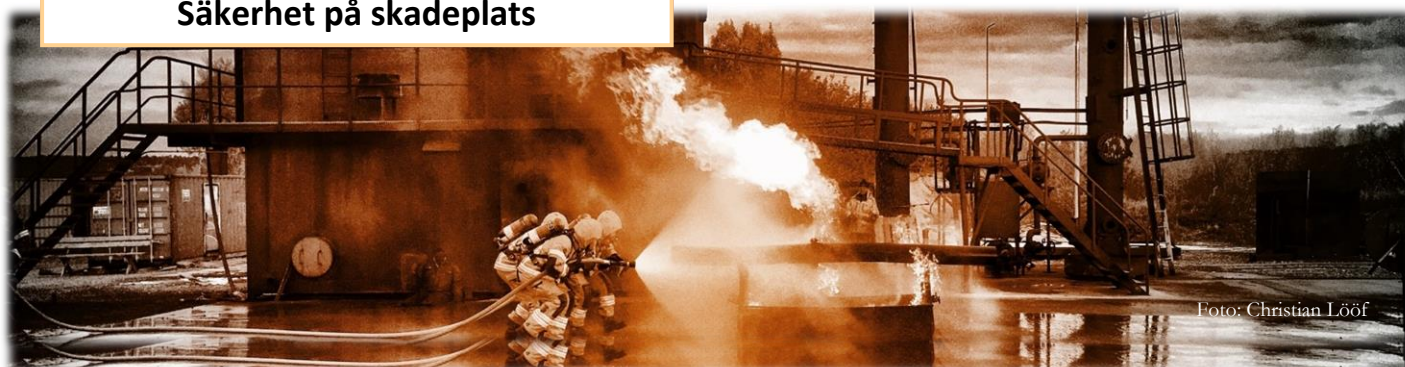


NATIONELLT UTVECKLINGSCENTER
Säkerhet på skadeplats



UAS vid gasflaskskytte

UAS vid tryckkärls-
problematik samt alternativa
metoder för
oskadliggörande

2023-03-04

Andreas Forsberg

Projektledare

Nationellt utvecklingscenter, NUC

Förord

Den här sammanställningen är framtagen av en projektgrupp sammansatt av Nationellt utvecklingscenter, NUC. Projektet har genomförts av Rasmus Frid, initiativtagare, Räddningstjänsten Skaraborg och Andreas Forsberg, projektledare NUC. Medverkat med kunskaper, erfarenheter, statistik eller filmning har följande personer gjort;

Peder Liljeroth, Räddningstjänsten södra Älvsborg,

Hampus Ragnar, Räddsam F,

Stefan Jönsson, Joakim Ekberg, Erik Egardt, och Stefan Haggö, MSB.

Tack för er medverkan!

Projektet vill även tacka Räddningstjänsten Skaraborg och Samhällsskydd Mellersta Skaraborg för möjligheten att bland annat genomföra tester med obemannade luftfartyg under era skytteövningar i november 2023. Också tack till Försvarsmakten som bistått med stöd kring skytteövningar såväl som skjutfält.

Göteborg, 2024-03-04

Christian Carlsson

Utvecklingsledare NUC

Sammanfattning

Tryckkärlsproblematik försvårar räddningsinsatser vid bränder och kan leda till passiva insatser med utdragna avspärningar och betydande samhällspåverkan.

Genom tester med UAS som stöd vid gasflaskskytte under en skjutövning på skarpa tryckkärl drogs flera lärdomar som presenteras närmare i denna sammanställning. Resultaten visar att UAS kan ge räddningstjänsten ett bra stöd vid bedömning och inför beslut vid tryckkärlsproblematik. Kortfattat handlar lärdomarna om att;

- Det är möjligt att effektivt och säkert kunna lokalisera samt få viktig information för att identifiera gasflaskor och andra tryckkärl.
- Det går att verifiera att flaskan punkterats.
- Det går att belysa tryckkärl i mörker, med god effekt.
- Det är möjligt att övervaka riskområdet och varna inom det.



Källa: Stefan Jönsson, MSB, 90 sekunder

Beskjutning av gasflaskor vara svårt eller riskfyllt i vissa situationer. Därför kan det finnas anledning att värdera om det finns några alternativa metoder som kan användas. Det visar sig till exempel att en fjärrstyrd och i en rigg monterad kapmaskin snabbt gör hål i en acetylengasflaska och antänder utströmmande acetylengas, åtminstone i testfallet. Alternativa metoder, exempelvis den med kapmaskin, behöver dock studeras djupare eftersom det finns utmaningar som måste hanteras vid eventuell utveckling av alternativa metoder.

Innehåll

1	INLEDNING	5
1.1	Läsanvisning	5
1.2	Målgrupp	5
1.3	Syfte och mål	5
1.4	Avgränsningar	6
2	BAKGRUND	6
2.1	UAS som stöd vid tryckkärlsproblematik	6
2.2	Alternativa metoder vid tryckkärlsproblematik	7
3	ÖVNINGAR, TESTER OCH FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR DESSA	7
3.1	Övningar.....	7
3.2	Tester	7
3.2.1	Val av tester	8
3.3	Förutsättningar vid tester	8
4	GENERELLA RISKER OCH ÅTGÄRDER	8
5	RESULTAT FRÅN TESTER MED UAS SOM STÖD VID BESKJUTNING	9
5.1	Att verifiera att gasflaskan punkterats	9
5.1.1	Flaska i omgivningstemperatur	10
5.1.2	Flaska vid omgivningstemperatur som ej punkterats vid skytte.....	13
5.1.3	Flaska med förhöjd temperatur	14
5.1.4	Flaska i svårtillgänglig miljö	15
5.2	Belysa skjutmålet med drönare	17
5.3	Övervaka riskområde med UAS	18
5.3.1	Mäta ut och kontrollera riskområde	18
5.3.2	Identifiera personer med värmekamera.....	21
5.3.3	Varna personer i riskområdet	21
6	SLUTSATSER OCH DISKUSSION OM UAS SOM STÖD VID BESKJUTNING 22	
7	METODER FÖR OSKADLIGGÖRANDE VID TRYCKKÄRLSPROBLEMATIK.. 23	
7.1	Beskjutning som metod	23
7.2	Alternativa metoder	24
7.2.1	Bultpistol.....	24
7.2.2	Kapmaskin	25
7.2.3	Borrmaskin	28
7.2.4	Annat	29
8	SLUTSATSER OCH DISKUSSION OM ALTERNATIVA METODER FÖR OSKADLIGGÖRANDE AV TRYCKKÄRL	31
	BILAGA – PROJEKTFÖRSLAG	32

1 Inledning

Tryckkärl kan ge en betydande samhällspåverkan och vara ett dilemma vid räddningsinsatser. Tryckkärlsproblematiken försvårar räddningsinsatser vid bränder och kan, baserat av typen av ämne, leda till passiva insatser med utdragna avspärningar och betydande samhällspåverkan som följd. Obemannade luftfartyg kan utgöra ett stöd vid exempelvis beskjutning av acetylengasflaskor.

Det kan vara svårt och ibland olämpligt att beskjuta gasflaskor, på grund av de risker beskjutningen innebär. Därför kan det finnas anledning att även fundera på möjligheter kring alternativa metoder, som komplement till beskjutning.

1.1 Läsanvisning

Denna sammanställning innehåller två huvudspår, dels UAS som stöd vid beskjutning av gasflaskor, **Kapitel 5**, och dels alternativa metoder för att oskadliggöra gasflaskor, **Kapitel 7**.

Obemannade luftfartyg benämns i denna sammanställning som ”drönare”. Systemet som helhet, dels drönaren och dels utrustning för att kontrollera drönaren på avstånd, benämner vi UAS¹.

De flesta bilder i denna sammanställning är tagna av Rasmus Frid, Räddningstjänsten Skaraborg. Bilder i **Sammanfattning**, översta bilden i figuren 9 samt bilder i figur 16 och 17 är tagna av Stefan Jönsson, MSB.

1.2 Målgrupp

Sammanställningen riktar sig främst till olika funktioner inom kommunal räddningstjänst, som teknikutvecklare, UAS-piloter och ledningsfunktioner vid räddningsinsatser som kan vara hjälpta av UAS som stöd för beslut. Den kan ge inspiration till räddningstjänstorganisationer som i dagsläget redan använder UAS och till organisationer som står i begrepp att införskaffa ett sådant system.

Sammanställningen riktar sig också till andra målgrupper. Dels till dem som vill bidra till utveckling av förmågor för användning av UAS vid räddningsinsatser och dels till dem som önskar bidra till utveckling av alternativa metoder vid tryckkärlsproblematik.

1.3 Syfte och mål

Syftet med sammanställningen är att genom olika tester påvisa hur UAS kan användas som stöd vid räddningsinsatser med tryckkärlsproblematik. Ett annat syfte är att inspirera till framtagandet av ett bra metodstöd för ändamålet.

¹ Unmanned Aircraft System

Målet är att sammanställningen ska kunna bidra vid framtagande av metodstöd inom området. I sammanhanget kan bland andra Storstockholms brandförsvär nämnas, som överväger att sätta upp ett kompetenscentrum för UAS.

Ett annat mål är att inspirera till utveckling av alternativa metoder vid tryckkärlsproblematik.

1.4 Avgränsningar

Denna sammanställning är inte att betrakta som ett färdigutvecklat metodstöd att använda som stöd för UAS vid tryckkärlsproblematik.

Sammanställningen är inte heller att betrakta som en komplett beskrivning med avseende på alla tänkbara alternativa metoder för att hantera tryckkärlsproblematik. En uttömmande undersökning har inte varit möjlig att genomföra inom ramen för projektet. Inte heller har tester av alla de alternativa metoder projektet identifierat varit varken relevanta eller möjliga att genomföra.

2 Bakgrund

Bakgrunden till detta projekt bottnar i ett projektförslag som inkom till NUC i augusti 2023, som NUC beslutade att genomföra.

2.1 UAS som stöd vid tryckkärlsproblematik

I projektförslaget beskrivs att tryckkärlsproblematik försvårar räddningsinsatser vid bränder och kan leda till passiva insatser med utdragna avspärningar, med stor samhällspåverkan som följd. I förslaget lyfts följande exempel som utmanande:

- Mörker och dålig sikt
- Avgöra flasktyp och typ av gas
- Avgöra om flaskan punkterats eller ej
- Kontrollera riskområde.

Förslaget pekar ut att det finns behov av att göra tester med UAS för att bekräfta om teorier om lärdomar från en insats stämmer, för att lärdomarna ska kunna användas vid framtida räddningsinsatser. Teorierna var bland annat, att:

- belysa flaskorna med drönare ger bra förutsättningar för skytten vid insatser i mörker.
- drönarens kamera kan verifiera träffbilden genom den värmebild som uppstår vid träff, om drönaren har värmekamera.
- det går att avgöra om kulan penetrerat flaskan då det även uppstår en värmebild på baksidan av flaskan.
- värmekameran kan påvisa en skillnad i temperatur mellan gasflaskor innehållande oxygen respektive acetylen, som båda varit värmepåverkade.

Tesen är att massan inuti en acetylen­gas­flaska kan ge en långsammare av­svälning än en flaska utan massa.

Läs projekt­för­slaget i sin helhet i **Bilaga - Projekt­för­slag**.

2.2 Alternativa metoder vid tryck­kärls­problematik

Utöver möj­lig­he­ten att använda UAS som besluts­stöd vid beskjutning av tryck­kärl fördes i inledningen av projektet ett resonemang om att beskjutning, som metod, kan vara risk­fylld, åtminstone i vissa situationer eller om­givningar.

Det handlar till exempel om beskjutning av hårda skjut­mål, som ett tryck­kärl är, med risk för rikoschett och att kulor trans­por­teras långa av­stånd. Eftersom skytte kan vara utmanade i vissa situationer vill projektet värdera om det kan finnas alternativa metoder som kan användas vid tryck­kärls­problematik.

Det finns även utmaningar för räddningstjänsterna kring att hålla vapensystem, ammunition med tillhörande licenser samt att genomföra relevanta övningar för att upprätthålla förmåga till beskjutning av tryck­kärl. Beskjutning av hårda skjut­mål tillåts vanligen inte heller på civila skjut­fält. Däremot kan det i vissa fall tillåtas av Försvarsmakten på deras militära skjut­fält. Försvarsmakten har dock inte något generellt uppdrag att stödja kommunal räddningstjänst i denna fråga, utan gör i sådant fall det om möj­lig­het finns.

3 Övningar, tester och förutsättningar för dessa

3.1 Övningar

Räddningsverket, numera MSB, berättar om hantering av brand­på­verkade acetylen­gas­flaskor i en bok². Den var bland annat avsedd att användas vid utbildning av räddningstjänstpersonal vid Räddningsverkets utbildningsverksamhet. I boken fanns bland annat förslag på utbildningsomfattning och utbildningsinnehåll vid beskjutning av gas­flaskor. De praktiska övningsmoment som beskrivs i boken användes som inspiration för de skjut­övningar som genomfördes när NUC-projektet samtidigt gjorde tester med UAS som besluts­stöd.

3.2 Tester

NUC-projektet genomförde tester med UAS samtidigt som Räddningstjänsten Skaraborg genomförde skytte­övning för deras gas­flask­skyttar. Vid samma tillfälle övade Samhällsskydd Mellersta Skaraborg sina gas­flask­skyttar. Vidare gjordes ett

² Beskjutning av acetylen­gas­flaskor, Räddningsverket 2002. ISBN 91-7253-142-8. Boken är enligt uppgift från MSB i behov av revidering.

test med en alternativ metod för att oskadliggöra gasflaskor, vid tillfället för skytteövningarna.

3.2.1 Val av tester

Behovet av tester identifierades inledningsvis av Räddningstjänsten Skaraborg, genom det inkomna projektförslaget till NUC. Vid projektstarten begärde projektet även ut och läste händelserapporter efter genomförda räddningsinsatser, insamlade av MSB. Projektet gjorde ett uttag, med följande förutsättningar;

- lärdomar för svensk räddningstjänst,
- att UAS använts och
- att det har funnits eller antas ha funnits gasflaskor vid insatsen.

Uttaget styrkte problembilden med tryckkärl och behovet av metodutveckling inom området, och visade att valen av tester verkade relevanta. Valen av tester diskuterades även med räddningstjänstrepresentanter knutna till projektet.

3.3 Förutsättningar vid tester

Skytteövningar och tester genomfördes på ett av Försvarens militära skjutfält, Kråks skjutfält i Karlsborg den 28—29 november 2023. Under de båda dagarna var vädret kallt (cirka 10–15 minusgrader), blåsigt och klart. Kylan innebar vissa utmaningar för drönaren som användes vid testerna, vilket beskrivs närmare i **5.2 Belysa skjutmålet med drönare**.

Utöver övningsledning och skyttar från Räddningstjänsten Skaraborg och skyttar från Samhällsskydd Mellersta Skaraborg närvarade Rasmus Frid, Räddningstjänsten Skaraborg för tester med UAS, Stefan Jönsson, MSB 90 sekunder³, för filmning och Andreas Forsberg, projektledare NUC. Vidare bistod Försvarensmakten med resurser för bland annat avlysning av riskområdet med hänsyn till risker kring skyttet.

Några tester med UAS, som inte handlade om skarpa skytteövningar på hårda mål, genomfördes vid Hasslums övningsfält i utkanten av Skövde. De testerna genomfördes under hösten 2023 samt i januari och februari 2024, av Rasmus Frid.

4 Generella risker och åtgärder

Tryckkärlproblematik och beskjutning av gasflaskor ger risker som måste bedömas och hanteras på ett tillfredsställande sätt vid en specifik räddningsinsats, eller exempelvis vid en räddningstjänsts skytteövning på hårda skjutmål. Utöver den problematik som tryckkärl ger utgör skyttet i sig risker, såsom möjliga rikoschetter.

³ Reportaget [UAS vid gasflaskeskytte](#) är tillgängligt via NUC:s webbplats alternativt via MSB:s webbplats 90 sekunder Play.

Som stöd inför de skytteövningar som genomfördes i just detta fall hjälpte Försvarmakten till med beräkningar av riskområdet sett till vapenslag, ammunitionstyp och skjutmål. De avlyste även riskområdet, det vill säga förbjöd tillträde, horisontellt och vertikalt (luftrummet), vid skjutfältet under skytteövningarna.

Räddningstjänstens övningsledning gjorde en riskbedömning utifrån tryckkärlsproblematiken, och valde ett riskavstånd om 300 meter. Främst skyttar och medhjälpare fick vistas närmare, som närmast ca 100 meter från kärnen. Detta för att öka möjligheten att träffa rätt och för att kulorna skulle punktera kärnen.

Under testdagarna på Kråks skjutfält genomfördes även ett test av en möjlig alternativ metod för att oskadliggöra tryckkärl, med en kapmaskin.

5 Resultat från tester med UAS som stöd vid beskjutning

I detta kapitel redovisar vi resultaten efter analysen av de genomförda testerna.

5.1 Att verifiera att gasflaskan punkterats

Försöken syftade till att undersöka möjligheten att avgöra om en flaska punkterats eller ej, dels med hjälp av drönarens visuella kamera, dels värmekamera. Det finns i huvudsak två skäl till varför man vill veta om kulan penetrerat flaskan. Det ena är att en trycklös flaska inte ger något naturligt ”svar” vid utströmmande gas när kulan penetrerat. Det andra gäller flaskor med tryck men där kulan inte lyckats penetrera flaskan. Försöket gjordes i fyra delar, med följande syften:

- Försöket som beskrivs i **5.1.1. Flaska i omgivningstemperatur** syftade till att undersöka om det går att konstatera eller få indikation på att kulan punkterat en flaska med omgivningstemperatur.
- Försöket som beskrivs i **5.1.2 Flaska vid omgivningstemperatur som ej punkteras vid skytte** syftade till att undersöka om värmekameran ger ett annat resultat om kulan ej punkterar flaskan.
- Försöket som beskrivs i **5.1.3 Flaska med förhöjd temperatur** syftade till att undersöka om värmekameran ger ett annat resultat om flaskan har en förhöjd temperatur.
- Försöket som beskrivs i **5.1.4 Svårtillgänglig miljö** syftade till att undersöka om det går att konstatera eller få indikation på att kulan punkterat en flaska i svårtillgänglig miljö.

5.1.1 Flaska i omgivningstemperatur

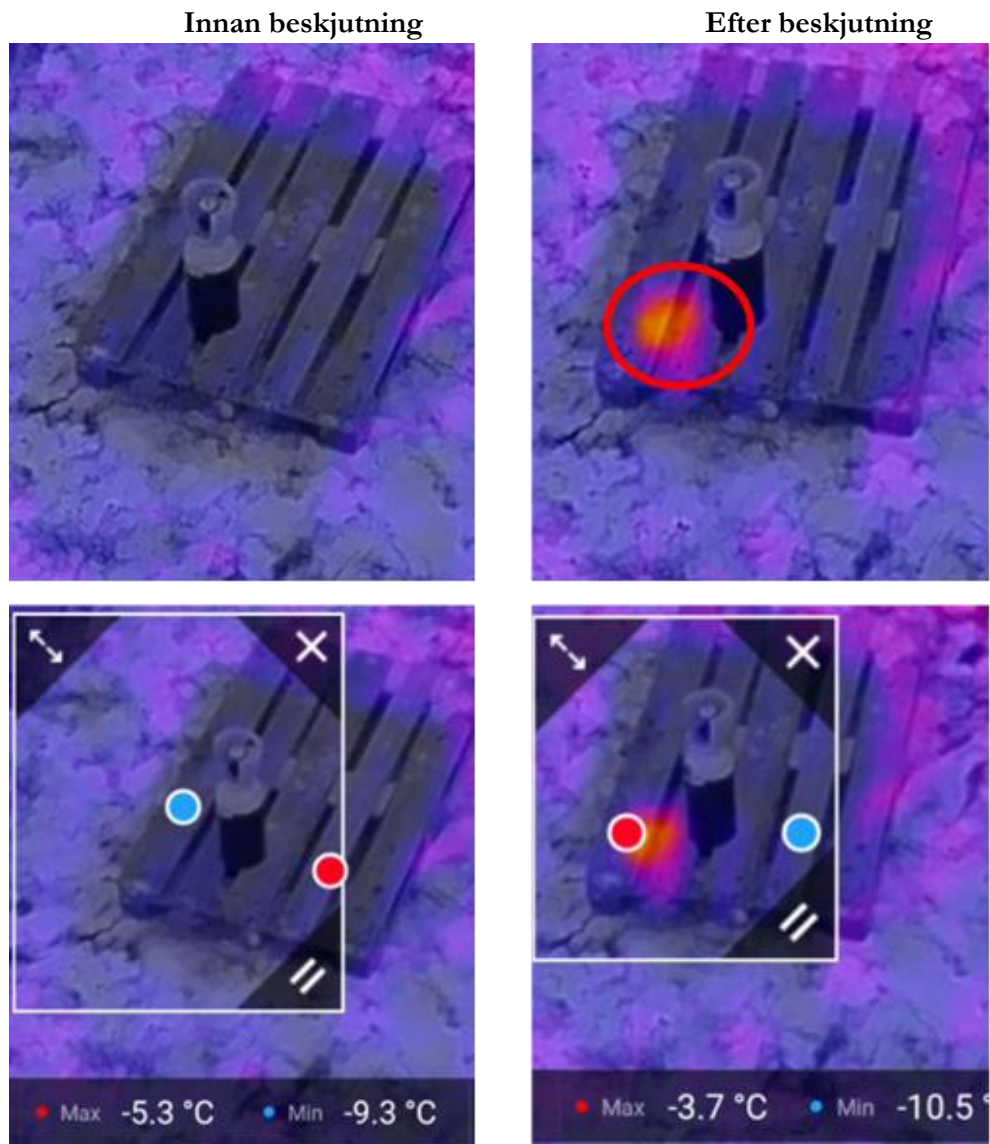
Med hjälp av den vanliga kameran går det att konstatera om kulan punkterat flaskan genom att fotografera flaskan på nära håll med drönaren. För att göra träffbilden tydlig behövs goda ljusförhållanden och det rekommenderas att göra kontrollen i dagsljus eller att drönarens belysning används. För att förtydliga resultatet kan bilden med fördel laddas ner till handkontrollen och öppnas för att kunna zooma i bilden och ändra ljusförhållandena. Detta gör träffbilden tydligare och resultatet säkrare då det finns risk att misstolka en träff för att ha punkterat då den ej har gjort det (se Figur 1 nedan).

Figur 1. Närbilder där det går att konstatera om flaskan punkterats eller ej. På flaskan till vänster har kulan ej penetrerat utan enbart lämnat ett märke.



Värmekameran kan användas för att bekräfta träffbilden. Kulan genererar en lokal uppvärmning av flaskan i träffpunkten (se Figur 2 nedan). Värmeökningen är dock enbart någon eller några enstaka grader och vid försöket kunde en ökning av ca 1–2°C observeras. Detta genererar en färgskiftning i värmebilden som indikerar träff men det går ej att dra någon slutsats om punktering eller ej, enbart av värmeökningen på träffpunkten. Vid försöket var värmekameran inställd på dynamisk temperaturskala vilket innebär att färgnyanserna anpassar sig till den högsta och lägsta temperaturen som finns i bilden. Detta påverkar om och hur tydligt temperaturen i träffpunkten framträder i bilden. Det kan vara nödvändigt att justera inställningarna för temperaturskalan för att få träffbilden att framträda tydligt i värmebilden.

Figur 2. Tom syrgasflaska beskjuten med 3 punkterande skott. Observera att bilden från värmekameran är förskjuten till vänster i sidled jämfört med den visuella kameran.



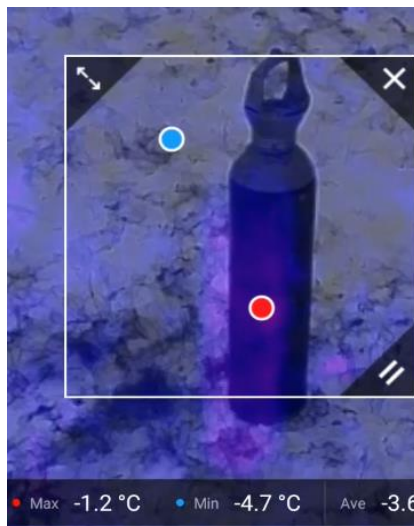
Då en kula punkterar framsidan av flaskan kommer den att fortsätta in i flaskan och träffa insidan av flaskans baksida. Detta genererar en viss värmeökning även på baksidan som också går att indikera med hjälp av värmekameran (se Figur 3 nedan). Vid försöket kunde en ökning av ca 1 °C observeras, som gav en nyansskillnad i värmebilden. Detta bör kunna ses som en bekräftelse på att flaskan punkterats. Det kräver dock att flaskan observeras direkt eller i nära anslutning till att skottet avfyras då temperaturen snabbt utjämnas.

Figur 3. Temperatur på baksida av tom flaska där framsidan penetrerats.

Innan beskjutning

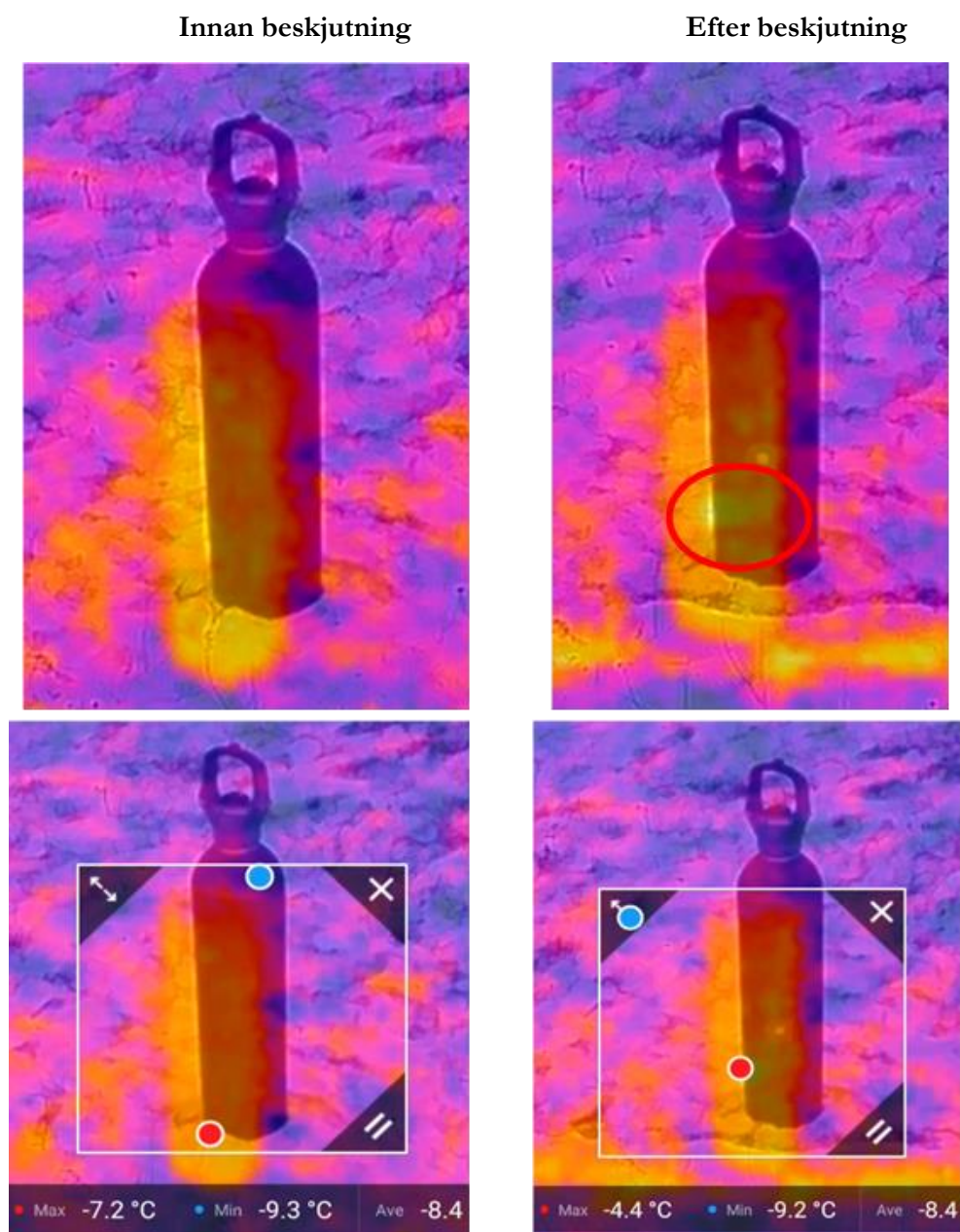


Efter beskjutning



5.1.2 Flaska vid omgivningstemperatur som ej punkterats vid skytte

Figur 4. Flaska i omgivningstemperatur som ej punkterades vid träff.



Då kulan träffar flaskan, utan att punktera den⁴, genereras en värmeökning och en nyansskillnad i värmebilden uppstod på ett liknande sätt som vid punktering (se Figur 4). Vid försöken ökade temperaturen något mer än vid punktering (ca 3 °C). Detta bör kunna förklaras med att mer energi tas upp av flaskan då punktering ej sker och att temperaturen därmed ökar mer. Dock är skillnaderna små och det bör

⁴ Det rekommenderas att räddningstjänsten förfogar över vapensystem med förmåga att punktera. Läs mer om beskjutning av gasflaskor i [Försök med beskjutning av gasflaskor, underlag för val av projektiltyp och hastighet](#), MSB825, 2015.

ej dras några slutsatser om punktering har skett eller ej, enbart genom att observera temperaturökningen.

Då kulan ej punkterade flaskan observerades ej heller någon värmeökning på flaskans baksida (Figur 5). Det bör vara möjligt att använda denna information för att indikera om kulan punkterat eller ej. Det bör dock göras direkt eller i nära anslutning till att skottet avfyras samt att färgskalan ställs in så att små temperaturskillnader syns i värmebilden. Vid försöket användes dynamisk färgskala vilket försvårade bedömningen.

Figur 5. Baksidan av en flaska där kulan träffat framsidan men ej punkterat.

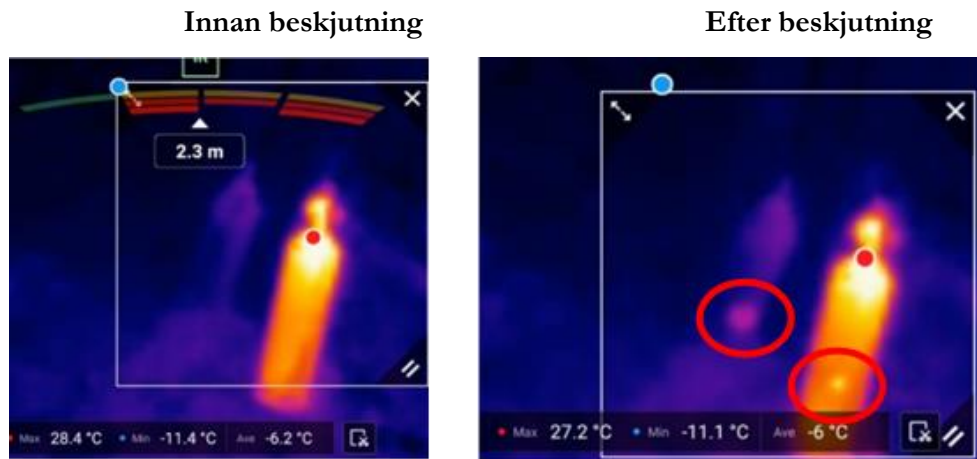


5.1.3 Flaska med förhöjd temperatur

Vid försöket förvärmades två trycklösa flaskor, en syrgas och en acetylen, i en tunna med ved. Flaskorna togs ur tunnan och fick sedan svalna i uppskattningsvis 20 min innan de besköts. Även om en flaska med förhöjd temperatur beskjuts framträder en nyansskillnad i värmebilden. Vid försöket gick ej att avgöra hur stor temperaturökningen blev men träffarna framträdde tydligt även i detta fall. Detta försök visar också att det inte går att avgöra om flaskan punkterats eller ej enbart

med hjälp av värmebilden utan att det enbart bör användas för att indikera träff eller ej. Vid försöket punkterades endast den vänstra flaskan som framgår av Figur 6 nedan.

Figur 6. Beskjutning av uppvärmda trycklösa flaskor. Syrgas till vänster och acetylen till höger. Enbart syrgasflaskan punkterades.



En annan intressant observation är skillnaden i avsvälningstid mellan syrgas och acetylen. Syrgasflaskan hade svalnat av till omgivningstemperatur medan acetylen gasflaskan var ca 28 °C vid beskjutning. Detta beror troligtvis på att acetylen gasflaskan är fylld med en porös massa som gör att flaskan svalnar långsammare. Detta skulle kunna användas för att identifiera flaskor som varit brandutsatta.

5.1.4 Flaska i svårtilgänglig miljö

Vid försöket placerades en acetylen gasflaska i en tunna med ved. Syftet med försöket var att demonstrera hur det kan se ut när en acetylen gasflaska exploderar. Dock exploderade inte flaskan utan behövde i stället beskjutas för att säkerställa att

den var trycklös. Skytten hade ingen möjlighet att se flaskan utan fick skjuta ett antal skott genom tunnan utan att visuellt kunna se om den punkterades eller ej.

Figur 7. Bild på tunnan där en acetylengasflaska placerades. Från skyttens perspektiv fanns inga möjligheter att se flaskan.



Med hjälp av UAS kunde det dock konstateras att flaskan punkterats genom att placera drönaren rakt ovanför tunnan. Kameran kunde zooma in och få en tydlig bild av dels flaskan och dels sticklågan som kom ur flaskans mantel. Detta försök visar på drönarens förträfflighet att ge en visuell bild av en flaska i en svårtillgänglig miljö, som i många fall dessutom är riskfylld.

Figur 8. Drönaren placerades ovanför tunnan och kameran zoomades in för att få en tydlig bild av flaskan och den sticklåga som indikerade att den blivit punkterad.



5.2 Belysa skjutmålet med drönare

Försöket genomfördes i syfte att undersöka om drönaren kan belysa flaskor vid beskjutning och på så sätt skapa bättre förutsättningar för skytten. Drönarmodellen som användes (DJI Mavic 2 Enterprise dual) har en extern lampa (M2E Spotlight) som tillhör och som kan fästas ovanpå drönaren. Dessutom har drönaren även fast monterade lampor på undersidan (Auxillairy bottom light) som är till för att belysa marken då drönaren landar i mörker. Båda dessa belysningsmetoder testades och resultaten syns i Figur 9 och Figur 10 nedan.

Figur 9. Belysning med extern lampa ME2 Spotlight. Se belysningspunkt via röd pil.



Figur 10. Belysning med Auxilliary bottom light.



Båda belysningsmetoderna gav fullgott ljus för skytten. Den externa lampan ger ett betydligt starkare ljus och ger mer möjligheter att rikta och välja infallsvinkel för ljuset. Det går att hålla ett långt avstånd (ca 30 meter från flaskorna) och ändå få ett fullgott ljus. De fastmonterade lamporna lyser svagare och går ej att rikta. Drönaren behöver placeras något framför och relativt nära i höjddled (ca 5-10 meter) för att ge ett optimalt ljus med de fastmonterade lamporna.

Det upplevdes också fördelaktigt att kunna ha ljuskällan relativt nära flaskan som skulle beskutas. Om ljuskällan belyser från skyttens position kan till exempel snö och annan nederbörd reflektera ljuset och delvis försämra sikten för skytten.

Vid försöket var det problem med att den externa lampan slutade att fungera. Detta beror sannolikt på att temperaturen var för låg och det kan vara bra att känna till att det går att placera drönaren varmt en stund för att kunna tända lampan igen.

5.3 Övervaka riskområde med UAS

Försöket gjordes i syfte att utvärdera möjligheten att kontrollera ett riskområde med UAS inför beskjutning av gasflaskor. Tester gjordes enbart i dagsljus.

5.3.1 Mäta ut och kontrollera riskområde

Målet med kontrollen av riskområdet är framför allt att säkerställa att människor inte befinner sig i området. Det kan även finnas känsliga objekt som behöver identifieras. Man bör eftersträva att se hela området och på en detaljnivå som gör det möjligt att identifiera människor. Då det på den aktuella drönaren går att avläsa avståndet mellan startpositionen och drönarens position går det enkelt att mäta ut ett riskområde, som i detta fall valdes till 300 meter. Observera att riskområdet kan

vara betydligt längre än 300 meter vid beskjutning av gasflaskor. Denna del av testerna utfördes på övningsfältet Hasslum i Skövde och inte i samband med skytteövningen.

Vid testerna undersöktes lämplig flyghöjd, kameravinkel och flygrutt. Även värmekamerans möjlighet att identifiera människor testades.

Riskområdet som valdes för testerna framgår i Figur 11 nedan. Inom området fanns ett öppet fält, skog, byggnader och vägar som behövde undersökas.

Figur 11. Område som valdes ut till fiktivt riskområde och som skulle undersökas.



Det som blev styrande för flyghöjden var den höjd det gick att urskilja en människa från. Skärmen som är integrerad i handkontrollen användes, vilket innebär att skärmens storlek och upplösning också blir begränsande. Lämplig höjd bedömdes vara mellan 30 till 40 meter. Den bredd som syns på skärmen med kameran riktad rakt ner (-90 grader) motsvarar ungefär höjden som drönaren befinner sig på. Alltså, vid en höjd på 40 meter syns ett område med en bredd under drönaren som är ungefär 40 meter.

Kamerans lutning relativt horisontallinjen går att ställa in och är en viktig faktor. Vinkeln blir också avgörande för hur stor yta som visas i bilden samt hur väl det som är nedanför drönaren syns. Då kameran är riktad rakt fram går det att se ett stort område och långa avstånd men i begränsad detaljnivå. Det kan då vara svårt att se ner mellan träd samt att se vad som finns i området rakt under drönaren. Med kameran riktad rakt ner syns området rakt under bra och det kan vara nödvändigt att vinkla kameran rakt ner för att se ner i ett skogsområde.

Den rekommenderade vinkeln på kameran, för att se både lagom långt och på en tillräcklig detaljnivå, är -30 till -50 grader mot horisontallinjen. Det är dock viktigt att aktivt ändra vinkeln beroende på vilken terräng som finns under eller om något specifikt objekt ska undersökas närmare.

Vad gäller flygrutt bör målet vara att täcka in hela det valda området på ett effektivt sätt. Vid testerna provade vi först att flyga till ett avstånd på 250 meter

från startpunkten och sedan följa den radien för att därefter minska radien, och succesivt täcka in hela området, enligt Figur 12. Denna strategi visade sig kräva allt för stort fokus på att manövrera drönaren och när flygningen var klar kunde inte piloten säga om området var fritt från människor eller ej.

Figur 12. Beskrivning av flygmönster med fast radie. Detta rekommenderas ej.



En annan strategi testades, där förflyttning av drönaren och tolkning av bilden skedde separat. För att täcka in hela området valdes punkter dit drönaren förflyttades, för att sedan undersöka närområdet till punkten när drönaren stod still. Därefter förflyttades drönaren till nästa punkt och det närområdet undersöktes, etc. Detta gjorde att bilderna kunde analyseras utan att behöva tänka på att samtidigt manövrera drönaren. Punkterna bör vara med ca 100 meters mellanrum för att kunna täcka in hela området, enligt de förutsättningar som gällde i det här testet.

Figur 13. Exempel på flygmönster med fasta punkter. Detta rekommenderas då fokus på flygning och bildanalys separeras.



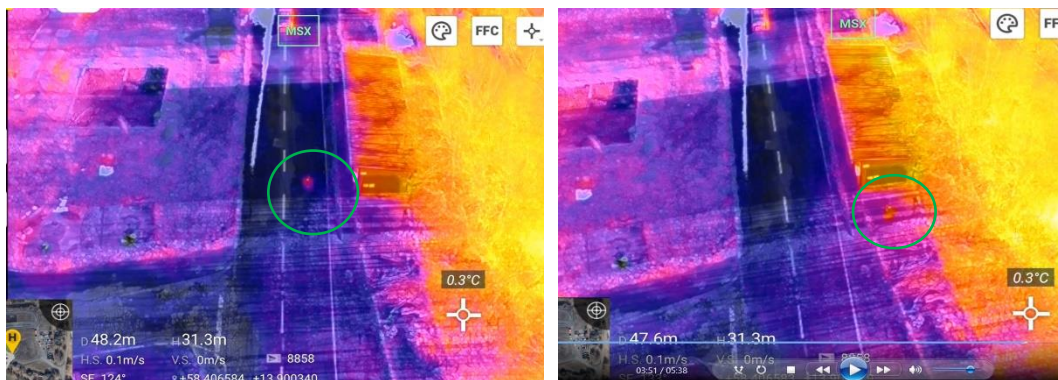
De lärdomar som dragits av testerna för övervakning av riskområde är följande:

- Innan flygning bör först området undersökas via den kartbild och satellitbild som visas i handkontrollen alternativt via annan karttjänst med möjlighet till satellitbild. Detta för att få en uppfattning om vilken typ av bebyggelse och miljö som finns i riskområdet. Utifrån det kan en lämplig flygrutt planeras.
- Det kan vara svårt att avgöra om hela området är genomskött. Därför är en i förhand väl planerad flygrutt många gånger nödvändig.
- Vid flygning kan det vara lämpligt med en flyghöjd på mellan 30–40 meter.
- Kameravinkel mellan -30 till -50 grader mot horisontallinjen rekommenderas.
- Att förflytta drönaren och samtidigt analysera det som visas på skärmen rekommenderas ej.
- En flygrutt med fasta punkter där drönaren får stå still medans bildanalys sker rekommenderas.

5.3.2 Identifiera personer med värmekamera

Möjligheten att se personer med drönarens värmekamera styrs framför allt av två faktorer, avståndet till personen samt temperaturskillnaden mellan personen och omgivningen. Enligt Figur 14 syns personen tydligt vid en flyghöjd på ca 30 meter, när temperaturskillnaden är tillräckligt stor.

Figur 14. Temperaturskillnaden påverkar möjligheten att identifiera en person. Till vänster är temperaturskillnaden stor mellan personen och gatan. Högra bilden – knapp nyansskillnad.



5.3.3 Varna personer i riskområdet

Till den drönarmodell som användes vid testerna finns en högtalare som kan användas för envägskommunikation från drönaren. Detta gör det möjligt att varna personer i riskområdet. Metoden provades och bedöms fungera för att kommunicera ut ett meddelande.

6 Slutsatser och diskussion om UAS som stöd vid beskjutning

Efter genomförda försök kan följande slutsatser dras:

- UAS kan användas för att lokalisera och ge viktig information för att identifiera gasflaskor och andra tryckkärl, på ett effektivt och säkert sätt.
- Vid svårtillgänglig miljö kan UAS ge bättre bild av gasflaskor än vad som annars går att få med exempelvis kikare.
- Den visuella kameran kan användas för att bekräfta att kulan träffat och punkterat flaskan.
- Värmekameran kan användas för att bekräfta träffbild men bör ej användas för att bekräfta att kulan punkterat flaskan.
- Att belysa flaskor vid beskjutning i mörker med drönare ger bättre visuella förutsättningar för skytten än genom belysning från avstånd.
- Kontroll av riskområde med hjälp av UAS kan göras på ett effektivt sätt. Momentet kräver dock planering och noggrannhet i bildanalysen för att kontrollen ska anses fullgod.
- Det går att varna samt ge muntliga instruktioner till personer i ett riskområde med hjälp av drönare, om högtalare finns.

För att kunna använda UAS vid räddningsinsatser på ett effektivt sätt, med erfarenhet från de scenarion som ingått i dessa tester, krävs både övning och fördjupad kunskap om den utrustning som används. Att manövrera drönaren är en sak men att kunna använda och dra nytta av tekniken fullt ut, en helt annan. Testerna har visat på möjligheter med tekniken men också att man behöver ha goda kunskaper även kring exempelvis termografering och fotografering för att kunna få bästa möjliga nytta av den. Testerna redovisar lärdomar utifrån ett relativt snävt användningsområde, men de bör kunna appliceras även vid andra scenarion.

Förhoppningen med detta projekt är att det leder till ytterligare utveckling av taktisk flygning och användande av UAS vid räddningsinsatser och att det hjälper till att göra framtidens insatser effektivare och säkrare.

7 Metoder för oskadliggörande vid tryckkärlsproblematik

Delar av uppgifterna i detta kapitel framkom genom en intervju⁵.

Utöver att tryckkärl kan vara utmanande i räddningsinsatser vid bränder kan de även vara det för exempelvis återvinningsbranschen. Den branschen stöter ibland på tryckkärl i samband med sin hantering som kan resultera i komplexa situationer, som i sin tur kan leda till räddningsinsatser.

7.1 Beskjutning som metod

På 1980-talet utvecklades i Sverige beskjutning som en metod vid tryckkärlsproblematik. Metoden utvecklades främst med värme- eller stötpåverkade acetylengasflaskor i åtanke, eftersom dessa betraktades som farliga under 24 timmar och därmed kunde ge allvarliga samhällsstörningar. Det finns insatskort om acetylengasflaskor⁶. Acetylengasflaskor som enbart utsatts för stötar betraktas inte längre kunna ge accelererande sönderfall, vidare anses inte 24 timmars avspärning längre nödvändig i alla fall. Acetylengasflaskor beskjuts vanligen med spårlyssammunion i syfte att dels punktera kärlet och dels för att få en antändning av den utströmmande gasen. Syftet är dels att förhindra kärlsprängning och dels förhindra spridning av brännbar gas. Beskjutningen görs normalt av räddningstjänsterna, av personal med jaktlicens eller tillstånd för så kallade udda ändamål⁷, och ett av räddningstjänstorganisationen inköpt vapensystem och spårlyssammunion. Förmåga till beskjutning av tryckkärl bedöms finnas tillgänglig inom en radie av tio mil, i stora delar av riket.

Det kan vara utmanande för räddningstjänsterna att upprätthålla förmåga till skytte. Det handlar bland annat om svårigheten att öva skytte på hårda skjutmål. Utmanande kan även vara hanteringen av den ammunitionstyp som behövs i kombination med att använda sådan ammunition i de vapensystem som används.

I **7.2 Alternativa metoder** resonerar vi om möjliga alternativa metoder vid tryckkärlsproblematik, där några metoder kanske kan testas och om möjligt utvecklas genom andra projekt. Det kan dock redan här vara värdefullt att lyfta några poänger, eller fördelar, med metoden beskjutning. Vid beskjutning av en gasflaska, med spårlyssammunion som punkterar kärlet, slungas varma partiklar ut genom hålen. Utslungade varma partiklar antänder den utläckande acetylengasen inledningsvis en bit ifrån flaskan, där gasen har möjlighet att antända med hänsyn till gasens brännbarhetsområde. Detta är anledningen till att det ibland tar en liten stund innan den utläckande gasen fattar eld. Det kan vara en skillnad i brandförlopp

⁵ Intervju 2024-01-17 med Erik Egardt, MSB.

⁶ [Insatskort för acetylengasflaskor](#), MSB1074 - januari 2017.

⁷ 2 kap. RPSFS 2009:13.

mellan kalla och varma acetylengasflaskor, med anledning av tryckskillnaden. Punkterande kulor gör även hålrum i den invändiga porösa massan på resan genom kärlet, vilket ger ett utrymme för acetylengasen (och acetonet som acetylengasen vanligen är löst i) att tryckavlasta till. Det bedöms nödvändigt att hålets eller hålens area är minst 150 mm² vid tvåfasutsläpp, för fullgod tryckavlastning. Man skulle annars kunna tänka sig en metod där endast kärlet penetreras, exempelvis genom en fjärrstyrd bormaskin. Men då kan det finnas en risk för kärllsprängning utifrån teorin om att den kompakta och ”oförstörda” porösa massan riskerar att begränsa utflödet genom hålet.

Det har även gjorts tester för tryckavlastning genom beskjutning av andra gasflaskor än acetylengas, som fordonstankar⁸. Vidare finns underlag⁹ för val av projektiltyp och hastighet.

7.2 Alternativa metoder

Under projekttiden diskuterade deltagarna alternativa metoder vid tryckkärleksproblematik, som alternativ till beskjutning. Anledningen till detta var bland annat att beskjutning kan vara svår att genomföra på ett säkert sätt i alla tänkbara scenarion. De idéer som lyftes redovisas i nedanstående punktform. Det kan finnas fler alternativ.

Det är viktigt att poängtera att projektet inte gjort alla de tester som är nödvändiga för att rekommendera några andra åtgärder än de¹⁰ som rekommenderas i dagsläget.

De alternativa metoderna, eller verktygen, som i huvudsak diskuterades var;

- bultpistol,
- kapmaskin,
- bormaskin och
- annat.

Resonemangen om de olika metoderna beskrivs i tur och ordning i följande avsnitt.

Av ovanstående förslag testade projektet en av metoderna i samband med skytteövningarna. Det som testades var en vinkelkapmaskin, vilket beskrivs närmare under **7.2.2 Kapmaskin**.

7.2.1 Bultpistol

En bultpistol skulle kunna appliceras till en acetylengasflaska genom exempelvis UAS. En sådan lösning skulle dock kräva metodutveckling, bland annat med hänsyn till fasthållning och rekyl.

De fördelar som diskuterades var framförallt:

⁸ [Säker vätgashantering i tätbebyggda områden](#), MSB2209 – oktober 2023, sid 15.

⁹ [Försök med beskjutning av gasflaskor, underlag för val av projektiltyp och hastighet](#), MSB825, 2015.

¹⁰ Åtgärderna kylning, beskjutning och förflyttning beskrivs i [Insatskort för acetylengasflaskor](#), MSB1074 - januari 2017, sid 4.

- En bultpistol kan användas för att göra hål i stål eller andra material som används i tryckkärl.
- En bultpistol kan innebära försumbara risker förutsatt att den används på rätt sätt.
- Metoden skulle inte ställa krav på någon särskild licens.
- Resultat bedöms vara relativt repeterbart, det vill säga möjligt att återupprepa på ett liknande sätt, gång efter gång.

De nackdelar eller utmaningar som diskuterades var framförallt:

- Oklart om en bultpistol klarar av att göra hål i ståltjocklek och -kvalité motsvarande en acetylengasflaska.
- Oklart om en bultpistol kan fästas vid en acetylengasflaska och sedan fjärrmanövreras.
- Det är inte troligt att bultpistolen även skulle antända utströmmande acetylengas vid punktering av kärlet.
- Troligen skulle bultpistolen inte skapa ett särskilt stort hålrum i den porösa massan inuti flaskan.
- Oklart om metoden kan göras utan att ändra läge på flaskan.

Konklusion:

Projektet ser möjligheter med att använda bultpistol vid tryckkärlsproblematik. Därför vore det intressant att genomföra relevanta tester med bultpistol samt med tillhörande lösning för antändning av utläckande gas. Svårigheterna handlar bland annat om att dels ansluta och dels fjärrstyra en bultpistol vid flaskan, skapa tillräckliga hål i kärlet samt i fallet acetylen skapa de hålrum i massan som kan behövas för att tryckavlasta kärlet för att förhindra kärlsprängning, samt sätta fyr på utströmmande acetylengas.

7.2.2 Kapmaskin

Denna metod ansågs som dels möjlig och dels lämplig att testa utifrån de förutsättningar som bland annat det militära skjutfältet gav. Tester bestod i att skära hål i flaskan med hjälp av en fjärraktiverad vinkelslip i en rigg. Försöket genomfördes för att testa vinkelslipen som ett verktyg att punktera en acetylengasflaska med, dock inte för att komma fram till en helhetslösning för metoden. Det finns flera utmaningar som behöver hanteras innan denna metod möjligen kan användas, som att sammanföra kapmaskinen till en acetylengasflaska vid en verklig händelse.

De fördelar som diskuterades var framförallt:

- En kapmaskin kan användas för att göra ett tillräckligt stort hål i stål på kort tid.

- En kapmaskin kan innebära försumbara risker förutsatt att den används på rätt sätt.
- Metoden skulle inte ställa krav på någon särskild licens.
- Resultat bedöms vara relativt repeterbart, det vill säga möjligt att återupprepa på ett liknande sätt, gång efter gång.
- Metoden bör tända utströmmande acetylen.

De nackdelar eller utmaningar som diskuterades var framförallt:

- Det finns risk att kapmaskinen skadas eller förstörs så att punktering av flaskan inte kan ske.
- Ett utmanande moment med metoden är att sammanföra kapmaskinen och flaskan på ett säkert sätt.
- Det finns risk att håltagning med kapskiva skapar en brottanvisning som leder till kärlsprängning snarare än kontrollerad tryckavlastning.
- Oklart om kapskivan skapar ett tillräckligt stort hålrum i den porösa massan inuti flaskan, utifrån behovet av trycklastning.
- Oklart om metoden kan göras utan att ändra läge på flaskan.

Konklusion:

Projektet ser det som fullt möjligt att vidareutveckla metoden för att oskadliggöra trycksatta anordningar i allmänhet och acetylenflaskor i synnerhet, då beskjutning ej kan ske. Då metoden bygger på verktyg som finns tillgängliga för alla och inte kräver licens bör det finnas möjlighet för fler att upprätthålla förmågan till metoden. I **7.2.2.1 Håltagning av trycklös flaska** och **7.2.2.2 Trycksatt acetylenflaska** redovisas de tester som genomfördes i projektet med denna metod.

7.2.2.1 Håltagning av trycklös flaska

Vid försöket placerades en Misonflaska (trycksätts normalt till 200 bar) i en rigg med vinkelslip för att funktionsprova metoden och den framtagna riggen. Vinkelslipen är på 2000 watt och kapskivan som användes är 180 x 2 mm. Flasktypen har tjockare godstjocklek är en acetylenflaska och ger därför ett konservativt resultat utifrån tiden det tar att skära hål i flaskan. Vid försöket tog det ca 10 sekunder att punktera flaskan vilket tyder på att det inte bör vara några problem att punktera en acetylenflaska som har ett tunnare gods. Den fria öppningen i flaskan blev ca 2 x 100 millimeter = 200mm². Vid beskjutning med den vanligaste ammunitionen blir arean av ett skothål 50–55 mm² och hålet från kapskivan motsvarar därmed ca 4 kulhål.

Det som är viktigt för att lyckas med håltagningen bedöms vara att kapskivan hamnar centrerat på flaskan så att den inte glider av eller hamnar snett och riskerar att spricka. Försöken som gjordes ordnades på så sätt att flaskan låg vinkelrätt mot kapskivan.

Figur 15. Försök med att punktera en trycklös flaska. Punktering tog ca 10 sekunder.



7.2.2.2 Trycksatt acetylen­gas­flaska

Detta försök genomfördes med en likvärdig försöksuppställning som för den trycklösa flaskan i 7.2.2.1 **Håltagning i trycklös flaska**, men med en trycksatt acetylen­gas­flaska. För att kunna få bort flaskan då gasen antänds fästes ett rep i flaskan. Håltagningen tog ca 7 sekunder och gasen antändes omedelbart vid utströmning. Efter att gasflaskan drogs bort brann sticklågan med avtagande intensitet och tryckavlastningen bedöms ha fungerat tillfredsställande. Den fria öppningen i flaskan blev även i detta fall ca $2 \times 100 \text{ mm} = 200 \text{ mm}^2$ vilket motsvarar öppningsarean av 4 skotthål. Öppningsarean översteg alltså de rekommenderade 150 mm^2 (vid tvåfasutsläpp).

Figur 16. Försöksuppställning med att punktera en trycksatt acetylen­gas­flaska. Punktering tog ca 7 sekunder.



Figur 17. Bild direkt efter att håltagning skett och gasen antänds.



Figur 18. Bild på hålet som blev i flaskan vid försöket med en kapmaskin i en rigg.



7.2.3 Borrmaskin

Fördelar, nackdelar och utmaningar bedömdes vara relativt likvärdiga med bultpistolen.

De fördelar som diskuterades var framförallt:

- Med en borrmaskin går det att göra hål i stål.

- Borrning bedöms ge försumbara risker förutsatt att man gör rätt och använder skyddsutrustning. Att borra i en acetylengasflaska kan däremot ge betydande risker.
- Metoden skulle inte ställa krav på någon särskild licens.
- Resultat bedöms vara relativt repeterbart, det vill säga möjligt att återupprepa på ett liknande sätt, gång efter gång.

De nackdelar eller utmaningar som diskuterades var framförallt:

- Oklart om en bormaskin dels kan sammanföras på lämpligt sätt med en acetylengasflaska och dels sedan fjärrmanövreras.
- Oklart om borrningen även skulle antända utströmmande acetylengas.
- Oklart om bormaskinen kan skapa ett tillräckligt stort hålrum i den porösa massan inuti flaskan.
- Oklart om metoden kan göras utan att ändra läge på flaskan.

Konklusion:

Projektet ser vissa möjligheter med att använda bormaskin för att oskadliggöra acetylengasflaskor, dock i något mindre utsträckning än med kapmaskin och bultpistol. Utmaningarna handlar bland annat om att sammanföra bormaskinen med flaskan och fjärrstyra den. I fallet acetylen kan det även vara utmanande att skapa de hålrum som kan behövas för att tryckavlasta kärlet för att förhindra kärlsprängning, samt sätta fyr på utströmmande acetylengas.

7.2.4 Annat

7.2.4.1 Test för att ansluta magnet till tryckkärl

På Hasslums övningsområde genomfördes i november 2023 ett test där en magnet fästes till en oskadliggjord gasflaska med hjälp av UAS. Testet påvisar att det är möjligt att ansluta något till ett tryckkärl med hjälp av UAS. Lyftkapacitet, vindförhållanden och liknande har i detta enkla test inte beaktats.

7.2.4.2 Termit

Termit är en blandning av järnoxid och aluminiumpulver som brinner med hög temperatur. Inom ramen för projektet fördes ett resonemang om möjligheten att påföra termit på en acetylengasflaska för att oskadliggöra den genom de hål som antas kunna uppstå då.

De fördelar som diskuterades var framförallt:

- Termit antas kunna göra hål i en acetylengasflaska, förutsatt att en tillräcklig mängd termit används.
- Termit antas även kunna sätta fyr på utströmmande acetylengas.

De nackdelar eller utmaningar som diskuterades var framförallt:

- Oklart hur termit skulle kunna appliceras på ett tryckkärl.

- En brand på flera tusen grader, som termit vanligen ger upphov till, utgör risker i sig.
- Oklart om den håltagning termit eventuellt kan göra på en acetylen­gasflaska skapar ett tillräckligt stort hålrum i den porösa massan inuti flaskan.
- Tveksamt om resultaten skulle vara repeterbara.
- Oklart om metoden kan göras utan att ändra läge på flaskan.

Konklusion:

Projektet ser fler svårigheter än möjligheter kring att använda termit för att oskadliggöra acetylen­gasflaskor. Projektet föreslår därför inte närmare undersökningar utifrån vad som är känt i dagsläget. Eftersom projektet inte anser att metoden är prioriterad att arbeta vidare med har därför varken eventuell kravbild eller restriktioner avseende termit närmare följts upp.

7.2.4.3 Riktad sprängverkan

Projektet resonerade även om en metod där riktad sprängverkan, RSV, används för att oskadliggöra acetylen­gasflaskor.

De fördelar som diskuterades var framförallt:

- RSV antas kunna göra hål i en acetylen­gasflaska, förutsatt att tillräcklig laddning används.
- RSV antas även kunna antända utströmmande acetylen­gas.
- RSV skulle möjligen kunna anslutas till en acetylen­gasflaska genom metodutveckling med exempelvis drönare eller UGV¹¹.
- RSV torde bidra till att även skapa ett hålrum i massan i acetylen­gasflaskor, vilket bör minska risken för kär­lsprängning.
- Metoden bör kunna anslutas utan att ändra läge på flaskan.

De nackdelar eller utmaningar som diskuterades var bland andra:

- Explosiva ämnen utgör en risk i sig.
- Explosiva ämnen är strikt reglerade.
- Vid en eventuell transport av explosiva varor, exempelvis med hjälp av drönare för att ansluta en RSV till en acetylen­gasflaska, tillkommer utmaningar och risker som särskilt behöver studeras närmare.
- Oklart om resultaten är repeterbara.

¹¹ Unmanned ground vehicle, det vill säga markgående robot.

Konklusion:

Projektet ser möjligheter runt att använda RSV som metod för att oskadliggöra acetylen­gasflaskor. Dock, med anledning av de utmaningar explosiva varor innebär, skulle en sådan metod noggrant behöva utredas och testas, lämpligen stegvis där fler och mer komplicerade lager adderas allteftersom.

Projektet hade ett möte¹² med Totalförsvarets ammunitions- och minröjningscentrum, SWEDEC, om RSV. SWEDEC var intresserade men lyfte att det finns flera utmaningar som behöver hanteras vid ett eventuellt framtagande av en sådan metod.

Försök har även gjorts av Totalförsvarets Forskningsinstitut Grindsjön, FOI, med spränglist på acetylen­gasflaskor. Dessutom har MSB genomfört försök med röjladdningar mot CNG¹³-tankar.

7.2.4.4 Skära med lera eller vatten med tillsats

Ytterligare metoder som kan tänkas punktera ett stålkärl är lera eller vatten med ståltillsats under högt tryck, exempelvis skärsläckare. SWEDEC ska ha skjutit med lera i Västervik och Nationella bombskyddet, NBS, i Kungsbacka. Man sköt då mot CNG-tankar och resultaten ska enligt uppgift ha varit goda.

Projektet har inte studerat dessa metoder djupare.

8 Slutsatser och diskussion om alternativa metoder för oskadliggörande av tryckkärl

Projektet menar att vidare undersökningar och tester företrädesvis bör fokusera på möjligheterna att använda kapmaskin eller bultpistol för att oskadliggöra acetylen­gasflaskor. Det kan även finnas ett värde i att noggrannare utreda möjligheter kring RSV, även om det kan finnas många utmaningar kring en sådan metod.

De tester av alternativ metod som projektet genomförde, som beskrivs i **7.2.2.1 Håltagning av trycklös flaska** och **7.2.2.2 Trycksatt acetylen­gasflaska**, visade sig fungera. Metoden behöver dock studeras närmare och utvecklas innan den möjligen kan användas i praktiken. Det skulle till exempel vara nödvändigt att veta om snittet riskerar skapa en brottanvisning snarare än ett hål för tryckavlastning. Vidare kvarstår utmaningar kring att sammanföra kapmaskinen med acetylen­gasflaskan på lämpliga sätt.

¹² Digitalt möte 2023-09-29. Två representanter från SWEDEC närvarade, inklusive Rasmus Frid och Per Hagbohm, Räddningstjänsten Skaraborg samt Christian Carlsson och Andreas Forsberg, NUC.

¹³ Compressed Natural gas, det vill säga fordonsgas.

Bilaga – Projektförslag

Drönare som stöd vid beskjutning av gasflaskor

Bakgrund

Gasflaskor, och specifikt acetylenflaskor, orsakar risker som försvårar räddningsinsatser vid bränder och kan leda till passiva insatser och avspärningar med stor samhällspåverkan som följd.

För att oskadliggöra gasflaskor är en vedertagen metod att beskjuta dem. Detta kan i många fall vara komplicerat och riskfyllt och därav finns ett behov att hitta nya sätt och metoder för att kunna genomföra det på ett säkrare sätt. Exempel på svårigheter kan vara:

Mörker och dålig sikt

Avgöra flasktyp och typ av gas

Avgöra om gasflaskan punkterats eller ej

Kontrollera riskområde

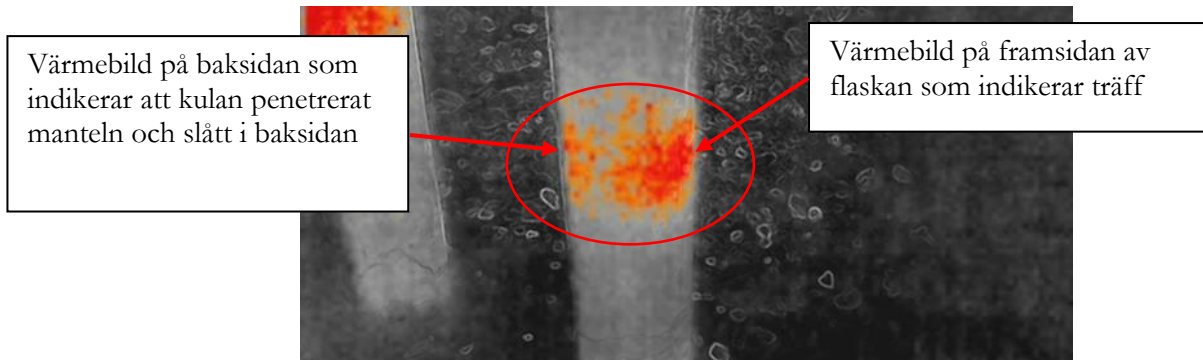
Då drönare är ett fantastiskt bra verktyg för att operera i riskfyllda miljöer bör det undersökas vidare hur drönare kan användas vid insatser där gasflaskor förekommer.

Räddningstjänsten Skaraborg fick möjlighet att vid en insats i november 2020, där gasflaskor varit brandutsatta, testa drönare i samband med beskjutning och där flera erfarenheter kunde dras. Dessa var bland annat:

Att belysa flaskorna med drönare gav mycket bra förutsättningar för skytten då insatsen var nattetid.



Drönarens värmekamera kunde tydligt identifiera träffbilden genom den värmebild som uppstod i samband med träff. Det gick även att avgöra om kulan penetrerat flaskan då det även uppstod en värmebild på baksidan av flaskan



Värmekameran gav en tydlig skillnad i temperatur på de två flaskor som varit brandutsatta. Detta skulle kunna indikera att den ena är flaskan är acetylen och den andra är något annat då acetylen är fylld med en massa som därav kallnar långsammare eller att självuppvärmning pågår. Den varmare flaskan visade sig vara acetylen.



Förslag till projekt

Utifrån dessa lärdomar föreslås att genomföra ytterligare test med drönare vid beskjutning av gasflaskor för att på så sätt bekräfta om ovanstående teorier stämmer och går att använda vid fler insatser. Räddningstjänsten Skaraborg planerar att genomföra en övning för skyttar under hösten 2023 där gasflaskor ska beskjutas och tester kan med fördel genomföras i samband med övningen.

Rasmus Frid Räddningstjänsten Skaraborg