

Projektnummer/Project no Uppdragsgivare/Client
A401023 Försvarsdepartementet
FoT-område
Inget FoT-område

Författare/Author
Tobias Tengel, Therese Mikaelsson,
Lovisa Ålander, Anders Östin

Datum/Date Memo nummer/Number
2024-01-25 FOI Memo 8452

Provtagning av tårgas i sommarmiljö, utomhus samt inomhus



Titel/Title
Provtagning av tårgas i sommarmiljö, utomhus samt inomhus

Memo nummer/Number
FOI Memo 8452

1 Inledning

Tårgaser och pepparsprayer är irriterande ämnen som används för att avvisa eller sätta en motståndare ur stridbart skick. Verkan från ämnet upphör relativt kort efter att exponeringen avbryts. Dessa ämnen klassificeras som ”icke dödliga vapen” och syftar till att ersätta eldhandvapen främst i polisära uppdrag för att skingra kravaller, inkapacitera våldsverkare etc., för att minimera skador så långt det är möjligt[1]. Militära styrkor får endast använda tårgaser i övnings syfte, t.ex. vid test av skyddsmasker. De stater som ratificerat CWC måste till OPCW (Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons) deklarerar de aktiva ämnen som används av medlemslandets polis och militär i tårgaser och pepparsprayer[2]. Tårgasen 2-klorbensenmalonsyradinitril (CS) samt pepparspray (OC) är de vanligaste ämnena i tår och pepparsprayprodukter med irriterande verkan. I Sverige krävs vapenlicens för innehav av tårgas och pepparspray men de är tillåtna i vissa andra länder[3]. Trots det militära förbudet används tårgaser i konfliktområden, där det mest aktuella exemplet är från Rysslands krig mot Ukraina, där man främst från rysk sida använder sig av tårgashandgranater. Tårgashandgranaten K-51 (se figur 1) monteras på drönare för att sedan släppas ner i skyttevärn med tanken att tvinga ut befästa soldater, vilkas motdrag då är att använda skyddsmask för att kunna motstå den irriterande gasen[4]. Vid en sådan antagonistisk händelse med tårgas eller pepparspray sprids verkansämnet som en aerosolspray eller med en pyroteknisk sats där i princip alla dagsaktuella ämnen har låg flyktighet och kommer vara ett kvarliggande hotämne[5]. Motåtgärder mot kvarliggande hotämnen skiljer om det är en dödlig nervgas, en inkapaciterande fentanyl eller ett irriterande ämne som tårgas, och för att lämpliga och proportionella motåtgärder ska kunna sättas in kan indikering, provtagning och analys genomföras.



Figur 1. Ryska tårgashandgranaten K-51. Instruktioner och bilder finns tillgängliga på internet. Dessa är hämtade från <https://war-time.ru/item/gazovaya-granata-k-51> där även instruktionsvideo för aptering finns utlagd.

Tårgaser och pepparsprayer är, med dagens fältutrustning i svenska CBRNE-enheter, inte möjliga att identifiera i fält utan tagna prover måste transporteras till laboratorium för analys. I detta fall FOI:s laboratorium respektive mobilt fältlaboratorium. Syftet med fältförsöket i detta memo var att ta fram en metod för provtagning, följt av laboratorieanalys, för verifiering av påstådd användning av kvarliggande stridsmedel. För att studera detta används utspridning av CS, både utomhus under sommarförhållanden samt inomhus. Ett försök utomhus vintertid har utförts på motsvarande sätt tidigare[6] och utomhusförsöket sommartid kommer att jämföras mot analysresultaten från det försöket. Fältförsöken pågick under en veckas tid för utomhusförsöket och under fyra veckor för inomhusförsöket. Ett ytterligare syfte var att undersöka vilket tidsspän en fältgrupp har för att verifiera användning av CS. I synnerhet möjligheten att få en positiv verifikation en tid efter påstådd användning. Är det t.ex. möjligt att provta veckor efter och ändå kunna säkerhetsställa en förekomst?

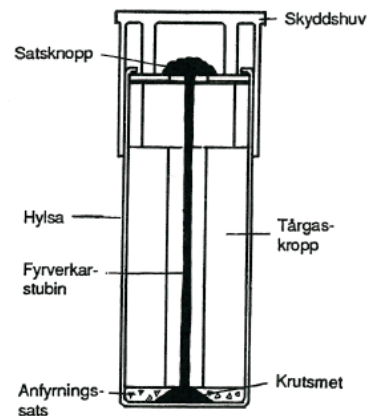
Titel/Title
Provtagning av tårgas i sommarmiljö, utomhus samt inomhus

Memo nummer/Number
FOI Memo 8452

2 Försök med Tårgasfackla 4 vid SkyddC

2.1 Tårgasfackla 4 (M4746–215031)

Tårgasfackla 4 består av en aluminiumhylsa innehållande en tårgassats bestående av 2-Klorbensylidenmalonitril, kaliumklorat, laktos och elastomer, figur 1. Hylsan är sluten upptill av en strypbricka, vilken har en satsknopp för antändning av facklan. Satsknoppen fungerar på samma sätt som en vanlig tändsticka och kan tändas mot ett tändsticksplån. Vid antändning förgasas CS och strömmar ut genom lockets centrala hål. Den heta gasen kondenserar snabbt i luften och man får CS i aerosolform. En fackla utvecklar fyra gram CS under 15-20 sekunder vid antändning[8].



Figur 1. Tårgasfackla 4 (bilder från Försvarsmakten).

2.2 Försöksuppställning utomhusförsök

Försöket utfördes vid Handgranatbanan vid SkyddC i Umeå, 2023-05-15. Vädret vid försökets början var klart med sol, svag vind och en temperatur av 10 °C. Nederbörd föll mellan dag två och tre under fältförsöket (ca 6 mm) och det var fuktigt under nätterna. Fyra facklor tändes samtidigt av personal från SkyddC i mitten av en provtagningsruta som var 5×5 meter (provtagningsruta 1), klockan 09:00, figur 2. Fyra facklor användes för att få jämförbara data mot det tidigare vinterförsöket[6] vilket genomfördes med tårgashandgranat 11[9], vilken inte längre fanns tillgänglig. Fyra facklor innehåller motsvarande mängd CS som en tårgashandgranat. Provtagning genomfördes kring de utbrända facklorna och fyra utvalda provtagningsrutor, för att simulera provtagning i rutnät i misstänkt kontaminerat område där källans plats är okänd.

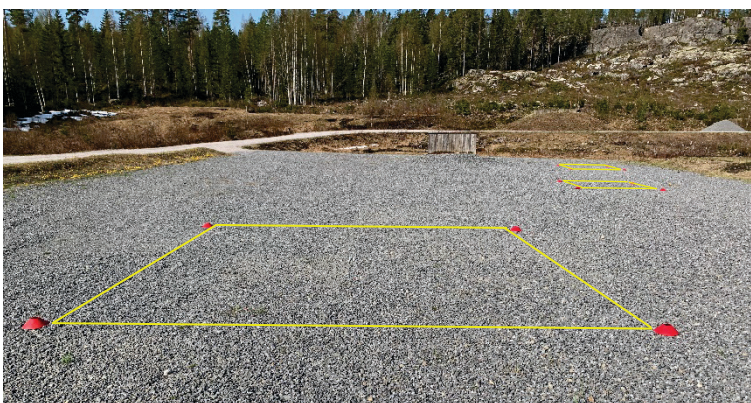
Titel/Title
Provtagning av tårgas i sommarmiljö, utomhus samt inomhus

Memo nummer/Number
FOI Memo 8452

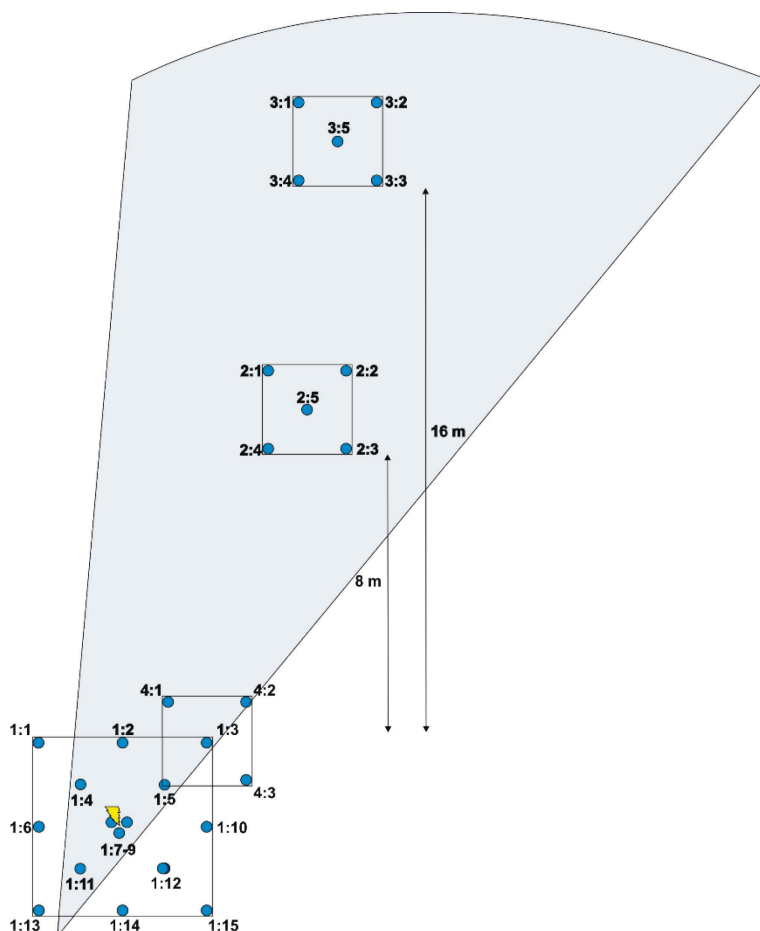



Figur 2. Provtagningsruta 1 på Handgranatbanan, ytterkanter markerade med röda koner och provtagningsrutan inritad i gult.

Provtagningsruta 2 och 3 (2,5×2,5 m) märktes efter antändning upp med koner i ytterkant nedvind provtagningsruta 1, på ett avstånd av 8 respektive 16 meter från övre gräns av provtagningsruta 1, figur 3. Provtagningen startade omedelbart efter att aerosolmolnet skingrats 20 minuter efter antändningen av facklorna. Provtagningen utfördes med 250 ml plastburkar och mellan 150-250 g prov samlades, beroende på varierande kvalitet (mängd grus) i de olika provtagningspunkterna. Rekommenderade provtagningsvolymmer för jord användes enligt *Totalförsvarets Handbok i CBRN Provtagning och Fältanalys* och ytprov om B10×L10×D2 cm provtogs [7]. Förutom provtagning vid tiden 0 utfördes provtagning efter 4, 8, 12, 16, 20, 24, 48, 72, 96 respektive 168 timmar i provtagningsruta 4, vilken delvis överlappade med provtagningsruta 1, figur 4. Sammanlagt togs 77 prover (75 prover och 2 blankprov) för analys vid FOI och 77 prover för analys vid SkyddC (75 prover och 2 blankprov). En översikt av provtagningspunkterna presenteras i figur 4.



Figur 3. Provtagningsrutor 1-3 på Handgranatbanan, ytterkanter markerade med röda koner och provtagningsrutorna inritad i gult.

Titel/Title
Provtagning av tårgas i sommarmiljö, utomhus samt inomhusMemo nummer/Number
FOI Memo 8452

Figur 4. Översikt av provtagningsrutor 1-4 på Handgranatbanan med provtagningspunkter utsatta. Positionen där granaten kastades är utmärkt med  och den huvudsakliga vindriktningen vid utsläppet illustreras med konen i blått.

2.3 Provpupparbetning

2.3.1 Upparbetning vid FOI

Proverna vägdes vid ankomst till FOI och upparbetades för vidare analys med GC-MS. De prover som inte kunde upparbetas omedelbart på grund av mängden prov förvarades i frys (-18 °C) och upparbetades efter hand. Provet delades inte utan hela provmängden användes. Till respektive prov tillsattes 20 ml diklormetan (DCM) och skakades i tio minuter. Lösningssmedlet pipetterades upp med hjälp av en 30 ml plasticspruta för att sedan filtreras genom ett PTFE filter (1 µm) ner i ett 22 ml vial. Lösningssmedleextraktet vägdes för att korrigera för förlust av DCM och provet indunstades till 500 µl under kvävgas. En internstandard bestående av 2-klor-4-metylanilin tillsattes (10 µl med koncentrationen 1 mg/ml i DCM).

2.3.2 Upparbetning vid mobilt fältanalyslaboratorium vid SkyddC.

Proverna vägdes vid ankomst till SkyddC och upparbetades för vidare analys med GC-MS. Provet delades inte utan hela provmängden användes. Till respektive prov tillsattes 20 ml DCM och skakades i tio minuter. Lösningssmedlet pipetterades upp för att sedan filtreras genom ett PTFE filter (0,45 µm) följt av en Na₂SO₄-kolonn. Utvunnen DCM vägdes för att korrigera för förlust av DCM

Titel/Title
Provtagning av tårgas i sommarmiljö, utomhus samt inomhus

Memo nummer/Number
FOI Memo 8452

och provet indunstades till torrhet varefter 1 ml DCM tillsattes tillsammans med en internstandard bestående av 1-Bromnaftalen (10 µl med koncentrationen 990 µg/ml).

3 Försöksuppställning för inomhusförsöket

Försöket utfördes i rökhuset vid FOI med start den 22 maj 2023. Vittnesplattor av parkettgolv och vinylgolv lades ut på ett bord och tyg hängdes upp under tak, figur 5. En tårgasfackla tändes av personal från SkyddC (figur 6) och den första provtagningen utfördes efter en timme, när större delen av aerosolmolnet lagt sig. Provtagningen fortsatte efter 4 och 8 timmar, 1, 2, 3 och 4 dagar, och 1, 2, 3 respektive 4 veckor. All provtagning de första tre dagarna utfördes med Skyddsmask 90 på. En yta av 10×10 cm provtogs med avstrykningsprov, med en kompress fuktad med 1 ml acetonitril. Kompressen placerades sedan i en 22 ml vial som förslöts. Alla provtagningspunkter utfördes i triplikat, dvs. 3×1 dm² för vinylgolvet, 3×1 dm² för parketten och 3×1 dm² för tyget. Sammanlagt togs 102 prover (99 prover och 3 blankprov) för analys vid FOI och 102 prover för analys vid SkyddC (99 prover och 3 blankprov).



Figur 5. Försöksuppställning i rökhuset med vittnesplattor av parkett- och vinylgolv utlagda på bord och tyg upphängt under tak.



Figur 6. Antändning av tårgasfackla i rökhuset.

Titel/Title
Provtagning av tårgas i sommarmiljö, utomhus samt inomhus

Memo nummer/Number
FOI Memo 8452

3.1 Provupparbetning

3.1.1 Upparbetning vid FOI

Till varje vial med kompress tillsattes 10 ml DCM och skakades 10 minuter. De prover som inte kunde upparbetas omedelbart på grund av mängden prov förvarades i frys (-18 °C) och upparbetades efter hand. Lösningssmedlet pipetterades över till en ny vial och provet indunstades till 500 µl under kvävgas. En internstandard bestående av 2-klor-4-metylanilin tillsattes (10 µl med koncentrationen 1 mg/ml i DCM).

3.1.2 Upparbetning vid mobilt fältanalyslaboratorium vid SkyddC

Till varje vial med kompress tillsattes 4 ml DCM och skakades 10 minuter. Lösningssmedlet pipetterades över till en ny vial och indunstades till torrhet varefter 1 ml DCM tillsattes tillsammans med en internstandard bestående av 1-Bromnaftalen (10 µl med koncentrationen 990 µg/ml). Proverna förvarades i frys (-18 °C) i väntan på analys.

3.2 GC-MS analys

För analys vid FOI användes en Thermo Fisher Scientific Trace 1300 kopplad till en Thermo Fisher Scientific TSQ 8000 Evo. Splitless-injektion användes vid analysen, med en injektortemperatur av 200 °C. Den kolonn som användes för separation var av typen DB-5 MS (Agilent J&W Scientific, USA) med dimensionerna 30 m x 0,25 mm och en filmtjocklek på 0,25 µm. ”Selected Reaction Monitoring” (SRM) användes och två övergångar m/z 188→153 och m/z 153→126 för att identifiera och kvantifiera CS.

Vid SkyddC användes en Thermo Fisher Scientific Trace 1310 kopplad till en Thermo Fisher Scientific ISQ 7000 för analys. Den kolonn som användes var av typen DB-5 MS (Agilent Technologies) med dimensionerna 30 m x 0,25 mm, med en filmtjocklek på 0,25 µm. Masspektrometern skannade av ett område 29-450 m/z i full scan och m/z 126, 153 samt 188 i ”Selective Ion Monitoring” (SIM), för att identifiera och kvantifiera CS.

Koncentration anges som ng CS/g prov eftersom proverna varierade i mängd mellan 150-250 g för utomhusförsöket. Uppmätta koncentrationer för inomhusförsöket anges som ng CS/yta (1 dm²).

4 Resultat och diskussion

4.1 Utomhusförsök (Handgranatbanan)

Analysresultaten från provruta 1 presenteras i tabell 1. Högst halt uppvisas vid provtagning nära tårgasfacklorna (prov 7-8) även om vissa avvikelser finns. Provtagningen genomfördes som två enskilda provtagningar bredvid varandra och skickades till FOI respektive SkyddC för analys. Överlag stämmer de parallella provtagningarna bra överens då högst koncentration återfinns i positioner i vindriktningen, t.ex. 1:3 och 1:5, samt nära facklorna 1:7 och 1:8. Det finns dock en relativt stor variation mellan vissa närliggande punkter, t.ex. 1:8 och 1:9, beroende på hur aerosolen deponerat. Ett sätt att komma runt detta problem kan vara att göra ett kompositprov, dvs. ta prov i olika punkter och sedan slå samman proverna till ett. Detektionsgränserna för analyserna var 0,01 ng/g för analys vid FOI samt 0,16 ng/g för analys vid SkyddC. I detta fall visste vi även vindriktningen och la upp provtagningsrutorna efter det. Är vindriktningen okänd behöver ett större rutnät göras runt objektet och provtagning behöver sedan ske i alla riktningar runt det.

Titel/Title
Provtagning av tårgas i sommarmiljö, utomhus samt inomhus

Memo nummer/Number
FOI Memo 8452

Tabell 1. Koncentration CS vid provruta 1 (ng/g prov).

| Prov | FOI | SkyddC |
|--------------|----------------------|----------------------|
| | Koncentration (ng/g) | Koncentration (ng/g) |
| 1:1 | < 0,01 | < 0,16 |
| 1:2 | 2,22 | 0,37 |
| 1:3 | 33,7 | 4,59 |
| 1:4 | 0,007 | 0,18 |
| 1:5 | 23,7 | 11,5 |
| 1:6 | < 0,01 | < 0,16 |
| 1:7 | 7,75 | 4,39 |
| 1:8 | 19,9 | 35,2 |
| 1:9 | 0,73 | 0,85 |
| 1:10 | < 0,01 | 0,17 |
| 1:11 | 0,01 | 0,24 |
| 1:12 | 0,02 | 0,16 |
| 1:13 | < 0,01 | 0,46 |
| 1:14 | < 0,01 | 0,23 |
| 1:15 | < 0,01 | 0,21 |
| Medel | 5,84 | 3,92 |

Analysresultaten från provruta två och tre presenteras i tabell 3. Provresultaten överensstämmer bra mellan analyserna, med de högsta koncentrationerna i provtagningsruta två och betydligt lägre i ruta tre, < 1 ng CS/g prov för de flesta punkterna. Det är dock fullt detekterbara halter även i ruta tre som ligger på dubbla avståndet, även om mycket av aerosolmolnet missat den rutan. I ett tidigare arbete genomfördes motsvarande försök i vintermiljö och där erhöles i princip motsvarande fördelning och detekterbarhet vid provtagning och analys av snö [6].

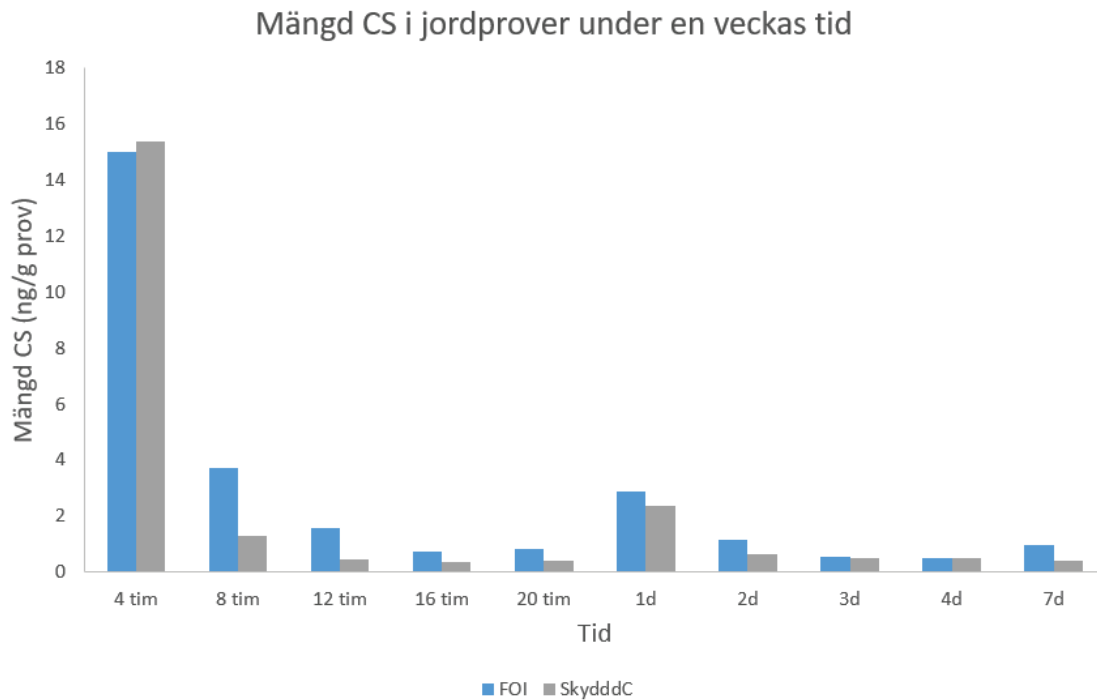
Tabell 2. Koncentration CS vid provruta 2 och 3 (ng/g prov).

| Prov | FOI | SkyddC |
|--------------|----------------------|----------------------|
| | Koncentration (ng/g) | Koncentration (ng/g) |
| 2:1 | 4,21 | 1,37 |
| 2:2 | 14,1 | 6,11 |
| 2:3 | 18,5 | 11,2 |
| 2:4 | 15,0 | 10,5 |
| 2:5 | 16,7 | 7,17 |
| Medel | 13,7 | 7,26 |
| 3:1 | 0,04 | 0,18 |
| 3:2 | 0,11 | 0,22 |
| 3:3 | 1,0 | 0,28 |
| 3:4 | 0,06 | 0,13 |
| 3:5 | 0,06 | 0,24 |
| Medel | 0,26 | 0,21 |

Provtagning utfördes under en veckas tid i provtagningsruta fyra, för att få ett mått på nedbrytning och avdunstning av CS. Analysresultaten visar att det är möjligt att provta och analysera CS i fält efter en veckas tid, halterna har dock minskat med uppskattningsvis mellan 95 och 98 %, 1.8 % av den ursprungliga halten CS mättes upp på FOI, respektive 5,2 % på SkyddC, figur 7 och bilaga 1.

Titel/Title
Provtagning av tårgas i sommarmiljö, utomhus samt inomhus

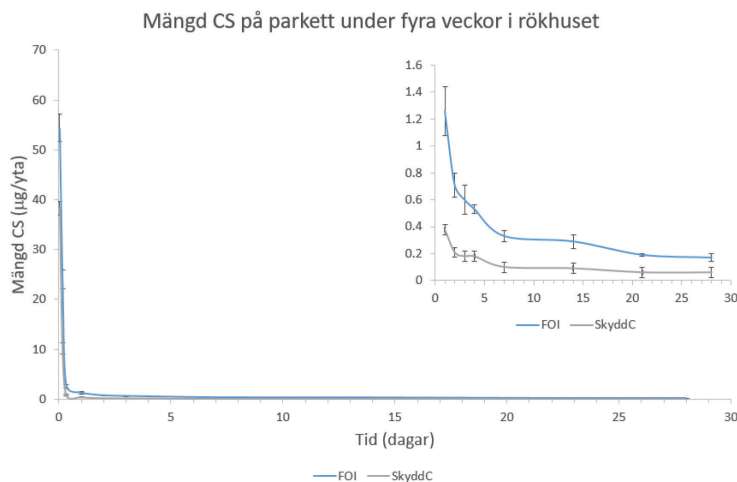
Memo nummer/Number
FOI Memo 8452



Figur 7. Mängd CS i provtagningsruta fyra analyserat under en veckas tid. Presenterat värde är medianvärdet i ng CS/g prov.

4.2 Inomhusförsök (rökhuset)

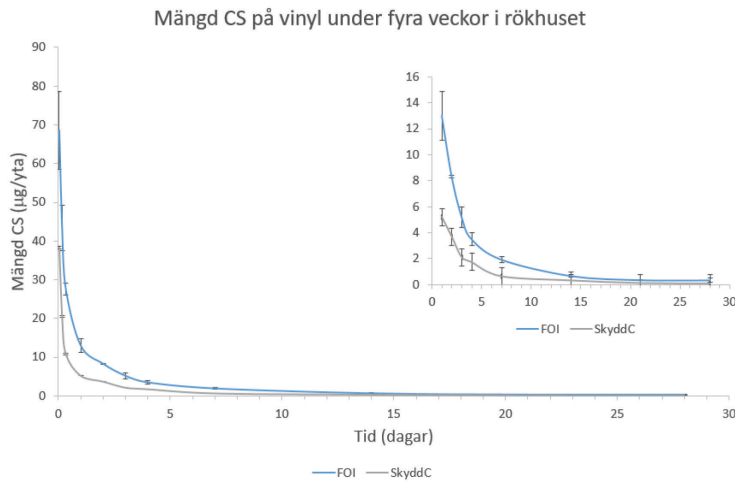
Resultaten från inomhusförsöken presenteras i figur 8-10 och data i bilaga 2. Högst halter CS hittas på vittnesplattorna av parkett- och vinylgolv och betydligt lägre på det upphängda tyget. Resultaten indikerar att aerosolen inte tränger in i tyget speciellt bra på grund av partikelstorlek utan till största del deponerar på ytor. Gemensamt för alla material är att CS vädras bort relativt snabbt, redan efter en dag är större delen av CS borta. Parkettgolvet är det material där CS vädrade bort snabbast, möjligen på grund av den glattare ytan. Detektionsgränserna för analyserna var $0,007 \mu\text{g}/\text{dm}^2$ för analys vid FOI samt $0,017 \mu\text{g}/\text{dm}^2$ för analys vid SkyddC.



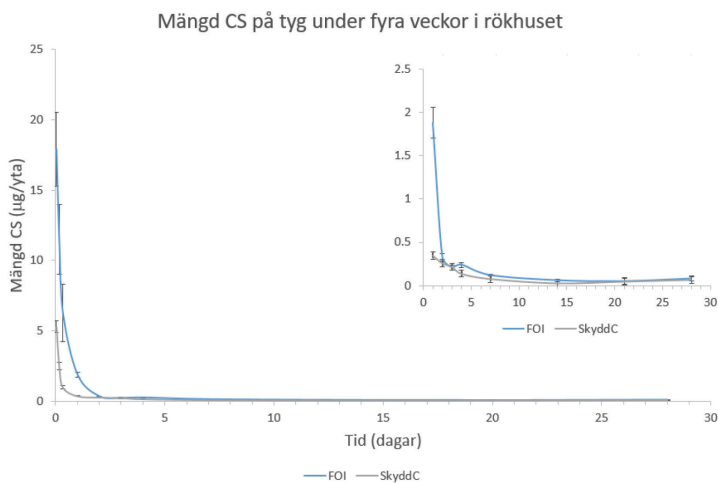
Figur 8. Mängd CS på parkettgolv analyserat över fyra veckor, infälld bild visar data från dag 1 och framåt.

Titel/Title
Provtagning av tårgas i sommarmiljö, utomhus samt inomhus

Memo nummer/Number
FOI Memo 8452



Figur 9. Mängd CS på vinylgolv analyserat över fyra veckor, infälld bild visar data från dag 1 och framåt.



Figur 10. Mängd CS på tyg analyserat över fyra veckor, infälld bild visar data från dag 1 och framåt.

Resultaten mellan de två olika laboratorierna stämmer väl överens sett till minskningen av CS även om SkyddC detekterar något lägre halter än FOI vid flertalet mätpunkter. Trots den snabba vädringen av CS är det fortfarande fullt mätbara halter på alla materialen t.o.m. efter fyra veckors tid.

5 Slutsatser

I detta arbete har vi genomfört den provtagning och laboratorieanalys som militära och civila CBRNE-enheter kan använda sig av vid en spridning med ett misstänkt farligt ämne. Provtagning i fält utomhus visade på högst koncentrationer vid objektet, vilket då är det bästa stället att provta om man kan identifiera platsen för händelsen. Då kan även det misstänkta objektet provtas för kemisk och forensisk analys i laboratorium. Om inget uppenbart utspridningsställe finns så får en provtagningsplan göras över misstänkt kontaminerat område. För en fullständig kartläggning av ett misstänkt kontaminerat område efter en tårgashandgranat behöver ett rutnät läggas ut och

Titel/Title
Provtagning av tårgas i sommarmiljö, utomhus samt inomhus

Memo nummer/Number
FOI Memo 8452

provtagning och analys genomförs från varje ruta. I detta arbete har vi valt ut två sådana provtagningsrutor, 8 respektive 16 meter, i vindens riktning från utspridningsplatsen för provtagning följt av laboratorieanalys. Provtagning på 8 respektive 16 meters avstånd från provtagningsrutan med granaten visar på lägre, dock fullt mätbara, halter. De provtagningar som utfördes i provtagningsruta fyra under en veckas tid visar att halterna minskat med 95-98 % under den tidsperioden. Även om det är låga halter så är dessa fullt detekterbara efter en veckas tid och detta trots att det föll nederbörd under delar av fältförsöket.

Det finns en relativt stor variation mellan vissa närliggande punkter i provtagningsruta ett och fyra, t.ex. 1:8 och 1:9 i ruta 1, beroende på hur aerosolen deponerat på marken. Det bästa sättet att komma runt detta problem kan vara att ta ett kompositprov, dvs. ta flera prov på olika platser och sedan slå samman proverna till ett för att få en säkrare provtagning. I vårt fall visste vi även vindriktningen och la upp provtagningsrutorna efter det. Om vindriktningen är okänd, d.v.s. man anländer till platsen efter det att händelsen ägt rum, blir man tvungen att göra ett större rutnät runt objektet och provta i alla riktningar runt det för att visa på spridningsriktning. I detta försök visar vi på en metod som kan appliceras under barmarksäsongen. Under vinter med ett snötäcke får provtagningsstrategin anpassas till snöprovtagning. Uppmätta halter CS från barmarks respektive snöäsong var jämförbara och resultaten visar att det är möjligt att påvisa CS efter en veckas tid i fält i båda dessa miljöer och med olika matriser.

Provtagningen inomhus utfördes under fyra veckors tid och resultaten mellan de två olika laboratorerna stämmer väl överens sett till minskningen av CS trots att upparbetning och analyser är utförda av olika personer. Trots att CS vädras bort snabbt och är nere på låga nivåer redan efter ett dygn (jämfört med startkoncentrationen) är det fortfarande fullt mätbara halter på alla materialen t.o.m. efter fyra veckors tid.

Rent generellt är halterna CS som hittades i proverna av det mobila fältlabbet något lägre än FOI:s i både utomhusförsöket och inomhusförsöket. Skillnaden i provupparbetning kan vara en bidragande orsak där proverna indunstades till torrhet vid SkyddC vilket inte gjordes vid FOI. Efterföljande analyser av standarder innehållande CS utan indunstning och med indunstning under kvävgas visar att CS vädras bort till viss del när prover indunstats till torrhet. Krav på att följa indunstningen kan inte ställas på det mobila labbet och indunstning till torrhet visade sig fungera, även om en viss del av provet vädras bort. Det blir då en mer kvalitativ analys än en kvantitativ.

Detta arbete sammantaget med vårt tidigare arbete i vintermiljö[6] visar att provtagningsrutiner och laboriestrategier i såväl fältanalyslaboratorium som stödjande fasta laboratorium kan påvisa CS vid utspridning från en mindre pyroteknisk sats.

Då effekten av en tårgashandgranat i och för sig är obehaglig men relativt ofarlig så bör rutiner kunna tas fram för övning i provtagning och analys för CBRNE-enheter och deras stödjande laboratorier. Detta skulle då kunna vara en typ av skarpövning som kan genomföras utanför CBRN-specialanläggningar.

Titel/Title
Provtagning av tårgas i sommarmiljö, utomhus samt inomhus

Memo nummer/Number
FOI Memo 8452

6 Referenser

1. World Health Organization, *Public health response to biological and chemical weapons : WHO guidance*. 2. ed. xvii, 340 s.
2. *Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons (OPCW), Convention on the Prohibition of the Development, Production, Stockpiling and Use of Chemical Weapons and on their Destruction (Chemical Weapons Convention or CWC)*. 1993.
3. *Fact or fiction: owning pepper spray is illegal in most of europe*. 2019; Available from: <https://www.robertreeveslaw.com/blog/pepper-spray-europe/>.
4. *Russia used chemical weapons in the Donetsk region*. The Odessa Journal 2022; Available from: <https://odessa-journal.com/public/russia-used-chemical-weapons-in-the-donetsk-region>.
5. *OPCW, Note by the technical secretariat, Declaration of riot control agents: advice from the scientific advisory board*. 2014.
6. Tengel, T., et al, *Provtagning av tårgas i vintermiljö*. 2024: FOI.
7. Manuscript, *Totalförsvarets Handbok i CBRN Provtagning och Fältanalys*, ed. Försvarsmakten.
8. *Tårgasfackla 3 och 4 : instruktionsbok*. 1990, Stockholm.
9. *TÅRGASHGR 11, M7786-042871*.

Titel/Title
Provtagning av tårgas i sommarmiljö, utomhus samt inomhus

Memo nummer/Number
FOI Memo 8452

Bilaga 1

Tabell 3. Koncentration CS vid provruta 4 under 7 dagar (ng/g prov).

| Prov | FOI (ng/g) | SkyddC (ng/g) | Prov | FOI (ng/g) | SkyddC (ng/g) |
|--------------|---------------|------------------|--------------|---------------|------------------|
| Blank 1 | 0,001 | 0,08 | Blank 2 | 0,005 | 0,03 |
| 4:1 4h | 0,17 | 0,24 | 4:1 1d | 0,11 | 0,40 |
| 4:2 4h | 15,0 | 15,4 | 4:2 1d | 2,90 | 2,77 |
| 4:3 4h | 0,03 | 0,39 | 4:3 1d | < 0,01 | 0,17 |
| 4:4 4h | 120 | 30,0 | 4:4 1d | 90,9 | 68,9 |
| 4:5 4h | 24,1 | 26,8 | 4:5 1d | 5,58 | 2,37 |
| Medel | 31,0 | 14,6 | Medel | 19,9 | 14,9 |
| 4:1 8h | 0,15 | 0,32 | 4:1 2d | 0,05 | 0,62 |
| 4:2 8h | 4,57 | 1,29 | 4:2 2d | 3,17 | 0,38 |
| 4:3 8h | < 0,01 | 0,39 | 4:3 2d | < 0,01 | < 0,16 |
| 4:4 8h | 98,3 | 77,8 | 4:4 2d | 19,0 | 14,2 |
| 4:5 8h | 3,71 | 2,65 | 4:5 2d | 1,16 | 0,89 |
| Medel | 21,3 | 16,5 | Medel | 4,68 | 3,25 |
| 4:1 12h | 0,08 | 0,17 | 4:1 3d | 0,04 | 0,09 |
| 4:2 12h | 1,56 | 0,46 | 4:2 3d | 0,55 | 0,71 |
| 4:3 12h | < 0,01 | 0,16 | 4:3 3d | < 0,01 | 0,06 |
| 4:4 12h | 130 | 12,8 | 4:4 3d | 21,0 | 1,15 |
| 4:5 12h | 3,34 | 0,60 | 4:5 3d | 0,73 | 0,49 |
| Medel | 26,2 | 2,83 | Medel | 4,47 | 0,50 |
| 4:1 16h | 0,06 | 0,16 | 4:1 4d | 0,05 | 0,60 |
| 4:2 16h | 0,73 | 0,26 | 4:2 4d | 0,52 | 0,47 |
| 4:3 16h | 0,01 | 0,63 | 4:3 4d | < 0,01 | 0,25 |
| 4:4 16h | 150 | 13,40 | 4:4 4d | 18,9 | 1,75 |
| 4:5 16h | 1,64 | 0,35 | 4:5 4d | 5,14 | 0,49 |
| Medel | 30,6 | 2,96 | Medel | 4,93 | 0,71 |
| 4:1 20h | 0,06 | 0,22 | 4:1 7d | 0,03 | 0,30 |
| 4:2 20h | 0,85 | 0,39 | 4:2 7d | 1,01 | 0,39 |
| 4:3 20h | 0,008 | 0,13 | 4:3 7d | < 0,01 | 0,20 |
| 4:4 20h | 32,3 | 3,89 | 4:4 7d | 0,95 | 0,60 |
| 4:5 20h | 4,26 | 2,27 | 4:5 7d | 1,08 | 2,34 |
| Medel | 7,49 | 1,38 | Medel | 0,61 | 0,77 |

Titel/Title
Provtagning av tårgas i sommarmiljö, utomhus samt inomhus

Memo nummer/Number
FOI Memo 8452

Tabell 4. Koncentration CS på vittnesplattor i rökhuset.

| Prov | $\mu\text{g}/\text{dm}^2$ (FOI) | $\mu\text{g}/\text{dm}^2$ (SkyddC) | Prov | $\mu\text{g}/\text{dm}^2$ (FOI) | $\mu\text{g}/\text{dm}^2$ (SkyddC) |
|---------------|---------------------------------|------------------------------------|--------------|---------------------------------|------------------------------------|
| Blank parkett | 0,0003 | 0,01 | Blank vinyl | 0,0004 | 0,007 |
| Parkett 1h:1 | 56,0 | 37,1 | Vinyl 1h:1 | 70,3 | 35,1 |
| Parkett 1h:2 | 56,1 | 38,0 | Vinyl 1h:2 | 67,2 | 38,3 |
| Parkett 1h:3 | 51,2 | 39,8 | Vinyl 1h:3 | 59,3 | 41,6 |
| Medel | 54,4 ± 2,78 | 38,3 ± 1,35 | Medel | 68,6 ± 10,1 | 38,3 ± 3,22 |
| Parkett 4h:1 | 24,1 | 9,29 | Vinyl 4h:1 | 48,0 | 20,2 |
| Parkett 4h:2 | 25,8 | 11,5 | Vinyl 4h:2 | 36,8 | 19,1 |
| Parkett 4h:3 | 22,0 | 9,71 | Vinyl 4h:3 | 45,3 | 22,2 |
| Medel | 24,0 ± 1,92 | 10,2 ± 1,20 | Medel | 43,4 ± 5,84 | 20,5 ± 1,57 |
| Parkett 8h:1 | 2,25 | 0,60 | Vinyl 8h:1 | 28,2 | 10,6 |
| Parkett 8h:2 | 2,65 | 0,95 | Vinyl 8h:2 | 28,8 | 9,25 |
| Parkett 8h:3 | 2,97 | 0,92 | Vinyl 8h:3 | 25,7 | 12,4 |
| Medel | 2,62 ± 0,36 | 0,82 ± 0,19 | Medel | 27,6 ± 1,64 | 10,8 ± 1,59 |
| Parkett 1d:1 | 1,47 | 0,42 | Vinyl 1d:1 | 14,5 | 5,54 |
| Parkett 1d:2 | 1,17 | 0,39 | Vinyl 1d:2 | 13,5 | 3,98 |
| Parkett 1d:3 | 1,14 | 0,32 | Vinyl 1d:3 | 10,9 | 6,02 |
| Medel | 1,26 ± 0,18 | 0,38 ± 0,05 | Medel | 13,0 ± 1,86 | 5,18 ± 1,07 |
| Parkett 2d:1 | 0,61 | 0,21 | Vinyl 2d:1 | 8,44 | 3,37 |
| Parkett 2d:2 | 0,74 | 0,23 | Vinyl 2d:2 | 8,21 | 2,82 |
| Parkett 2d:3 | 0,79 | 0,20 | Vinyl 2d:3 | 8,27 | 4,78 |
| Medel | 0,71 ± 0,09 | 0,21 ± 0,01 | Medel | 8,31 ± 0,12 | 3,66 ± 1,01 |
| Parkett 3d:1 | 0,70 | 0,16 | Vinyl 3d:1 | 5,47 | 1,98 |
| Parkett 3d:2 | 0,48 | 0,21 | Vinyl 3d:2 | 4,33 | 2,56 |
| Parkett 3d:3 | 0,62 | 0,17 | Vinyl 3d:3 | 5,83 | 1,82 |
| Medel | 0,60 ± 0,11 | 0,18 ± 0,02 | Medel | 5,21 ± 0,78 | 2,12 ± 0,39 |
| Parkett 4d:1 | 0,50 | 0,16 | Vinyl 4d:1 | 3,79 | 1,86 |
| Parkett 4d:2 | 0,55 | 0,17 | Vinyl 4d:2 | 2,91 | 1,95 |
| Parkett 4d:3 | 0,55 | 0,21 | Vinyl 4d:3 | 3,65 | 1,36 |
| Medel | 0,53 ± 0,03 | 0,18 ± 0,02 | Medel | 3,50 ± 0,47 | 1,73 ± 0,32 |
| Parkett 1v:1 | 0,35 | 0,10 | Vinyl 1v:1 | 2,15 | 0,63 |
| Parkett 1v:2 | 0,28 | 0,10 | Vinyl 1v:2 | 1,67 | 0,62 |
| Parkett 1v:3 | 0,34 | 0,11 | Vinyl 1v:3 | 1,96 | 0,70 |
| Medel | 0,33 ± 0,04 | 0,10 ± 0,004 | Medel | 1,93 ± 0,25 | 0,65 ± 0,04 |
| Parkett 2v:1 | 0,30 | 0,09 | Vinyl 2v:1 | 0,63 | 0,21 |
| Parkett 2v:2 | 0,29 | 0,10 | Vinyl 2v:2 | 0,76 | 0,37 |
| Parkett 2v:3 | 0,29 | 0,09 | Vinyl 2v:3 | 0,62 | 0,40 |
| Medel | 0,29 ± 0,005 | 0,09 ± 0,004 | Medel | 0,67 ± 0,08 | 0,33 ± 0,10 |
| Parkett 3v:1 | 0,19 | 0,08 | Vinyl 3v:1 | 0,35 | 0,27 |
| Parkett 3v:2 | 0,20 | 0,07 | Vinyl 3v:2 | 0,31 | 0,08 |
| Parkett 3v:3 | 0,18 | 0,04 | Vinyl 3v:3 | 0,41 | 0,02 |
| Medel | 0,19 ± 0,01 | 0,06 ± 0,02 | Medel | 0,35 ± 0,05 | 0,13 ± 0,13 |
| Parkett 4v:1 | 0,15 | 0,08 | Vinyl 4v:1 | 0,29 | 0,14 |
| Parkett 4v:2 | 0,21 | 0,06 | Vinyl 4v:2 | 0,24 | 0,02 |
| Parkett 4v:3 | 0,17 | 0,05 | Vinyl 4v:3 | 0,50 | 0,14 |
| Medel | 0,17 ± 0,03 | 0,06 ± 0,01 | Medel | 0,34 ± 0,14 | 0,10 ± 0,07 |

Titel/Title
Provtagning av tårgas i sommarmiljö, utomhus samt inomhus

Memo nummer/Number
FOI Memo 8452

Tabell 5. Koncentration CS på upphängt tyg i rökhuset.

| Prov | $\mu\text{g}/\text{dm}^2$ (FOI) | $\mu\text{g}/\text{dm}^2$ (SkyddC) |
|--------------|---------------------------------|------------------------------------|
| Blank tyg | 0,003 | 0,01 |
| Tyg 1h:1 | 20,8 | 5,06 |
| Tyg 1h:2 | 17,0 | 5,75 |
| Tyg 1h:3 | 15,8 | 5,04 |
| Medel | 17,9 ± 2,62 | 5,28 ± 0,40 |
| Tyg 4h:1 | 9,93 | 2,30 |
| Tyg 4h:2 | 14,4 | 2,36 |
| Tyg 4h:3 | 10,3 | 2,83 |
| Medel | 11,5 ± 2,50 | 2,50 ± 0,29 |
| Tyg 8h:1 | 5,425 | 0,87 |
| Tyg 8h:2 | 4,804 | 0,92 |
| Tyg 8h:3 | 8,612 | 1,10 |
| Medel | 6,28 ± 2,04 | 0,97 ± 0,12 |
| Tyg 1d:1 | 1,93 | 0,39 |
| Tyg 1d:2 | 1,68 | 0,35 |
| Tyg 1d:3 | 2,03 | 0,33 |
| Medel | 1,88 ± 0,18 | 0,35 ± 0,03 |
| Tyg 2d:1 | 0,33 | 0,30 |
| Tyg 2d:2 | 0,30 | 0,24 |
| Tyg 2d:3 | 0,38 | 0,26 |
| Medel | 0,33 ± 0,04 | 0,26 ± 0,03 |
| Tyg 3d:1 | 0,24 | 0,17 |
| Tyg 3d:2 | 0,22 | 0,25 |
| Tyg 3d:3 | 0,18 | 0,24 |
| Medel | 0,21 ± 0,03 | 0,22 ± 0,04 |
| Tyg 4d:1 | 0,20 | 0,15 |
| Tyg 4d:2 | 0,26 | 0,14 |
| Tyg 4d:3 | 0,25 | 0,15 |
| Medel | 0,24 ± 0,03 | 0,14 ± 0,004 |
| Tyg 1v:1 | 0,13 | 0,08 |
| Tyg 1v:2 | 0,11 | 0,09 |
| Tyg 1v:3 | 0,13 | 0,08 |
| Medel | 0,12 ± 0,01 | 0,08 ± 0,005 |
| Tyg 2v:1 | 0,06 | 0,03 |
| Tyg 2v:2 | 0,05 | 0,02 |
| Tyg 2v:3 | 0,06 | 0,04 |
| Medel | 0,06 ± 0,01 | 0,03 ± 0,008 |
| Tyg 3v:1 | 0,06 | 0,04 |
| Tyg 3v:2 | 0,05 | 0,05 |
| Tyg 3v:3 | 0,05 | 0,05 |
| Medel | 0,05 ± 0,003 | 0,05 ± 0,006 |
| Tyg 4v:1 | 0,07 | 0,06 |
| Tyg 4v:2 | 0,07 | 0,08 |
| Tyg 4v:3 | 0,10 | 0,07 |
| Medel | 0,08 ± 0,02 | 0,07 ± 0,008 |

Titel/Title

Provtagning av tågas i sommarmiljö, utomhus samt inomhus

Memo nummer/Number

FOI Memo 8452