

Wojciech Furmanek
Józef Gacek
Ryszard Woźniak
Wojskowa Akademia Techniczna

POLSKA ĆWICZEBNA AMUNICJA STRZELECKA (OR) — KONSTRUKCJA I WYNIKI BADAŃ

STRESZCZENIE

W maju 2007 roku pozytywnie zakończono badania kwalifikacyjne rodziny amunicji ćwiczebnej o ograniczonej zdolności do rykoszetowania (OR) w pięciu kalibrach (9x18 mm, 9x19 mm, 7,62x39 mm, 7,62x51 mm i 7,62x54R mm). W artykule przedstawiono konstrukcję oraz wyniki wybranych badań amunicji OR, która będzie wykorzystywana w procesie szkolenia żołnierzy wszystkich rodzajów sił zbrojnych, w tym Marynarki Wojennej RP.

Słowa kluczowe:

amunicja ćwiczebna, szkolenie strzeleckie, balistyka zewnętrzna.

WSTĘP

Utrzymanie wysokiej sprawności bojowej wojsk wymaga między innymi przeprowadzenia podstawowego szkolenia strzeleckiego i ciągłego podtrzymywania zdobytych w czasie jego trwania nawyków. Proces indywidualnego szkolenia strzeleckiego oraz taktycznego zgrywania pododdziałów powinien umożliwiać żołnierzom i funkcjonariuszom różnych służb państwowych oswojenie się ze zjawiskiem strzału, jego przebiegiem oraz upodabniać szkolenie do rzeczywistych warunków bojowych. Muszą się w nim znaleźć również elementy szkolenia specjalistycznego (np. strzelania przeciwlotnicze, sytuacyjne, wartownicze itp.) [7]. Aby taki trening był skuteczny, musi odbywać się często i powinien być przeprowadzany na odpowiednio do tego przygotowanych strzelnicach lub placach ćwiczeń. Należy tu wyraźnie podkreślić, że trening strzelecki niezbędny jest we wszystkich formacjach wojskowych i w zdecydowanej większości formacji paramilitarnych.

W ostatnich latach, w skali całego Wojska Polskiego, w sposób drastyczny uwidoczniły się coraz poważniejsze ograniczenia nakładane na proces szkolenia strzeleckiego żołnierzy. Wiąże się to z wykorzystywaniem podczas treningu amunicji bojowej charakteryzującej się zdolnością rażenia różnego typu celów nawet w znacznej odległości od obiektów strzelnicy w ramach tzw. strefy niebezpiecznej i strefy zagrożenia. Należy nadmienić, że w ciągu kilkunastu ostatnich lat nastąpiła znacząca migracja terenów zurbanizowanych w kierunku obiektów wojskowych, a zwłaszcza strzelnic garnizonowych położonych na obrzeżach miast, stwarzając tym samym potencjalne zagrożenie dla osób i mienia. Przyjęte rozwiązania legislacyjne [8], [9] skutkują koniecznością wyznaczenia stref bezpieczeństwa o dużych wymiarach, co wiąże się z ponoszeniem znacznych wydatków finansowych lub przejawia zamykaniem obiektów strzelniczych. O skali problemu świadczy fakt, że w 2006 roku na 197 strzelnic garnizonowych 110 obiektów (56%) wymagało kosztownej modernizacji, a 65 (33%) przeznaczono do likwidacji z uwagi na duży zakres koniecznych do wykonania prac.

Podjęcie się opracowania ćwiczebnej amunicji strzeleckiej wynikało z aktualnych potrzeb Sił Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej, które są zainteresowane pilnym wdrożeniem do wojsk amunicji o ograniczonej strefie rażenia. Może ona znaleźć też zastosowanie w broni służbowej w działaniach patrolowych, patrolowo-interwencyjnych i operacyjnych.

ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE ĆWICZEBNEJ AMUNICJI STRZELECKIEJ OR

Opracowana wspólnie przez Instytut Elektromechaniki Wojskowej Akademii Technicznej i Zakłady Metalowe „Mesko” S.A. amunicja ćwiczebna przeznaczona jest do stosowania na strzelnicach niemających wyznaczonych stref bezpieczeństwa lub mających ograniczone strefy bezpieczeństwa [4], [5], a także do użytku ogólnego, szczególnie tam, gdzie wymagane jest stosowanie amunicji o zmniejszonej (w porównaniu z obecnie używaną amunicją bojową) przebijałości pokryć oraz zdolności rykoszetowania i oddziaływania na kolejny cel po zrykoszetowaniu na przegrodzie. Wszystko to jednak winno występować dla określonych zasięgów, przy zachowaniu wymaganej skuteczności działania pocisku na tarczę i cel nieosłonięty. Istota proponowanych rozwiązań sprowadzała się do takiego dobrania parametrów konstrukcyjno-balistycznych amunicji, by zachowywała ona pewien zakres zdolności rażenia na terenie placu ćwiczeń (strzelnicy) i jednocześnie była bezpieczna poza

jego obszarem. Warunkiem koniecznym było tu także zapewnienie dla określonych donośności pocisków (podyktowanych przyjętą metodyką szkolenia [7] oraz rodzajem broni i amunicji) porównywalności torów lotu pocisków ćwiczebnych i bojowych.

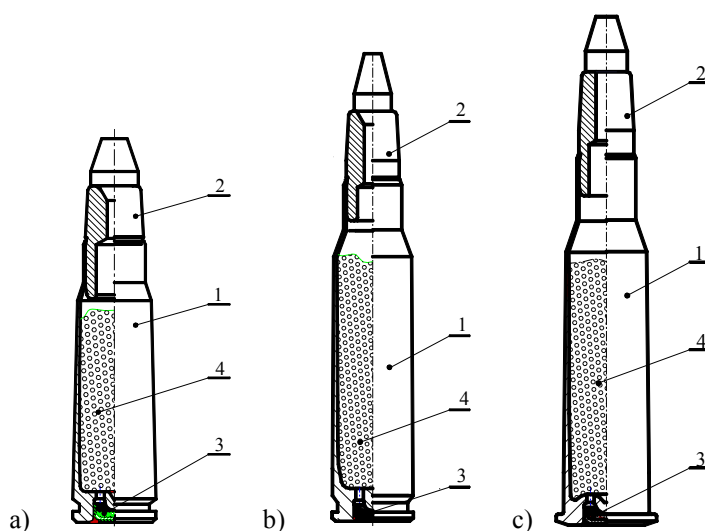
W przypadku ćwiczebnej amunicji pośredniej i karabinowej, bazując na charakterystykach amunicji bojowej, należało opracować takie naboje, które cechowałyby się ponad trzykrotnie mniejszą energią kinetyczną na odległości równej długości strzelnicy (300 m) i ponad dwukrotnie mniejszym zasięgiem maksymalnym [10]. Wszystko to przy zachowaniu wymaganej celności i skupienia (tabela 1.).

Tabela 1. Wybrane wymagania wobec amunicji ćwiczebnej kalibru 7,62 mm [10]

Badana cecha amunicji	Nabój 7,62x39 mm	Nabój 7,62x51 mm	Nabój 7,62x54R mm
Masa pocisku	≤ 6,0 [g]	≤ 7,0 [g]	≤ 7,0 [g]
Największe maksymalne ciśnienie gazów prochowych przy 293 K (20 °C) p_{\max} max w [MPa]	≤ 300	≤ 365	≤ 304
Średnie skupienie R_{50} pocisków z serii strzałów dla lufy balistycznej na odległości 300 m	≤ 90 [mm]	≤ 120 [mm]	≤ 120 [mm]
Różnica w położeniu średniego punktu trafień amunicji ćwiczebnej w stosunku do amunicji bojowej na odległości 100 m	≤ 80 [mm]	≤ 80 [mm]	≤ 80 [mm]
Energia kinetyczna pocisku na 300 m	≤ 250 [J]	≤ 550 [J]	≤ 550 [J]
Odległość, na jakiej pocisk ćwiczebny powinien zachować celność przy strzelaniu z wykorzystaniem standardowych przyrządów celowniczych	300 [m]	300 [m]	300 [m]

Przeprowadzone modelowania i badania strzelaniem [2], [3], [6] wykazały, że najlepsze charakterystyki prezentują pociski dwuczęściowe, składające się ze stopniowanego, drążonego mosiężnego płaszczka i odlewanego plastikowego rdzenia (rys. 1.). Zastosowanie takiej konstrukcji pozwala uzyskać optymalny stosunek masowych momentów bezwładności w pociskach i korzystne położenie środka masy względem jego środka parcia. Przy zaproponowanej konstrukcji i technologii pociski amunicji kalibru 7,62 mm spełniają wszystkie wymagania przedstawione w założeniach taktyczno-technicznych (ZTT) [10]. Niewielkie różnice w masach i konstrukcji pomiędzy poszczególnymi wzorami naboju (długość tulejki płaszczka, średnice wydrążenia, kształt części wierzchołkowej) wynikają z różnych skoków bruzd luf, różnych ciśnień maksymalnych i innych sposobów zasilania.

Zastosowane w pociskach kalibru 7,62 mm takie rozłożenie masy powoduje ich duże „przesztywnienie” na torze lotu, co w warunkach strzelań na strzelnicach garnizonowych zapewnia im dobre skupienie. Używając takiej amunicji do strzelań stromotorowych (np. strzelając ponad przesłonami), możemy jednak na wierzchołkowej torze uzyskać na tyle duży kąt nutacji, że doprowadzi on do zakłócenia procesu stabilizacji pocisku, a w konsekwencji do jego koziółkowania. Dla amunicji przeznaczonej tylko do strzelań na strzelnicach jest to okoliczność o tyle korzystna, że dodatkowo redukuje wielkość strefy niebezpiecznego oddziaływania pocisku wystrzelonego w przypadku świadomego naruszenia zasad strzelania lub niezachowania warunków bezpieczeństwa na tego typu obiektach.



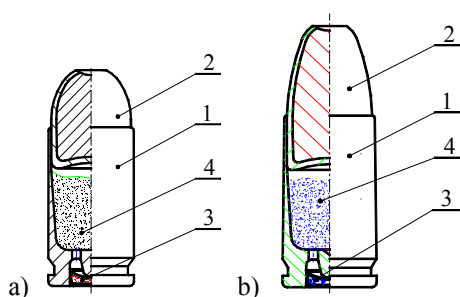
Rys. 1. Naboje (pośredni i karabinowe) z pociskami ćwiczebnymi (OR):
 a) 7,62x39 mm wz. 1943 r., b) 7,62x51 mm NATO, c) 7,62x54R mm Mosin;
 1 — łuska, 2 — pocisk, 3 — spłonka zapalająca, 4 — ładunek miotający

Symulacje i badania na obiektach rzeczywistych przeprowadzone dla amunicji pistoletowej [1] wskazały, że rozwiązaniem konstrukcyjnym, spełniającym wymagania zawarte w ZTT, będzie pocisk półpłaszczowy, bazujący w zasadniczej części na kształcie pocisku bojowego. W mosiężny grubościenny półpłaszcz wprasowany został aluminiowy rdzeń (rys. 2.), który zajmując ponad 2,5 razy większą objętość niż płaszcz, zawiera poniżej 30% masy pocisku. Rozłożenie masy na zewnętrznej części pocisku przy dużej prędkości wylotowej ułatwia jego stabilizację na torze lotu (większa prędkość obrotowa pocisku ćwiczebnego niż bojowego).

W wierzchołku pocisku zastosowano płytkie wgłębienie, którego technologiczne pochodzenie (wyrównanie zarysu wierzchołka pocisku oraz doprasowanie rdzenia w płaszczu) sprzyjało zwiększeniu oporu czołowego i tym samym zmniejszeniu zasięgu maksymalnego. Profil zbliżony do pocisku etatowego powinien umożliwić właściwe dosyłanie naboju do komory nabojojowej i nie powinien powodować zacięć w pracy automatyki broni. Jego modyfikacja polegała również na zastosowaniu czołowej powierzchni oporowej, dzięki której szybciej następuje wytracanie prędkości na torze lotu. Wykorzystanie pocisku półpłaszczowego jest spowodowane jego korzystnym, z punktu widzenia amunicji ćwiczebnej, zachowaniem się po kontakcie z przegradą.

Dzięki „rozwinieciu” rdzenia zwiększa się czołowa powierzchnia pocisku mająca wpływ na wielkość współczynnika balistycznego. Również przesunięcie środka masy pocisku półpłaszczowego w kierunku jego dna wpływa korzystnie na zachowanie się pocisku po kontakcie z przegradą. Duża prędkość obrotowa (w porównaniu do pocisku bojowego) umożliwia uzyskanie na tyle dużego momentu żyroskopowego, że podczas lotu niezakłóconego pocisk zachowuje się stabilnie, ale po uderzeniu w cel szybko traci stabilizację i w niewielkiej odległości od miejsca uderzenia upada na ziemię. Związane jest to ze zwiększeniem ramienia działania wypadkowej sił aerodynamicznych, dzięki czemu łatwiej taki pocisk wytrącić z położenia równowagi dynamicznej.

Z uwagi na to, że opracowane pociski po uderzeniu w niektóre przegrody mogą nie ulegać zniszczeniu, należało zmniejszyć ich masę (tabela 2.). Wpłynęło to na skrócenie zasięgu maksymalnego i zmniejszenie rozmiaru strefy niebezpiecznego oddziaływania.



Rys. 2. Naboje pistoletowe z pociskami ćwiczebnymi (OR):

a) 9x18 mm Makarow, b) 9x19 mm Parabellum;

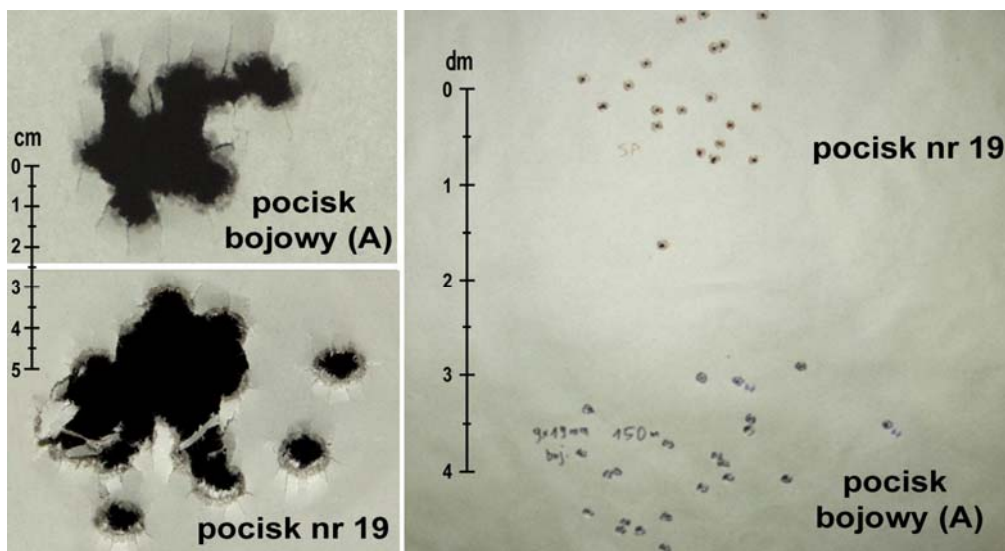
1 — łuska, 2 — pocisk ćwiczebny, 3 — spłonka zapalająca, 4 — ładunek miotający

Tabela 2. Wybrane wymagania wobec 9 mm ćwiczebnej amunicji pistoletowej [10]

Badana cecha amunicji	Nabój 9x18 mm	Nabój 9x19 mm
Masa pocisku	$\leq 4,5$ [g]	$\leq 6,0$ [g]
Największe maksymalne ciśnienie gazów prochowych przy 293 K (20 °C) p_{\max} max	≤ 137 [MPa]	≤ 260 [MPa]
Skupienie R_{50} pocisków z serii strzałów dla lufy balistycznej na odległości 25 m	≤ 40 [mm]	≤ 30 [mm]
Różnica w położeniu średniego punktu trafień amunicji ćwiczebnej w stosunku do amunicji bojowej na odległości 25 m	≤ 30 [mm]	≤ 30 [mm]
Zdolność penetracyjna pocisku na odległości 25 m	przebicie tarczy i niespenetrowanie ustawionej 50 cm za nią 2,5 mm płyty z miękkiej stali	przebicie tarczy i niespenetrowanie ustawionej 50 cm za nią 3,0 mm płyty z miękkiej stali
Broń kontrolna do przeprowadzenia strzelań	P-64, P-83, PM-63	WIST-94, PM-84P Glauberyt
Odległość, na jakiej pocisk ćwiczebny powinien zachować celność przy strzelaniu z wykorzystaniem standardowych przyrządów celowniczych	pistolet — 50 m pistolet maszynowy — 100 m	pistolet — 50 m pistolet maszynowy — 150 m

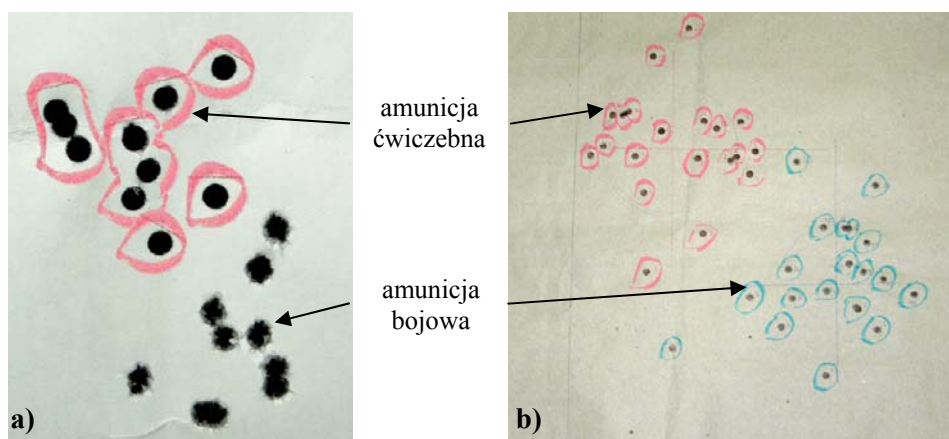
BADANIA ĆWICZEBNEJ AMUNICJI STRZELECKIEJ OR

Istotnymi i najłatwiejszymi do sprawdzenia parametrami opracowanej amunicji ćwiczebnej były odległości (różnice w położeniu) pomiędzy średnimi punktami trafień (ŚPT) amunicji bojowej i ćwiczebnej dla naboju tego samego wzoru. Cykl przeprowadzonych badań strzelaniem wykazał, że uzyskane wartości mieszczą się w granicach wyznaczonych przez ZTT. O ile dla amunicji kalibru 7,62 mm na maksymalnej wymaganej odległości strzelania (300 m) różnica w położeniu ŚPT była stosunkowo niewielka (maksymalnie dwadzieścia kilka centymetrów), o tyle dla amunicji pistoletowej na mniejszej odległości (150 m) miała ona wartość blisko dwukrotnie większą. Jednak na krótszym dystansie różnica ta sprowadza się tylko do przewyższenia względem toru lotu pocisku bojowego (rys. 3.), podczas gdy dla amunicji pośredniej i karabinowej na dystansie 300 m dochodzi jeszcze odchylenie pocisku na osi rzędnych, będące wynikiem innej derywacji pocisku ćwiczebnego i bojowego (rys. 4.).



Rys. 3. Wyniki badania skupienia i różnicy średnich punktów trafień dla pocisków amunicji 9x19 mm Parabellum (różna skala):
po lewej — na odległości 25 m, po prawej — na dystansie 150 m

Zaprojektowane naboje poddano szczegółowym badaniom balistycznym, które miały na celu wyznaczenie spadków prędkości pocisku na torze lotu i oszacowanie ich maksymalnego zasięgu. W badaniach wykorzystano między innymi radiolokacyjny zestaw balistyczny DR5000, który pozwalał na śledzenie zmian parametrów ruchu pocisków od wylotu z lufy do chwili upadku na ziemię.



Rys. 4. Wyniki badań strzelaniem amunicją kalibru 7,62x54R mm na odległości:
a) 100 m, b) 300 m

Przeprowadzone badania pozwoliły wyznaczyć podstawowe charakterystyki użytkowe zaprojektowanej amunicji ćwiczebnej. Porównując uzyskane w nich dane z wynikami cechującymi amunicję bojową i ćwiczebną zagranicznych producentów [3], można stwierdzić, że opracowana amunicja, zapewniając nieco większe zasięgi maksymalne, umożliwia prowadzenie strzelań z wymaganą celnością na znacznie większych odległościach.

Tabela 3. Wybrane wyniki badań ćwiczebnej amunicji strzeleckiej

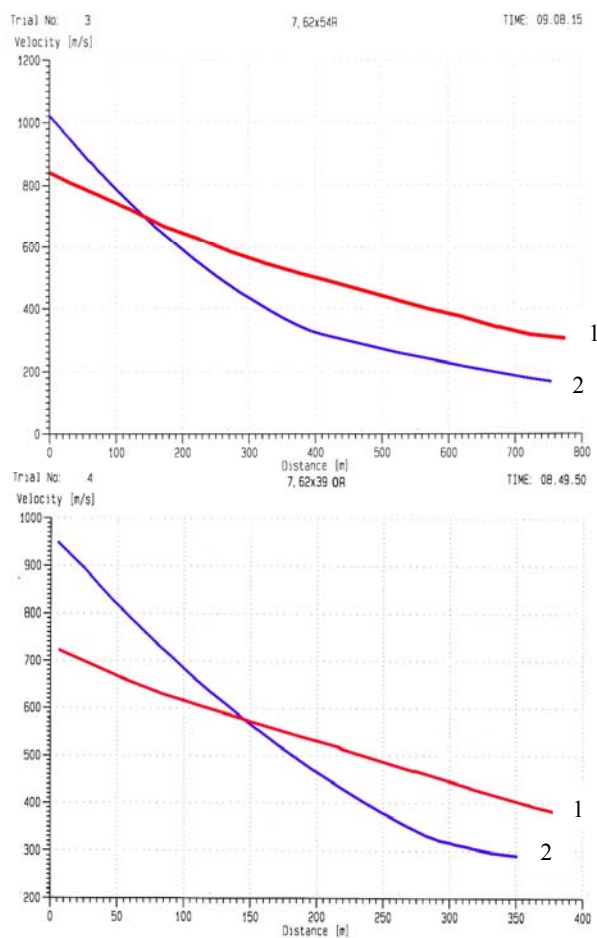
Nabój	9x18 mm Makarow	9x19 mm Parabellum	7,62x39 mm wz. 43	7,62x51 mm NATO	7,62x54R mm Mosin
Masa pocisku [g]	3,50	4,40	5,10	5,50	5,65
V_0 śr. [m/s]					
V_{10} śr. [m/s]	400	545	–	–	–
V_{25} śr. [m/s]	–	–	820	980	970
$V_{\text{uderzenia}}$ śr. [m/s]					
Różnice SPT na 25 m w [mm]	22	22	–	–	–
na 100 m w [mm]	–	–	52	78	48
E_{10} [J]	280	640	–	–	–
E_{25} [J]	–	–	1755	2615	2495
E_{300} [J]	60	80	212	490	475
$E_{\text{na zasięgu max}}$ [J]	6	9	10	12	10
Skupienie R_{50} w [mm] na 25 m	16	14	–	–	–
w [mm] na 300 m	–	–	87	88	91
Kąt rzutu dla maks. zasięgu [°]	32° 00'	36° 00'	33° 00'	25° 30'	25° 00'
Zasięg maks. [m]	950	1220	1580	1530	1595

Jednocześnie wielkość strefy potencjalnego upadku pocisków ćwiczebnych jest istotnie mniejsza od takiej strefy dla amunicji bojowej. Śledzenie pocisków w sposób ciągły umożliwia wyznaczenie ich prędkości na poszczególnych odcinkach toru lotu (rys. 5.), dzięki czemu można oszacować wielkość ich ewentualnego energetycznego oddziaływania na cel.

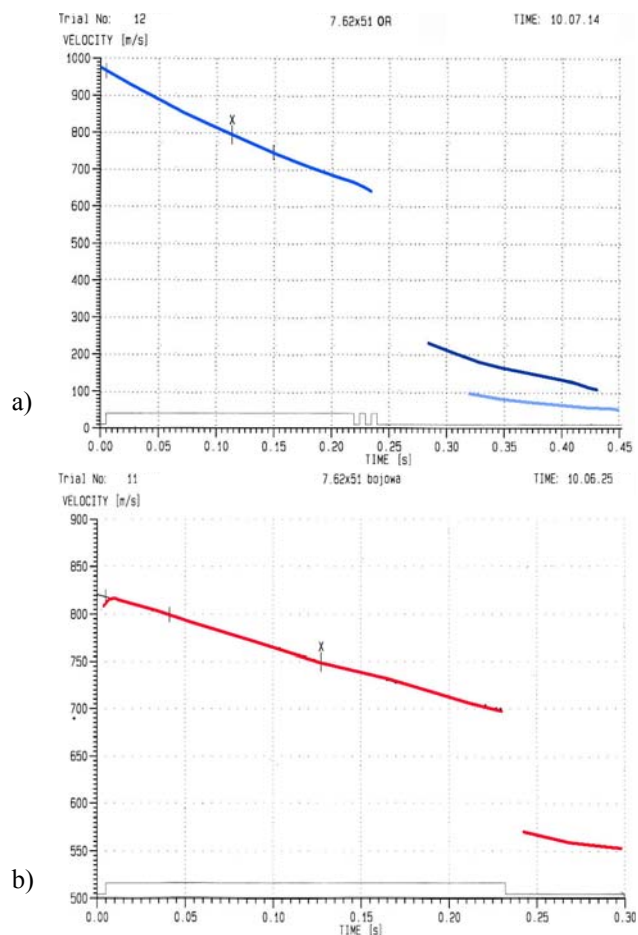
W porównywalnych warunkach strzelania (jednakowy grunt, zbliżona odległość i kąt uderzenia) większymi prędkościami po odbiciu będą dysponowały pociski bojowe (rys. 6b) niż ich odpowiedniki ćwiczebne (rys. 6a). Wynika to z większej energii przy rykoszecie i tym samym większej zdolności do penetracji przegrody. Również opływowy kształt pocisku bojowego nie sprzyja wytracaniu energii przy uderzeniu. To właśnie konstrukcja pocisku ćwiczebnego powoduje większe opory ruchu w ośrodku, większe straty na tarcie i podgrzanie gruntu. W konsekwencji lżejszy i szybciej

wytracający prędkość pocisk ćwiczebny po odbiciu od gruntu uzyskuje mniejsze prędkości (rys. 6a *versus* rys. 6b), a odpowiednie dobrane jego charakterystyki masowo-bezwładnościowe i aerodynamiczne przyczyniają się do utraty stabilizacji oraz szybkiego upadku na ziemię. Bazując na wynikach przeprowadzonych badań, stwierdzono, że po rykoszecie (na określonych odległościach) pociski bojowe kalibru 7,62 mm dysponują wielokrotnie większą energią niż te z amunicji ćwiczebnej.

Przeprowadzone badania wykazały, że podczas strzelania amunicją ćwiczebną kalibru 7,62 mm, nawet przy małych kątach uderzenia w przegrodę, następowało każdorazowe niszczenie pocisku. Dotyczyło to również strzelania do przegród o niskich charakterystykach wytrzymałościowych, na przykład do zagęszczonego grawitacyjnie gruntu (rys. 6a).



Rys. 5. Zmiana prędkości pocisków (1 — bojowy, 2 — ćwiczebny) naboju kalibru 7,62x54R mm (u góry) i 7,62x39 mm (na dole) w funkcji drogi



Rys. 6. Zmiana prędkości kalibru 7,62x51 mm po rykoszecie od gruntu:
 a) pocisk ćwiczebny (odległość rykoszetowania ~ 195 m, kąt uderzenia ~ 0,7°),
 b) pocisk bojowy (odległość rykoszetowania ~ 175 m, kąt uderzenia ~ 0,9°)

WNIOSKI

Jak wynika z badań własnych kluczem do poprawy bezpieczeństwa wokół strzelnic garnizonowych jest wprowadzenie do szkolenia strzeleckiego na tych obiektach amunicji ćwiczebnej. Zbadane i zaprezentowane w pracy rzeczywiste charakterystyki zaprojektowanej ćwiczebnej amunicji strzeleckiej dają przesłanki do znaczącego zmniejszenia wielkości stref zagrożenia wokół strzelnic. Wynika to z faktu, że zarówno dla niezakłóconych torów lotu, jak i dla rykoszetów amunicji ćwiczebnej

uzyskuje się znacznie mniejsze zasięgi maksymalne pocisków. Przy zapewnieniu wymaganego bezpieczeństwa wokół strzelnicy można będzie prowadzić, na istniejących obecnie strzelnicach, pełne szkolenie strzeleckie z broni maszynowej przy wielkości promienia strefy zagrożenia około 1650 m.

Zaobserwowana korzystna cecha pocisków ćwiczebnych, polegająca na znacznie większej utracie energii kinetycznej przy rykoszecie niż ma to miejsce w analogicznych warunkach w przypadku amunicji bojowej, wskazuje na dodatkowe pole manewru w tej dziedzinie. Przy niewielkich modyfikacjach można dodatkowo zmniejszyć promień strefy zagrożenia do 1200 metrów — wobec dotychczas stosowanych dla amunicji bojowej 5100 m.

W wyniku realizacji pracy udało się skonstruować amunicję ćwiczebną o oryginalnych charakterystykach użytkowych, czego dowodem są cztery złożone do Urzędu Patentowego RP zgłoszenia patentowe.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Furmanek W., Gacek J., Kijewski J., Sroka A., *Analiza charakterystyk balistycznych ćwiczebnej amunicji pistoletowej na przykładzie naboju kalibru 9x19 mm Parabellum*, V Międzynarodowa Konferencja Uzbrojeniowa „Naukowe aspekty techniki uzbrojenia”, Waplewo 2004.
- [2] Furmanek W., Gacek J., Kijewski J., Sroka A., *Badania balistyczne ćwiczebnej amunicji karabinowej i pośredniej na przykładzie naboju 7,62x51 mm*, „Naukowe aspekty techniki uzbrojenia”, Waplewo 2004.
- [3] Gacek J., Furmanek W., Kijewski J., Woźniak R., *Results of works on Polish Training ammunition for small arms*, Vadecka Konferencja „Logistika 2003”, Liptovsky Mikulas 2003.
- [4] Gacek J., *Strefy bezpieczeństwa strzelnic garnizonowych*, WAT, Warszawa 1998.
- [5] Olejniczak E., Stępnia W., *Wybrane zagadnienia dotyczące badań strefy bezpieczeństwa na strzelnicach z wykorzystaniem dopplerowskiego zestawu balistycznego*, I Ogólnopolskie Seminarium „Problematyka techniczno-prawna realizacji i eksploatacji strzelnic w Polsce”, Warszawa 1999.
- [6] *Opracowanie i wdrożenie do produkcji amunicji strzeleckiej o ograniczonym rykoszetowaniu kalibru: 9x19 mm, 9x18 mm, 7,62x39 mm, 7,62x51 mm i 7,62x54 mm*, sprawozdanie końcowe z PBC 013, WAT, Warszawa 2007.

- [7] *Program strzelań z broni strzeleckiej*, MON 2005.
- [8] *Rozkaz Dowódcy Wojsk Lądowych Nr 29 z dnia 11.02.2002 r. w sprawie zapewnienia warunków bezpieczeństwa strzelnic garnizonowych podczas strzelań amunicją bojową.*
- [9] *Rozporządzenie Ministra Obrony Narodowej z dnia 4.10.2001 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać strzelnice garnizonowe oraz ich usytuowanie*, DzU 2001, nr 132, poz. 1479.
- [10] *Założenia taktyczno-techniczne na naboje strzeleckie o ograniczonym rykoszietowaniu*, DPZ MON, Warszawa 2003.

POLISH PRACTICE SMALL ARMS AMMUNITION — STRUCTURE AND INVESTIGATION RESULTS

ABSTRACT

In 2007 completed were qualification investigations of domestic production practice ammunition of reduced ricocheting in 5 calibers (9x18 mm, 9x19 mm, 7.62x39 mm, 7.62x51 mm and 7.62x54R mm). The paper presents the structure and the investigation results of the ammunition which will be used in the process of training all the military personnel, including the naval personnel.

Keywords:

practice ammunition, small arms fire training, external ballistics.

Recenzent kmdr dr hab. inż. Lesław Kyzioł, prof. AMW