

Orienterande mätning av bly i luft och blod på en skyttebiograf

Rickie Möller, yrkeshygieniker

Håkan Tinnerberg, yrkeshygieniker

Linda Långsved, Läkare

Linnea Carlsson, sjuksköterska

Arbets- och miljömedicin, Sahlgrenska Universitetssjukhuset

Göteborg, 2022-04-19

ISBN: 978-91-7876-172-2

Förord

Vi på Arbets- och miljömedicin vill tacka arbetsgivare och personal för att vi fick möjlighet att genomföra mätningen.

Innehåll

<i>Sammanfattning</i>	1
<i>Bakgrund och syfte</i>	2
<i>Material och metoder</i>	3
Arbetsplatsen och arbetsuppgifter	3
Mätstrategi	4
Blodprover	5
<i>Resultat</i>	5
Respirabelt damm och bly	5
Övriga metaller	6
Blodprover	7
Ultrafina partiklar	7
Strykprov	8
<i>Diskussion och förslag på åtgärder</i>	9
Exponering för bly och respirabelt damm	9
Stationära mätningar av bly och respirabelt damm.....	9
Blodprover	9
Strykprov	10
Övriga metaller	10
Ultrafina partiklar	10
Övriga kommentarer	11
<i>Slutsatser</i>	11
<i>Referenser</i>	12

Sammanfattning

Arbets- och miljömedicin i Göteborg har genomfört mätningar på en skyttebiograf, en inomhusskjutbana där personer skjuter med skarpladdad ammunition mot en bioduk. Syftet med mätningen var att undersöka nivåerna av respirabelt damm och bly i luft, samt blyhalten i blod hos de anställda. Samtliga luftmätningar utfördes under fyra timmar, under en eftermiddag då skyttebiografen hade öppet för drop-in kunder.

Höga halter bly detekterades vid skjutbås ($96 \mu\text{g}/\text{m}^3$) och bioduk ($110 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Den personburna mätningen resulterade i låga halter bly ($5,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Det fanns detekterbara halter bly i deponerat damm på ytor i lokalerna.

Blodblyhalt mättes på fyra anställda och visade på blodblyhalter mellan $0,33 - 0,58 \mu\text{mol}/\text{l}$. Dessa värden ligger under gränsvärden för vad som är tillåtet vid arbete med bly men högre än normalnivån hos allmänbefolkningen (medelvärde: $0,16 \mu\text{mol}/\text{l}$).

Utöver bly detekterades även höga halter koppar vid skjutbås ($49 \mu\text{g}/\text{m}^3$) och bioduk ($36 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Koppar är ett substitut för bly i s.k. inomhusammunition. Att byta till inomhusammunition minskar blyexponeringen, men ger å andra sidan högre kopparexponering. Totalkrom detekterades vid skjutbås ($1,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) och det kan vara intressant i framtiden att undersöka hur mycket av kromet som är sexvärt.

För att minska blyexponeringen för personal bör föroreningar ventileras bort nära källan. Medicinska kontroller avseende bly i blod rekommenderas i dessa typer av verksamheter. Deponerat damm på ytor kan minskas genom att torka av ytorna regelbundet.

Bakgrund och syfte

Skytte på skjutbanor är nödvändigt inom rättsväsendet och militären för att upprätthålla skyttekompetens men det finns också som en fritidsaktivitet för allmänheten. En skyttebiograf är en slags skjutbana inomhus där framför allt jägare övningsskjuter mot en bioduk där det spelas upp videosekvenser på vilda djur. Jägare har börjat använda skyttebiografer för att skjuta in sina vapen inför jaktsäsongen och det är vanligt att jägarna har med egen ammunition som innehåller bly.

Bly är en toxisk metall som kan medföra många olika negativa hälsoeffekter. Toxiska effekter kan förekomma i både centrala- och perifera nervsystemet, i blodet (blodbrist), njurarna, hjärt-kärlsystemet, endokrin- och immunsystemet, mag-tarmkanalen och i manliga och kvinnliga reproduktionssystemet (1). Akut eller kronisk blyförgiftning hos vuxna kan orsaka ospecifika symtom såsom trötthet och diffusa mag-tarmsymtom (2). Den kritiska effekten för bly är neurotoxiska skador och påverkan på fostrets hjärnutveckling (1). Normalnivån av bly i blod hos allmänbefolkning ligger omkring $0,16 \mu\text{mol/l}$ (3).

I arbetslivet är gränsvärdena för bly i luft $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (inhalerbar fraktion) och $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (respirabel fraktion) (4). Vid arbete med bly krävs även medicinska kontroller. För kvinnor över 50 år och män, krävs inga medicinska kontroller om blodblyhalten efter tre kontroller i följd är $<0,40 \mu\text{mol/l}$, förutsatt att arbetet sker under oförändrade förhållanden (5). Om resultaten från 3 kontroller i följd är mellan $0,4 \mu\text{mol/l}$ – $<0,8 \mu\text{mol/l}$ ska blodblyhalten kontrolleras var 6:e månad. Om blodblyhalten är mellan $0,8 \mu\text{mol/l}$ - $<1,5 \mu\text{mol/l}$ ska den kontrolleras var 3:e månad. Om blodblyhalten är $>1,5 \mu\text{mol/l}$ är det arbetsförbud tills blodblyhalten är $<1,3 \mu\text{mol/l}$, och arbetstagaren ska genomgå en läkarundersökning innan återgång till arbetet.

För kvinnor under 50 år som är i fertil ålder ska blodblyhalten kontrolleras var 3:e månad om blodblyhalten är $<0,50 \mu\text{mol/l}$ om inte exponeringen kan anses vara försumbar. Om blodblyhalten är $>0,50 \mu\text{mol/l}$ är det arbetsförbud och arbetstagaren ska genomgå en läkarundersökning. Gravida och ammande får inte sysselsättas i arbete som innebär blyexponering.

Arbets- och miljömedicin i Göteborg uppmärksammade att det fanns kunskapsluckor gällande blyhalter i blod och blyexponering via luft på skyttebiograferna runt om i landet. Därför kontaktade Arbets- och miljömedicin Göteborg en skyttebiograf med syfte att undersöka nivåerna av respirabelt damm och bly i luft, samt blyhalten i blod hos de anställda.

Material och metoder

Projektet genomfördes hösten 2020 till våren 2021.

Arbetsplatsen och arbetsuppgifter

Arbetsplatsen består av en skjutbana (ca 10 x 50 m), kontrollrum, reception/butik och kafeteria/lounge. Vid kafeteria/lounge finns en dörr som leder direkt in till skjutbanan. Skjutbanan har 5 skjutbås. Från dessa skjutbås skjuter man mot en 3 x 7 m stor ”bioduk” där videosekvenser på vilda djur projiceras. Träffar registreras med IR-kameror.

På arbetsplatsen arbetar totalt 8 personer varav 4 av dem arbetar heltid och resterande arbetar extra. En av de anställda arbetar en dag i veckan och då till största delen med rengöring och städning av lokalen. Övriga anställda arbetar i butiken, kassan och som instruktörer i skjutbiografen. Under tiden skjutning pågår sitter instruktören i ett kontrollrum och berättar via headset vad som kommer att spelas upp på bioduken. Instruktören har även en kort säkerhetsgenomgång (ca 5 min) ute vid skjutbanan innan en grupp börjar skjuta.

Antalet kunder kan variera mycket över året och veckodagar, men generellt ökar antalet kunder kring jaktsäsongen och på tisdagar när det är drop-in kl. 15:00 – 20:00. Vid drop-in får grupper på max 5 personer skjuta 30 minuter var. Varje person avfyrar ungefär 30-35 skott.

Ett substitut till blyammunition är s.k. inomhusammunition, där blyet i ammunitionen har bytts ut mot koppar. Denna blyfria ammunition såldes på plats. Kunderna fick däremot ha med egen blyammunition. Fördelningen av vilken sorts ammunition som användes på skyttebiografen var ungefär 50/50 mellan koppar och bly.

Mätstrategi

Mätning av blyhalter i luft utfördes 2020-09-29 under eftermiddagen. Detta datum var strax innan jaktsäsongen vilket innebär att det var fler kunder än normalt. Just den dagen var det också drop-in. Mätningen anses därför varit en dag när exponeringen var högre än normalt.

Stationär provtagning av respirabelt damm utfördes vid reception, skjutbås, bioduk och kafeteria. En personburen mätning utfördes på instruktören, eftersom denna person bedömdes vara högst exponerad. Ett direktvisande partikelinstrument användes parallellt med mätningarna för att undersöka hur antalet ultrafina partiklar varierade över tid.

En pump (Aircheck XR5000, SKC inc.) med flöde 2,5 L/min kopplades via slang till en 25 mm treringskassett (Merck Millipore) som innehöll ett 25 mm cellulosacetatfilter med 5 µm porstorlek (Merck Millipore). Treringskassetten var kopplad till en 25 mm föravskiljare (SKC inc.) för att få den respirabla dammfraktionen. Flödet kontrollerades med DryCal Defender 50 – 5000 ml/min (Mesalabs). En P-trak Modell 8552 (TSI) användes för att undersöka antalskoncentrationen av ultrafina partiklar runtom i lokalerna. Instrumentet mäter partiklar i storleksintervallet 0,02 – 1 µm.

Strykprov togs på en hylla vid skjutbanan, bord vid kafeteria och ovansidan av lampan i kontrollrummet med 25 mm cellulosacetatfilter med 5 µm porstorlek (Merck Millipore)

Provtagna filter med respirabelt damm analyserades gravimetriskt av Arbets- och miljömedicin i Göteborg. Efter vägning analyserades filtren med avseende på metaller vilket utfördes av Arbets- och miljömedicin i Örebro. Det gäller även filtren för strykprover. Analysen innefattar beryllium, magnesium, aluminium, kalcium, vanadin, krom, mangan, järn, kobolt, nickel, koppar, zink, arsenik, molybden, kadmium, antimon, barium, tallium och bly.

Blodprover

Blodprover togs på fyra anställda och analyserades på Sahlgrenska Universitetssjukhuset med avseende på bly. Blodprovtagning gjordes i nära tidssamband med luftmätningarna. Personalen fick i samband med blodprovtagningen svara muntligt på ett antal frågor angående arbetstider, intag av viltkött och övrig möjlig exponering för bly. Personalen har lämnat skriftligt samtycke att publicera resultatet i denna rapport.

Resultat

Respirabelt damm och bly

Uppmätta halter respirabelt damm och bly vid provtagningsställena redovisas i Tabell 1. Provtagningsstiden för samtliga mätplatser var mellan 218 – 239 minuter, ungefär motsvarande en halv arbetsdag. Instruktören hade en blyexponering på $5,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och en exponering för respirabelt damm på $0,14 \text{ mg}/\text{m}^3$. Vid skjutbåset var blyhalten i luft $96 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och $0,59 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för respirabelt damm. Vid bioduken var blyhalten $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och $0,62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ för respirabelt damm. I receptionen och kafeterian var halten bly och respirabelt damm mycket låga men det finns en viss osäkerhet i tolkning av dessa båda prover då en av blankarna var kontaminerade med mycket låga halter bly. Kontamineringen var mindre än $1/5$ av den uppmätta halten i kafeterian.

Tabell 1. Uppmätta halter av respirabelt damm och bly i luft.

Plats	Provtagnings- volym [L]	Provtagnings- tid [min]	Koncentration respirabelt damm [mg/m ³]	Koncentration bly [µg/m ³]
Personburen	560	224	0,14	5,0
Reception	598	239	0,13	1,0
Kafeteria	598	239	0,090	0,30
Skjutbås	550	218	0,59	96
Bioduk	550	219	0,62	110
Gränsvärde			2,5 mg/m³	50 µg/m³

Övriga metaller

Utöver bly detekterades mycket höga halter koppar (Tabell 2). Även krom och mangan förekom i luftproven. Resterande metaller (järn, zink, antimon och barium) förekom i mycket låga halter. Metaller som var under detektionsgränsen på alla platser redovisas inte i Tabell 2.

Tabell 2. Uppmätta luftkoncentrationer av krom, mangan, järn, koppar, zink, antimon och barium.

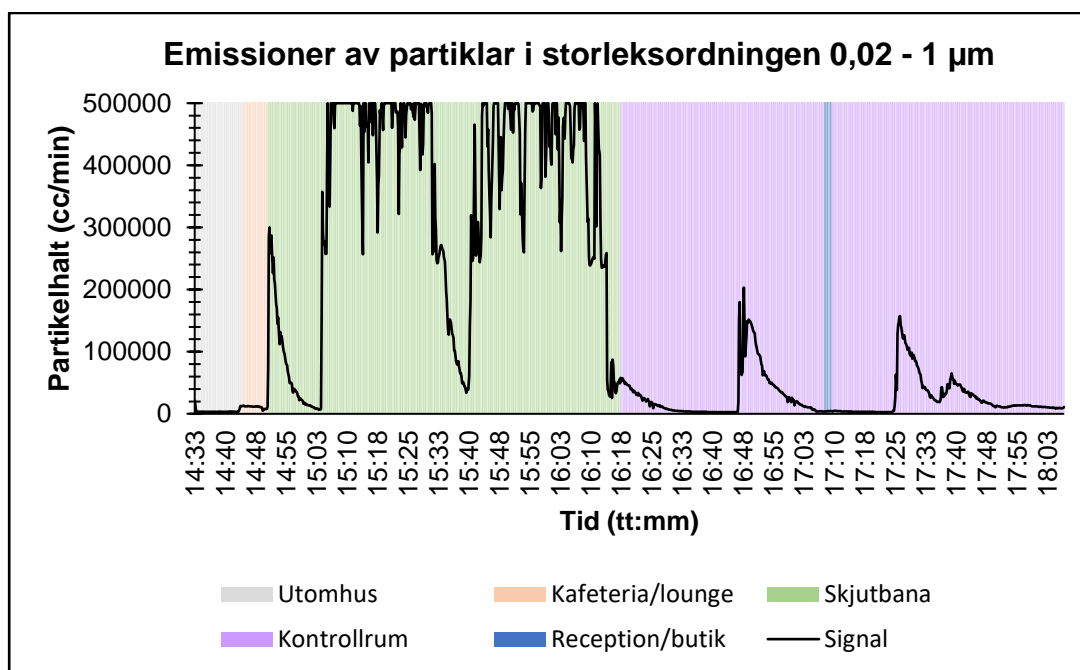
Plats	Krom [µg/m ³]	Mangan [µg/m ³]	Järn [µg/m ³]	Koppar [µg/m ³]	Zink [µg/m ³]	Antimon [µg/m ³]	Barium [µg/m ³]
Personburen	-	0,60	11	2,1	-	0,60	0,60
Reception	0,20	1,0	18	0,50	-	0,20	-
Kafeteria	0,20	-	-	0,40	-	-	-
Skjutbås	1,8	1,5	20	49	5,3	10	9,3
Bioduk	0,30	0,30	6,5	36	3,6	10	8,5
Gränsvärde	VI: 5,0 II, III: 500	50	3500	10	5000	250	500

Blodprover

Blodblyhalten låg mellan 0,33 – 0,58 $\mu\text{mol/l}$, dvs gruppen ligger strax över normalnivån för allmänbefolkningen (0,16 $\mu\text{mol/l}$)

Ultrafina partiklar

Halterna utomhus kan betraktas som en referensnivå (grått område Figur 1). Halterna inne vid kafeterian, orangea området i figuren, var lite högre jämfört med utomhus men fortfarande låga. I det gröna området skjuter kunder vid skjutbanan 30-40 minuter. Halterna av partiklar blir då högre än vad instrumentet kunde detektera, varefter halterna snabbt minskas när skjutningarna avslutas. Halterna klingar sedan av på 5 – 10 min efter att varje grupp slutat avfyra, vilket indikerar att föroreningarna snabbt ventileras bort. Vid kontrollrummet i det lila området beror topparna sannolikt på att dörren in till skjutbanan stod öppen under tiden skytteledaren gav instruktioner till respektive grupp.



Figur 1. Emissioner av ultrafina partiklar i olika lokaler.

Strykprov

Alla strykprover hade detekterbara halter bly. Dessa strykprov är inte en validerad metod, men visar att det även fanns detekterbara halter av deponerat bly på samtliga ytor.

Tabell 3. Uppmätt mängd av bly i damm.

Provmängd bly [μg]	Plats
0,20	Restaurangbord
37	Hylla vid skjutbana
28	Ovanpå lampa i kontrollrum

Diskussion och förslag på åtgärder

Syftet med luftmätningarna var att undersöka nivåerna av respirabelt damm och bly i luft, samt blyhalten i blod hos de anställda.

Exponering för bly och respirabelt damm

Skytteledarens exponering för luftburet bly uppmättes till 10 % av det hygieniska gränsvärdet för bly. Exponeringen för respirabelt damm var låg, 0,14 mg/m³. Detta beror på att skytteledaren satt i ett kontrollrum under tiden skjutningen pågick och total spenderad tid vid skjutbanan var kort under arbetspasset. För att minska exponeringen ytterligare kan personalen vänta några minuter tills all rök efter skjutning ventilerats bort, samt hålla dörren till kontrollrummet stängd under säkerhetsgenomgången så att röken inte läcker in i kontrollrummet.

Stationära mätningar av bly och respirabelt damm

De stationära mätningarna visar att emissionerna av bly vid skjutbanan var mycket höga (ca 100 µg/m³ vid skjutbås respektive bioduk). Vid receptionen och kafeterian uppmättes mycket låga halter bly vilket visar att lite av emissionerna sprider sig till närliggande lokaler. Mätningen var en dag då det var hög aktivitet, eftersom det var många kunder som övade inför jaktsäsongen. Cirka hälften av kunderna använde ammunition som innehöll bly, vilket enligt personalen var normalt. Med ett enda mättillfälle går det inte att veta hur mycket emissionen av bly varierar mellan olika dagar. För att minimera emissionerna ytterligare kan antalet skott minskas per tidsenhet, exempelvis genom att öka tiden mellan skotten.

Blodprover

Vid mätning av blodblyhalter hos personalen på skyttebiografen låg blodblyhalten mellan 0,33 – 0,58 µmol/l. Dessa värden ligger under blodblyhalterna för vad som är tillåtet vid arbete med bly enligt Arbetsmiljöverkets författningssamling, men högre än normalnivån hos allmänbefolkningen (0,16 µmol/L).

Företagshälsovård rekommenderas för att regelbundet kontrollera blodblyhalten enligt föreskriften medicinska kontroller.

Strykprov

Strykprovsmetoden är inte någon validerad metod, utan proven togs för att undersöka spridning och kontaminering av ytor i lokalerna. Vad som är höga eller låga halter går inte att säga. Strykproverna visade att det fanns deponerat bly i damm i närliggande lokaler. Ytor bör hållas rena för att eliminera intaget av bly via exempelvis mat och snus.

Övriga metaller

I inomhusammunition har bly bytts ut mot koppar. Det var därför inte förvånande att det även var mycket höga halter koppar, eftersom hälften av kunderna under mättillfället använde denna typ av ammunition. Den kritiska effekten för koppar är slemhinneirritation i övre luftvägar. Höga koncentrationer av koppar irriterar magslemhinnan och kan leda till metallröksfeber. Att byta till koppar minskar givetvis blyexponeringen, men ger å andra sidan högre kopparexponering. Emissionerna bör istället åtgärdas nära källan, dvs vid skjutbåsen.

Ett ytterligare intressant fynd är den uppmätta halten av krom i luft. Efter denna mätning analyserades enbart totalkrom, men högst sannolikt är en del av totalkromet sexvärt. I Danmark har gränsvärdet för sexvärt krom nyligen sänkts till $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och kommer sänkas ytterligare till $0,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ år 2024. Det finns studier som beskriver blyexponeringen vid övningsskytte inom rättsväsendet och militären, men det finns oss veterligen inget som beskriver exponeringen för sexvärt krom i dessa verksamheter. Det kan därför vara av intresse att även mäta sexvärt krom vid verksamheter som utövar övningsskytte. Det är även sannolikt att det svenska hygieniska gränsvärdet för sexvärt krom i framtiden kommer att sänkas.

Ultrafina partiklar

Vid denna mätning användes en P-trak för att undersöka hur antalet ultrafina partiklar (mindre än $1 \mu\text{m}$) varierade över tid. Ventilationen vid skjutbanan är mycket effektiv, då halten partiklar sjönk kraftigt på bara några minuter (Figur 1). Ventilationen är däremot inte tillräcklig eftersom mycket höga halter av bly och koppar uppmättes vid skjutbåsen och bioduken. Våra mätningar visar att partiklar sprids in till kontrollrummet när dörren till skjutbanan öppnas. Det är därför viktigt att ha koll på ventilationsflöden,

luftomsättning och utformning av arbetsplatsen. Eftersom källan till partiklar och metaller är densamma (dvs röken från avfyrat vapen) kan en P-trak vara ett bra verktyg för att undersöka emissioner och hur effektivt partiklarna ventileras bort i dessa typer av verksamheter. Mätinstrumentet kan dock inte användas för att jämföra mot gränsvärden.

Övriga kommentarer

Moment som inte fångades under mätningen var städning av skjutbanan och byte av bioduk. Städningen innebär att personal sopar undan tomhylsor, medan byte av bioduken kan leda till dammspridning. Vid städning rekommenderas arbetskläder med långa ärmar, arbetshandskar och vid byte av bioduk även andningsskydd med partikelfilter. Dessa moment skulle vara värdefullt att studera utifrån exponeringssynpunkt.

Förutom medicinska kontroller av bly i blod kan företagshälsovården även bistå med utformning av arbetsplatsen, riskbedömningar, förslag på åtgärder och mätningar i luft.

Slutsatser

- Blyexponeringen för skytteinstruktören mätt personburet var $5,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, vilket är 10 % av det hygieniska gränsvärdet.
 - För att minska exponeringen ytterligare för anställda kan man vänta med att gå ut från kontrollrummet tills röken ventilerats bort, samt hålla dörrar till närliggande lokaler stängda så länge som möjligt.
- Stationära mätningar av bly vid skjutbanan visade på mycket höga halter bly (skjutbås $96 \mu\text{g}/\text{m}^3$, bioduk $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Det var även mycket höga halter koppar.
 - Det rekommenderas att ventileras bort röken vid skjutbåsen
 - För att minska emissionerna ytterligare kan antalet skott minskas per tidsenhet, vilket kan göras på många olika sätt (längre tid mellan grupper, längre tid mellan skott)
- Blodproven visade att personal hade högre blodblyhalt än normalnivån hos allmänbefolkningen. Medicinska kontroller rekommenderas i dessa typer av verksamheter.
- Bly deponerar på ytor, det rekommenderas därför att ytor torkas av regelbundet.

- Det kan vara av intresse att mäta sexvärt krom vid verksamheter som utövar övningsskytte.
- Direktvisande instrument som mäter ultrafina partiklar, exempelvis P-trak, är ett bra mätinstrument för att undersöka emissioner av partiklar samt hur effektivt ventilationen reducerar halterna.

Referenser

1. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). Scientific Opinion on Lead in Food. EFSA J [Internet]. 2010 Apr [cited 2021 Nov 26];8(4). Available from: <https://data.europa.eu/doi/10.2903/j.efsa.2010.1570>
2. Livsmedelsverket. Bly. Available from: <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/metaller1/bly>
3. Bjermo H, Sand S, Nälsén C, Lundh T, Enghardt Barbieri H, Pearson M, et al. Lead, mercury, and cadmium in blood and their relation to diet among Swedish adults. Food Chem Toxicol. 2013 Jul;57:161–9.
4. Arbetsmiljöverket. Hygieniska gränsvärden. Arbetsmiljöverkets författningssamling(AFS 2018:1).
5. Arbetsmiljöverket. Mediciniska kontroller i arbetslivet. Arbetsmiljöverkets författningssamling(AFS 2019:3).