



Redovisning av studieuppdrag: Utvärdering av skadeverkan från fyrverkerieffekter

REINE ADOLFSSON, LENITA BLOM, MATS JONSSON,
LARS-GÖRAN HELLGREN OCH DENNIS MENNING

Reine Adolfsson, Lenita Blom, Mats Jonsson,
Lars-Göran Hellgren och Dennis Menning

Redovisning av studieuppdrag: Utvärdering av skadeverkan från fyrverkerieffekter

Titel	Redovisning av studieuppdrag: Utvärdering av skadeverkan från fyrverkerieffekter
Title	Presentation of study: Evaluation of damage effects caused by fireworks
Rapportnr/Report no	FOI-R--3801--SE
Månad/Month	December 2013
Utgivningsår/Year	2013
Antal sidor/Pages	19 p
ISSN	1650-1942
Kund/Customer	MSB
Forskningsområde	11. Vapen, Skydd och säkerhet
FoT-område	Vapen och skydd
Projektnr/Project no	E26598
Godkänd av/Approved by	Torgny Carlsson
Ansvarig avdelning	Försvars- och säkerhetssystem

Detta verk är skyddat enligt lagen (1960:729) om upphovsrätt till litterära och konstnärliga verk. All form av kopiering, översättning eller bearbetning utan medgivande är förbjuden.

This work is protected under the Act on Copyright in Literary and Artistic Works (SFS 1960:729). Any form of reproduction, translation or modification without permission is prohibited.

Sammanfattning

Rapporten redovisar skadeverkan från fyrverkerieffekter - fyrverkeriraketer och stjärn-/rörbomber, på grislår med ben. Försök med raketer med explosivämnesnettovikt både över och under 75 gram visade på skadeverkan på grislår, där penetration av grishud och skada i underliggande vävnad konstaterades. Stjärn-/bombrör med 49 mm diameter visade på skadeverkan på grislår med penetration av grishud och skada i underliggande vävnad, på ett avstånd av 50 cm.

Nyckelord:

Fyrverkerieffekter, fyrverkeriraket, stjärnbomb, rörbomb.

Summary

The report presents the damage effects caused by different types of fireworks, rockets and star/thunder bombs, on pig legs (including bones). Firework rocket trials performed, with net explosive weight above and below 75 grams, showed damage effects on pig legs, where penetration of pig skin and damage in underlying tissue was observed. Trials performed with a star/thunder bomb, 49 mm in diameter and at a 50 cm standoff distance, showed damage effect on pig legs, with penetration of pig skin and underlying tissue damage.

Keywords: Fireworks, firework rocket, star bomb, thunder bomb.

Innehållsförteckning

1	Inledning	6
1.1	Bakgrund	6
2	Genomförda försök	7
2.1	Försöksuppställning	7
2.2	Resultat och diskussion	9
3	Slutsatser	14
4	Referenser	15
5	Bilagor	16

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Under nyårsafton år 2011 träffades en 13-årig pojke av en fyrverkeriraket i låret, varvid den resulterande skadan blev så allvarlig att benet var tvunget att amputeras.

Försök genomfördes vid årsskiftet 2012/2013 i utredningssyfte, tillsammans med Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), för att fastställa vilken typ av raket som kunde ha varit orsaken till denna skada [1, 2].

Vid dessa försök sköts raket med 91 grams explosivämnesnettovikt¹ på vajer för att styra den mot målet som var bakdel med ben från gris. Resultatet var mycket likt skadan som pojken ådrog sig i olyckan. Det uppstod då diskussioner om skadan med penetrering blev värre eftersom raketen var styrd av vajern och inte hade någon möjlighet att avvika från målet vid träff.

Beslut togs då att göra försök med samma typ av raket, som styrdes mot målet i ett rör, men som istället fick flyga fritt den sista metern före träff. Samtidigt fanns ett behov av att utreda skadeverkan för raketer med en explosivämnesnettovikt < 75 gram, då 75 gram kommer att utgöra framtida gräns i Sverige för fyrverkeriraketer som får saluföras till allmänheten [2], samt för vissa andra fyrverkerieffekter.

Rapporten utgör en redovisning av två genomförda försök med raketer innehållandes en explosivämnesnettovikt ≥ 75 gram, samt ett flertal försök med raketer < 75 gram explosivämnesnettovikt och med stjärn-/bombrör med en kaliber upp till 49 mm.

¹ Benämns på engelska *Net Explosive Quantity* (NEQ), eller *Net Explosive Content* (NEC), alternativt *Net Explosive Weight* (NEW). I Sverige förekommer även benämningen "Q-vikt".

2 Genomförda försök

2.1 Försökuppställning

Försöken utfördes på FOI, Försvars- och säkerhetssystem (Grindsjön), skjutplats 42, tillsammans med personal från Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB). Försöken utfördes enligt ett fastställt provschema (se Bilaga 1). Samtliga försök dokumenterades utförligt med foto och film (se Bilaga 2).

En rörbana som bestod av 4-tums plaströr med en total längd av 24 meter sattes upp, för flyktbana för raketer i försöken (Figur 1). Den sista metern av raketernas flyktväg i försöken var inte styrd, det vill säga skedde fritt i luft.



Figur 1. Försökuppställning för raketförsök i rörbana.

Raketernas hastigheter i rörbanan mättes med kortslutningsgivare i form av kopparbryttrådar, kopplade till oscilloskop. Bryttrådarna var placerade i plaströret på bestämda avstånd: 3,5, 7,0, 10,5, 14,0 och 17,5 meter från startpunkten.

Raketernas hastigheter den sista metern av flyktvägen mättes med hjälp av höghastighetsfilmning, där en kontrastbakgrund ställts upp för en förbättrad bedömning av tillryggalagd sträcka för raketerna (Figur 2). Grislår med ben användes för att avgöra penetration och följdskador.



Figur 2. Målområde med grislår och mätbräda i bakgrunden före skott.

Vidare utfördes försök med så kallade stjärn-/bombrör med ≤ 49 mm i diameter för att utreda skadeverkan av träff mot grislår. Bombrörets mynning placerades 50 cm från målet och avfyrades. Hastighetsbestämning utfördes separat med hjälp av en kontrastbakgrund och höghastighetsfilmning för en sträcka på 2 meter.

Utöver försök med fyrverkeriraketer och stjärn-/bombrör på nära avstånd, genomfördes avståndsförsök med stjärn-/bombrör ≤ 49 mm diameter, där pjäsen placerades på ett träunderlag, riktat mot en 0,8 mm aluminiumplåt, stöttad med bakomliggande cellplast. Aluminiumplåten var placerad på ett avstånd av 20 meter från pjäsen (Figur 3).



Figur 3. Försökupställning, fyrverkerieffekt mot aluminiumplåt.

2.2 Resultat och diskussion

Försök genomfördes med raket av samma typ (explosivämnesnettovikt: 91 g, bruttovikt: 332 g) som vid genomförda vajerförsök 2012/13 (Figur 4) [1]. Resultatet påvisade liknande skada som vid tidigare genomförda försök: djup penetrering av grislåret och omfattande muskelvävnads- och skelettskada (Figur 5).



Figur 4. Försöksraket med explosivämnesnettovikt: 91 g. Bruttovikt: 332 g.



Figur 5. Målområde (vänster) och grislår (höger) efter träff.

Försök utfördes med en mängd olika raketer i varierande viktklasser och av olika märken. Detta för att fastställa om penetration av grislår uppstår även för träff av raketer med explosivämnesnettovikt < 75 gram.

Försöken inleddes med en raket med explosivämnesnettovikt på 48 gram och en bruttovikt på 83 gram. Raketen studsade bort från målet och exploderade på marken. Penetration genom grislårets hud och muskelvävnad skedde med ett djup av 4,5 cm (Figur 6).



Figur 6. Sårskada av raket med en explosivämnesnettovikt på 48 g.

Försök med raket där explosivämnesnettovikten uppgick till 19,5 g och bruttovikten till 31 g visade inte på någon penetration av grislår (Figur 7).



Figur 7. Raketen studsade bort från målet och exploderade på marken. Ingen synlig sårskada.

Försök med raket med en explosivämnesnettovikt på 38 g och en bruttovikt på 84 g visade däremot penetration av grislår och vävnad (Figur 8).



Figur 8. Sårskada av raket med en explosivämnesnettovikt på 38 g och en bruttovikt på 84 g. Penetration genom hud och vävnad med 5 cm. Raketen fastnade i grislåret.

Försök med raket med en explosivämnesnettovikt på 71,6 g och en bruttovikt på 183 g visade på penetration av grislår och vävnad och även i detta fall fastnade raketen i grislåret (Figur 9).



Figur 9. Sårskada av raket med en explosivämnesnettovikt på 71,6 g och en bruttovikt på 183 g.

Utförda hastighetsmätningar under fyrverkeriraketförsöken (Bilaga 3, Tabell 2) visade på en liten skillnad i medelhastighet, 30-39 m/s (108-140 km/h), mellan olika rakettyper och storlekar. En större variation erhöles istället för utgångshastigheten hos desamma: 26-45 m/s (94-162 km/h).

Resultat från försök med stjärn-/bombrör med 49 mm diameter (explosivämnesnettovikt: 45 g, stjärn-/bombklotets bruttovikt: 50 g) mot grislår från 50 cm avstånd visade på en 7 cm djup penetration genom grishud och muskelvävnad (Figur 10).



Figur 10. Skadeverkan av stjärn-/bombrör med 49 mm diameter, på 50 cm avstånd. Effekten fastnade i målet och exploderade där

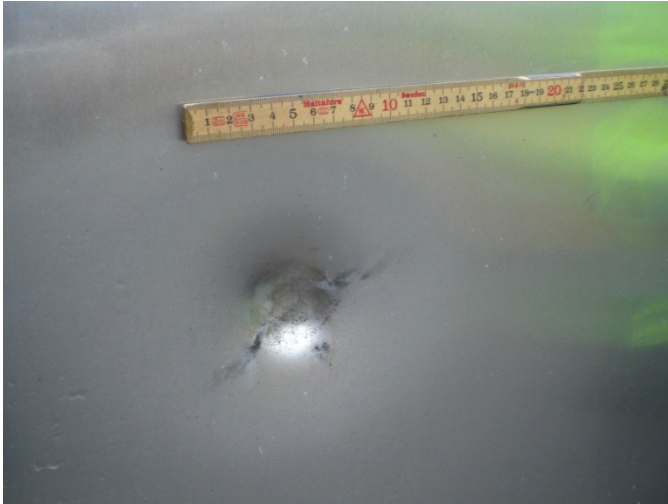
Medelhastigheten på stjärn-/bombklotet beräknades på en sträcka av 2 meter till 58 m/s.

Försök med stjärn-/bombrör med 36 mm diameter och explosivämnesnettovikt på 30 g på 50 cm avstånd resulterade inte i penetration eller vävnadsskada (Figur 11).



Figur 11. Försök med stjärn-/bombrör med 36 mm diameter, på 50 cm avstånd, visandes ingen penetration eller vävnadsskada på grislår efter träff.

Resultat från genomförda avståndsförsök på 20 meters avstånd med stjärn-/bombrör med 49 mm respektive 36 mm diameter (explosivämnesnettovikt: 45 g respektive 30 g) visade på liten eller obetydlig skadeverkan (Figur 12 och Figur 13).



Figur 12. Träff av stjärn-/bombkula med 49 mm diameter i 0,8 mm aluminiumplåt på 20 m avstånd. Tydligt märke i plåt.



Figur 13. Resultat vid träff av stjärn-/bombkula med 36 mm diameter i 0,8 mm aluminiumplåt på 20 m avstånd. Otydlig träff i plåt, ingen skada.

3 Slutsatser

Försök som genomfördes med fyrverkeriraket med explosivämnesnettovikt på 91 g för att säkerställa att vajern inte hade någon påverkan vid anslag, visade att även friflygande raket orsakade samma typ av penetration och vävnads-/skelettskada som försök genomförda 2012/13.

Resultat för genomförda försök visar att allvarliga skador kan uppstå för fyrverkeriraketer även med en explosivämnesnettovikt < 75 g.

Försök med stjärn-/bombrör visar stora skillnader i skadeverkan beroende på kaliber och typ. Ytterligare försök krävs för att kunna dra säkrare slutsatser om samband mellan kaliber, explosivämnesnettovikt, avstånd och skadeverkan.

4 Referenser

- [1] P. Krumlinde, "FOI-RH--1270--SE. Redovisning av resultat från studier inom området explosivämnessäkerhet, år 2012," Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI), Tumba, 2012.
- [2] S. Nie, M. Ekberg och R. Adolfsson, "Injury Potential from Rockets: Investigation of A Severe Injury by A Firework Rocket," i *14th International Symposium on Fireworks, October 14-18*, Changsha, China, 2013.

5 Bilagor

1. Provschema
2. Filmmaterial (DVD-R)
3. Sammanställning av bryttider och hastigheter för raketer: genomförda försök i rörbana

Bilaga 1. Provschema

Tabell 1. Provschema för fyrverkerieffekter, utfört 2013-11-06--2013-11-07.

Skott ²	Fyrverkerieffekt	Explosivämnes- nettovikt (g)	Kaliber (mm)	Bruttovikt (g)
1	Raket	48	-	83
2	Raket	180	-	394
3	Raket	19,5	-	31
4	Raket	30	-	62
5	Raket	38	-	84
6	Raket	71,6	-	183
7	Raket	71,6	-	183
8	Raket	48	-	83
9	Raket	38	-	84
10	Stjärn-/rörbomb	45	49	-
11	Stjärn-/rörbomb	30	36	-
12	Stjärn-/rörbomb	10	22	-
13	Stjärn-/rörbomb	10	22	-
14	Stjärn-/rörbomb	28	48	-
15	Stjärn-/rörbomb	45	49	-
16	Stjärn-/rörbomb	45	49	-
17	Stjärn-/rörbomb	45	49	-
18	Stjärn-/rörbomb	45	49	-
19	Stjärn-/rörbomb	30	36	-
20	Raket	91	-	332
21	Raket	24	-	75

² Filmmaterial, se Bilaga 2 (DVD-R).

Bilaga 2. Filmmaterial (DVD-R)

Bilaga 3. Sammanställning av bryttider och hastigheter för raketer: genomförda försök i rörbana

Tabell 2. Resultat från hastighetsmätningar genomförda 2013-11-06, vid skjutplats 42, under fyrverkeriutredningen.

			Fyrverkeriutredning						2013-11-06
Skjutplats: 42									
	Tid 1	Tid 2	Tid 3	Tid 4	Tid 5	Tid 6	Medelh.	Utg.hast	Fyrverkerieffekt
	S	S	s	s	s	s	m/s	m/s	NEC ³ /bruttovikt
Test 1	X	0	x	0,184	0,276	0,373	38	36	Raket. 48 g/ 83 g
Test 2	0	0,141	x	0,320	0,403	0,490	36	40	Raket. 180 g/ 394 g
Test 3	X	X	0	x	0,234	x	30	-	Raket. 19,5 g/ 31 g
Test 4	X	0	x	0,187	x	x	37	-	Raket. 30 g/62 g
Test 5	0	X	0,235	x	x	0,497	35	40	Raket. 38 g/ 84 g
Test 6	0	0,122	0,210	0,287	0,362	0,444	39	43	Raket. 71,6 g/ 184 g
Test 7	0	0,122	0,213	0,293	0,368	0,446	39	45	Raket. 71,6 g/ 184 g
Test 8	0	0,089	X	x	0,407	0,544	32	26	Raket. 48 g/ 83 g
Test 9	X	0	0,094	0,188	0,284	0,382	37	36	Raket. 38 g/ 84 g
	0m	3,5m	7,0m	10,5m	14,0m	17,5m			

(Kommentar: x markerar ingen registrering, 0 markerar start.)

³ Net Explosive Content. Explosivämnesnettovikt.

FOI är en huvudsakligen uppdragsfinansierad myndighet under Försvarsdepartementet. Kärnverksamheten är forskning, metod- och teknikutveckling till nytta för försvar och säkerhet. Organisationen har cirka 1000 anställda varav ungefär 800 är forskare. Detta gör organisationen till Sveriges största forskningsinstitut. FOI ger kunderna tillgång till ledande expertis inom ett stort antal tillämpningsområden såsom säkerhetspolitiska studier och analyser inom försvar och säkerhet, bedömning av olika typer av hot, system för ledning och hantering av kriser, skydd mot och hantering av farliga ämnen, IT-säkerhet och nya sensorers möjligheter.



FOI
Totalförsvarets forskningsinstitut
164 90 Stockholm

Tel: 08-55 50 30 00
Fax: 08-55 50 31 00

www.foi.se