



WPLYW URZĄDZENIA WYLOTOWEGO NA SKUPIENIE POCISKÓW ORAZ NA PODRZUT WYBRANYCH KARABINKÓW MODUŁOWEGO SYSTEMU BRONI STRZELECKIEJ MSBS-5,56

INFLUENCE OF MUZZLE DEVICE ON THE JUMP OF SOME RIFLES OF MSBS-5.56 MODULAR SMALL ARMS SYSTEM AND THE ACCURACY OF SHOT PATTERN

Dawid GOŹDZIK, Jacek KIJEWSKI, Przemysław KUPIDURA, Łukasz SZMIT
Wojskowa Akademia Techniczna, ul. Sylwestra Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa 46
Military University of Technology, 2 Sylwestra Kaliskiego St., 00-908 Warsaw, Poland
Author's e-mail address: dawid.gozdzik@wat.edu.pl; ORCID: 0000-0003-3190-5745

DOI 10.5604/01.3001.0013.5896

Streszczenie: Wyniki prowadzonych dotychczas badań karabinków systemu MSBS pokazały duży wpływ zastosowanych urządzeń wylotowych na skupienie pocisków. W celu doboru optymalnej konstrukcji urządzenia wylotowego przeprowadzono szereg strzelań, przede wszystkim z karabinka maszynowego i wyborowego. Założono, że głównym czynnikiem wpływającym na skupienie pocisków podczas strzelania precyzyjnego jest podrzut broni, który jest ponadto najłatwiej mierzalną wielkością. Parametry podrzutu zostały określone z wykorzystaniem unikatowego stanowiska laboratoryjnego, pozwalającego na pomiar w warunkach możliwie zbliżonych do rzeczywistych. Dla wybranych konstrukcji dokonano także pomiarów ruchu lufy za pomocą kamery szybkiej. Wyniki badań laboratoryjnych zostały zweryfikowane strzelaniami na strzelnicy.

Słowa kluczowe: karabinek modułowy, urządzenie wylotowe, badania broni

1. Wstęp

Urządzenie wylotowe broni strzeleckiej może pełnić wiele funkcji, ograniczając negatywne efekty zjawiska strzału działające na strzelca (odrzut broni) oraz poprawiając skupienie pocisków podczas strzelania zarówno ogniem pojedynczym jak i ciągłym. Tematem niniejszego artykułu jest wpływ urządzeń wylotowych podczas prowadzenia ognia pojedynczego.

Abstract: Results of tests, carried out so far for MSBS system rifles, have shown a large impact of muzzle devices on spread of shots pattern. In order to select the optimal design of the muzzle device, a series of firings were carried out, primarily with a light machine gun and a sniper rifle. It was assumed that a weapon jump, which is also the most easily measurable parameter, is the main factor affecting the shot pattern at precision firings. The jump parameters were determined by using a unique laboratory stand that allows measurement in conditions as close as possible to the real ones. Measurements of barrel movement were also made for selected designs with a high speed camera. The results of laboratory tests were verified by shootings on the range.

Keywords: modular rifle, muzzle device, small-arm tests

Introduction

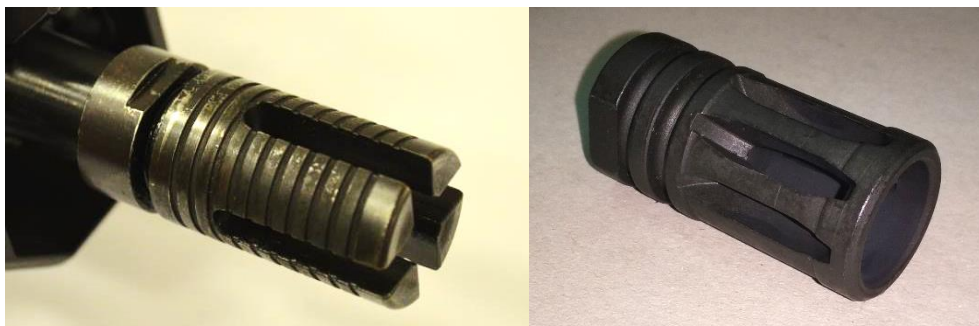
A small arms muzzle device may play different roles such as the limitation of negative effects of shooting affecting the shooter (gun recoil) and the improvement of pattern concentration for both single and series shots. Present paper deals with muzzle devices influencing the single shots.

2. Obiekt badań

Do badań drgań lufy oraz skupienia pocisków, w zależności od zastosowanego urządzenia wylotowego, wykorzystano karabinek maszynowy oraz karabinek wyborowy systemu MSBS-5,56 (Piechota, Woźniak i Zahor, 2015). Karabinek standardowy nie umożliwia zmiany urządzenia wylotowego, stąd nie został użyty w badaniach. Karabinek maszynowy badano z dwoma urządzeniami wylotowymi, a wyborowy – z sześcioma oraz bez urządzenia wylotowego. Dodatkowo wykorzystano dwa tłumiki dźwięku. Zastosowane urządzenia wylotowe pokazano na fot. 1 (karabinek maszynowy) i fot. 2-4 (karabinek wyborowy). Fot. 2 dodatkowo przedstawia sposób montażu oznaczeń służących do późniejszej analizy zdjęć z kamery szybkiej. Widok broni na stanowisku badawczym przedstawia fot. 5.

2. Object of Investigation

Vibrations of the barrel and concentration of shots were tested for different muzzle devices of MSBS-5.56 system light machinegun and sniper rifle (Piechota, Woźniak & Zahor, 2015). The standard rifle was not used in the tests as the muzzle device cannot be replaced in it. The machinegun was tested with two muzzle devices and the sniper rifle with six muzzle devices and without it. Additionally two silencers were deployed. The used muzzle devices are shown in Photo 1 (machinegun) and Photo 2-4 (sniper rifle). Moreover, the way of assembling the marks which are later used to analyse the high speed camera pictures is shown in Photo 2. The gun on the testing stand is pictured in Photo 5.



Fot. 1. Urządzenia wylotowe badane na karabinku maszynowym, od lewej: standardowe (UW STD), od karabinka M16 (UW M16)

Photo 1. Muzzle devices investigated on the machinegun, from the left: standard (UW STD), from M16 (UW M16) rifle



Fot. 2 Lufa karabinka wyborowego bez urządzenia wylotowego (BUW)

Photo 2. Barrel of sniper rifle without muzzle device (WMD)



Fot. 3. Urządzenia wylotowe badane na karabinku wyborowym; góra, od lewej: Accu-Tac TANK II (UW1), Ferfrans MBM (UW2); dół, od lewej: Ferfrans MBM+CRD (UW3), FB "Łuczniczka" - Radom (UW4)

Photo 3. Muzzle devices tested on the sniper rifle; above, from the left: Accu-Tac TANK II (UW1), Ferfrans MBM (UW2); bottom, from the left: Ferfrans MBM+CRD (UW3), FB "Łuczniczka" - Radom (UW4)

3. Przebieg badań i wyniki

W ramach pracy przeprowadzono badania skupienia pocisków oraz drgań lufy (MON, 2005; MON, 2008) dla karabinka zamocowanego nieruchomo na stanowisku laboratoryjnym. Do badań wykorzystano podstawę STZA 13M1 wraz z osprzętem do montażu broni, elektroniczną bramkę skupieniową K2523A oraz kamerę do zdjęć szybkich Phantom V12. Ponieważ badania takie (aczkolwiek dosyć miarodajne) znacząco odbiegają od rzeczywistych warunków strzelania, przeprowadzono też badania podrzutu broni na specjalnie zaprojektowanym i wykonanym do tego celu stanowisku badawczym. Opis stanowiska został przedstawiony w pracach (Szmit i Woźniak, 2011; Szmit, 2017).

3. The Run of Tests and Results

Within the frame of the work the concentration of shots and barrel vibrations (MON, 2005; MON, 2008) were tested for the rifle assembled in a laboratory stand fixed on a rigid position. Tests were carried out by using the mounting STZA 13M1 with fittings for assembling the gun, an electronic concentration frame K2523A, and the high speed camera Phantom V12. Such investigations (even if reliable in some degree) differ significantly from real conditions of shooting and for this reason the jump of the gun was tested with a specially designed and prepared stand. Description of the stand is included in publications (Szmit & Woźniak, 2011; Szmit, 2017).



Fot. 4. Tlumiki dźwięku badane na karabinku wyborowym, od góry: B&T Rotex-V Compact (TD1), ASE UTRA jet-Z CQB-BL (TD2)

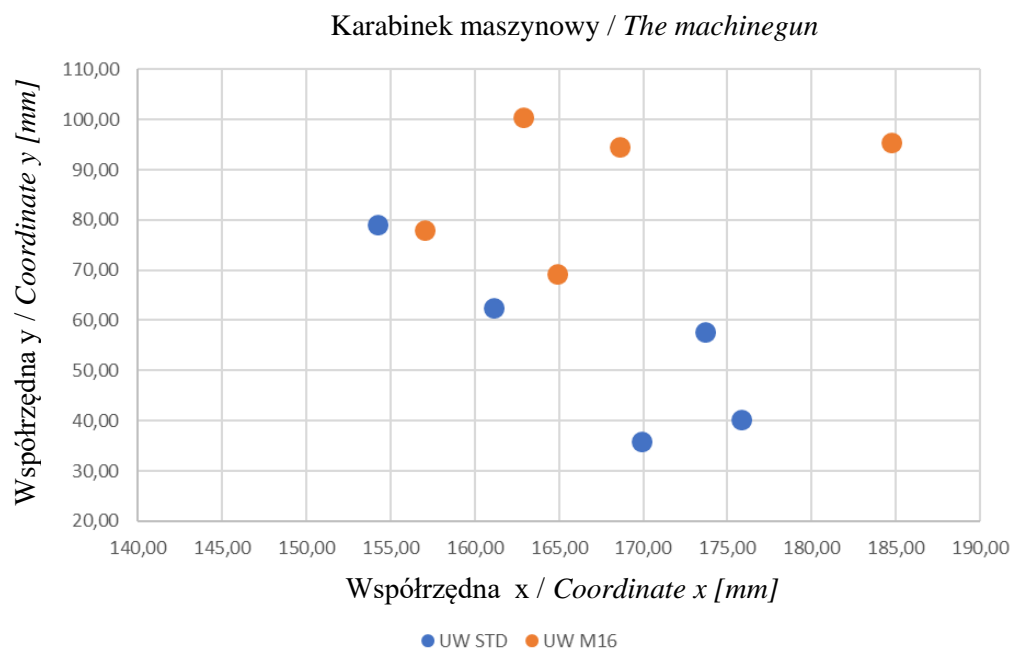
Photo 4. The silencers tested on the sniper rifle, from the top: B&T Rotex-V Compact (TD1), ASE UTRA jet-Z CQB-BL (TD2)

3.1. Badania wpływu urządzenia wylotowego na drgania lufy oraz skupienie pocisków

Badania polegały na wykonaniu serii pięciu strzałów przy użyciu każdego z wymienionych powyżej urządzeń wylotowych. Za pomocą bramki optoelektronicznej mierzona była prędkość oraz współrzędne pocisku na odległości 50 m. Dodatkowo, z wykorzystaniem kamery do zdjęć szybkich, rejestrowane były drgania lufy podczas strzału. Uzyskane wyniki skupienia przedstawiono na rys. 1-4. Tabela 1 zawiera wartości promienia okręgu zawierającego 100% przestrzelin R_{100} dla poszczególnych urządzeń wylotowych w kolejnych seriach pięciostrzałowych. Dodatkowo, tabela zawiera maksymalne różnice prędkości pocisku na odległości 50 m w danych seriach. Wielkość ta była mierzona w celu wyeliminowania błędów związanych z amunicją. Dodatkowo, w celu weryfikacji wyników część urządzeń wylotowych została przebadana na strzelnicy, gdzie strzały oddawane były przez wyselekcjonowanych strzelców. Wyniki tych strzałów przedstawia tabela 2.

3.1. Investigation of Muzzle Device Influence into the Barrel Vibrations and Concentration of Shots

Investigations were carried out by rendering a series of five shots for each of the above mentioned muzzle device. The velocity and the coordinates of bullets were measured by an optoelectronic gate in the range of 50 m. Moreover the vibrations of the barrel at firing were recorded by the high speed camera. The received results of the spread are shown in Fig. 1-4. Table 5 shows the values of the circle radius R_{100} comprising 100% of shots for particular muzzle devices in successive five-shot series. Additionally the table includes the maximal differences of bullet velocities at 50 m range for a given series. This parameter was measured to eliminate the errors caused by ammunition. Additionally, some muzzle devices were tested by selected shooters on the shooting range to verify the results. The results of these shootings are shown in table 2.



Rys. 1. Wizualizacja trafień dla karabinka maszynowego
Fig. 1. Visualisation of the shot pattern for the machinegun



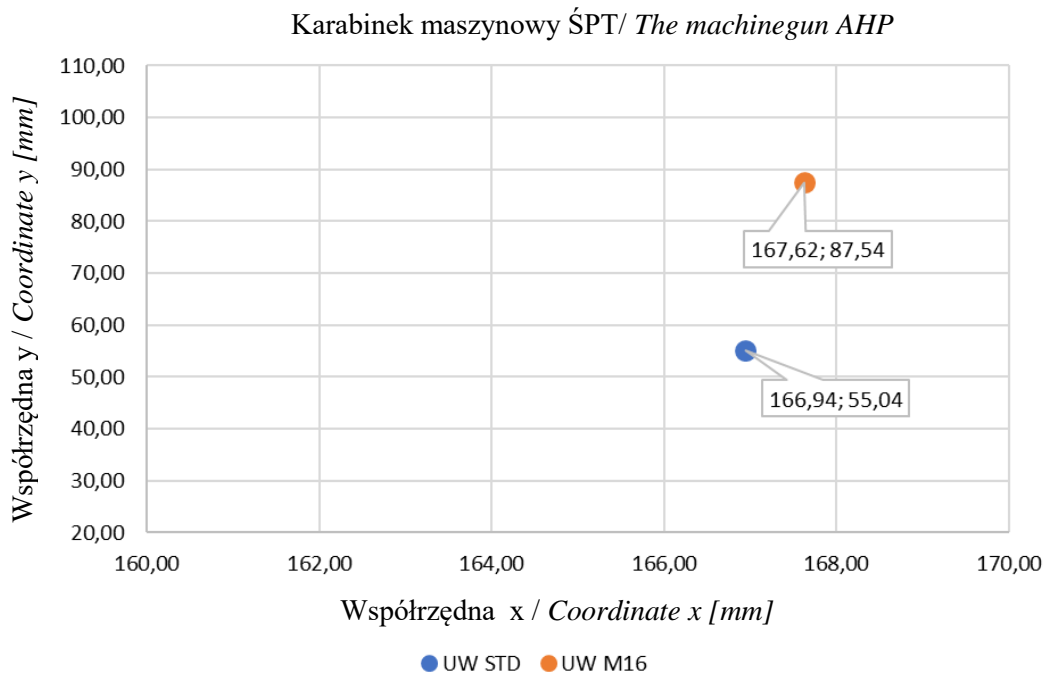
Fot. 5. Karabinek zamontowany na stanowisku badawczym
Photo 5. The rifle assembled on the testing stand

W przypadku karabinka maszynowego charakteryzującego się ciężką lufą, zmiana urządzenia wylotowego praktycznie nie wpłynęła na celność. W przypadku karabinka wyborowego różnice położenia ŚPT dla różnych urządzeń wylotowych były już zauważalne (może mieć na to wpływ proces zmiany urządzeń, w którym podczas dokręcania broni pomimo trzypunktowego zamocowania mo-

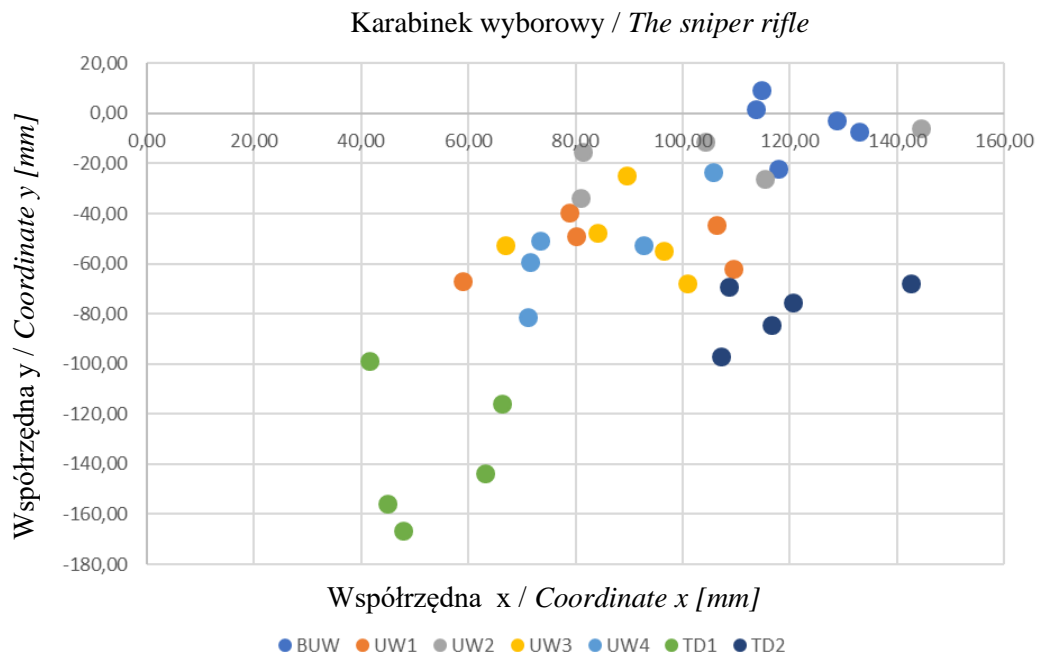
In the case of the light machinegun characterised by a heavy barrel the change of the muzzle device has not deteriorated the shooting accuracy in practice. In the case of the sniper rifle the differences in positions of the average hitting point (AHP) were noticeable (they could be caused by the process of device replacement as at the gun tightening would

gła minimalnie zmieniać swoje położenie). Dodatkowo, można zauważyć, że zamontowanie tłumika powoduje znaczne obniżenie ŚPT.

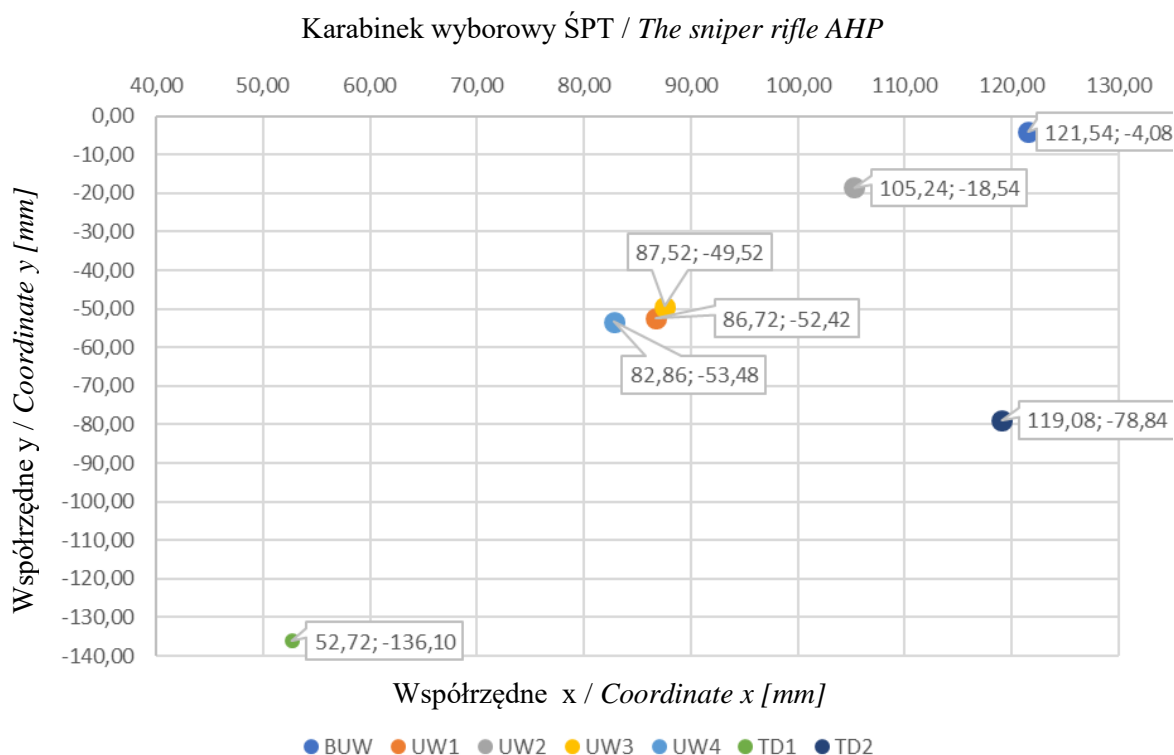
change its position even if it was fixed in three points). Moreover, it may be noticed that the AHP lowers significantly after the silencer is fixed in.



Rys. 2. Wizualizacja średniego punktu trafienia dla karabinka maszynowego
Fig. 2. Visualisation of the average hitting point (AHP) for the machinegun



Rys. 3. Wizualizacja trafień dla karabinka wyborowego
Fig. 3. Visualisation of the shot pattern for the sniper rifle



Rys. 4. Wizualizacja średniego punktu trafienia dla karabinka wyborowego
Fig. 4. Visualisation of the average hitting point (AHP) for the sniper rifle

Tabela 1. Zestawienie parametru R_{100} dla poszczególnych urządzeń wylotowych
 Table 1. Parameters R_{100} for particular muzzle devices

	Karabinek maszynowy / Machinegun	
	R_{100}	Delta V
	[mm]	[m/s]
UW STD	16,2	16,47
UW M16	17,1	19,88
	Karabinek wyborowy / Sniper gun	
	R_{100}	Delta V
	[mm]	[m/s]
BUW	15,8	18,39
UW1	26,4	20,49
UW2	34,7	22,80
UW3	23,0	19,86
UW4	33,9	19,04
TD1	33,9	14,15
TD	23,0	15,14

Tabela 2. Wyniki strzelań uzyskanych na strzelnicy: postawa strzelecka leżąc z podpórką, dystans 100 m, celownik optyczny (średnia z dwóch serii po 5 strzałów)

Table 2. Results of shootings in the range: lying position with a support, range 100 m, optical sight (the mean value from two series of 5 shots in each)

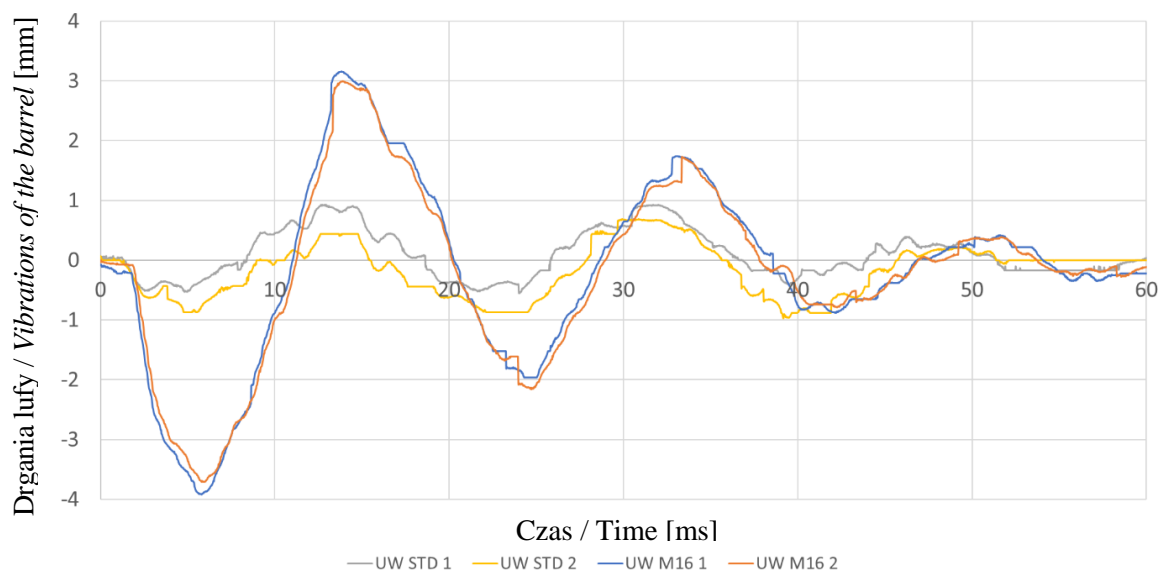
Broń / Gun	Urządzenie wylotowe / Muzzle device	R ₁₀₀ [mm]					Średnio / Average
		Strzelec / Shooter					
		Z	T	P	F	B	
MSBS-M	STD	115	70	40	40	70	67
	M1	72	72	77	80	80	76
MSBS-W	BUW	65	-	77	80	47	67
	M16	107	36	75	47	66	66
	UW2	57	61	123	67	51	72

Zarejestrowane drgania lufy karabinka maszynowego i wyborowego przedstawiono za pomocą wykresów (rys. 5 i 6).

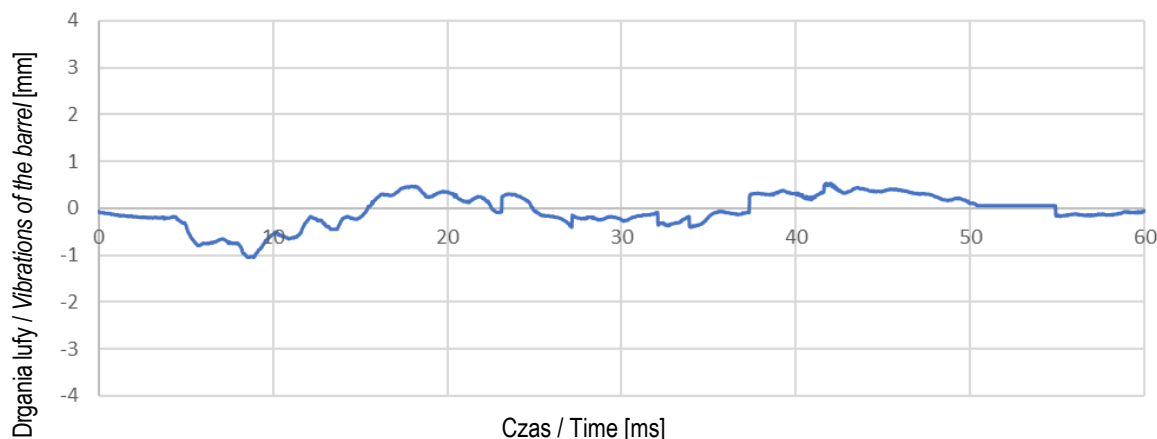
Niesymetryczne urządzenie wylotowe od karabinka M16 powoduje drgania o 3-4 krotnie większej amplitudzie w porównaniu do urządzenia standardowego, jednak nie wpłynęło to na celność. Należy zauważyć, że drgania wylotu lufy są rejestrowane praktycznie po opuszczeniu lufy przez pocisk. Drgania lufy w karabinku wyborowym są bardzo małe i praktycznie niemożliwe do dokładnego zmierzenia zastosowaną metodą pomiarową.

The plots of recorded vibrations of the barrel for the machinegun and sniper rifle are shown in Fig. 5 and 6.

Unsymmetrical muzzle device of M16 rifle generates the vibrations with 3-4 times greater amplitude than the standard device, but it does not deteriorate the accuracy of shots. It has to be noted that the vibrations of the barrel muzzle are recorded when the bullet in practice leaves the barrel. Vibrations of the sniper rifle barrel are low and in practice cannot be measured by the implemented method.



Rys. 5. Drgania lufy karabinka maszynowego dla różnych urządzeń wylotowych
Fig 5. Vibrations of the machinegun barrel for different muzzle devices



Rys. 6. Drgania lufy karabinka wyborowego bez urządzenia wylotowego (BUW)

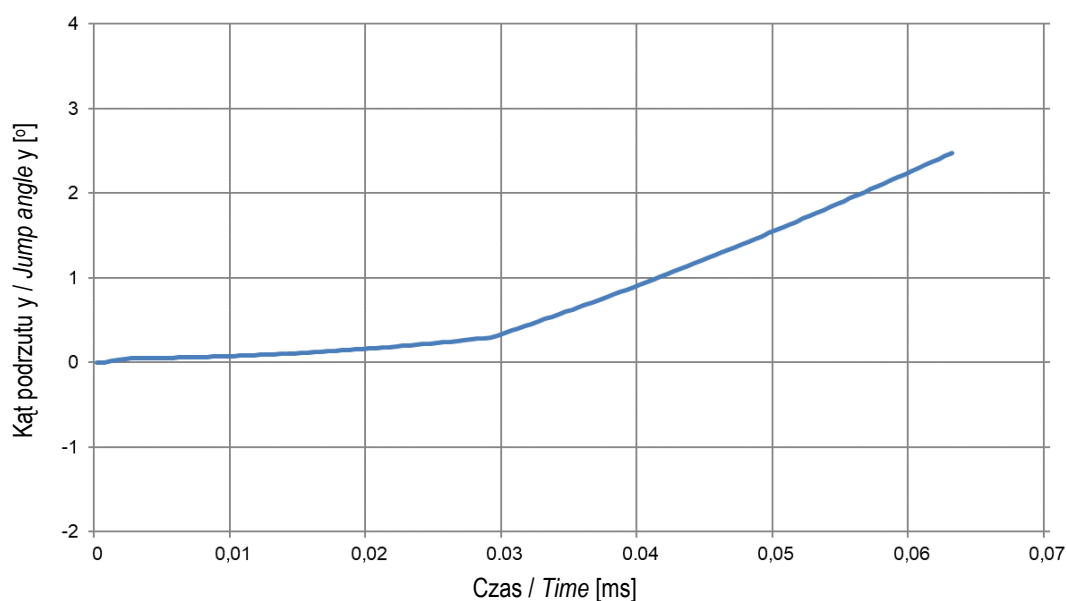
Fig. 6. Vibrations of sniper rifle barrel without the muzzle device (BUW)

Dokładność pomiaru polegającego na nagraniu procesu kamerą szybką, a następnie analizie nagrania metodą śledzenia punktu jest obciążona błędem.

Przy rozdzielczości kamery wykorzystanej podczas badań, jeden piksel obrazu filmu to ok. 0,3 mm. Algorytm śledzenia programu TEMA oraz jakość nagrania (mało wyraźny punkt) powodują, że niepożądane przeskoki punktu potrafią w skrajnych momentach wynosić 1-2 piksele podczas drgań lufy. Z obrazowej oceny nagrań innych urządzeń wylotowych użytych do badań w przypadku karabinka wyborowego wynika, że drgania lufy są jeszcze mniejsze niż w przypadku drgań bez urządzenia wylotowego.

The accuracy of measurements, based on tracking the points in the pictures recorded by the high speed camera, is affected by the error.

The resolution of the camera used in the investigations translates into ca. 0.3 mm for one pixel of the picture. Tracking algorithm of TEMA program and the quality of recording (the point is not sufficiently sharp) make that undesired jumps of the point in extreme moments may reach 1-2 pixels during the barrel vibrations. Visual evaluation of pictures received for other muzzle devices with the sniper rifle prompts that the barrel vibrations are even smaller than for vibrations without any muzzle device.



Rys. 7. Wykres kąta podrzutu karabinka maszynowego

Fig. 7. Plot of the jump angle for the machinegun

3.2. Badanie wpływu urządzeń wylotowych na podrzut broni

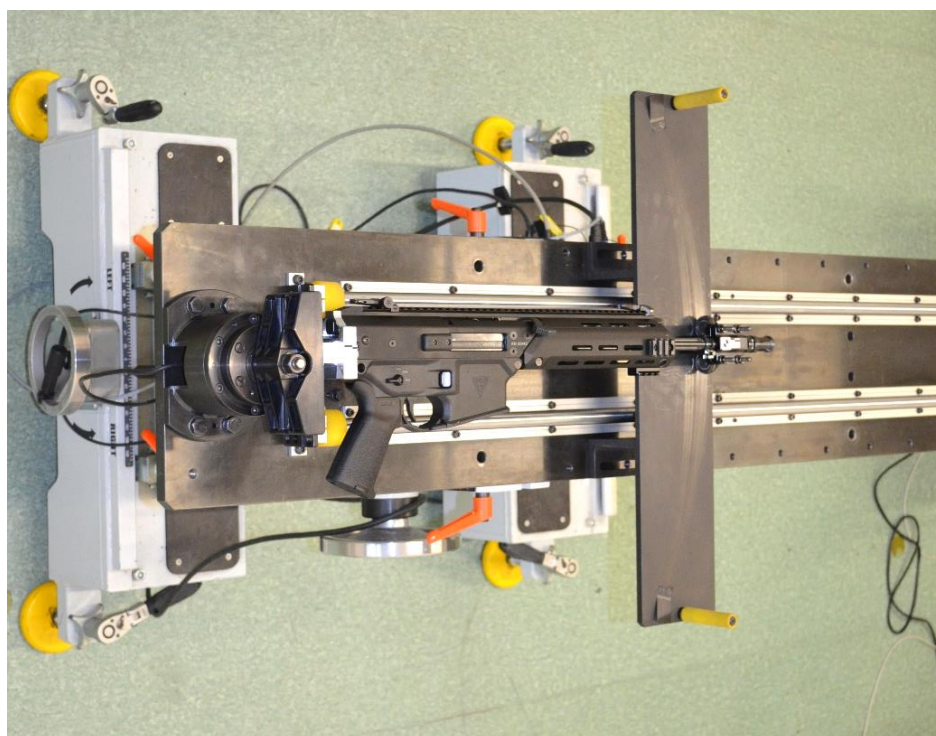
Przyjęto, że jednym z istotniejszych czynników wpływających na celność jest podrzut broni podczas strzału. W ramach badań teoretycznych podrzutu wykonano obliczenia numeryczne. Wykres kąta podrzutu dla karabinka uzyskany metodą symulacji, w przypadku, gdy broń podpierana jest przez strzelca około 30 mm poniżej osi przewodu lufy, przedstawiono na rys. 7.

Na wykresie można zauważyć dwa charakterystyczne okresy: pierwszy odpowiada okresowi ruchu suwadła do tyłu, a drugi – okresowi ruchu suwadła do przodu. Chwili zderzenia suwadła z komorą zamkową odpowiada załamanie wykresu. Karabinek charakteryzuje się wyraźną tendencją do podrzutu.

3.2. Investigation of Muzzle Device Effect onto the Gun's Jump

It was assumed that the jump of the gun at firing is one of most important factors affecting the accuracy. Some numerical calculations were made for theoretical studies of the jump. Changes of the jumping angle for a rifle received by simulation of the case when the gun is supported by the shooter at ca. 30 mm below the axis of barrel bore are shown in Fig. 7.

The plot shows two specific parts: the first corresponds to backward movement of the slide, and the second describes its forward movement. The break of the plot illustrates the moment when the slide strikes into the breech chamber. The rifle shows clear tendency for jumping.



Fot. 6. Zdjęcie poglądowe przedstawiające zestawione stanowisko badawcze

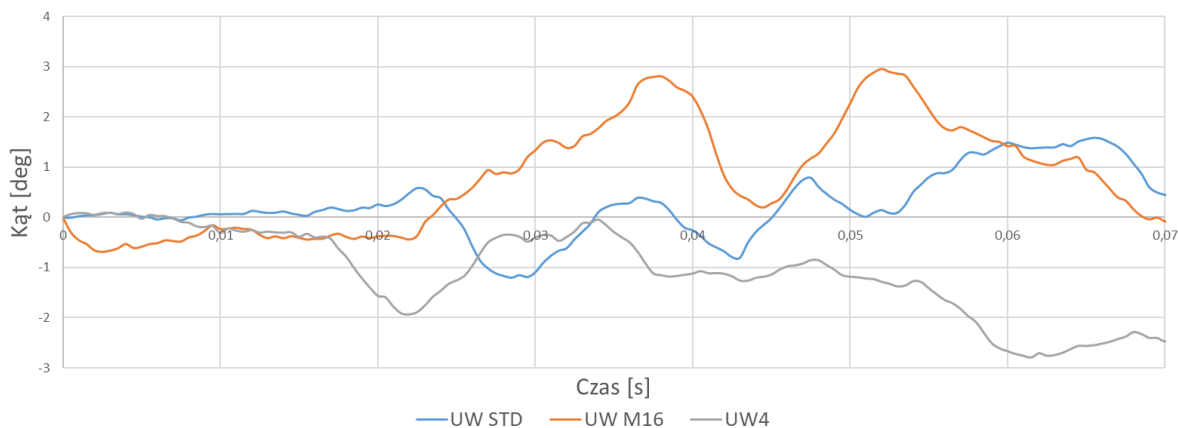
Photo 6. Picture illustrating the testing setup

Do badań podrzutu broni w zależności od zamontowanego urządzenia wylotowego przeznaczono karabinek maszynowy i karabinek wyborowy. Urządzenia wylotowe użyte w badaniach były analogiczne do użytych w poprzednim badaniu. Broń została zamontowana na stanowisku w sposób odpowiadający

The dependence between the gun's jump and the integrated muzzle device was investigated by using the machinegun and the sniper rifle. The muzzle devices deployed for the tests were identical to those used in former tests. The gun was integrated into the stand in

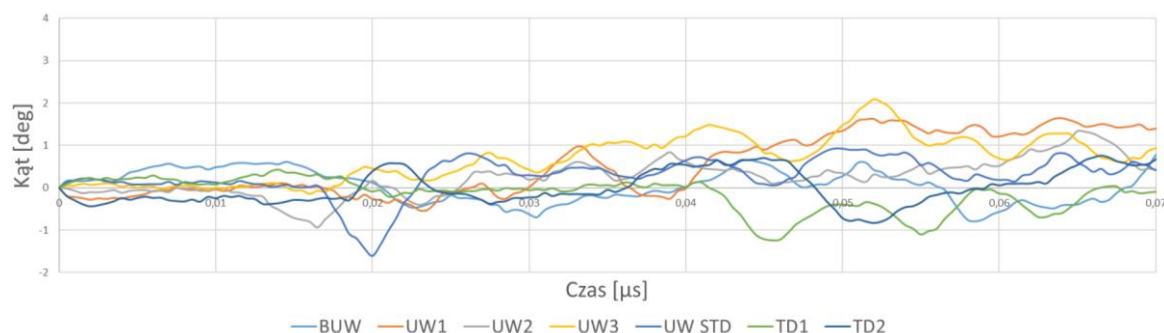
podpieraniu przez strzelca około 30 mm poniżej osi przewodu lufy. Zdjęcie poglądowe przedstawiające zestawione stanowisko badawcze pokazano na fot. 6.

a way to be an equivalent of shooter's catch at ca. 30 mm below the barrel bore axis. Photo 6 illustrates the assembled testing stand.



Rys. 8. Wykres kąta podrzutu karabinka maszynowego w zależności od zamontowanego urządzenia wylotowego

Fig. 8. The jumping angle of the machinegun depending on the integrated muzzle device



Rys. 9. Wykres kąta podrzutu karabinka wyborowego w zależności od zamontowanego urządzenia wylotowego

Fig. 9. The jumping angle of the sniper rifle depending on the integrated muzzle device

Wyniki badań w formie wykresów kąta podrzutu w funkcji czasu przedstawiono na rys. 8 i 9. Rejestracja kąta podrzutu za pomocą kamery szybkiej generuje problemy z interpretacją rezultatów, ponieważ na wyniki nakładają się również drgania lufy, niemniej jednak można zaobserwować pewną zbieżność z symulacją. Warto zaznaczyć, że stanowisko do badań zostało zaprojektowane tak, aby pominąć oddziaływanie siły ciężkości. Aby odnieść się do rzeczywistych warunków strzelania, pomimo poziomego zamontowania broni, w dalszej części tekstu używane są stwierdzenia, że broń porusza się

The results of tests are presented as the plots of the jumping angle versus time in Fig. 8 and 9. Recording of the jumping angle by the high speed camera generates some problems of results interpretation as the results are also affected by the barrel vibrations, but nevertheless a concurrence with the simulation may be observed. It is worth to note that the testing stand was designed to eliminate the effect of the gravity. Later in the text the terms describing the movement of the gun use the wording “upwards” and “downwards” to refer to

w „góré” lub w „dół”. Do ciekawszych obserwacji należy zaliczyć to, że urządzenie wylotowe od M16 (niesymetryczne) praktycznie całkowicie zniwelowało podrzut w dalszym mierzonym okresie. Broń z tym urządzeniem wyłotowym, zamontowana na stanowisku zaczęła się po pewnym czasie poruszać w dół (przy wykorzystaniu innych urządzeń wylotowych, w każdym przypadku, broń w różnym stopniu zaczynała poruszać się w góré). Prawdopodobnie ruch ten spowodowała masa zamka broni uderzająca przy ryglowaniu. Dla karabinka wyborowego największy podrzut zarejestrowano podczas strzelania bez urządzenia wylotowego. O ile wielkość kąta podrzutu w chwili opuszczania lufy przez pocisk jest nieznaczna, to jego maksymalna wartość (w końcu cyklu automatyki broni) ma wpływ na możliwość prowadzenia celnego ognia powtarzalnego.

4. Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań podrzutu broni na stanowisku laboratoryjnym można sformułować następujące wnioski:

- W przypadku karabinka maszynowego, amplituda drgań lufy nie ma decydującego wpływu na celność ognia pojedynczego, pomimo prawie trzykrotnej różnicy jej wartości dla różnych urządzeń wylotowych. Znaczenie urządzenia wylotowego będzie prawdopodobnie istotne dopiero podczas prowadzenia ognia seriami.
- Pomiar parametrów skupienia podczas strzelania z broni zamocowanej sztywno na stanowisku daje rozbieżne wyniki z wynikami realnych strzelań. O ile może być stosowany do oceny amunicji, to podczas badań broni bardziej miarodajne są strzelania wykonywane przez strzelców (lub użycie stanowiska częściowo symulującego oddziaływanie broni na strzelca).
- Pomiar podrzutu broni na stanowisku badawczym umożliwia wstępną ocenę wpływu konstrukcji urządzenia wylotowego na charakterystyki strzału.

real shooting conditions, in spite that the gun is fixed horizontally. One of the most interesting fact is that the muzzle device from M16 (unsymmetrical) has managed to compensate the jump completely within a longer measurement time. The gun assembled in the stand and having this muzzle device integrated started to move downward after some time (for all others muzzle devices the gun always moves upwards in different degree). This move is likely caused by the mass of the breech striking at locking. The sniper rifle has the greatest jump at firing without any muzzle device. Even if the angle of jumping is small at the moment when the bullet leaves the barrel, its maximal value (at the end of the gun automatics cycle) affects the accuracy of repeatable shooting.

4. Conclusions

Following conclusions may be drawn from the investigations of gun's jump carried out on the laboratory setup:

- In the case of the machinegun the accuracy of the single firing is not affected significantly by the amplitude of barrel vibrations which changes almost three times for different muzzle devices. The type of a muzzle device may supposedly matter at a series firing.
- The measurement of shots concentration parameters for the gun fixed rigidly into the stand provides results which are incoherent with the real shootings. It may be used for evaluation of ammunition but the shootings delivered by the shooters are more reliable for evaluations of guns (or deployment of a setup which partly simulates the interaction between the gun and shooter).
- Measurements of gun's jump on the testing stand can be used for an initial assessment of the muzzle device influence into the firing performances.

- Użycie tłumika dźwięku potrafi w skrajnych przypadkach obniżyć ŚPT o ok. 80 mm na odległości 50 m. Należy wziąć to pod uwagę przy strzelaniu na większe odległości.
- Pomiar drgań lufy wykonany przy pomocy kamery szybkiej i obróbki danych z wykorzystaniem oprogramowania do śledzenia punktu obarczony jest błędem. Błąd ten jest na tyle duży, że praktycznie uniemożliwia badanie drgań mniejszych od ok. 1 mm.
- Pomimo trzypunktowego montażu broni na stanowisku badawczym, brak jest pewności czy proces zmiany urządzenia wylotowego nie wpływa na punkt celowania.
- Any use of the silencer may lower the AHP in extreme cases by ca. 80 mm at the range of 50 m. It has to be considered at firing for greater distances.
- The measurement of barrel vibrations by the high speed camera and data processing deploying the software for tracking a point is burdened by the error. The error is so significant that the investigation of vibrations below 1 mm is impossible in practice.
- Despite a three points gun fixing in the testing stand there is no certainty if the replacement of the muzzle device does not change the point of aiming.

Literatura / Literature

Ministerstwo Obrony Narodowej (MON). (2008). Norma Obronna NO-10-A500-2: *Broń strzelecka. Metody badań. Badania poligonowe*. Warszawa: MON.

Ministerstwo Obrony Narodowej (MON). (2005). Norma Obronna NO-06-A105: *Uzbrojenie i sprzęt wojskowy. Ogólne wymagania techniczne, metody kontroli i badań. Ogólne zasady badań oraz odbioru prototypów i urządzeń produkowanych seryjnie*. Warszawa: MON.

Piechota, N., Woźniak, R. i Zahor, M. (2015). Karabinek standardowy systemu MSBS-5,56K – podstawowa broń „polskiego żołnierza przyszłości” (część II), *Problemy Mechatroniki. Uzbrojenie, Lotnictwo, Inżynieria Bezpieczeństwa*, Nr 6, 3 (21), 101-116.

Szmit, Ł. (2017). *Badania teoretyczne i doświadczalne odrzutu, podrzutu i obrotu automatycznej broni strzeleckiej*, Warszawa: Redakcja Wydawnictw Wojskowej Akademii Technicznej.

Szmit, Ł. i Woźniak, R. (2011). Specificity of Design and Action of the Weapon's Jump and Recoil Laboratory Test Stand, *Materiały konferencyjne 17. Międzynarodowej Konferencji „Vyzbroja Technika Pozemnych Sil 2011”*, płyta CD, Liptowski Mikulasz, 2011.

Artykuł powstał w ramach realizacji projektu rozwojowego nr O ROB 0034 03 001 dofinansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

The paper was prepared under the development project No O ROB 0034 03 001 co-financed by the National Centre of Researches and Development.

