

dr inż. Wiesław STĘPNIAK
mgr inż. Przemysław SIDELNIK
mgr inż. Bartosz KOZERA
mgr inż. Mikołaj BOGAJCZYK
Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia

WYBRANE ASPEKTY BALISTYKI KOŃCOWEJ NOWYCH TYPÓW AMUNICJI PISTOLETOWEJ

Streszczenie: Artykuł opisuje badania zachowania się pocisków amunicji pistoletowej w ośrodku imitującym ciało ludzkie, żelatynie balistycznej. W ramach badań porównana została amunicja pistoletowa kalibrów 7,62x25 mm (pocisk FMJS i PS), 9x19 mm (ACTION 4, FMJ, AP) oraz małokalibrowa amunicja pistoletowa 4,6x30 mm (Action, FMJ DM-21) i 5,7x28 mm (SS195LF, SS197SR, SS190). W ramach badań blok żelatynowy osłaniany był kamizelką kuloodporną klasy K2 wg. PN-V-87000:2011, oraz osłonami wykonanymi z kompozytu aramidowego. Zachowanie się pocisku w żelatynie było rejestrowane kamerą do zdjęć szybkich Phantom v7.3, a analiza i obliczenia zostały przeprowadzone za pomocą oprogramowania TEMA Motion.

Słowa kluczowe: amunicja pistoletowa, balistyka końcowa, żelatyna balistyczna

CHOSEN ASPECTS OF TERMINAL BALLISTICS FOR NEW TYPES OF PISTOL AMMUNITION

Abstract: Article describes behavior of pistol ammunition bullets in ballistic gel, which imitates human body. Tests includes comparison of standard caliber pistol ammunition 7,62x25 mm (FMJ steel jacket and PS – mild steel core), 9x19 mm (ACTION 4, FMJ, AP – brass monoblock) and small caliber pistol ammunition 4,6x30 mm (ACTION, FMJ DM-21) and 5,7x28 mm (SS195LF, SS197SR, SS190 duty round). During tests ballistic block was protected by flexible armours: ballistic vest (protection level K2 according to PN-V-87000:2011) and different sets of aramide composite. Behaviour of bullet in ballistic gel was captured by high speed camera Phantom v7.3. Calculations and analysis was made with TEMA motion software.

Keywords: pistol ammunition, terminal ballistics, ballistic gel

1. Wstęp

Od połowy lat 80-tych XX wieku zauważalne jest dążenie w służbach mundurowych do zastąpienia tradycyjnej amunicji pistoletowej (9 mm, 7,62 mm) nowoczesną amunicją pistoletową. Wynika to z niewystarczających parametrów balistycznych amunicji tradycyjnej w stosunku do potrzeb pola walki (wojsko) czy służby patrolowej (policja). Główne parametry które powinny ulec poprawie to: zasięg skuteczny, charakterystyki rozrzutu pocisków, przebijalność czy „stopping power” wyrażana przez głębokość penetracji w ciele i wielkość chwilowej

jamy postrzałowej. Dodatkowo, w przypadku działań policji, coraz częściej przestępcy wyposażeni są w lekkie osłony balistyczne, w postaci kamizełek kuloodpornych, które zabezpieczają ich przed niemal każdym typem pocisków używanym przez funkcjonariuszy.

Nowoczesna małokalibrowa (kaliber poniżej 6 mm) amunicja pistoletowa posiada znacznie lepsze parametry balistyczne w stosunku do amunicji tradycyjnej. Ze względu na zakres badań, w niniejszym artykule przedstawione zostaną jedynie wyniki badań porównawczych przebijalności, wielkości jamy postrzałowej oraz głębokości penetracji w ciele. Wyniki badań porównawczych balistyki zewnętrznej przedstawione zostaną w oddzielnej publikacji.

W ramach badań zostały porównane następujące typy amunicji:

- 4,6x30 mm z pociskiem ACTION, Fot. 1a;
- 4,6x30 mm z pociskiem DM21 (FMJ), Fot. 1b;
- 5,7x28 mm z pociskiem SS195LF, Fot. 1c;
- 5,7x28 mm z pociskiem SS197SR, Fot. 1d;
- 5,7x28 mm z pociskiem SS190, Fot. 1e;
- 7,62x25 mm z pociskiem FMJS (klasa K2 wg. PN-V-87000:2011), Fot. 1f;
- 7,62x25 mm z pociskiem PS (klasa 2 wg. GOST-R-50744), Fot. 1g;
- 9x19 mm z pociskiem ACTION 4, Fot. 1h;
- 9x19 mm z pociskiem FMJ (klasa K1 wg. PN-V-87000:2011), Fot. 1i;
- 9x19 mm z pociskiem AP (mosiężny pocisk monoblokowy platerowany), Fot. 1j.



Fot. 1. Pociski wykorzystane podczas badań (opis odnośników w tekście)

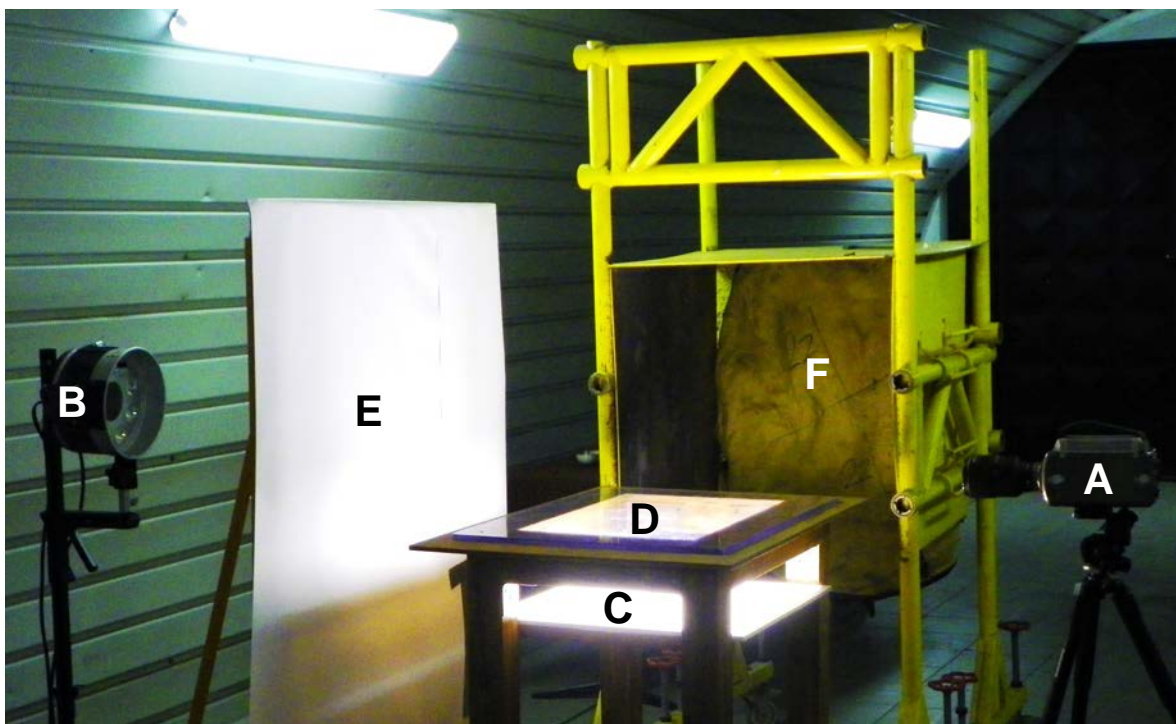
Badania zostały wykonane w ramach realizacji projektów badawczych „Nowoczesna, trudnopalna i ergonomiczna kamizelka balistyczna skrytego noszenia. VEST” oraz „Wypracowanie nowoczesnej, trudnopalnej kamizelki z kompozytów włóknistych i polietylenowych z zastosowaniem pełnych 3D płyt twardych z uwzględnieniem ochrony przed nowoczesnymi pociskami pola walki. HARD-VEST” finansowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

2. Przygotowanie badań

Ze względu na brak możliwości rejestracji toru pocisku w rzeczywistej tkance zastosowany został jej substytut w postaci żelatyny balistycznej. Została ona wykonana jako 10% roztwór masowy żelatyny wieprzowej i wody o temperaturze 60 °C. Roztwór po mechanicz-

nym wymieszaniu i stężeniu został ponownie podgrzany do temperatury około 30 °C. Ponowne rozpuszczenie miało na celu spowodowanie pełnego odgazowania żelatyny, a co za tym idzie maksymalnej przenikalności światła. Ostatecznie roztwór został rozlany do form o wymiarach 550x300x300 mm i pozostawiony do całkowitego stężenia przez 24 h.

Do przeprowadzenia rejestracji i wykonania obliczeń wykorzystane zostały kamera do zdjęć szybkich Vision Research Phantom v7.3 (Fot. 2) oraz oprogramowanie Image Systems TEMA Motion. Podczas analizy jam postrzałowych będą porównywane ich maksymalne przekroje poprzeczne, co wynika z ograniczonych możliwości oprogramowania TEMA.



Fot. 2. Stanowisko do badania zachowania się pocisków w bloku żelatynowym. A – Kamera do zdjęć szybkich, B – oświetlenie żarowe, C – oświetlenie LED, D – przezroczysty blat do ustawiania bloku żelatynowego, E – dyfuzor, F – kulochwyt.

W celu uzyskania jednolitego oświetlenia ośrodka, jakim jest żelatyna balistyczna, wykonane zostało specjalne stanowisko laboratoryjne umożliwiające oświetlenie bloku żelatynowego od dołu światłem rozproszonym z panelu LED oraz w osi kamery lampami żarowymi poprzez dyfuzor w postaci białego brystolu. Stanowisko było oddalone od wylotu lufy broni o 5 m.

3. Wyniki badań amunicji

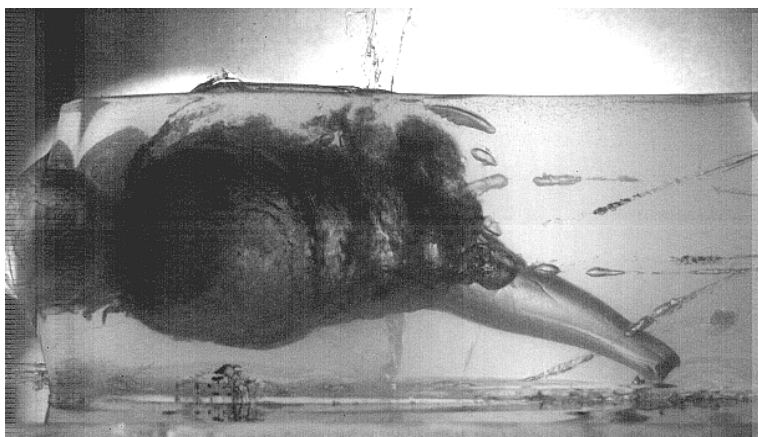
Ze względu na dużą różnorodność kalibrów podczas badań, strzelania odbywały się z wykorzystaniem jednostek broni danego kalibru, a nie luf balistycznych. Użyte zostały: 4,6x30 mm pistolet maszynowy H&K MP7A1, 5,7x28 mm pistolet FN Five-sevenN, 7,62x25 mm pistolet TT oraz 9x19 mm pistolet Walther PPQ.

Podczas badań wykorzystane zostały następujące osłony balistyczne:

- kamizelka kuloodporna klasy K2 wg PN-V-87000:2011;
- kompozyt aramidowy 1- KA1;
- kompozyt aramidowy 3- KA3 (3 warstwy KA1)
- kompozyt aramidowy 4- KA4 (4 warstwy KA1)

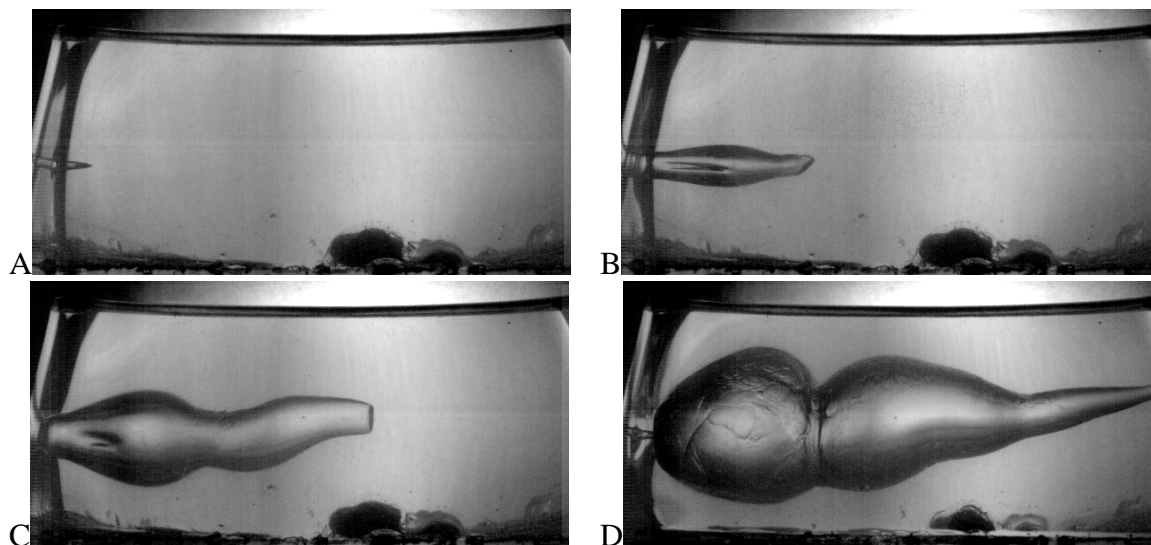
- brak osłony.

Jako pierwsze zostały przeprowadzone strzelania do nieosłoniętego bloku żelatyny balistycznej. Na ich podstawie stwierdzono, że tradycyjna amunicja pełnopłaszczowa (7,62 mm i 9 mm) penetruje blok żelatyny tracąc niewielką część energii kinetycznej. Z kolei 9 mm pocisk ACTION 4 po trafieniu w blok deformuje się i traci całą energię kinetyczną przed opuszczeniem żelatyny (Fot. 3). W tym wypadku głębokość penetracji wynosi około 400 mm. Należy również zauważyć, że pocisk podczas przemieszczania się w ośrodku odchyła się o około 30° od początkowego toru lotu.



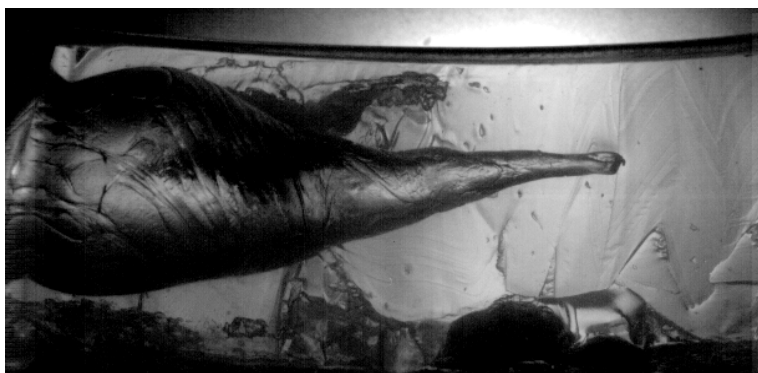
Fot. 3 Chwilowa jama postrzałowa po trafieniu żelatyny pociskiem 9 mm ACTION 4

Po wniknięciu w ośrodek o niskiej gęstości zachowanie się amunicji małokalibrowej jest zdecydowanie odmienne od zachowania się amunicji większych kalibrów. O ile energia kinetyczna pocisków pełnopłaszczowych (4,6 mm DM-21, 5,7 mm SS190) jest wystarczająca do przebicia całego bloku żelatynowego, to pociski te opuszczają go „bokiem”. Wynika to z utracenia przez pocisk stabilizacji obrotowej w ośrodku gęstszym od powietrza, a w efekcie w momencie trafienia pocisk obraca się o 90° w stosunku do toru ruchu (Fot. 4). Pomimo opisanego zjawiska pocisk nadal obraca się z dużą prędkością wokół własnej osi, co można było każdorazowo zaobserwować na pociskach, które opuściły przeszkodę, ponieważ wirowały one jeszcze przez około pół minuty stojąc na wierzchołku.



Fot. 4 Kolejne etapy powstawania chwilowej jamy postrzałowej po trafieniu nieosłoniętego bloku żelatyny pociskiem 4,6 mm DM-21

Pociski amunicji płytkopenetrującej (4,6 mm Action, 5,7 mm SS195LF i SS197SR) nie opuszczały bloku żelatynowego, wytracając całą swoją energię kinetyczną. W przypadku tych pocisków spowodowane było to deformacją („grzybkowaniem”) jak i destabilizacją („koziółkowaniem”) pocisków (Fot. 5).

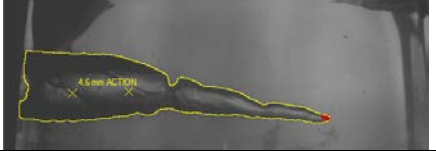



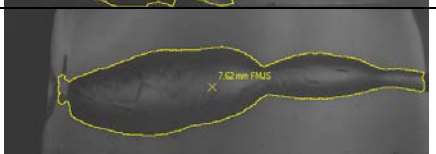


Fot. 5 Chwilowa jama postrzałowa i zdeformowany pocisk 4,6 mm ACTION

Kolejnym etapem badań było ostrzelanie bloku żelatynowego osłoniętego kamizelką kuloodporną „miękką”. Zgodnie z informacją producenta kamizelka zatrzymała pociski 9 mm FMJ i 7,62 mm FMJS, a także „słabszy” (mniej penetrujący) od wymienionych pocisk 9 mm ACTION 4. Odporność balistyczna kamizelki była również wystarczająca aby zatrzymać pocisk 5,7 mm SS197SR.

Przebiecie kamizelki stwierdzono podczas ostrzału pozostałymi pociskami, a wyniki analizy jamy postrzałowej i ich wizualizacja zostały przedstawione w Tabeli 1.


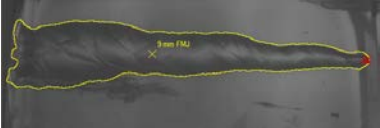
Tabela 1. Zestawienie maksymalnego pola przekroju chwilowej jamy postrzałowej i głębokości penetracji żelatyny osłoniętej kamizelką kuloodporną klasy K2 wg. PN-V-87000:2011.

Lp.	Amunicja	Maksymalne pole przekroju jamy postrzałowej [cm ²]	Głębokość penetracji [mm]	Obrys maksymalnej chwilowej jamy postrzałowej
1	4,6 mm ACTION	152,7	404	
2	4,6 mm DM-21	202,2	> 550	
3	5,7 mm SS195LF	60,2	214	
4	5,7 mm SS190	128,5	255	
5	7,62 mm PS	237,5	> 550	

Przedstawione wyniki pokazują, że największą jamę postrzałową wygenerował pocisk 7,62 mm PS. Należy również zauważyć, że przejście przez kamizelkę nie zdestabilizowało tego pocisku, co wskazuje na „duży zapas” zdolności penetracji. Na podstawie obserwacji zachowania się pocisków małokalibrowych po przebicium osłony można stwierdzić, że amunicja 4,6 mm ma największy, z pośród nich, zapas energii. Wynika to zarówno z wielkości jamy postrzałowej jak i głębokości penetracji.

W kolejnym etapie ostrzelana została osłona KA1. Badanie rozpoczęto od amunicji 9x19 mm. Ponieważ stwierdzono przebicie zarówno dla pocisków FMJ jak i ACTION 4, dalszych badań tej osłony nie przeprowadzono. Wyniki analizy i ich wizualizacja zostały przedstawione w Tabeli 2.



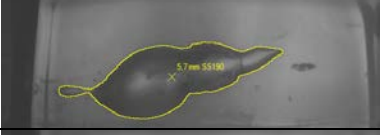

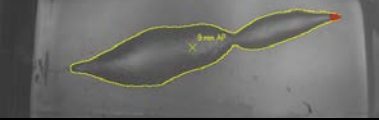
Tabela 2. Zestawienie maksymalnego pola przekroju chwilowej jamy postrzałowej i głębokości penetracji żelatyny osłoniętej kompozytem aramidowym KA1.

Lp.	Amunicja	Maksymalne pole przekroju jamy postrzałowej [cm ²]	Głębokość penetracji [mm]	Obrys maksymalnej chwilowej jamy postrzałowej
1	9 mm ACTION 4	217,7	> 550	
2	9 mm FMJ	237,2	> 550	

W ramach dalszych badań żelatyna została osłonięta płytą KA3. W tym wypadku przebicia nie stwierdzono dla pocisków 9 mm ACTION 4 i FMJ oraz 5,7 mm SS195LF i SS197SR.

Wyniki analizy i ich wizualizacja zostały przedstawione w Tabeli 3


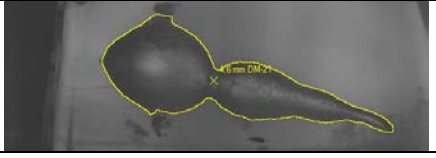
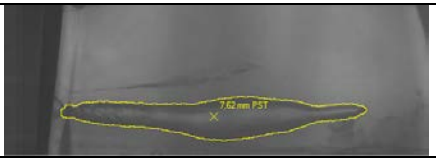
Tabela 3. Zestawienie maksymalnego pola przekroju chwilowej jamy postrzałowej i głębokości penetracji żelatyny osłoniętej kompozytem aramidowym KA3.

Lp.	Amunicja	Maksymalne pole przekroju jamy postrzałowej [cm ²]	Głębokość penetracji [mm]	Obrys maksymalnej chwilowej jamy postrzałowej
1	4,6 mm ACTION	129,3	310	
2	4,6 mm DM-21	165,8	> 550	
3	5,7 mm SS190	133,7	307	
4	7,62 mm FMJS	156,0	> 550	
5	9 mm AP	135,8	> 550	

Powyższe wyniki wykazują, że wielkość jamy postrzałowej generowanej przez pociski 9 mm AP, 5,7 mm SS190 i 4,6 mm ACTION jest w tym wypadku porównywalna. Również głębokość penetracji dla wymienionych pocisków małokalibrowych jest porównywalna. Wyższymi parametrami wykazał się tradycyjny pocisk 7,62 mm FMJS oraz małokalibrowy 4,6 mm DM-21, ze względu na największe chwilowe jamy postrzałowe oraz fakt zachowania energii niezbędnej do opuszczenia bloku żelatyny.

Ostatnim etapem badań było ostrzelanie bloku żelatynowego osłoniętego płytą KA4. Wyniki badania zostały przedstawione w Tabeli 4.

Tabela 4. Zestawienie maksymalnego pola przekroju chwilowej jamy postrzałowej i głębokości penetracji żelatyny osłoniętej kompozytem aramidowym KA4.

Lp.	Amunicja	Maksymalne pole przekroju jamy postrzałowej [cm ²]	Głębokość penetracji [mm]	Obrys maksymalnej chwilowej jamy postrzałowej
1	4,6 mm ACTION	35,5	208	
2	4,6 mm DM-21	176,1	382	
3	5,7 mm SS190	125,7	253	
4	7,62 mm PS	103,5	> 550	
5	9 mm AP	128,8	> 550	

Z zastosowanych pocisków jedynie 7,62 mm FMJS nie zdołał przebić osłony. Parametry osiągnięte przez pociski 4,6 mm DM-21 i 5,7 mm SS190 są porównywalne. Również pociski o zwiększonej przebijalności kalibrów 7,62 mm i 9 mm osiągnęły zbliżone do siebie wyniki.

4. Wnioski

Po przeprowadzeniu badań oraz analizie otrzymanych wyników wyciągnięte zostały następujące wnioski:

- 1) Pociski podstawowe małokalibrowej amunicji pistoletowej (4,6x30 mm DM-21 i 5,7x28 mm SS190) charakteryzują się porównywalnymi charakterystykami przebijalności osłon balistycznych miękkich w porównaniu do pistoletowej amunicji o zwiększonej przebijalności tradycyjnych kalibrów (9x19 mm AP i 7,62x25 mm PS).
- 2) Zdolność penetracji osłon miękkich przez amunicję 5,7x28 mm SS190 jest zbliżona do zdolności penetracji amunicji 4,6x30 mm ACTION.
- 3) Najwyższymi parametrami przebijalności i jednocześnie wielkości chwilowej jamy postrzałowej charakteryzowała się amunicja 4,6x30 mm DM-21.
- 4) Praca jest wstępem do badań małokalibrowej amunicji pistoletowej, w ramach której zostaną przeprowadzone dalsze testy zdolności penetracji osłon miękkich, twardych, oraz zachowania się pocisku w różnych ośrodkach (żelatyna, parafina, tkanka kostna, woda).