

**RAPPORT  
GASSFLASKER I BRANN  
AKTIV INNSATS  
DEL 2**

**SAMLAGRA FLASKER  
29.01 – 04.03 2005**



**Eirik G. Evensen  
varabrannsjef**

## **Sammendrag**

Kurset demonstrerte aktiv innsats mot varmepåvirka gassflasker og bruken av denne metoden.

Innsatsmannskaper eksponerer seg for risiko unødig med varmepåvirka acetylen gassflasker enn nødvendig.

Aktiv innsats mot samlagra flasker (acetylen og oksygen) har potensiale og er forsvarlig ved riktige forutsetninger.

Sporlys ammunisjon er å anbefale ved beskytning, da det er forbundet med større usikkerhet om utstrømmende gass tenner eller ikke ved bruk av andre kuler.

Når det oppstår en hendelse med varmepåvirka acetylen gassflasker eller eventuelle spaltninger – bruk aktiv innsats der forutsetningene for slik innsats er tilstede.

Oksyngengassflasker bør ikke beskytes.

Flaskeidentifikasjon fremstår som en sentral parameter ved aktiv innsats.

Tre skudd er anbefalt fordelt over flaske kroppen for oppnåelse av tilstrekkelig avlastning.

Kompetansen utenfor de større byene i Norge på området aktiv innsats mot varmepåvirka acetylen gassflasker er, både hos brannmenn og hos politiets skarpskyttere, generelt for liten.

Fagsentralene må implementere ressurs personer i sine oppslagsverk.

Ikke opptre i trykksoner eller i flaskens ender.

## Forord

Ved brann i industri, garasjer og små verksteder vil vi alltid kunne anta at gassflasker er involvert, dette vil følgelig utgjøre en trussel for innsats mannskaper.

Rapporten tar for seg en rekke praktiske forsøk i Grimstad og bygger videre på den første rapporten; ”Rapport acetylen og oksygen gassflasker i brann av 04.06.03”.

Forrige rapport legger føringer og definisjoner for denne rapporten, slik at begge rapportene er med å skape en helhet.

I hovedsak dreier dagens håndtering av varmepåvirka acetylenflasker seg oftest om en passiv innsats med kjøling, avsperring og evakuering som tilgjengelige virkemidler.

Dette fører med seg unødig risiko for innsats personell og forulemping av tredjepart, ved økt tidsramme rundt evakuering samt økt innsats personell eksponering.

For at bruksområdet med aktiv innsats skal spenne bredere rundt seg, var det av interesse og se på muligheten for beskytning av acetylen og oksygen både single og samlagret slik vi møter dem ute i felten.

Etter at det ble arrangert kurs med teoridel og praksisdell i regi Grimstad brann- og feiervesen 04 juni 2004, ble det på nytt arrangert kurs 29.01.05 i regi Utrykningspersonellets

Fellesutvalg i Agder. Kurset hadde samme innhold som før, og gikk av stabelen med lokale instruktører fra Grimstad brann- og feiervesen. Rapporten bygger på kurset samt en etterfølgende modul uten tilskuere ved undertegnede og utrykningsleder Otto Jensen ved GBV. AGA ved Harald Hovde stilte igjen velvillig opp med gassflasker til kurset og må rettes en stor takk for at dette prosjektet ble realisert.

Rapportene er gjennomført for å skape et bredere dokumentasjonsgrunnlag, bedre erfaringskompetanse og reduksjon av risiko ved innsats mot varmepåvirka gassflasker, acetylen spesielt.

Kurset lot seg gjennomføre som tiltenkt med midler og velvilje fra AGA, Landvik og Klodeborg pukkverk, Politiet, Ugland industrier, Byggeriet, Einar Johnsen, Grimstad Jakt og Fiske, HiA og lokal dugnad fra GBV.

Det rettes derfor en stor takk til nevnte bidragsytere.

## **Innholdsfortegnelse**

Forside foto Baard Larsen

<b>Sammendrag.....</b>	<b>2</b>
<b>Introduksjon til utfordringen.....</b>	<b>5</b>
<b>Formål med prosjektet.....</b>	<b>5</b>
<b>Metodebeskrivelse.....</b>	<b>6</b>
<b>Resultater.....</b>	<b>7</b>
Worst case demonstrasjon - acetylen og oksygen .....	7
Worst case demonstrasjon - propan.....	10
Aktiv innsats acetylen .....	11
Aktiv innsats oksygen.....	12
Propan - provokasjon av sikkerhetsventil ved varme eksponering .....	15
Aktiv innsats ved samlagring .....	16
<b>Vurdering .....</b>	<b>19</b>
<b>Forslag til videre arbeid.....</b>	<b>22</b>
<b>Referanseliste .....</b>	<b>24</b>
<b>Vedlegg 1: Utstyrliste.....</b>	<b>24</b>
<b>Vedlegg 2: Innsatskort for acetylen .....</b>	<b>25</b>

## **Introduksjon til utfordringen**

Rapporten gassflasker i brann, aktiv innsats del 2 samlagra flasker, bygger videre på den første rapporten omhandlene samme tema. Hittil har vi erfart at bruksområdet for uskadeliggjøring av varmepåvirka gassflasker etter brann mv, er et nisje preget, men desto mer viktig område å kjenne løsningene på. Det er i litteratur samt praktiske forsøk tatt sikte på `single` flasker med acetylen. Dette er noe vi sjelden møter på. Grunnet bruksområdet til gassen vil det ofte være acetylen og oksygen sammen, som må håndteres. Flaskene er som regel samlagret i traller eller krybber med kun ekstra eller tomme flasker stående single. Samlagring vil ved beskytning være en kritisk faktor som må vurderes nøye. Når det finnes lite bakgrunnsmateriale på område vil det ofte gi seg utslag i usikkerhet og at tradisjonelle løsninger blir valgt. Spørsmål som dukker opp, er følgelig om man skal beordre innsatspersonell til å stille opp flaskene hver for seg. Dette betyr at vi er tilbake til utgangspunktet igjen, med person eksponering – vi har å gjøre med tradisjonell passiv innsats. Spørsmålet om aktiv innsats mot samlagra gassflasker er mulig, vil dukke opp. Blir *ikke - beskytt* flaske i umiddelbar nærhet varm nok til å representere en trussel eller er det fortsatt tilrådelig å avgi skudd?

## **Formål med prosjektet**

Fortsatt er det i dag ingen norske brannvesen som i dag formelt står for aktiv innsats ved varmepåvirka gassflasker. Det er normalt politiet etter anmodning fra brannvesenet som foretar slik innsats. I store byer/tettsteder med høyere frekvens av hendelser vil politiets skarpskyttere etterhvert tilegne seg god erfaringskompetanse på området. Det finnes imidlertid unntak; selv var jeg nylig vitne til at noen `skyter for å skyte`, uten tilsynelatende å kjenne verken risikobilde eller flaske innhold under en skarp hendelse i en relativt stor norsk kommune (> 40 000 innb.). Dette er med å underbygge at vi (politi og brannvesen) bør ha et minimum av grunnkompetanse, slik at oppdrag involverende varmepåvirka gassflasker innehar en sikkerhet både for oss selv og tredjeperson, og at oppdragene kan utføres smertefritt for alle parter.

*”At skjuta håll i flaskväggen är en snabb, mer forutsägbar och dermed mindre riskfylld åtgärd för att punktera och oskadliggörabrandpåverkade acetylengasflaskor, än andra alternativ.*

*Detta medför en stor fördel för räddningstjänsten, men också för samhället i övrigt”  
Björnström og Setterwald, 2002:7).*

Som nevnt i den første rapporten er det gjennomført svært få kurs/opplæringspakker som ivaretar dette mot brannvesen eller politi forøvrig. Håndtering av slike hendelser krever formalkompetanse og realkompetanse på området.

Prosjektets formål har i all hovedsak vært å skape til veie `kjøreregler` og erfaring som kan tilføre oppgaven med aktiv innsats større sikkerhet og presisjon. Rapporten som presenteres her, vil søke å gi svar og erfaringsunderlag i forhold til beslutninger mot varmepåvirka flasker som er samlagret. Litteratursøk etter tilgjengelig informasjon på området samt empirisk testing vil være underliggende faktorer som prosjektet i sin helhet bygger på. Det er imidlertid vesentlig å vurdere dette kritisk, da rapportenes underlag, med tre forsøk, ikke på noen måte er statistisk holdbart til å trekke noen trender ut av. Til dette vil test frekvensen være for liten når det gjelder aktiv innsats mot samlagra flasker.

Rapporten tar ikke for seg samlagring med multiple flasker (flaskebanker), kun tradisjonell oppstilling av acetylen og oksygen i tralle (skjærebrennings utstyr). Rapporten vil heller ikke berøre aktiv innsats i `lukkede` volumer.

## **Metodebeskrivelse**

Kurset startet med en teori/diskusjonsdel og en påfølgende praktisk del.

Teoridelen ble innledet med en generell gassteori og en påfølgende modul med praktiske øvelser.

Den praktiske delen forløp ved at det først ble demonstrert effekten av en acetylen- og en oksygen gassflaske som blir varmet opp til den revner (worst case demo).

I tillegg hadde vi en worst case øvelse med en 11 kg propanbeholder. På denne ble sikkerhetsventilen skrudd igjen med skims'ede eksosklammere og deretter ble den lagt på `hodet` i bålet. Kurset avsluttet ved at det ble demonstrert aktiv innsats mot to acetylen flasker og en oksygen flaske.

Oksygen flasken ble demonstrert for å belyse viktigheten av at man ved en aktiv innsats har sikker flaskeidentifikasjon.

På et senere tidspunkt (04.03.05) hadde Otto Jensen og undertegnede forsøk med aktiv innsats mot samlagra acetylen og oksygen flasker i traller uten publikum. Her ble tre acetylen flasker

beskutt i tralle med oksygen i samme tralle og avslutningsvis ble oksygenflasken beskutt singel.

Alle seansene ble dokumentert med film eller bilder.

## Resultater

### **Worst case demonstrasjon - acetylen og oksygen**

Bålene som ble brukt i worst case demo'en var material avkapp fra Ugland industrier, det ble brukt halvannet tilhenger lass i hvert bål. Disse ble dynket med diesel og bensin.

Flaskene ble ”begravet ” i bålene med ende retninger bort fra personell og vinklet slik at de skulle treffe bakken foran hvis de fór ut (fjellskjerm i motsatt ende).

Bålene ble plassert inntil en fjellskjerm med ~10 meter imellom seg og antent samtidig.



Foto Jon Dørmenen

Oksygenflasken gikk i luften etter 19 minutter. Vi oppnådde en total ruptur som vi var ute etter å demonstrere. Flasken eksploderte momentant og flaskedeler og sekundær utkast ble slynget ut med stor kraft.



Foto Baard Larsen: Oksygen eksplosjon

Flasken gikk i fire biter, en stor hoveddel, to mindre deler ( $\sim 0.4 \text{ m}^2$ ) og flaske toppen. Toppen gikk i fjellskjermen og lå ikke langt fra initiell plassering, mens hoveddelen landet på 160 meter (kan ses på bildet under ca 50 meter over bål). De to andre delene lå på henholdsvis 165 meter og 195 meter. Flaskedelene fór langt og illustrerte sikkerhetsonene med all tydelighet. Den største flaskebiten landet først på 160 meter fra bålet etter en luftferd som tok hele 14 sekunder.

Trykkbølgen som fulgte var kraftig, det kunne tydelig kjønes rystelser i bakken på 400 m og eksplosjonen var markant og kunne høres langt borte (Homborsund  $\sim 2$  mil).



Foto Ole Ingebrigtsen: Oksygen eksplosjon – flaskebit ca 50 m over eksplosjon

Acetylenflasken gikk først etter 20 minutter. Som vi opplevde under forrige øvelse i 2004 fikk også acetylenflasken den effekten vi var ute etter å demonstrere. Vi kjente tydelig rystelser i bakken på 180 meter og fikk tømt ut store deler av innholdet raskt. Det startet ved at det oppsto en liten åpning i flaske veggen med påfølgende diffusjonsforbrenning. Som et resultat fra dette økte temperaturen og reaksjonen akselererte da åpningen ble større og mesteparten av den brennbare gassblandingen kom ut. Vi fikk en laminær, grensende mot turbulent forbrenning og dannelse av en ildkule på anslagsvis 15 \* 15 meter.



**Foto Baard Larsen: Acetylen eksplosjon**

Acetylenflasken ble kastet ut av bålet og endte sin ferd ca 15 meter utenfor. Flasken fikk en revne på ca 30 centimeter i nederste del av mantlingen og var i et stykke.



Foto Baard Larsen: Acetylen eksplosjon

## **Worst case demonstrasjon - propan**

Vi testet ut en 11 kg propanbeholder i forkant av kurset og demonstrerte dette under kurset også. Under kurset var vi ytterligere bevisst på å skru igjen og hemme sikkerhetsventilen maksimalt for å oppnå et worst case scenarie. Det forgikk imidlertid relativt harmløst i begge tilfellene, etter ca 5 minutter i testen (bål ble antent ved plassering) og 3 minutter under kurset (bål var antent tidligere) begynte sikkerhetsventilen å blåse. I begge tilfellene fikk vi en tydelig større laminær flammeutvikling i bålet og ikke en jetbrann fra ventilen eller ruptur av beholderen som vi forventet.

## **Aktiv innsats acetylen**

To acetylenflasker ble satt opp for uskadeliggjøring ved aktiv innsats. Flaskene ble festet slik at de ikke skulle velte ved påskyting.

Flaskene ble stilt opp og beskyttet med sporlyssammunisjon slik at utstrømmende gass skulle antenne. Flaskene ble ikke forvarmet og hadde omgivelses temperatur ved påskyting.

For å sikre hensiktsmessig punktering er det anbefalt tre skudd fordelt over flasken /1/.

Punktering starter med første skuddet fra bunnen (over skjørt), så midt og deretter en i topp (under skulder), dette er for å sikre at flasken ikke velter ved første påskyting. Dersom flasken velter vil den kunne forsvinne ut av skytters synsfelt og komplisere de neste anbefalte punkteringer. Flaskene ble av denne grunn satt fast i en europall med ståltråd.

Ved den første flasken ble flasken kun punktert med to hull. Kula ved det første skuddet i bunnen var sannsynligvis borti noe snø på veien, endret kulebane og traff ikke flasken i det hele tatt (konveks flate mellom skytter og flaske). Det ble imidlertid vurdert til at vi bare gjennomførte to punkteringer slik at vi eventuelt kunne erverve kunnskap med antall skudd. Det viste seg tydelig at jetflammene var mer intensive og varte lenger ved to punkteringer enn tre punkteringer. Vi opplevde også at diffusjonsflammen ble blåst ut etter det første skuddet (som penetrerte) og potensiale for en uoversiktlig situasjon var tilstedeværende inntil skudd nummer to penetrerte flasken og antente utstrømmende gass igjen. Dette illustrerte viktigheten med å få senket hastigheten/fordelt gasstømmen ut av beholderen og anvendelse av sporlys, slik at ikke forbrenningen stopper opp og skaper uoversiktlige og lite forutsigbare situasjoner (gasslekkasje uten forbrenning, spesielt aktuelt ved lukkede volumer - innomhus).

Ellers forløp alt som forventet og flaskene brant stille og rolig av, dog med noe større intensitet og varighet på den første flasken enn flaske nummer to som var penetrert av tre skudd. Flammene var rett etter påskyting ca 1.5 – 2 meter lange. Stikkflammene avtok i intensitet etter ca ett minutt og døde deretter mer og mer bort.

Vi fikk ingen gjennomskyting av flaskene på noen av skuddene, men det ble en utbuling etter ett skudd på baksiden av den ene flasken.

Ett døgn etter punktering brant flasken fortsatt (med en lighter flammes størrelse) ut av ett par kulehull.



Foto Jon Dørmenen: Acetylen flasker beskytt

### **Aktiv innsats oksygen**

Vi gjennomførte to beskytninger av oksygen flasker i dette prosjektet, en under kurset og en i etterkant med skyting mot samlagra flasker.

Oksygenflaskene ble beskytt med sporlyssammunisjon.

Punkteringen av den første flasken ble utført ca 1/5 fra bunnen da dette ivaretar sikkerheten ved beskytning av oksygen best. Ved den andre flasken søkte vi visualisering av flygestrekk og denne ble beskytt ca 2/5 fra bunn. Som følge av den mometane oppheting etter at kulen har penetrert stålet og tilførsel av 100 % oksygen, oppnås en forbrenning av metallet.

Dette skiller seg fra øvrige høytrykksflasker hvor kulehullet forblir i opprinnelig størrelse (8.0 – 8.4 mm med kal 308 /2/). Den utstrømmende gassen vil dermed for andre høytrykksflasker ikke oppnå slik kraft og forflytning som oksygenflaskene. Ved beskytning i toppen av en oksygen flaske vil trykket føre til at gassflasken ”stuper kråke” bort igjennom, denne ”løpingen” vil skape lite forutsigbarhet i forhold til retningsbestemmelser.

Videre vil skudd mellom toppen og påskutt sted føre til at flasken får en raketteffekt, noe som også er lite forutsigbart med tanke på flygestrekk.

Den første flasken ble stilt opp slik at trykket ville føre flasken mot en fjellskjerm (under kurset). Planen var at oksygenflasken skulle holde seg omtrentlig på det stedet den ble beskytt

ved at den mister en del av energien ved oppbremsing mot fjellskjermen. Ulempen er følgelig at flasken kan rikosjere og komme tilbake.

Når flasken ble beskutt viste det seg først at prosjektilet ved første skudd rikosjerte fra flasken og vi måtte avgi et skudd til. Det første prosjektilet genererte en liten bulk i flasken uten å lage hull. Skudd nummer to penetrerte flasken og vi så tydelig at energien var stor da gassen strømmet ut. Det var ikke umiddelbart mulig med det blotte øye å se hva som skjedde. Det var imidlertid tydelig på bilder og video i etterkant å se hvordan flasken oppførte seg; den fór bakover i fjellskjermen, vinklet av og landet ~20 meter borte.



Foto Jon Dørmene: Oksygen beskutt

Hullet i flasken etterpå var på ~82 mm.

Den andre flasken ble stilt opp midt på en åpen plass og beskutt ~2/5 fra bunn for om mulig oppnå et flygestrekk og visualisere effekten av jetdriften. Under denne seansen var det ikke tilskuere tilstede. Ved penetrering fór flasken skrått bakover i en høyde av ~ 15 meter over bakken. Etter en luftferd på ~80 meter traff den fjellskjermen i en høyde av 10 meter. Flasken ramlet deretter ned under fjellskjermen og ble liggende. Hullet i flasken etterpå var på ~81 mm. Det var dessverre ikke mulig å filme eller ta bilder av denne seansen, grunnet dårlig vær. Begge disse beskytningene viser imidlertid at oksygenflaskens trykk og oppførsel ved

punktering ikke er hensiktsmessig og heller ikke vesentlig forutsigbar. Trykk kraften blir så stor at oksygenflasken farer i vei i stor hastighet og kan ødelegge mye på sin ferd /1/.



Foto Eirik Evensen Oksygen beskytt (kurs SRV)

Flaske i luft

Av denne grunn ble ikke oksygenflaskene festet da den sannsynligvis ville tatt med seg det den var festet i på sin vei (jfr.  $O_2 \rightarrow 200 \text{ bar} \rightarrow 64 \text{ tonn}$ ) /3/. Siden oksygen er lagret i en høytrykksbeholder (tykkere gods) fikk vi følgelig heller ikke her gjennomskyting av flaskene. Øvelsen med aktiv innsats mot oksygen gassflasker, varme eksponert eller ikke, viser med all tydelighet at det ikke anbefales som første prioriterte aksjonsmulighet.

I noen tilfeller kan det imidlertid være formålstjenlig. Ofte vil vi som har kystlinje oppleve tilfeller med ilanddrevne gassflasker, disse er ofte utfordrende å identifisere innhold på. Flaskeidentifikasjon vil allikevel være en hovedparameter som styrer innsatsen, hvis vi ikke kjenner innholdet kan aktiv innsats gjøre skadebildet verre (les eksempelvis nervegass fra krigens dager med pålandsvind). Det kan i gitte tilfeller være formålstjenlig å uskadeliggjøre disse på plassen, slik at risiko for slag og støt under transport til land eller kvalifisert deponi blir eliminert. Ofte vil slike gassflasker som kommer vannveien ha ventiler som ikke er intakte og det er høyst usikkert hvor lenge de har ligget i korrosivt miljø. Vurderinger på

godstykkelse vil dermed bli vrient og det vil kunne være tryggest å terminere videre risiko, eventuelt økt risiko ved at de bringes til mer befolkningstette områder, på plassen.

## **Propan – provokasjon av sikkerhetsventil ved varme eksponering**

Propanflasker med sikkerhetsventil er til tider representert ved brannstedet, enten midt i brannen eller varmeeksponert i en eller annen grad. Det var derfor av interesse å belyse disse i et bredere perspektiv. Fra leverandør vet vi at sikkerhetsventilen skal avlaste i gassfase, ellers vil den muligens ikke kunne avlaste trykkstigningen raskt nok til å forhindre en trykkoppbygning i flasken med påfølgende flaskesprengning /3/. Vi utforsket dette ved å prøve å stenge sikkerhetsventilen og legge dem på ”hodet” (med stengt sikkerhetsventil i væskefase) i bålet. Overraskende nok fikk vi ikke til å sprengne flasken. Sikkerhetsventilen greide fortsatt å avlaste trykket såpass godt at flaskene ikke revnet. Vi opplevde også at det tok lengre tid før sikkerhetsventilen blåste i første forsøk, da vi tente bålet samtidig med at propanen ble lagt på, enn ved det siste da vi la propanen på et allerede tent bål. Dette viste oss at grad av varmeeksponering har betydning for trykkstigningen og følgelig sikkerhetsventilens åpning. Vi fikk med disse forsøkene bekreftet at sikkerhetsforanstaltninger på propan stålflasker fungerer bedre enn forventet. Dette gir oss som innsatsmannskaper en større trygghet i hverdagen vår.



Foto Ole Ingebrigtsen : Propan på bål

## **Aktiv innsats ved samlagring**

Aktiv innsats har stort sett dreid seg om single flasker, dette vil imidlertid være en begrensende faktor for utøvelsen av metoden. Flaskene er ut fra bruksområdet stort sett plassert sammen i tralle, og festet slik at en separering nødvendigvis vil medføre person eksponering. En av metodens intensjoner er nettopp å unngå unødig eksponering mot varmepåvirka gassflasker og dette vil dermed føre oss over i en passiv innsats med kjøling og evakuering som tilgjengelige virkemidler. Det er derfor av stor interesse å belyse området bedre i forhold til om det er mulig, først og fremst sikkert, å utøve aktiv innsats mot samlagra flasker (acetylen og oksygen). Det som er interessant i et slikt scenarie er om oksygenflaska blir så varm ved avfakling av acetylen at vi når en kritisk temperatur for totalruptur av oksygen. Dette er ikke ønskelig og det er derfor av stor interesse å finne ut dette ved empirisk testing som vil tilsvare en virkelig situasjon. Undertegnede og O. Jensen utførte derfor testing med fulle flasker, både acetylen og oksygen, i sveisetralle. Testingen ble utført ved at skytter lå med ~100 m mellom flaskesettet og seg. Videre var flaskesettet plassert normalt på kulebane med oksygen bak og acetylen mot skytter. Som vi tidligere har erfart vil vi med cal. 308 ikke oppnå gjennomskyting på denne avstanden (44 skudd med cal. 308 – ingen gjennomskyting) og vi er dermed sikret at prosjektilet ikke påvirker oksygenflaska bak. For å oppnå empiriske data i denne sammenhengen ble det påmontert temperatur føler på oksygen flaska ca mellom øvre- og midtre treffpunkt bak acetylen flaska. Plassering her var med bakgrunn i at det var sannsynlig at det var her vi fikk høyeste temperatur stigning. Temperatur målingene ble utført ved at vi med kikkert avleste måleinstrumentet. Målingene ble utført 35 meter fra flaskesettet fra siden. Som beskyttelse hadde vi etablert avlesningsstasjonen bak en hjullaster skuffe, slik at sikkerheten ble ivaretatt for observatør. Testingen forgikk ved at vi avga tre skudd mot acetylen flaska – avleste – bytta ut acetylen flaska med en ny og avga nye tre skudd. Dette ble til sammen utført med tre acetylen flasker. Utførelsen ble mulig mer ugunstig enn i virkeligheten da sveisetralle var dimensjonert for mindre flasker og underlaget var heller ikke plant på noe sett (grustak og snø). At tralle var tilpasset noe mindre flasker medførte at innfestingen i tralle (skruklemmer) ikke fungerte. Flaskene stod dermed relativt løst i tralle. Dette øker sannsynligheten for at acetylen flaska kan dreie om sin egen akse grunnet trykk fra utstrømmende gass og direkte varmeeksponere oksygen flaska. Videre vil underlaget være noe urealistisk i forhold til generelt underlag der flaskene vanligvis er plassert (støpte gulv), dette øker sannsynligheten for at tralle velter og kompliserer utførelsen og genererer et uoversiktlig og mindre forutsigbart hendelsesforløp.



Foto Eirik Evensen: Acetylen beskytt samlagret

Testingen forløp som planlagt med tre skudd i hver acetylen flaske og utbytting av acetylenflaske etter ca 6 – 8 minutter. Oksygen flaska ble også beskytt single tilslutt, dette er beskrevet under aktiv innsats mot oksygen i tidligere kapittel..

Vi opplevde at avlesningen det første halve minuttet var vanskelig med vårt måleutstyr. Vi brukte kikkert for å avlese og flammeluminasen var så sterk denne perioden, at det var umulig å se displayet bak oksygen flaska. Flammeintensiteten avtok raskt og vi fikk de første temperatur målingen etter ca. 30 sekunder.

Været denne dagen var østlig svak kuling med snø. Dette medførte følgelig at gassflaskene fikk god kjøling samtidig som det var en utfordring med tanke på å få lest av display'et i måleinstrumentet.

Målingene viser imidlertid temperaturer på oksygen flaska ble maksimalt 8 °C. Med en omgivelses temperatur på ca 1 °C, betyr dette en temperaturøkning på 7 °C under rådene forhold, se tabell.

## Tabell for temperatur stigning

Tid i sek	Flaske 1	Flaske 2	Flaske 3
10	*	*	*
20	2	*	*
40	1		
60	2	3	
100	4		
120		4	3
140	6		
180	7.8		
210		6	
240			
300		8	
360		7	

\* Markerer ikke leselig grunnet sterk flammeluminans

Som vi ser av målingene er temperaturøkningen på 7 °C langt fra kritisk temperatur for oksygenflaska bak. I følge tilgjengelig litteratur blir er det først risiko for sprengning av oksygenflaska ved temperaturer over 350 °C /3/.

### **Testingen forløp smertefritt og demonstrerte effektiviteten med aktiv innsats som presis, nøyaktig, rask og ikke minst sikker.**

Dette ble ytterligere bekreftet ved en aktiv innsats mot samlagra flasker med brann i ventilen på acetylen flaska i Lindesnes (Brannvesenet Sør) ved en akutt hendelse 03.08.05. Hendelsen tok 4.5 timer og foregikk smertefritt og sikkert for alle parter. E 39 ble stengt under aksjonen i en mye kortere periode enn det som tradisjonelt ville vært tilfellet. Erfaringsunderlaget øvelsene i Grimstad brannvesen har skapt, bidro i denne sammenhengen til trygghet og effektiv håndtering av en hendelse som fort kunne blitt vesentlig mer langvarig og usikker i forhold til mannskapenes sikkerhet.

## Vurdering

Vi opplevde ved gjennomføringen av kurset og den etterfølgende testingen ved samlagra flasker at alt forløp smertefritt og i henhold til sikkerhets manualene utarbeidet i forkant. Kurs deltakerne fikk økt sin kompetanse på området og seansene genererte empiriske data som kan bygges videre på. Seansen med samlagra flasker og aktiv innsats ga oss data og erfaringsgrunnlag for å videreføre aktiv innsats som en metode vi i større grad bør benytte oss av ved hendelser hvor gassflasker er involvert.

Forsøkene viser med all tydelighet at det er formålstjenlig med aktiv innsats mot acetylen flasker. Det er videre en nødvendig anbefaling at det benyttes tre punkteringer fordelt over flaskekroppen. Når det gjelder type ammunisjon og kule typer har forsøkene vist oss at cal. 308 er et godt alternativ, både fordi den perforerer acetylenflasker på 100 meter, men også fordi den ikke oppnår gjennomslag på baksiden. Flaska vil fremstå som en kulefanger og vil øke sikkerheten med tanke på prosjektiler og objekter bak.

Når det gjelder kule typer så vi i forrige prosjekt at andre kule typer ikke er så gunstige som sporlys /10/. Det synes at diskusjoner i forhold til kuler som armour piercing typer kun er relevante hvis kun bunnen på flasken er synlig. Det vil imidlertid ved slike tilfeller være en utfordring å sikkert identifisere flasketypen (innhold) og det vil derfor heller ikke være like lett å tilråde skudd. Diskusjoner på dette området fremstår derfor etter mitt skjønn som diskusjoner på avveie. Videre vil tilgjengeligheten bli verre med bruk av spesialkalibre og det vil bli mer utfordrende å praktisere aktiv innsats. Ved bruk av cal 7.62 NATO / 308 Win og sporlyssammunisjon vil tilgjengeligheten straks være større og mulighetene for en sikker, presis og rask håndtering av flaskene vil medføre større grad av formålstjenlig håndtering, både for innsatsmannskaper og samfunnet for øvrig.

Som vi opplevde under den første påskytingen vil det ved færre påskytinger (eller mindre kaliber) bli større intensitet på flammene og medføre større risiko for at flasken kan revne eller lignende og at avfaklingen ikke forløper kontrollert. Kulehullene etter cal 308 vil gi tilstrekkelig store hull til at avfaklingen ved tre skudd gir en sikker håndtering.

Propanen gjør stadig større inntog i privat husholdning, vi finner propanbeholdere i kjøkken, griller, varmeelementer og mye mer. Vi møter stadig på propanbeholdere og det var derfor trygt å godt å få en visshet om hvordan de oppfører seg med provokasjon av gjeldene sikkerhetsforanstaltninger under en brann. To forsøk er imidlertid ikke tilstrekkelig, men gir

oss en viss pekepinn om hva som skjer. Vi må også hensynstata at det kommer flere og flere kompositt beholdere på markedet, disse har ikke dette prosjektet tatt for seg. Beholderene vi brukte var tradisjonelle stålbeholdere. Propan øvelsene gir oss under gitte omstendigheter en større visshet om stabile hendelsesforløp.

Forsøkene med bruk av metoden aktiv innsats mot oksygen flasker viser med all tydelighet at det ikke er å anbefale metoden mot disse. Flaskene vil oppføre seg uforutsigbart og kan skade mye på sin vei før flasketrykket senkes. Oksygenets egenskaper ved perforering gjør at hullet i en atmosfære med 100 % oksygen blir stort, derved øker utstrømningshastigheten og vi får en større trykkraft. Denne trykkraften skaper uforutsigbarheten som gjør det vanskelig og bedømme et nøyaktig hendelses forløp. Påskutte flasker som står fritt, farer i vei i stor hastighet flere titalls meter opp i luften, og opp mot 100 meter av gårde. Obstruksjoner flasken møter på sin vei kan bli slått i stykker eller medføre retningsendring for flasken. Videre gir det ikke noe mening med hulltaking i oksygen flasker; hvis flasken er oppvarmet vil det ved kjøling føre til at trykket reduseres og flasken går tilbake til normaltstand. Intensjonen med demonstrasjon av aktiv innsats mot oksygen flasker er å belyse hvor mye krefter som er i sving og hvor uforutsigbart flaskenes bevegelsesmønster er. Metoden bør derfor ikke benyttes mot oksygen flasker.

Det finnes imidlertid unntak. Noen flasker er utsatt for mye korrosjon og er ikke mulig å bedømme om de tåler slag/støt eller lignende. Samtidig vil ofte slike flasker komme til oss sjøveien, de har dermed ofte en ikke fungerende ventil som vi kan trykkavlaste via. Det vil derfor være en mulighet å benytte seg av aktiv innsats for å sikre transport etappen for unødige spontan utslipp. Flaskeidentifikasjon vil imidlertid være en avgjørende parameter, vi må vite at det ikke eksempelvis er sennepsgass eller andre skadelige miljøgasser/-komponenter som er drevet i land. Metoden er blitt brukt lokalt i Grimstad mot en CO<sub>2</sub> flaske (31.08.04) og i Sandefjord (08.10.04) mot en ammoniakk flaske. Ved usikkerhet vedrørende transport i forhold til godstykkelse og trykk vil det kunne være tryggere å avlaste trykket på stedet enn å transportere potensielle usikkerheter. I overnevnte tilfelle i Grimstad var flasken ilandrevet på en øy og transport etappen ble dermed en større utfordring enn på land. På land kan det ofte være bedre å transportere flaskene neddykket i vann i bulk eller lignende til mottak. En må imidlertid kjenne til om flaske innholdet består av komponenter som er giftige eller på annen måte forverrer skadeomfanget på stedet.



Foto Baard Larsen CO<sub>2</sub> flaske beskytt

Acetylenflaskene vil som regel være varmepåvirket ved vurderinger som tilsier at aktiv innsats skal benyttes. Forsøkene som er gjort her i Grimstad hviler imidlertid på forsøk med kalde flasker. Det betyr at vi ikke har avdekket noen holdepunkter for kritisk temperatur ved totalruptur av påskutte flasker som følge av økt trykk i disse. Flaskene kan ved høyt nok trykk revne fra et eventuelt hull fra perforering og vi kan oppnå en worst case i stedet for en kontrollert avfakling. Kjøling i forkant av aktiv innsats vil derfor kunne være av stor betydning for videre hendelsesforløp og bør ikke unnlates. I en reell hendelse vil ofte kjølefasen starte før en får tak i kompetent personell for aktiv innsats, dette vil derfor falle naturlig. I forhold til sikkerhetssoner må det iverksettes evakuering uansett og en vil ved en aktiv innsats fortsatt ha en større kontroll og mer effektiv innsats enn tilfellet er ved tradisjonell passiv innsats. Eventuell risiko blir i forhold til skytter og observatør, men disse vil befinne seg lenger unna skadestedet enn personell satt til etablering av kjøling. Risikoen synes derfor ikke økt selv om flasken skulle revne ved på skyting.

Bruksområdet for acetylen tilsier at gassflaskene som regel er samlagret med oksygen, dette vil øke risikoen på skadestedet ved at oksygen kan sprenges hvis temperaturen bli for høy. Ved avfakling av acetylen med andre flasker i umiddelbar nærhet vil det derfor være avgjørende å basere avgjørelser på både teoretiske- og empiriske data som forteller noe om hvor høy temperatur påvirkningen på disse blir. I våre forsøk så vi at temperaturen kun steg

med 7 °C på oksygenflaska rett bak påskutt acetylenflaske. Når vi vet at kritisk temperatur for sprengning av oksygenflaska er 350 °C, vil dette bekrefte med all tydelighet at avfakling av acetylen i tralle med oksygen ikke tilsier at seansen blir nevneverdig komplisert. Forsøkene våre ble imidlertid gjennomført med sidevind, relativt lav omgivelses temperatur og snø i luften, dette medførte at vi hadde gunstige vilkår for slik innsats. I praksis vil det imidlertid være mulig å etablere kjøling av oksygenflaska under beskytning, noe som vil gi sikkerhet for store temperaturøkninger i denne. Forsøkene er dermed realistiske og tilsier at bruksområde for aktiv innsats også involverer samlagra flasker og ikke bare single flasker.

Bruksområdet for metoden synes derfor å innbefatte flasker i traller, det vil imidlertid være nødvendig med et bredere empirisk underlag for å trekke konkrete, entydige standarder for prediksjon av nøyaktig hendelsesforløp.

## **Forslag til videre arbeid**

Det viser seg gjennom disse forskjellige forsøkene i Grimstad at aktiv innsats mot acetylen gassflasker er en sikker, presis og tids- /kostnadsbesparende innsats. For å bekjentgjøre metodene bedre vil det være nødvendig med opplysning og informasjon til innsatsmannskapene om de mulighetene som er tilstedeværende. I dag er usikkerhet rådene ved slik innsats, både hos dem som i dag skal utføre oppgaven (politi) og hos forespørrende instans (brannvesen).

For å sette dette i en logisk ramme ville det falt naturlig med implementering av aktiv innsats som en metode i skoleverket for brannmanns utdanningen slik at dette ble brakt videre ut lokalt til de forskjellige brannvesen i Norge.

En koordinering av skarpskytter utdanning for politi og brannmenn med agenda aktiv innsats bør være en naturlig samhandling for å øke forståelsen og samarbeidet på området.

For å utøve formålstjenlig innsats må personell/fagetater med kompetanse på området gjøres kjent i fagsentralenes ressurs oversikter. De respektive fagsentraler bør som et minimum kjenne til nøkkel personell i sine ressurslister/distrikter slik at det kan handles i tredjeparts og redningspersonells beste interesse og sikkerhet.

Prosjektet bør videreføres for å skaffe tilveie et større empirisk underlag for om mulig sette opp mer spesifikke innsats parametre. Ved et større forsøksunderlag vil reaksjonsmønstre ved

gitte forutsetninger lettere kunne estimeres mer nøyaktig og forutsigbart. Ved samlagra flasker vil det være av interesse å betrakte eksempelvis varmeutvikling i oksygen flasken ved andre vinkler i forhold til påskyting.

## Referanseliste

- /1/ Bjørnstrøm og Setterwall, Beskjutning av acetylen-gassflasker – 02
- /2/ Kurs –03 Beskjutning av acetylen-gassflasker
- /3/ Studieanvisninger for gassflasker i brann AGA –90
- /4/ A Journal of Skandia International 1985 (Bleve)
- /5/ Temaveiledning om gassanlegg (til Forsk om brf eller trykksatt stoff, 1. mars 2004)
- /6/ Chang Chemistry 5'th edition
- /7/ Mailkorrespondanse internt i AGA
- /8/ HFK, ammunisjonslager, Hans Øiom sening FLO/AMM
- /9/ Artikkel i Brannmannen, Skedsmo
- /10/ Evensen, rapport acetylen og oksygen gassflasker i brann - 04

## Vedlegg 1: Utstyrliste

- Rifle, Sako Hunter kal. 308 <sup>m</sup>/Schmith og Bender kikkert 1.5 – 6 \* 52
- Millitær sporlys ammunisjon kal. 308
- Tofot skytestøtte, kort type
- Temperaturmåler, Auitherm HL 600, <sup>m</sup>/thermocoupele type K (-200 – 1200 °C)
- Kikkert, Swarovski CTC, 30\*75
- Kikkertstøtte, Swarovski tripod 1
- 6 \* 41 l acetylenflasker
- 3 \* 50 l oksygenflasker
- Verneutstyr - generell brannmannsbekledning <sup>m</sup>/ørepropper
- Samband
- Bål – 3 tilhenger lass plankekapp, 24 liter diesel og 1 liter bensin
- Fastsetting av 2 acetylen flasker – tre Euro paller og 4.5 m ståltråd 4 med mer
- Krybbe/tralle til oksygen og acetylen (ved samlagring)
- HMS for praktisk gjennomføring
- Digitale video kamera og fotoapparat

## Vedlegg 2: Innsatskort acetylen

### Klasse 2: Gasser

ACETYLEN (UN 1001) - flasker ved brann - 1



**NB!** Avhengig av omstendighetene blir innsatsen forskjellig.  
Nedenfor er vist passiv (A) og aktiv (B) framgangsmåte. **Vurdér!**

### GENERELLE BETRAKTNINGER SOM MÅ GJØRES I BÅDE A, B1 OG B2:

- Pass på luftrom i forhold til risikosone, halvkule 300 m (helikoptre, kraftledninger mm)
- Sikker flaskeidentifikasjon
- Utvasking av masser på skadested (kan endre skadestedsbilde)
- Evakuering tilsier økt risiko (mennesker i det fri)
- Økt flamme intensitet betyr økt trykk og dermed økt risiko
- Ved tilbakeslag (sentrale spaltningssonråder) vil spaltningssonen i flasken få et isolerende lag mot innvendig flaskevegg – vær oppmerksom på varmegjennomgangs treghet (fordampning ved kjøling)
- Unngå eksponering i trykksoner (dører, porter) og flaskens ende retninger (bunn / topp)
- Vær oppmerksom på gass som lekker ut og ikke antenner
- Rikosjettrisiko ( 100 m – 300 m)
- Lys, kikkert (observatør) egnet verneutstyr er anbefalt – **vurder**

### A. PASSIV INNSATS.

- Risikosone opprettes og evakuering iverksettes, ”24 timer, 300 meter”
- Etabler kjøling av flasken fra beskyttet sted
- Slukk ikke eventuelle pilotflammer med mindre de utgjør en større fare enn acetylenflasken i seg selv (oppvarming av tilliggende flasker)
- Kjøøl flasken til den slutter å dampe. Flasken skal forbli våt over hele overflaten

- Fortsett kjøling i intervaller i nye 30 minutter, med kontroller for å se om flasken holder seg fuktig på hele overflaten.
- Observer flasken uten kjøling i 30 minutter, finnes ikke avdampning kan flasken besiktes nøyer for å avdekke eventuelle lekkasjer (såpevann)
- Eksponer mannskaper minst mulig og kortest mulig tid i umiddelbar nærhet av flasken
- Steng eventuelle utette ventiler
- Ved lekkasjer fortsett kjøling i minst 24 timer
- Hvis ikke lekkasjer – flytt flasken til sikkert sted med kjøling (nedsenket i vann) i minst 24 timer
- Avsperring og sikkerhetssone ved nedsenkning minst 50 meter
- Hvis mulig bør aktiv innsats ved hulltaking benyttes (mindre eksponering av personell og kortere innsatstid)
- Alternativt kan acetylen flasken kjøles under evakuering og avventing i 24 timer

## **TEKNISKE UTSTYRSSPESIFIKASJONER FOR B1 og B2:**

- Godstykkelse; bunn 10-13 mm, skulder 6-8 mm og flaskekropp 4 mm
- Anbefalt kaliber: Cal. 308 / 7.62 Nato
- Bruk sporlys kuler for å tenne utstrømmende gass (ved etablerte pilotflammer kan helmantel kuler benyttes)
- Tofot eller annen støtte er anbefalt
- Sikker bakgrunn i forhold til kuler

## **B1. AKTIV INNSATS, SKYTING**

- Risikosone opprettes og evakueres. ”300 meter”
- Opprett kommunikasjon med fagleder orden
- Etabler kjøling av flasken fra beskyttet sted

- Slukk ikke eventuelle pilotflammer med mindre de utgjør en større fare enn acetylenflasken i seg selv (oppvarming av tilliggende flasker)
- Skadestedsleder i samråd med fagleder brann avgjør om skyting skal utføres
- Kompetent skytter avgjør om skudd er gjennomførbart
- Skytter (flaske fokus) må ha assistanse av observatør (fokus på endring i omgivelser)
- Skytter og observatør må etablere seg skjermet mot utkast og trykksoner
- Hvis skudd er mulig, gi beskjed (observatør) når skudd kommer
- Stans kjøling før skudd
- Tre skudd mot flasken anbefales fordelt over flaske kroppen
- Start med skudd fra bunn mot topp, husk på godstykkelse i flaske
- La flasken fakle seg av mens kjølefase igjen etableres
- Start kjøling av omliggende flasker eller annet brennbart, ikke slokk avfakling
- Anbefalt skyteavstand bør ligge i området 50 – 150 meter
- Tilstreb treffpunkt langs flaskens senter linje for å eliminere rikosjetter
- Ved skyting mot acetylen i tralle samlagret med oksygen må det utvises forsiktighet (varmepåvirkning – trykkøkning), søk å ha oksygen flasken bak acetylen ved påskyting (kaliber 308 penetrerer ikke bakvegg på 100 meter)
- Skyt **ikke** mot flaskepakker/ -banker

## **B 2: AKTIV INNSATS, SKYTING INNOMHUS**

Som B 1, med tillegg av understående:

- Ved tunge konstruksjoner (betongbygg) – minimum 500 m<sup>3</sup> for skyting
- Ved lette konstruksjoner – minimum 1 000 m<sup>3</sup> for skyting
- Skaff mest mulig eksplosjonsventilering (åpne dører, vinduer og porter)
- Kun sporlys ammunisjon