren startas och bildar ett undertryck i skorstenen, viskan kopplas till en skruvdragare och förs roterande upp i skorstenen och rensar bort sot på kanalens insida. Sot som faller ner dammsugs upp direkt innan sotaren sedan plockar bort plaststycket och dammsuger upp eventuella rester som finns kvar.

Stavteknik på detta sätt innebär att momentet då sotaren öppnar pannan där sot fallit ner vid traditionell sotning undviks, något som förväntas minska sotarens exponering för sot. En annan fördel med stavsotning är att sotaren inte behöver klättra upp på taket vilket förhindrar risk för att falla ner. En nackdel med stavtekniken är att den inte är möjlig att använda för alla skorstenar, främst på grund av olika rörkrökar. Under projektets gång har det framkommit att stavsotning kan ske på olika sätt.

1.4 Exponering för sot

Att sotare exponeras för sot är välkänt. Yrkesgruppens arbetsmetoder och användning av skyddsutrustning har förbättrats men fler åtgärder krävs för att minska sotares exponering för sot och förbättra deras arbetsmiljö.

För att kunna göra det behövs också lämpliga metoder för att kunna studera och övervaka exponeringen. Exponering för sot kan förekomma såväl via inandning som via hudupptag eller oralt intag och det finns idag ingen självklar mätmetod för exponering av sot. Traditionellt sett mäts exponering för PAH, som finns i sot, genom luftprovtagning med efterföljande kemisk analys med gaskromatografi och masspektrometri (GC-MS). I många år har man också kunnat mäta exponering för en PAH (pyren) som biomarkör i urin och vi har i tidigare studier utvecklat metoder för att mäta fyra olika PAH i urin som biomarkörer (Alhamdow 2017).

¹ Se SSR:s hemsida <https://www.sverigesotare.se/arbetsmiljo/>.

Det finns också tekniker för att mäta potentiell hudexponering via tejpning (Kammer et al 2013).

Ovan nämnda metoder är tekniskt avancerade att utföra vilket fordrar utbildad personal för utförandet. Med de tillgängliga metoderna får vi ett dagsmedelvärde för exponeringen och kan därmed inte undersöka exponeringen under specifika arbetsmoment under dagen.

Sedan några år tillbaka finns ett instrument, en så kallad micro-aethalometer (Micro-Aeth), som mäter "black carbon" (BC), vilket är ett mått på sot. Instrumentet är portabelt, direktvisande och loggar halten BC med hög tidsupplösning (Cai et al 2014). Det är lätt att använda och kräver ingen kemisk analys av insamlade data. Det finns studier som visar att det finns ett samband mellan BC och PAH (Yan et al 2018), men instrumenten har tidigare inte använts för sotare. Med denna metod kan exponeringen för sot utvärderas under specifika moment och mätning kan efter instruktioner utföras av arbetaren själv.

För att kunna rekommendera effektiva åtgärder för minskning av exponeringen behövs mer kunskap om vilka moment och upptagsvägar som bidrar mest till exponeringen. Vidare är sotare en yrkesgrupp som arbetar självständigt, på olika platser och med ett varierat arbete. Detta innebär utmaningar för att samla in tillräckligt med mätningar för att kunna dra adekvata slutsatser.

2 Metoder

Vi genomförde inledningsvis ett pilotförsök på Arbets- och miljömedicin i Göteborg där vi följde en sotare under fyra veckor. Sotaren mätte själv sin exponering för BC med en micro-aethalometer (Micro-Aeth AE51), samlade urin, samt fyllde i en detaljerad dagbok med arbetsuppgifter under de fyra veckorna (Klang et al 2019).

Utifrån denna begränsade studie fann vi att sotning med stavteknik gav lägre exponering. Samtidigt konstaterades att upplägget med att sotaren mäter själv med micro-aethalometern, samlar urin och fyller i en detaljerad dagbok, fungerar. Det innebär att metoden kunde användas för fler sotare, vilket gav ett större dataunderlag och i sin tur ökad kunskap om sotarnas exponering. Mätningarna påvisade också korta moment med riktigt hög exponering som inte skulle ha kunnat påvisas utan hög tidsupplösning.

Studien utökades till att omfatta 20 sotare. Deltagande var frivilligt och efter information om studien fick deltagarna ge sitt skriftliga samtycke till deltagande. Studien är godkänd av etikprövningsmyndigheten (diarienummer 2020-01218). Rekrytering skedde via branschorganisationen SSR och utgick från Göteborgs-området och vidgades vartefter rekryteringen pågick tills 20 sotare inkluderats. Mätningar skedde under perioden 2020–2022.

Sot mättes i luft som black carbon (BC) och som PAH, som biomarkör i urin och på hud. Luftprovtagning gjordes i andningszonen under hela arbetsdagen. För att kunna utvärdera exponeringen utifrån arbetsmoment användes en *dagbok* för arbetsuppgifter. Dagboken som användes innehöll frågor om typ av sotning, sotningsteknik, bränsle som förbränts i pannan som sotades, skyddsutrustning och klockslag för de olika arbetsmomenten.

BC mättes i luft med en *micro-aethalometer* (microAeth® modell MA200 och AE51, AethLabs), se Figur 1. Sotpartiklar samlas kontinuerligt på ett filter och ljus med olika våglängder mellan IR-UV området används för att bestämma halten BC i luft. Tidsupplösningen var satt till en minut.

Figur 1. Micro-aethalometer.



PAH mättes i luft med *traditionell provtagning på filter och adsorbentrör* samt med en ny passiv metod. PAH mättes också med en *tejpningsmetod* på huden i pannan, på underarmen och på handryggen, efter arbetsskift första mätdagen. Se Figur 2. Proven analyserades för 35 olika PAH och sex olika dibenzotiofener. Luftproven har utöver det också analyserats för 20 olika nitro-PAH och tio oxy-PAH.

Figur 2. (a) Ryggsäck i vilken mätutrustningen bars under mätdagarna (b) Provtagningsutrustning för traditionell luftprovtagning av PAH (c) En passiv provtagare (en provtagare som inte är kopplad till någon pump) (d) Exempel på tejpning i pannan.



PAH mättes även som *biomärker i urin* och urinprov samlades in före och efter arbetsskift. Proven analyserades för densitet, kreatinin och sju olika PAH-metaboliter (1-hydroxyfenantren, 2,3-hydroxyfenantren, 4-hydroxyfenantren, 1-hydroxypyren, 2,3-hydroxyfluoren, 3-hydroxybenzo(a)antracen och 3-hydroxybenzo(a)pyren).

Mätning utfördes under åtta efterföljande arbetsdagar, tisdag till fredag vecka ett och måndag till torsdag vecka två, med uppehåll under helgen däremellan. Den första mätdagen följde en yrkeshygieniker med sotaren för att utföra mätningar, ge instruktioner och observera hur olika arbetsmoment utfördes. Efterföljande sju mätdagar utförde sotaren själva mätningar av BC, samlade in urinprov före och efter skift samt fyllde i dagboken. Efter varje sotares mätperiod hämtades mätutrustning, dagböcker och urinprov hos sotaren.

Planen var initialt att de två mätveckorna skulle delas upp på de två soteteknikerna och att sotarna utförde merparten av uppdragen med den ena tekniken ena mätveckan och den andra tekniken den andra mätveckan. Detta var dock inte fullt ut möjligt eftersom alla sotare ej var skolade i stavtekniken och att vissa moment inte kunde sotas med stavar.

3 Resultat

Av de 20 rekryterade sotarna var 13 män och sju kvinnor. Totalt samlades 146 mättdagar med micro-aethalometer in av förväntat 160 (91 %). Dagböcker för 149 av de förväntade 160 dagarna (93 %) erhöles från deltagarna.

Av de förväntade 320 urinproven samlades 304 prov in (95 %). Se Tabell 1. Prov som saknades överlappade i viss mån. Anledningar till att prov saknas är bland annat frånvaro från arbete på grund av t.ex. vård av barn, sjukdom eller ledighet samt i vissa fall okänt och troligen på grund av att man glömt. För sex av de saknade mätningarna med micro-aethalometer var anledningen att instrumentet inte fungerade som önskat.

Tabell 1. Total mängd insamlade prov

Metod	Insamlade prov	Förväntat (Maximalt antal möjliga prov)
Genomförda mätningar med avseende på BC	146 (91%)	160
Dagbok	143 (93%)	160
Urinprov	304 (95%)	320

Mätningar med micro-aethalometer resulterade i över 1 000 timmars mätdata och medellängden för varje mättdag var 440 minuter. Ungefär hälften av mättiden utgjordes av uppdragstid, dvs tid då sotaren i sin dagbok angivit att de utfört ett sotningsuppdrag, och hälften av mättiden utgjordes av andra arbetsuppgifter så som förberedelser, transport mellan olika uppdrag och raster.

Utifrån information i dagböckerna noterades över 1 500 sotningsuppdrag varav knappt 200 var med stavteknik.

Under första mättdagen samlades också hudprover och luftprover av PAH in (n=20).

Då mängden data är oerhört stor har mycket kraft gått åt till att bygga en hanterlig databas. Vidare påverkade pandemin vårt arbete under insamlingsfasen. Detta tillsammans gör att mängden färdiga resultat är begränsat och vid tidpunkten för den här rapporten bearbetar vi fortfarande data från undersökningen.

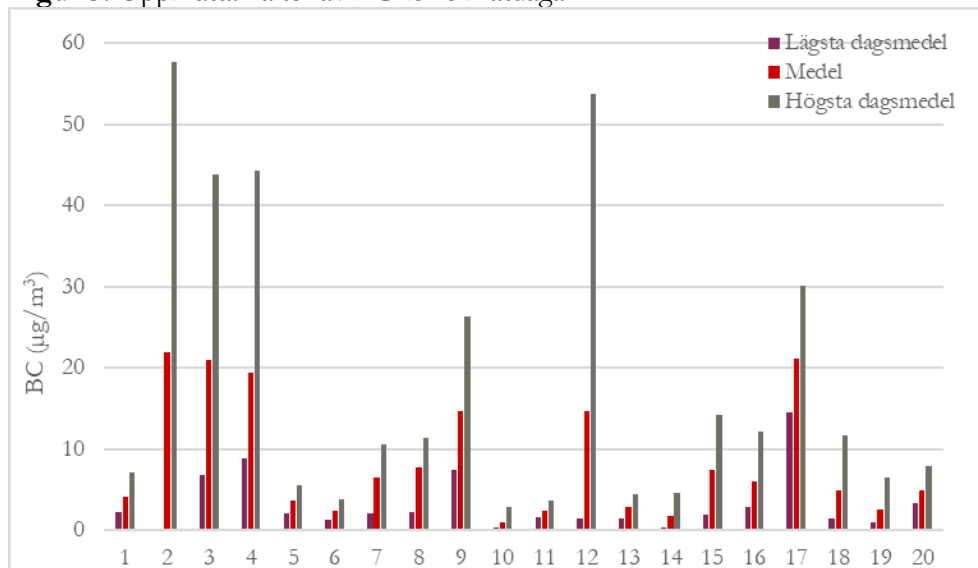
I korthet kan vi säga om resultaten att det kommer mer, men metoden har fungerat väl och vi har enligt ovan mycket data. Alla data som redovisas nedan är ej vetenskapligt publicerade och ska ses som preliminära data.

3.1 Mätning av BC

Nivåerna av BC som sotarna har mätt under 8 dagar visar på en väldigt hög variation (se Figur 3). I figuren är varje sotare ett nummer på x-axeln och på y-axeln är det uppmätt halten av black carbon. Då varje sotare skulle genomföra mätningar under 8 dagar visar grafen en stapel för varje soters lägsta exponering (lila),

medelexponeringen under alla mät dagarna (röd) och en stapel för den högst uppmätta exponeringen (grå) för alla sotare.

Figur 3. Uppmätta halter av BC för 8 mät dagar.



En viktig iakttagelse är den stora variationen i exponering, både mellan deltagarna och för enskilda deltagare beroende på arbetsmoment. Det betyder att hur och vad sotningen görs har stor påverkan på exponeringen, vilket i sin tur innebär att det går att införa åtgärder för att minska exponeringen.

Preliminära beräkningar visar att sotning av pellets pannor ger en betydligt högre uppmätt nivå av BC än de övriga bränslena som vi har studerat (olja, ved, braskamin). Vidare visar preliminära beräkningar att stavsotning ger en lägre exponering än traditionell sotning, men fördjupade statistiska analyser behöver konfirmera detta.

Mer databearbetning behövs för att förstå vilka variabler som driver exponeringen och vilka variabler som är skyddande.

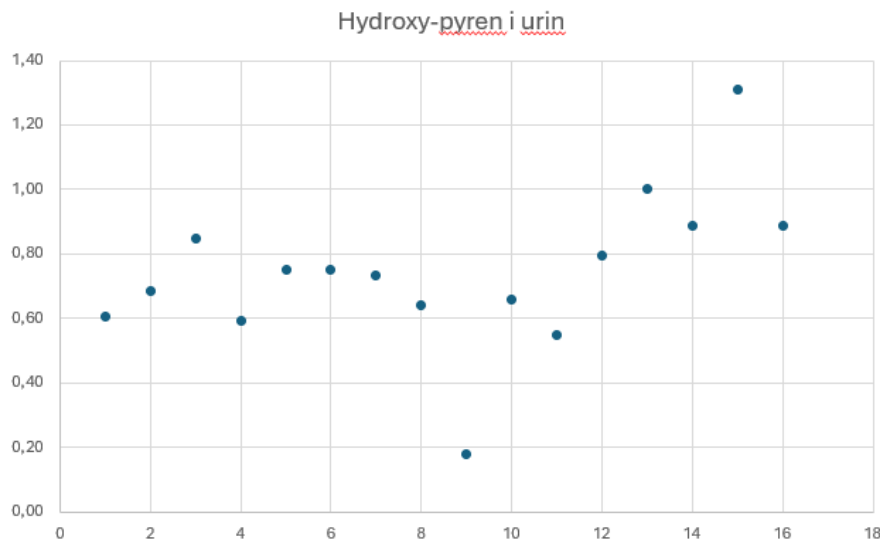
3.2 Mätning av PAH-metaboliter i urin

För analyser av metaboliter i urin har vi en unik databas med ett stort antal personer, under en längre tidsperiod och rörande den mest toxiska PAH-föreningen benzo(a)pyren. Det vanligaste är att man bara har data för den mindre PAH-molekylen pyren. Detta betyder att vi har mer data rörande de mer toxiska PAH-molekylerna. Vidare har vi upprepade data från kvinnor, vilket även det är helt unikt.

Figur 4 visar en typisk kurva över hur urinnivåerna av en av PAH-metaboliterna ändras under veckorna som mätningarna fortgår. Mätningarna baseras på 16 urinprover från en sotare. Urinproverna samlades in under alla mät dagarna på morgonen före jobbet och på eftermiddagen efter arbetsdagens slut.

Prov nummer 9 i bilden är tagen måndag morgon efter att sotaren har varit ledig under helgen. Det togs inga prov på helgen då sotarna bedömdes vara oexponerade. De resterande proverna den veckan visar på stigande nivåer och påvisar en exponering för PAH.

Figur 4. Tidsserie över en individs urinprover. X-axeln anger olika provnummer. 1 = tisdag morgon 2 = tisdag eftermiddag osv.



Halterna i urin ligger i nivå med de som uppmätts tidigare i Sverige på sotare (Alhamdow et al 2017). Några av sotarna har nivåer av PAH i urin i samma storleksordning som bakgrundspopulationen, medan andra har betydligt högre nivåer i urin. Detta trots att det inte är någon väsentlig skillnad i antalet sotade objekt. Även detta betyder att sotare kan minska sin skadliga exponering för PAH.

Vad som driver dessa stora skillnader är vi inte helt på det klara i ännu. Vi kommer att djupanalysera tidsförändringarna i urinhalter i jämförelser med uppmätta nivåer av BC i luft och genomförda arbetsuppgifter.

3.3 Aktiv mätning av PAH i luft och jämförelse med BC

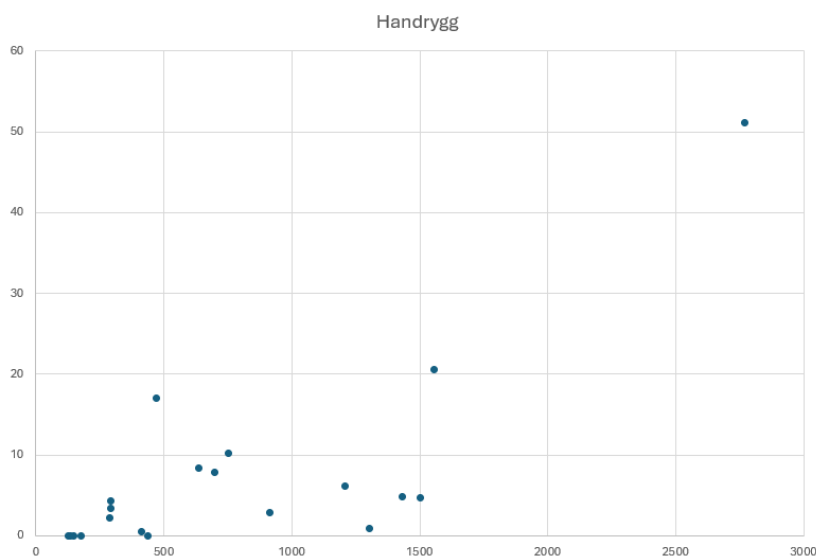
För den aktiva mätningen av PAH i luft varierade koncentrationerna mellan 0,12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ och 2,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. I Sverige finns ett gränsvärde för benso(a)pyren som är på 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ och de uppmätta nivåerna låg mellan 0,007 och 0,14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Det finns ett förslag på ett nytt gränsvärde på 0,17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. I proverna analyserades också olika PAH, som traditionella PAH, dibenzotiofener, nitro-PAH och oxy-PAH. Sammansättningen innehöll i princip bara traditionella PAH och oxy-PAH, men de emellan, varierade det stort, vilket måste studeras vidare i analyser om vilken typ av sotning som genomfördes de olika dagarna.

Vidare har vi jämfört BC-signalen mätt med micro-aethalometern med innehållet av PAH mätt med den traditionella mätmetoden. Med instrumentet micro-aethalometern mäts absorbansen vid olika våglängder, från UV-området till IR-området, där IR-området är det som ges som black carbon. Överensstämmelse mellan de uppmätta halterna av PAH (som mätts med traditionell luftprovtagning) och BC varierar med de olika våglängderna som används i micro-aethalometern. Framförallt fanns en god överensstämmelse för gasformig PAH (de minsta PAH-föreningarna) vilket betyder att instrumentet väl kan användas som direktvisande mätinstrument för gasformiga PAH.

3.4 PAH på hud

Vi har även under den första mät dagen mätt PAH på huden med en tejpningsmetod. Figur 5 nedan visar en graf där den totala mängden PAH i luft (x-axeln) plottats mot mängden PAH på handryggen (y-axeln). Resultaten visar tydliga samband däremellan, men också att det finns punkter avviker. Det betyder att ju mer PAH det finns i luften som andas in, desto mer finns också på huden, generellt sett. Dock finns det punkter som är avvikande, vilket bådär gott för framtida analyser av betydelsen för olika exponeringsvägar (luft kontra hudexponering).

Figur 5. Samband mellan koncentrationen av PAH mätt i luft med aktiv provtagning (x-axeln) och mängden PAH mätt på handryggen (y-axeln).



4 Diskussion

Det finns stora behov av forskning inom området då det är väl känt att sotare är en yrkesgrupp med hög risk för cancer och kardiovaskulär sjukdom (Alhamdow et al 2017; Alhamdow et al 2018; Alhamdow et al 2019a; Alhamdow et al 2019b, Alhamdow et al 2020).

Mängden insamlad data är stor och databehandling och databearbetning har tagit längre tid än förväntat. Det omfattande datamaterialet skapar möjlighet att undersöka variationen i exponering och arbetsuppgifter mellan olika dagar och mellan olika individer. Utan den stora mängden data hade det varit svårt att dra slutsatser om vilka som är de viktigaste determinanterna till exponering för PAH. Resultaten som vi presenterar i rapporten är ännu inte vetenskapligt publicerade och vi kommer att göra fler analyser. Vi är dock övertygade om att slutsatserna från studien kommer att vara till stort gagn för sotarsamhället, både nationellt och internationellt.

Representativiteten av ett urval som görs i denna typ av studier kan alltid diskuteras. Vi har mätt exponeringen på 20 av Sveriges cirka 1 500 sotare. Rekrytering är gjord från företag som är medlemmar i branschorganisationen Sveriges Skorstensfejarmästares Riksförbund (SSR), vilket betyder att sotarkammare som inte är med i SSR är alltså inte representerade. Dock anger branschorganisationen att omkring 95 % av svenska sotningsföretag är medlemmar i SSR. Vidare har deltagandet i studien varit helt frivilligt vilket kan göra att sotare som är mer motiverade att förbättra sin arbetsmiljö i större utsträckning deltagit i studien, men det har inte påverkat beräkningarna för generella determinanter för exponeringen.

Inledningsvis planerade vi att dela upp de två mätveckorna så att en vecka var med stavsotning och en vecka var med traditionell sotning. Det visade sig inte vara möjligt då flera av sotarna endast använde en metod och den vanligaste var traditionell sotning. Detta syns också tydligt i resultatet över antal sotningsuppdrag där det är många fler utförda med traditionell teknik jämfört med stavteknik (omkring 1 300 jämfört med omkring 200). Denna snedfördelning gör att det blir svårare att uttala sig om eventuella skillnader mellan tekniker då det till en stor del rör sig om skillnader mellan individer, då vissa individer har arbetat mycket med stavteknik och andra inte alls. Vidare finns en variation över hur man genomför stavsotning då det stora flertalet använder tekniken som det är beskrivet i avsnitt 1.3, medan andra avviker kraftigt från beskrivningen. Vi såg exempel på när sotaren inte bara täckte kaminen eller pannan med plast, utan där även sotaren själv var på insidan av täckningen, vilket i det fallet ger en ökad exponering.

5 Slutsats

Projektet har i stort kunnat genomföras som planerat, vilket måste ses som en succé. Studien har genererat världsunika mätdata om sotares exponering. Det använda mätprotokollet där sotarna har genomfört mätningar själva har fungerat bra och metodiken kan mycket väl användas för sotare framöver men kan också användas för studier av andra yrkesgrupper. En andra slutsats som vi kan dra från analyserade data är att instrumentet microaeth som används för att mäta sot även fungerar för att mäta lättflyktiga PAH-föreningar.

Analys av data kommer att fortsätta framöver. Den stora variationen mellan individer och dagar samt den höga kvalitén på insamlade data skapar goda förutsättningar för att förstå vad som driver exponeringen för PAH. Vi kommer därför att kunna ge tydliga rekommendationer till sotarna så att de kan arbeta på ett sätt som minskar deras exponering och minskar deras framtida risk för sjuklighet. Sotarna kommer även i framtiden att vara tvungna att bära personlig skyddsutrustning vid vissa moment, men hur dessa rekommendationer kommer att se ut kan vi i dagsläget inte fullt ut redogöra för.

Den generella informationen rörande exponering för PAG kommer också att komma andra grupper till gagn, så som till exempel brandmän som också är exponerade för sot och PAH.

6 Referenser

Alhamdow A, Lindh C, Albin M, Gustavsson P, Tinnerberg H, Broberg K. Early markers of cardiovascular disease are associated with occupational exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons. *Scientific Report* 2017;7:9426.

Alhamdow A, Lindh C, Hagberg J, Graff P, Westberg H, Krajs A M, Albin M, Gustavsson P, Tinnerberg H, Broberg K. DNA-methylation of the cancer-related genes F2RL3 and AHRR is associated with occupational exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons. *Carcinogenesis* 2018 39(7) 869–878.

Alhamdow A, Tinnerberg H, Lindh C, Albin M, Broberg K. Cancer-related proteins in serum are altered in workers occupationally exposed to polycyclic aromatic hydrocarbons: a cross-sectional study. *Carcinogenesis* 2019a 40(6) 771–781.

Alhamdow A, Lindh C, Albin M, Gustavsson P, Tinnerberg H, Broberg K. Cardiovascular disease-related serum proteins in workers occupationally exposed to polycyclic aromatic hydrocarbons. *Toxicological Science* 2019b 1;171(1):235–246

Alhamdow A, Essig YJ, Krajs AM, Gustavsson P, Tinnerberg H, Lindh CH, Hagberg J, Graff P, Albin M, Broberg K. Fluorene exposure among PAH-exposed workers is associated with epigenetic markers related to lung cancer. *Occupational and Environmental Medicine*. 2020 Jul;77(7):488–495.

Bramming Jørgensen R, Strandberg B, Sjaastad AK, Johansen A, Svendsen K. Simulated restaurant cook exposure to emissions of PAHs, mutagenic aldehydes and particles from frying bacon. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene* 2018;10:122–131.

Cai J, Yan B, Ross J, Zhang D, Kinney PL, Perzanowski MS, Jung KH, Miller R, Chillrud SN. Validation of MicroAeth as a black carbon monitor for fixed-site measurement and optimization for personal exposure characterization. *Aerosol Air Quality Research* 2014 14:1–9.

Gustavsson P, Jansson C, Hogstedt C. Incidence of myocardial infarction in Swedish chimney sweeps 1991-2005: a prospective cohort study. *Occupational and Environmental Medicine*. 2013 Jul;70(7):505–7.

Hogstedt C, Jansson C, Hugosson M, Tinnerberg H, Gustavsson P. Cancer incidence in a cohort of Swedish chimney sweeps 1958-2006. *American Journal of Public Health* (2013) 103(9):1700–1707.

Kammer, Tinnerberg, Eriksson. Evaluation of a tape-stripping technique for measuring dermal exposure to pyrene and benzo(a)pyrene. *Journal of Environmental Monitoring* 2011 13(8):2165

Klang T, Molnar P, Tinnerberg H. *Chimney Sweepers Exposure to Black Carbon*. Abstract presented at European Aerosol conference in Gothenburg 25–30 Augusti 2019; P3 092.

Yan B, Pitiranggon M, Ross J, Arthen-Engeland T, Stelter A, Chillrud SN. Validation of miniaturized particulate-matter real-times samplers for characterizing personal polycyclic aromatic hydrocarbon exposure. *Journal of Analytical Bioanalytical Technology* 2018; 9(2) 403



Myndigheten för
samhällsskydd
och beredskap

I samarbete med:



© Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)
651 81 Karlstad Tel 0771-240 240 www.msb.se
Publ.nr MSB2422 – november 2024 ISBN 978-91-7927-539-6