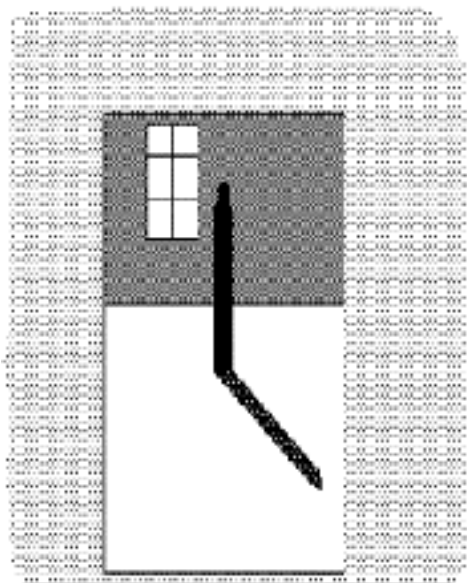


BESKJUTNING AV ACETYLENGAS- FLASKOR INOMHUS

RAPPORT



**RÄDDNINGSS
VERKET**



BESKJUTNING AV ACETYLEN- FLASKOR INOMHUS

R Forsén , S Lamnevik

Maj 1995

SAMMANFATTNING

FOA har av Statens Räddningsverk fått i uppdrag att beräkna effekten av antändning först i andra eller tredje skottet vid beskjutning av acetylentuber inomhus med spårlyssammunion.

En tidsfördröjning av 30 sekunder till antändning har antagits. Detta leder till att ca 0,5 kg acetylen strömmar ut i lokalen och sedan exploderar. Effekten av detta har beräknats för tre alternativ:

	<u>Volym</u>	<u>Ventilationsarea till fri luft</u>
Garage eller mindre verkstad	105 m ³	4 m ²
Medelstor verkstad	500 m ³	8 m ²
Stor verkstad	1750 m ³	16 m ²

Ett garage eller en mindre verkstad kommer att förstöras vid explosionen, oberoende av om byggnaden är utförd i trä eller betong. En medelstor verkstad klarar sig om den är utförd i betong, en stor verkstad klarar sig oberoende av utförande.

Om tidsfördröjningen till antändning kan pressas ned till 15 sekunder kan en medelstor verkstad klara sig oberoende av hur den är utförd.

Beskjutning mot acetylentub inne i garage eller liten verkstad rekommenderas ej.

INNEHÅLL

	Sid
Sammanfattning	2
Innehåll	3
Uppdraget	4
Grunder för gjorda beräkningar	5
Beräknade resultat	7
1. Garage eller mindre verkstad	7
2. Medelstor verkstad	7
3. Stor verkstad	8
Slutsatser	9
Referenser	10

UPPDRAGET

FOA har av Statens Räddningsverk fått i uppdrag att beräkna effekterna av antändning först i andra eller tredje skottet vid beskjutning av 40 liters acetylenkastuber *inomhus* med 7,62 mm spårljuspansarprojektil, SRV beställning nr 8598-01, 1995-03-06. I uppdraget skall beskrivas vad som händer i följande typfall:

1. Garage eller mindre verkstad

Golvarea ca 35 m², takhöjd ca 3 m. Dörröppning 2x2 m, öppen dörr.

2. Medelstor verkstad

Golvarea ca 100 m², takhöjd ca 5 m. Dörröppning 2x2 m, öppen dörr. 4 m² fönster.

3. Stor verkstad

Golvarea ca 250 m², takhöjd ca 7 m. Dörröppning 2x3 m, öppen dörr. 10 m² fönster.

I samtliga tre fall skall tre olika hållfasta utföranden studeras: Träbyggnad/hall-byggnad i plåt, äldre betongbyggnad samt ny betongbyggnad med väl samman-hållen stomme.

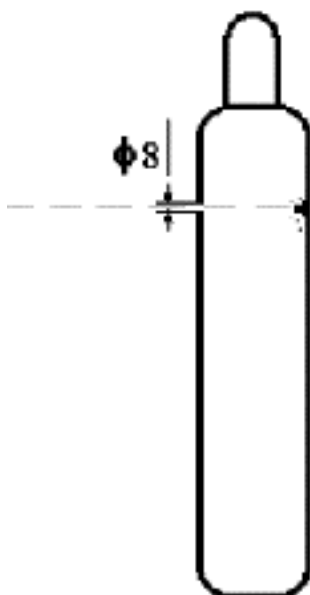
Acetylenkastuber exploderar vid brand och kan ge splitterutkast med räckvidder av ca 300 m. Normalt förfarande vid brand där acetylenkastuber kan finnas är därför att räddningstjänsten vidtar avspärrning av detta riskområde.

Avspärrningsområdets storlek och långvarighet i tiden medför betydande nack-delar. Därför har på senare tid med gott resultat acetylenkastuber utomhus vid hotande brand punkterats med AK4 med spårljuspansarprojektil. Gasen strömmar härvid ut och antänds utan flasksprängning. Förfarandet har medfört att erforderlig avspärrningstid drastiskt kunnat minskas.

Detta uppdrag avser att försöka besvara frågan om det även går att använda metodiken att skjuta hål på acetylenkastuber *inomhus* - utan att byggnaden förstörs - vid en eventuell försenad tändning av utströmmande acetylen.

GRUNDER FÖR GJORDA BERÄKNINGAR

Då en acetylen gasflaska träffas av en 7,62 mm spårlyspansarprojektil vid aktuella beskjutningsavstånd går den igenom en flaskvägg, men inte två. Det uppkomna hålets diameter är ca 8 mm.



En fylld acetylentub har vid rumstemperatur, 20 °C, ett tryck av ca 17 bar enligt uppgift från gasleverantören AGA.

Genom ett hål med diametern 8 mm strömmar vid 17 bars drivtryck ut ca 15 g acetylen per sekund (beräkningar med programmet ALOHA).

Vi antar att gasen strömmar ut med 15 g/s **under 30 s och sedan tänds**. På denna tid bör man med en AK 4 hinna med minst 6 välriktade skott. Det betyder att ca 0,5 kg acetylen strömmat ut. Vi antar vidare att hela denna mängd gas förbränns och att all förbränningsenergi utan förluster får värma upp luften i lokalen.

Förbränningsenergin för acetylen är 50,2 MJ/kg. För luftens specifika värme används ett genomsnittligt värde av 25 J/(mol·grad). Energibalansen för av acetylen avgivet förbränningsvärme och av luften upptaget värme ges då av

$$0,5 \cdot 50,2 \cdot 10^6 = dT \cdot 25 \cdot P \cdot V / (R \cdot T)$$

där P, V och T är tryck, volym och temperatur (K) i lokalen, dT temperaturökningen och R allmänna gaskonstanten, 8,32 J/(mol·grad).

För ett helt slutet rum blir maxtrycket $P_{\max} = P \cdot (T + dT) / T$

Tryckstegringshastigheten $dP/dt = K_g/V^{1/3}$ (Bartknecht 1990)

K_g för acetylen har antagits vara samma som för vätgas, 550 (bar·m)/s (Bartknecht 1990)

Med utgångspunkt från samhörande värden på maxtryck och tryck-stegringshastighet har sedan ett av utströmningsareorna (fönster och dörrar) reducerat tryck beräknats med programmet INVEX.

Beräknat reducerat tryck har sedan för respektive byggnad jämförts med de tre hållfasthetsalternativen:

Byggnadstyp

Skadas/raseras vid

Träbyggnad/hall-byggnad i plåt

10 kPa

Äldre betongbyggnad

20 kPa

Ny betongbyggnad med väl sammanhållen stomme 40 kPa

BERÄKNADE RESULTAT

1. Garage eller mindre verkstad

$$P = 100 \text{ kPa}$$

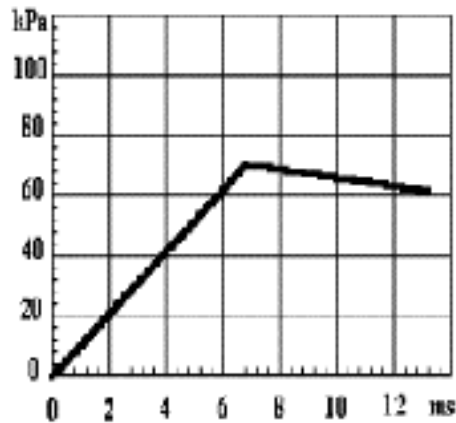
$$V = 105 \text{ m}^3$$

$$T = 293 \text{ K}$$

$$P_{\max} = 80 \text{ kPa}$$

$$dP/dt = 11700 \text{ kPa/s}$$

En avlastningsarea av 4 m^2 ger ett reducerat tryck av **70 kPa**, se Figur 1 nedan.



Figur 1. Tryck/tid-förlopp vid garage, mindre verkstad

Detta innebär att byggnaden förstörs oberoende av hur den är byggd, volymen är för liten, avlastningsarean också för liten.

2. Medelstor verkstad

$$P = 100 \text{ kPa}$$

$$V = 500 \text{ m}^3$$

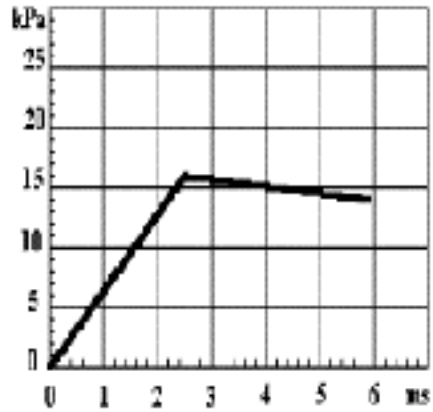
$$T = 293 \text{ K}$$

$$P_{\max} = 17 \text{ kPa}$$

$$dP/dt = 6930 \text{ kPa/s}$$

En avlastningsarea av 8 m^2 ger ett reducerat tryck av **16 kPa**, se Figur 2, nästa sida

Detta innebär att en byggnad i äldre eller nyare betong skulle klara sig, däremot ej en i trä eller plåt.



Figur 2. Tryck/tid-förlopp vid medelstor verkstad

3. Stor verkstad

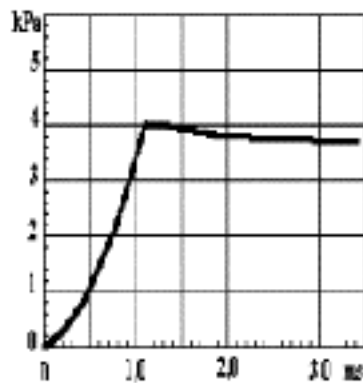
$$P = 100 \text{ kPa}$$

$$V = 1750 \text{ m}^3 \quad T = 293 \text{ K}$$

$$P_{\text{max}} = 5 \text{ kPa}$$

$$dP/dt = 4560 \text{ kPa/s}$$

En avlastningsarea av 16 m^2 ger ett reducerat tryck av **4 kPa**, se Figur 3 nedan. **Det innebär att en stor verkstad skulle klara sig vid alla utförandealternativ.**



Figur 3. Tryck/tid-förlopp vid stor verkstad

SLUTSATSER

Utförda beräkningar tyder på att det skulle gå att beskjuta acetylenflaskor inomhus vid en hotande brand förutsatt att

Byggnaden/lokalen är stor och har högt till tak

Stor fri öppning till det fria är anordnad

Byggnaden är utförd i betong

Byggnadens storlek är den viktigaste faktorn. Vid mindre byggnader får avlastningsytans storlek en allt större betydelse.

Kan man säkerställa att tiden till tändning minskas från här antagna 30 sekunder till hälften, bör det gå att klara även en medelstor verkstadslokal oavsett utförandealternativ.

Vid små lokaler av typen garage eller mindre verkstad bör man avstå från beskjutning av acetylenflaskor.

REFERENSER

W Bartknecht: Explosionen, Ablauf und Schutzmassnahmen. Springer-verlag Berlin, 1978

Handbook of Chemistry and Physics, 51st Edition, Chemical Rubber Company, Cleveland, OHIO, 1970

ALOHA 5.0, (US Dept of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration)

Forsén, R. (1987). Innesluten explosion II. Belastningsförlopp och verkan på byggnadselement. FOA rapport C 20655-2.6.

**STATENS
RÄDDNINGSVÄRK**

Karclinen
651 83 Karlstad
Tel 054-10 40 00

Beställningsnr R64-112/95
Tel 054-10 42 86, fax 054-10 42 10