

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

BADANIA AMUNICJI WYKORZYSTYWANEJ W BRONI WYBOROWEJ ZNAJDUJĄCEJ SIĘ NA WYPOSAŻENIU JEDNOSTEK PODLEGLYCH MON I MSWiA

Streszczenie: Artykuł przedstawia wyniki badań porównawczych amunicji stosowanej w broni wyborowej znajdującej się na wyposażeniu jednostek podległych Ministerstwu Spraw Wewnętrznych i Administracji oraz Ministerstwu Obrony Narodowej. Porównanie uwzględnia amunicję 7,62x51 mm z pociskiem NATO Ball, 7,62x54R mm z pociskiem ŁPS, .338 Lapua Magnum z pociskami SCENAR 250 gr i SCENAR 300 gr oraz 12,7x99 mm z pociskiem NATO Ball. Porównanie obejmuje analizę balistyki wewnętrznej, zewnętrznej i skupienia pocisków.

TESTS OF SNIPING AMMUNITION, FOR WEAPONS USED IN UNITS SUBORDINATE TO MINISTRY OF DEFENCE AND MINISTRY OF INTERNAL AFFAIRS

Abstract: Article presents comparison test results of ammunition used in sniping rifles that are used in units belonging to Polish Ministry of Defence and Ministry of Internal Affairs. Comparison includes ammunition: 7,62x51 mm with NATO Ball bullet, 7,62x54R mm with soft steel core bullet, .338 Lapua Magnum with SCENAR 250 gr and SCENAR 300 gr bullets and 12,7x99 mm with NATO Ball bullet. Characteristics comparison includes internal ballistics, external ballistics and accuracy.

1. Wstęp

Amunicja stosowana do strzelania wyborowego należy do bardzo wyspecjalizowanej „rodziny” naboju. Charakteryzują się one kształtem i konstrukcją pocisku zapewniającymi większy zasięg skuteczny, niż przewidziany dla amunicji podstawowej tego samego kalibru. Dodatkowo podczas produkcji stosuje się zawężoną tolerancję wykonania pocisku, oraz dokładniejszą naważkę prochu, dzięki czemu zmniejsza się rozrzut prędkości wylotowej pocisku, a zwiększa skupienie pocisków w celu.

W stosowanych dotychczas konstrukcjach takich jak 7,62x51 mm i 7,62x54R mm amunicja wyborowa była jedną z wielu występujących w całej gamie naboju danego kalibru. Jednak w ostatnich latach zauważalny jest trend projektowania nowych kalibrów amunicji przeznaczonej wyłącznie do broni wyborowej. Dwa najbardziej znane rodzaje amunicji tego typu to .338 Lapua Magnum (8,6x70 mm) i .408 CheyTac.

Poniższy artykuł ma na celu porównanie parametrów amunicji wyborowej dostępnej i używanej przez jednostki podległe MSWiA i MON.

1.1 Amunicja 7,62x51 mm (.308 Winchester)

Amunicja 7,62x51 mm (.308 Winchester) powstała w latach pięćdziesiątych ubiegłego wieku. Jest to kompromis pomiędzy amerykańskim nabojem .30-06 Springfield (7,62x63 mm), a brytyjskim 7,7x56R mm (.303 British). Amunicja 7,62x51 mm była wykorzystywana w NATO do zasilania broni szturmowej przed wprowadzeniem amunicji pośredniej kalibru 5,56x45 mm.



Rys. 1. Nabój 7,62x51 mm

Łuska .308 Winchester powstała na bazie łuski .30-06 Springfield poprzez skrócenie łuski. Otrzymano w ten sposób łuskę z niewystającą kryzą o kształcie butelkowym i długości 51 mm. Pociski wykorzystywane w wojsku mają wierzchołek o kształcie ostrołukowym. Najbardziej rozpowszechnione w wojsku są pociski BALL (płaszcz miedziany, rdzeń ołowiany, masa 9,6 g, Rysunek 1), przeciwpancerne (AP), przeciwpancerne o zwiększonej przebijałości (APWC) i smugowe (T).

Do broni wyborowej wykorzystywana jest amunicja FMJ o oznaczeniu M118 i masie 11,37 g lub Scenar (FMJHP) o masie 12 g. W jednostkach Wojska Polskiego do strzelania wyborowego używany jest jednak najczęściej pocisk podstawowy.

Amunicja 7,62x51 mm jest aktualnie standardową amunicją karabinową wykorzystywaną w Pakcie Północnoatlantyckim.

1.2 Amunicja 7,62x54R mm

Amunicja 7,62x54R mm jest jedną z najstarszych, będących nadal w użyciu, amunicji na świecie. Została zaprojektowana i wprowadzona do użytku w 1891 roku.



Rys. 2. Nabój 7,62x54R mm

Wykorzystywana była do zasilania broni osobistej do momentu wprowadzenia amunicji pośredniej kalibru 7,62x39 mm. Obecnie amunicję 7,62x54R mm stosuje się niemal wyłącznie w karabinach maszynowych oraz karabinach wyborowych. Nabój składa się przede z łuski o butelkowym kształcie z wystającą kryzą oraz pocisku o ostrołukowym wierzchołku. Pociski wykorzystywane w tej amunicji to między innymi: podstawowy - ŁPS (z rdzeniem ze stali miękkiej, Rysunek 2), B-32 (przeciwpancerno-zapalający) i T-46 (smugowy).

Amunicja 7,62x54R mm jest podstawową amunicją karabinową w krajach Wspólnoty Niepodległych Państw.

Do strzelania wyborowego został zaprojektowany pocisk zwykły SN (rdzeń ze stali miękkiej i ołowiu) oraz przeciwpancerny SNB (rdzeń ze stali hartowanej i ołowiu). Naboje obydwu typów nie są obecnie eksportowane poza teren Federacji Rosyjskiej, co wymusza stosowanie w Wojsku Polskim amunicji z pociskiem ŁPS jako ich zamiennika.

1.3 Amunicja .338 Lapua Magnum (8,6x70 mm)

Amunicja .338 Lapua Magnum (LM) została zaprojektowana w latach osiemdziesiątych dwudziestego wieku przez fińską firmę Lapua.

Amunicja ta była od początku projektowana z myślą o strzelaniu precyzyjnym. Zakładano zasięg skuteczny wynoszący około 1500 m.



Rys. 3. Nabój .338 Lapua Magnum

Łuska powstała na bazie łuski amunicji .416 Rigby. Inna średnica pocisku wymusiła zmniejszenie szyjki łuski, a długość całej łuski zmniejszono z 74 mm do 69,2 mm.

Podstawowym pociskiem, zarówno dla myśliwych jak i wojska, amunicji .338 LM jest Scenar 250 gr (FMJHP) o masie 16,2 g.

Oprócz amunicji podstawowej występują także Scenar 300 gr (FMJHP, m=19,4 g, Rysunek 3), Lock Base (m=16,2 g), przeciwpancerny (AP, m=16,1 g), przeciwpancerny o zwiększonej przebijalności (APWC), przeciwpancerno-zapalający (API, m=16,4 g) oraz amunicja z różnymi pociskami do zastosowań myśliwskich.

1.4 Amunicja 12,7x99 mm (.50 BMG)

Amunicja 12,7x99 mm (.50 BMG) została opracowana w 1920 roku. Miała zasilać przeciwlotniczy wielkokalibrowy karabin maszynowy .50 Browning.

Łuska zaprojektowana została jako powiększona wersja łuski .30-06 Springfield. Otrzymano łuskę o kształcie butelkowym, długości 99 mm, z kryzą niewystającą.

W czasie drugiej wojny światowej amunicja, podobnie jak karabin, okazała się udaną konstrukcją. Po wojnie amunicja została przyjęta na wyposażenie armii wielu krajów, przede wszystkim członków Paktu Północnoatlantyckiego. Amunicja 12,7x99 mm jest podstawową strzelecką amunicją wielkokalibrową NATO.



Rys. 4. Nabój 12,7x99 mm

Podstawowym pociskiem amunicji 12,7x99 mm jest BALL o oznaczeniu M33 i masie 42,9 g przedstawiony na Rysunku 4. Opracowane są także pociski smugowe, przeciwpancerne, przeciwpancerno-zapalające oraz pociski wielofunkcyjne.

Pomimo, że zaprojektowano specjalną amunicję wyborową kalibru 12,7x99 mm, do strzelania precyzyjnego używana jest amunicja wielofunkcyjna. Jednak ze względu na jej wysoki koszt Wojsko Polskie używa do strzelań wyborowych amunicji z pociskiem M33, dlatego też została ona uwzględniona w poniższym porównaniu.

2. Porównanie parametrów amunicji

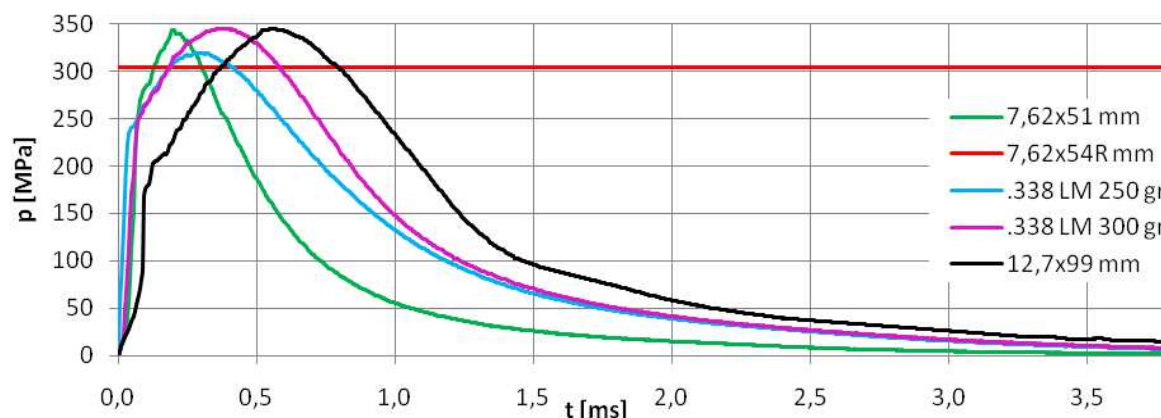
Badania charakterystyk amunicji przeprowadzone zostały w Zakładzie Badań Uzbrojenia Strzeleckiego i Lotniczego w Wojskowym Instytucie Technicznym Uzbrojenia.

Do badań wykorzystane zostały lufy balistyczne zgodne z dokumentami normatywnymi opisującymi badania odbiorcze amunicji. Były to STANAG 2310 dla naboju 7,62x51 mm; Warunki Techniczne dla naboju 7,62x54R mm; C.I.P. dla naboju .338 Lapua Magnum i STANAG 4383 dla naboju 12,7x99 mm.

Balistyka zewnętrzna pocisków określona została za pomocą pomiarów Dopplerowskim Zestawem Balistycznym DR-5000 firmy TERMA Elektronik A.S.

Pomiar ciśnienia gazów prochowych w przestrzeni zapociskowej wykonany został analizatorem ABAT i czujnikami piezoelektrycznymi 5QP6000M firmy AVL.

Pomiar ciśnienia gazów prochowych oraz pomiar czasu balistycznego został wykonany za pomocą luf balistycznych EPVAT dla amunicji opisanej w dokumentach STANAG/MOPI, lufy ciśnieniowej dla amunicji .338 Lapua Magnum oraz sprzętu pomiarowego wymienionego powyżej. Metoda pomiaru ciśnienia dla amunicji kalibru 7,62x54R mm jest inna niż dla pozostałych omawianych kalibrów. W tym przypadku ciśnienie mierzone jest w komorze naboju za pomocą zgniotki miedzianego. Ta metoda umożliwia tylko pomiar maksymalnej wartości ciśnienia gazów prochowych w komorze naboju. Z tego względu, do porównania przyjęto maksymalne ciśnienie gazów prochowych dopuszczalne przez Wymagania Techniczne na nabój z pociskiem ŁPS. Wyniki przedstawiono na Rysunku 5.



Rys. 5. Przebieg ciśnienia gazów prochowych w przestrzeni zapociskowej

Ciśnienia maksymalne występujące w amunicji 7,62x51 mm, .338 LM z pociskiem ciężkim i 12,7x99 mm mają porównywalną wartość, to znaczy około 345 MPa. Z kolei maksymalne ciśnienie gazów prochowych w amunicji .338 Lapua Magnum z pociskiem lekkim ma wartość około 320 MPa. Najniższa wartość ciśnienia, z porównywanych typów amunicji, występuje w naboju 7,62x54R mm. Warunki Techniczne na jej odbiór podają, że wartość maksymalnego ciśnienia w komorze naboju nie może przekroczyć 304 MPa.

Podczas prób strzelaniem oddano 3 serie po 10 strzałów z każdego wybranego do badań wzoru amunicji. Za pomocą dopplerowskiego zestawu balistycznego DR-5000 zarejestrowany został przebieg prędkości pocisków. Wartości wyznaczonej prędkości początkowej dla każdej serii przedstawiono w Tabeli 1.

Tabela 1. Zestawienie prędkości początkowych pocisków

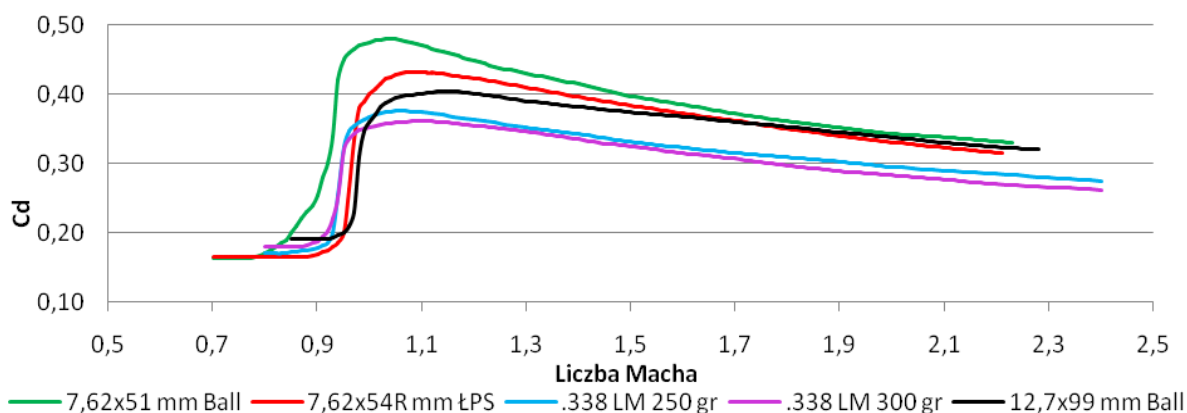
Amunicja	Prędkość początkowa [m/s]								
	I seria			II seria			III seria		
	min.	śred.	max.	min.	śred.	max.	min.	śred.	max.
7,62x51 mm NATO Ball	851,5	858,7	865,4	845,98	852,17	857,11	848,77	853,69	862,48
.338 LM Scenar 250 gr	852,7	862,4	878,7	851,29	858,68	867,73	849,17	860,42	867,99
.338 LM Scenar 300 gr	792,5	797	803,7	795,14	799,03	803,25	798,68	801,73	806,37
7,62x54R mm z poc. ŁPS	815,2	835,6	842,7	836,75	844,69	850,56	835,66	847,91	863,68
12,7x99 mm NATO Ball	880,6	890,5	902,1	897,39	899,54	903,65	896,51	899,66	902,63

Z przeprowadzonych pomiarów wynika iż najmniejszą odchyłką prędkości początkowej charakteryzuje się amunicja 12,7x99 mm M33, następnie (w kolejności rosnącego rozrzutu prędkości) amunicja .338 LM Scenar 300 gr, 7,62x51 mm z poc. Ball, .338 LM Scenar 250 gr i 7,62x54R mm ŁPS.

Następnie na podstawie przebiegów prędkości wyznaczona została funkcja zmiany współczynnika oporu w zależności od liczby Macha. Znajomość tej funkcji umożliwiła w kolejnym etapie przeprowadzenie symulacji za pomocą funkcji predykcji dostępnej w analizatorze balistycznym DR-5000.

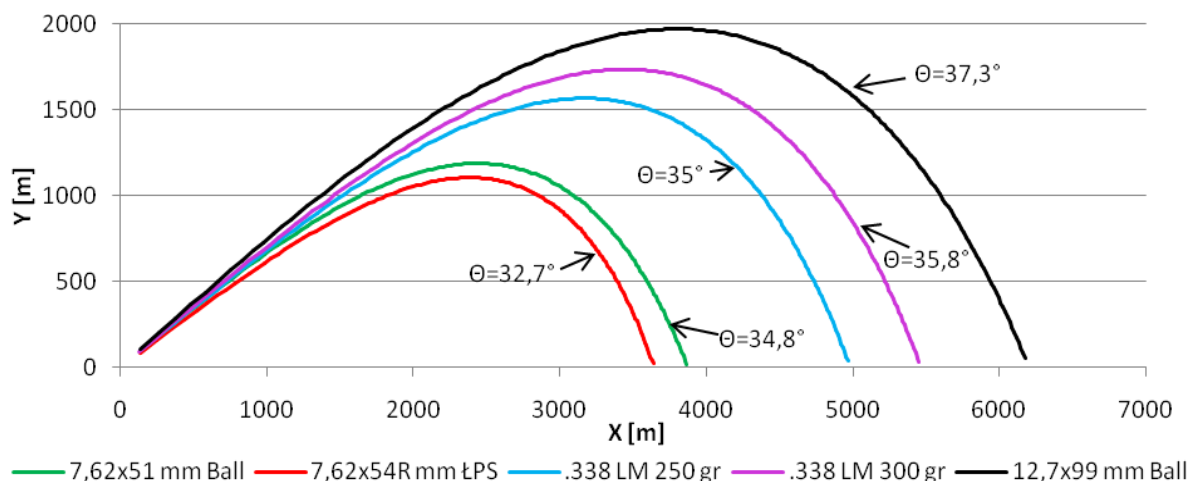
Aby uzyskać zależność współczynnika oporu pocisków od prędkości maksymalnej w zakresie do około 0,8 Ma konieczne było przygotowanie amunicji 0,338 Lapua Magnum o zmniejszonej naważce prochu. Pozwoliło to na uzyskanie mniejszych prędkości wylotowych oraz umożliwiło śledzenie pocisku podczas przejścia z prędkości naddźwiękowej w poddźwiękową. Wpływ zmniejszenia prędkości obrotowej pocisków na wartość współczynnika oporu została określona jako pomijalnie mała.

Otrzymane przebiegi współczynnika oporu dla poszczególnych pocisków przedstawiono na Rysunku 6. W zakresie prędkości naddźwiękowych, najmniejszym współczynnikiem oporu charakteryzują się pociski .338 LM, co wpływa korzystnie na kształt toru lotu oraz mały spadek prędkości. W zakresie poddźwiękowych prędkości lotu, najniższym współczynnikiem oporu charakteryzują się pociski kalibru 7,62 mm.



Rys. 6. Przebieg funkcji $C_d(Ma)$ dla badanych pocisków

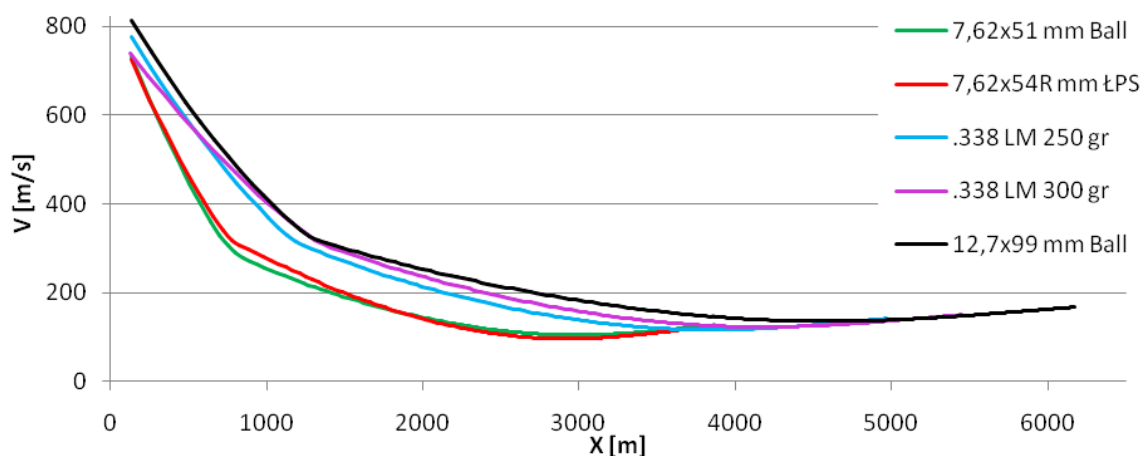
Znając przebiegi współczynnika oporu w funkcji liczby Macha, możliwe było przeprowadzenie symulacji strzelania za pomocą Dopplerowskiego analizatora balistycznego DR-5000. W pierwszej kolejności wyznaczone zostały kąty maksymalnej donośności dla poszczególnych typów pocisków. Kąty podniesienia dla maksymalnego zasięgu otrzymane zostały poprzez symulowanie strzałów pod różnymi kątami, a właściwe wyniki (Rysunek 7) otrzymano metodą kolejnych przybliżeń.



Rys. 7. Tory lotu badanych pocisków karabinowych podczas strzelania pod kątem maksymalnej donośności

Największy zasięg maksymalny (6200 m) obliczono dla amunicji kalibru 12,7 mm. O ponad 700 m mniejszy zasięg, bo 5462 m, obliczono dla pocisku ciężkiego .338 LM. Pociski lekkie .338 LM osiągnęły 4980 m, natomiast pociski kalibru 7,62 mm osiągnęły 3870 m (NATO Ball) i 3642 m (ŁPS).

Jednak sam fakt dużego zasięgu nie oznacza, że dany typ amunicji nadaje się do zwalczania celów żywych na dużych odległościach. Dla strzelca wyborowego, podczas strzelania na duże odległości, będzie się liczyć również skupienie danej amunicji, prędkość pocisku u celu, a co za tym idzie energia kinetyczna pocisku. Im szybciej pocisk dosięgnie celu, tym mniejszą poprawkę będzie musiał wprowadzić strzelec podczas strzelania, zwłaszcza podczas strzelania do celów poruszających się.



Rys. 8. Prędkość badanych pocisków w funkcji drogi podczas strzelania pod kątem maksymalnej donośności

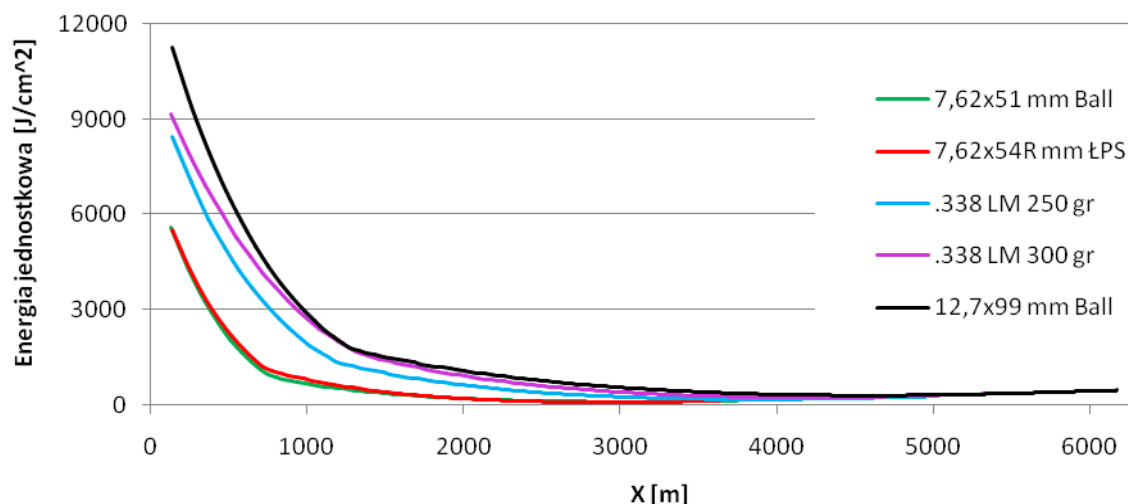
Z przedstawionego wykresu (Rysunek 8) wynika, że pociski amunicji 7,62x51 mm oraz 7,62x54R mm zachowują się bardzo podobnie, to znaczy mają zbliżone prędkości wylotowe, a ich prędkość na torze lotu zmienia się w niemal identyczny sposób. Natomiast pociski amunicji .338 LM oraz 12,7x99 mm charakteryzują się mniejszym spadkiem prędkości na torze, w porównaniu do pocisków 7,62 mm. To oznacza, że dłużej zachowują one prędkość naddźwiękową, są więc w stanie szybciej osiągnąć cel.

Tabela 2. Prędkość i energia kinetyczna pocisków w chwili wylotu z lufy

	7,52x51 mm NATO Ball	.338 LM Scenar 250 gr	.338 LM Scenar 300 gr	7,62x54R mm ŁPS	12,7x99 mm M33
Średnia prędkość początkowa [m/s]	855	860	800	842	896
Średnia wylotowa energia kinetyczna [J]	3472	5990	6208	3403	17260

W Tabeli 2 przedstawiono średnie wartości prędkości wylotowych oraz energii kinetycznych pocisków. Z tabeli tej można odczytać, że największą prędkością wylotową charakteryzuje się amunicja 12,7x99 mm. Jej energia kinetyczna jest około pięciokrotnie większa od energii amunicji karabinowej kalibru 7,62 mm oraz niemal trzykrotnie większa od amunicji .338 LM.

Jeśli weźmie się pod uwagę wymiary pocisków, można ich energetyczność przedstawić w formie energii jednostkowej, tj. energii kinetycznej przypadającej na jednostkę powierzchni. W przypadku amunicji strzeleckiej będzie to największe pole powierzchni przekroju poprzecznego pocisku.

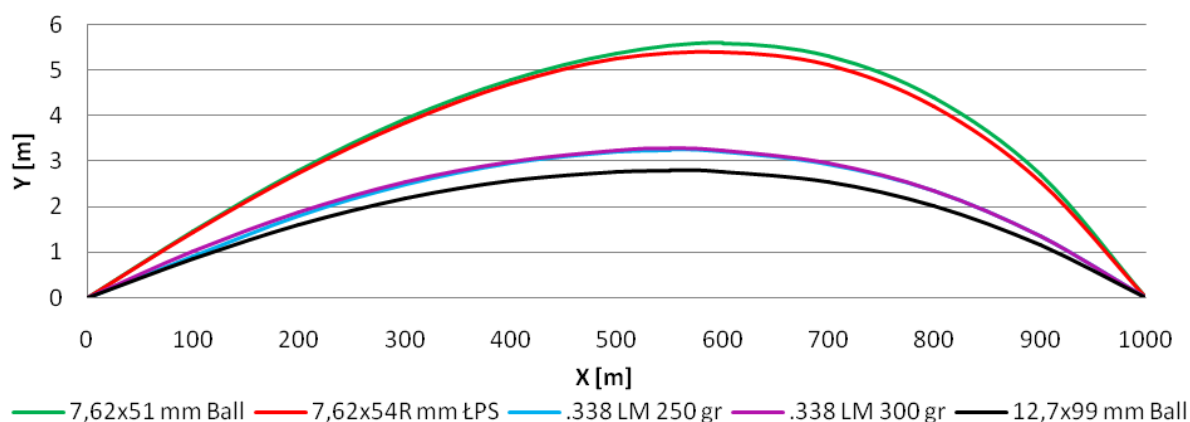


Rys. 9. Zmiana energii jednostkowej w funkcji drogi dla badanych pocisków karabinowych

Przyjmuje się [7], że po to aby wyeliminować z walki cel żywy należy dostarczyć około 150 J/cm². Z wykresu przedstawionego powyżej (Rysunek 9) wynika, że nawet podczas strzelania na maksymalną odległość, energia kinetyczna każdego z analizowanych pocisków jest wystarczająca do wyeliminowania celu.

Dla strzelca wyborowego ważny jest również kształt toru lotu pocisku. Im bardziej płaski jest tor lotu, tym mniejszy wpływ na celne strzelanie ma błędne określenie odległości od celu.

Z przeprowadzonej symulacji strzelania do celu znajdującego się na odległości 1000 m (Rysunek 10) wynika, że najmniejszym przewyższeniem charakteryzuje się amunicja 12,7x99 mm (około 2,8 m), a największym amunicja 7,62x51 mm (około 5,6 m). Dla pocisków .338 LM przewyższenie wynosi dla pocisku lekkiego 3,2 m, a dla ciężkiego 3,3 m. Natomiast dla pocisków kalibru 7,62x54R mm jest to odpowiednio 5,4 m.



Rys. 10. Tory lotu pocisków podczas strzelania na odległość 1000 m

Należy również zauważyć, że podczas strzelania do celu odległego o 1000 m prędkość pocisków amunicji 7,62 mm spada poniżej prędkości dźwięku jeszcze przed osiągnięciem celu. Przejście przez prędkość dźwięku ($Ma=1$) dla tych typów amunicji nastąpi na odległości 800-850 m. Zasadne jest więc strzelanie przy użyciu amunicji 7,62x51 mm oraz 7,62x54R mm na odległość nie większą niż 800 m.

W celu określenia parametrów skupienia pocisków amunicji opisanej powyżej przeprowadzone zostały badania skupienia pocisków na odległości 300 m, 550 m oraz 1200 m.

Parametry skupienia były analizowane zgodnie z wytycznymi zawartymi w STANAG/MOPI dla amunicji 7,62x51 mm oraz 12,7x99 mm oraz zgodnie z Wymaganiami Technicznymi dla amunicji 7,62x54R mm. Parametry skupienia amunicji .338 LM zostały określone tymi samymi metodami, co wcześniej wymienionej amunicji. Wymagania dla amunicji 7,62 mm i 12,7 mm przedstawiono w Tabeli 3.

Tabela 3. Parametry skupienia wymagane w dokumentach STANAG oraz w Wymaganiami Technicznych na odbiór amunicji

Amunicja	Parametr	Odległość	
		300 m	550 m (600 yd)
7,62x51 mm NATO Ball	R_s	< 92 mm	< 250 mm
7,62x54R mm z poc. ŁPS	R_{50}	< 90 mm	b.d.
12,7x99 mm NATO Ball	R_s	< 170 mm	< 300 mm

Dla odległości 300 m parametry skupienia pocisków określone były w tunelu strzelniczym, dzięki czemu wyeliminowany został wpływ wiatru i opadów atmosferycznych na uzyskane wyniki.

Tabela 4. Parametry skupienia uzyskane podczas badań strzelaniem

Amunicja	Parametr	Odległość		
		300 m	550 m (600 yd)	1200 m
7,62x51 mm NATO Ball	R _s	82	120	b.d.
7,62x54R mm z poc. ŁPS		80	b.d.	b.d.
.338 LM Scenar 250 gr		52	72	218
.338 LM Scenar 300 gr		45	52	229
12,7x99 mm NATO Ball		132	163	410

Brak określenia wartości parametru R_s dla odległości 550 m i 1200 m wynikał z niemożliwości trafienia serią 10-ciu strzałów w tarczę o wymiarach 3x3 m. Przedstawione w Tabeli 4 wyniki wskazują, że najbardziej precyzyjna jest amunicja .338 Lapua Magnum, a jej skupienie jest niemal dwukrotnie lepsze od amunicji 7,62 mm.

Wnioski

Przeprowadzona analiza konstrukcji, wykonane badania strzelaniem oraz analiza balistyczna amunicji pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

- 1) amunicja .338 LM jest najmłodsza konstrukcją tego typu i opracowana została specjalnie do zasilania broni wyborowej w przeciwieństwie do pozostałych porównywanych naboji;
- 2) analizując wyniki badań można zaobserwować, że największym zasięgiem skutecznym charakteryzują się naboje kalibru .338 Lapua Magnum oraz 12,7x99 mm;
- 3) użycie amunicji .338 LM pozwoli na zwiększenie zasięgu skutecznego broni wyborowej o co najmniej 50%, w stosunku do broni zasilanej amunicją 7,62 mm;
- 4) amunicja .338 LM charakteryzuje się najniższym współczynnikiem oporu, dzięki czemu jej spadek prędkości na torze lotu jest łagodniejszy niż pozostałej porównywanej amunicji;
- 5) amunicja 12,7x99 mm charakteryzuje się najbardziej płaskim torem lotu;
- 6) skupienie pocisków .338 LM jest około 50% lepsze od pozostałych typów amunicji, niezależnie od odległości do celu;
- 7) wyposażenie strzelców wyborowych w karabiny strzelające amunicją .338 LM nie zmniejszy ich mobilności ze względu na porównywalną masę karabinów strzelających amunicją 7,62 mm i .338 LM. Z kolei karabiny strzelające amunicją 12,7x99 mm są około dwukrotnie cięższe od karabinów kalibru 7,62mm;
- 8) uwzględniając parametry amunicji, karabiny wyborowe na nabój .338 LM mogą z dobrym skutkiem zastąpić wielkokalibrowe karabiny wyborowe jako broń do niszczenia sprzętu na odległościach do 1200 m .

Literatura

- [1] Чумак Р.Н.: „Русский 7,62-мм винтовочный патрон. История и эволюция.”, Атлант, Санкт-Петербург, 2007
- [2] STANAG 4383 Land (Ed. 1) – 12,7 mm (.50) Ammunition packed as linked belts
- [3] STANAG 2310 (Ed. 3) – Small arms ammunition (7,62 mm)

- [4] “Tableux des dimensions de Cartouches et de Chambres”, Commission Internationale Permanente
- [5] „Warunki techniczne na 7,62 mm naboje karabinowe z pociskiem z rdzeniem stalowym.”, 57-N-323 S 000TU
- [6] “Jane’s Ammunition Handbook 2008-2009.”, Jane’s Information Group Limited, Surrey, 2008
- [7] Kochański S.: “Automatyczna broń strzelecka”, SIGMA NOT, Warszawa, 1991