



**BADANIA MANIPULATORÓW BRONI PROJEKTU RAWAT
POD KĄTEM OPTYMALIZACJI ICH KONSTRUKCJI**
*TESTING THE HANDLES OF RAWAT FAMILY RIFLES
FOR OPTIMISATION OF DESIGNS*

Dawid GOŹDZIK, 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

Adam GAWRON

Wojska Obrony Terytorialnej / *Territorial Defense Forces*

Author's e-mail address: lukasz.szmit@wat.edu.pl; ORCID: 0000-0001-5243-2903

DOI 10.5604/01.3001.0014.2695

Streszczenie: W artykule przedstawiono wyniki badań nad ergonomią manipulatorów karabinków projektu RAWAT. Dotychczasowa eksploatacja karabinków przyniosła wiele wniosków i uwag, między innymi dotyczących manipulatorów broni. Aby wyjść naprzeciw oczekiwaniom użytkowników postanowiono zmodyfikować rękojeść przeładowania, odbijacz łusek, spust oraz dźwignię bezpiecznika. Elementy te zostały przeprojektowane, wykonane technologią druku 3D, a następnie przebadane. Podczas badań zmodyfikowane elementy sprawdzano pod względem działania i wygody użytkowania. Testy obejmowały czynności obsługowe broni oraz strzelania amunicją bojową.

Słowa kluczowe: mechanika, ergonomia, broń palna, karabinek

1. Wstęp

Kształt i wielkość manipulatorów broni strzeleckiej ma istotne znaczenie dla ergonomii jej użytkowania. Jako elementy, które wykorzystywane są w trakcie wszystkich czynności obsługowych, rzutują one również na jej ocenę przez

Abstract: Results of tests on ergonomics of the handles for RAWAT project rifles are presented in the paper. The use of the rifles in the past has brought many conclusions and comments concerning the rifle handles as well. In order to cope with the expectations of customers it was decided to modify the reloading grip, deflector of cases, trigger and the safety catch. These components were redesigned, and fabricated by 3D printing technology to be finally tested. The modified components were examined by testing the functionality and convenience of using. The tests contained the handling of the rifle and firing with live ammunition.

Keywords: mechanics, ergonomics, firearm, rifle

1. Introduction

Shape and size of devices used for a firearms handling is crucial for its ergonomics. As these components are used during all manipulations then they also affect the user's opinion about the firearm. Up to

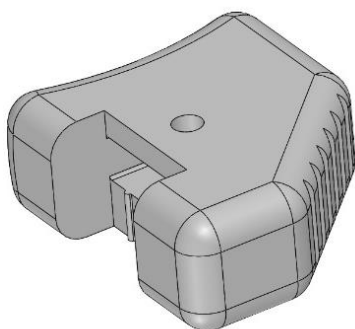
użytkownika. Dotychczasowa eksploatacja karabinków projektu RAWAT (Piechota, Woźniak i Zahor, 2014) przyniosła szereg wniosków i uwag, w tym dotyczących manipulatorów broni.

W związku z tym zdecydowano się zmodyfikować manipulatory, co do których zgłoszonych zostało najwięcej uwag oraz opracować nowe elementy, które miały pozytywnie wpłynąć na ergonomię i użytkowanie broni. Zmodyfikowanymi manipulatorami były: rękojeść przeładowania, odbijacz łusek oraz dźwignia bezpiecznika. Nowymi elementami były nakładki na język spustowy oraz trzon przełącznika rodzaju ognia ze zmienionymi nastawami.

Fragmentaryczne wyniki przedmiotowych badań zaprezentowano na sesji plakatowej podczas XXII Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej pn. „Problemy rozwoju, produkcji i eksploatacji techniki uzbrojenia” UZBROJENIE’2019 (Gawron, Goździk i Szmit, 2019).

2. Opracowanie i wykonanie zmodyfikowanych elementów

Najwięcej zastrzeżeń i uwag dotyczyło obsługi rękojeści przeładowania broni (rys.1). Problemy wynikały z jej niewielkich rozmiarów i niezbyt wygodnego kształtu.



Rys. 1. Rękojeść przeładowania karabinka MSBS-5,56

Fig. 1. Reloading grip of MSBS-5.56 rifle

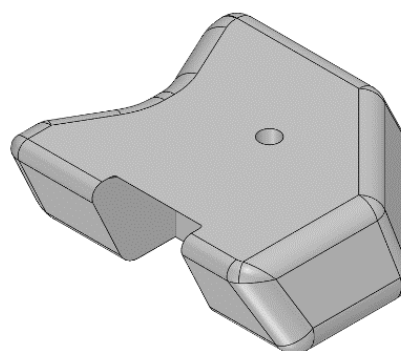
now, a deployment of RAWAT project rifles (Piechota, Woźniak & Zahor, 2014) has brought many conclusions and remarks concerning these handles as well.

For this reason it was decided to modify the handles which received the greatest number of remarks, and to develop new components improving the ergonomics and use of weapon. Following handles were modified: reloading lever, deflector of cases, and safety catch. New components were the adapters for trigger and a shank of fire mode switch with changed settings.

Partial results of tests regarding the subject matter were presented in the poster session of the XXII International Scientific-Technological Conference “*Issues of Development, Production and Use of Armament Technology*” ARMAMENT’2019 (Gawron, Goździk & Szmit, 2019).

2. Designing and Fabrication of Modified Components

The handling of the gun reloading grip provided the greatest number of reservations and remarks (Fig.1). Problems were caused by its small size and a bit awkward shape.



Rys. 2. Zmodyfikowana rękojeść przeładowania

Fig. 2. Modified reloading grip

Okazało się również, że ze względu na cienkie ścianki rękojeści w miejscach montażu element ten często ulega uszkodzeniu.

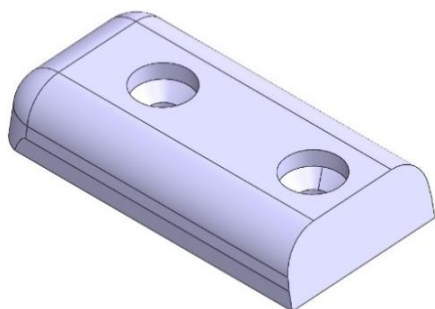
Zmodyfikowane rękojeści charakteryzują się poprawionym kształtem oraz pogrubionymi ściankami w newralgicznym obszarze (rys. 2). Mimo wyraźnie większych rozmiarów są przy tym ukształtowane tak, żeby nie zwiększać szerokości całkowitej broni.

Część użytkowników wskazywała na fakt, że w przypadku przeładowywania broni prawą ręką dochodzi do kolizji dłoni obsługującej rękojeść przeładowania z przednią krawędzią odbijacza łusek (rys. 3). W związku z tym zaprojektowano odbijacz o niższym profilu i zaokrąglonej przedniej krawędzi (rys. 4).

Moreover, it was proved that thin walls of the grip in the places of fixing caused frequent failures of the component.

The modified grips have improved shape and thicker walls in the sensitive area (Fig. 2). They are shaped in a way preventing the increase of overall gun breadth in spite of a significantly larger size.

Some users have claimed that the right hand shifting the gun reloading grip collides with the frontal edge of the cases deflector (Fig. 3). Concerning the above, a new deflector was designed with a lower profile and a rounded frontal edge (Fig. 4).

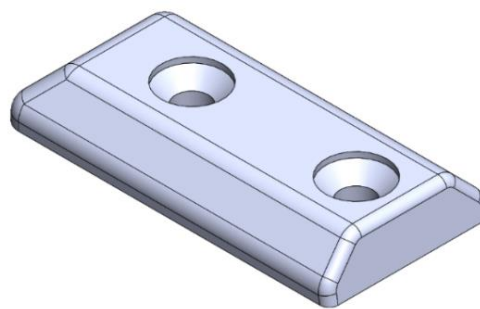


Rys. 3. Odbijacz łusek karabinka MSBS-5,56

Fig. 3. Case deflector for MSBS-5.56 rifle

Obniżenie profilu odbijacza może skutkować tym, że przestanie on działać, to jest kierować wyrzucane łuski w zamierzonym kierunku (w bok). Aby uniknąć tego typu sytuacji zaprojektowano i przebadano również odbijacz z występnym wchodzącym w okno wyrzutowe łusek (rys. 5). Zakładano, że spowoduje to poprawne działanie zespołu odpowiedzialnego za ekstrakcję łusek podczas strzelania.

Doświadczenia z eksploatacji karabinków wskazują, że strzelcy o małych dłoniach mają trudności w obsłudze bezpiecznika. W związku z tym wykonano skrzydełko bezpiecznika o większej długości (rys. 6). Konstrukcja i kształt skrzydełka nie uległy przy tym zmianom.

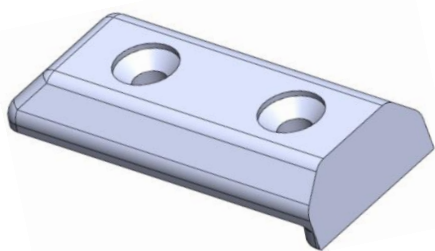


Rys. 4. Zmodyfikowany odbijacz łusek

Fig. 4. Modified case deflector

The lowering of the deflector profile may disturb its operation, i.e. ejection of cases in a desired direction (on the side). In order to avoid it, a deflector with a protrusion entering the case ejection window was designed and tested (Fig. 5). It was assumed that this can effect correct operation of the unit responsible for extraction of cases at the shooting.

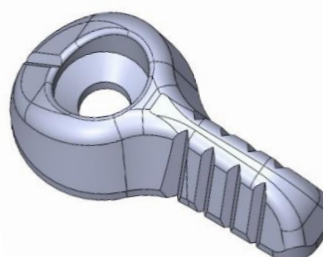
The experience shows that users of rifles with small hands have difficulties at handling the safety catch. Considering this a winglet of the catch with greater length was made (Fig. 6). At the same the design and shape of the winglet were not changed.



Rys. 5. Zmodyfikowany odbijacz lusek z występem wchodzącym w okno wyrzutowe

Fig. 5. Modified case deflector with a protrusion entering the ejection window

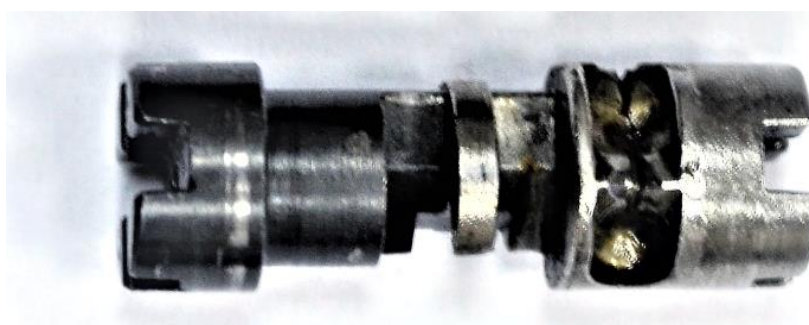
Dodatkowo, z powiększonym skrzydełkiem bezpiecznika przebadano nowy trzon przełącznika rodzaju ognia z położeniami rozmieszczonymi co 90° (fot. 1). Standardowy przełącznik posiada położenia rozmieszczone co 45° (Piechota, Woźniak i Zahor, 2015). Opracowanie nowego typu przełącznika wynikało z potrzeb zgłaszanych przez żołnierzy jednostek specjalnych.



Rys. 6. Przedłużone skrzydełko bezpiecznika

Fig. 6. Extended winglet of the safety catch

Additionally to the enlarged safety catch winglet a new shank of the fire mode switch was tested for positions shifted by 90° (Photo 1). The standard switch has positions shifted by 45° (Piechota, Woźniak & Zahor, 2015). Development of the new switch was made on the demand of special forces.

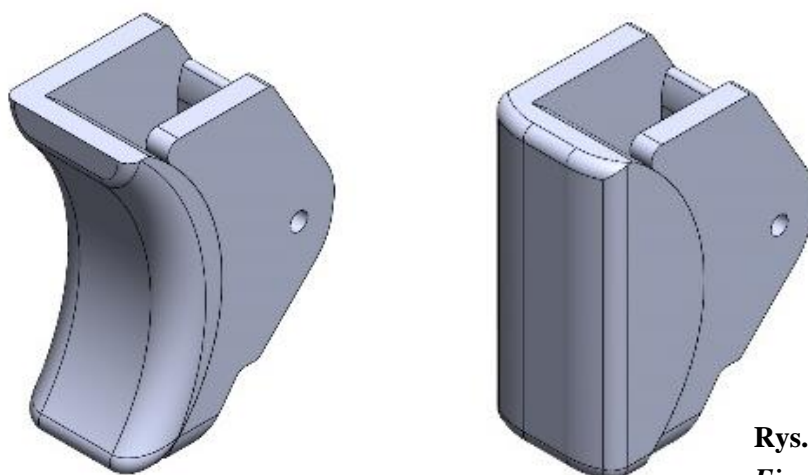


Fot. 1. Zmodyfikowany przełącznik rodzaju ognia

Photo 1. Modified switch of fire mode

Nowymi, zaprojektowanymi od podstaw elementami są nakładki na język spustowy (rys. 7), zmieniające jego szerokość i profil. Zwiększają one także odległość od przedniej powierzchni języka spustowego do rękojeści broni. Nakładki zaprojektowano w trzech kształtach, każdy w trzech rozmiarach, co pozwala dopasować język spustowy do indywidualnych wymagań i przyzwyczajzeń użytkownika. Nakładka składa się z dwóch części łączonych śrubą.

Adapters for triggers changing their width and profile are entirely new designed components (Fig. 7). They also increase the distance between the front surface of the trigger and the gun grip. The adapters are designed for three shapes and each of them has three dimensions to fit the trigger to individual demands and preferences of the user. The adapter has two parts connected by a screw.



Rys. 7. Nakładki na spust
Fig. 7. Trigger adapters

Przewidziane do badań manipulatory wykonano metodą druku 3D, natomiast zmodyfikowany przełącznik rodzaju ognia wykonała Fabryka Broni w Radomiu. Na fotografiach 2÷7 przedstawiono wydrukowane elementy zamontowane na przeznaczonym do badań karabinku systemu RAWAT.

3. Badania manipulatorów

Celem badań było określenie wpływu zmodyfikowanych elementów na wygodę użytkownika i ergonomię karabinka. Badania polegały na wykonywaniu czynności obsługowych oraz strzelania amunicją bojową przez strzelca testowego.

Przygotowany do badań karabinek z zamontowanym kompletem manipulatorów przedstawiono na fot. 8. Karabinek wyposażony jest we wszystkie objęte badaniami manipulatory: rękojeść przeładowania, obniżony odbijacz łusek, przedłużone skrzydełko bezpiecznika ze zmienionymi nastawami na 90/90° i nakładkę na język spustowy. Spośród przygotowanych nakładek na język spustowy do badań wybrano te, które najlepiej odpowiadały strzelcowi testowemu po wstępnej weryfikacji.

Badania manipulatorów, w tym strzelania amunicją bojową (FB „Łucznik”, 2017), zostały przeprowadzone na terenie Wojskowej Akademii Technicznej.

The handles to be tested were performed by 3D printing, whereas the modified switch of fire mode was made by the Arms Plant in Radom. Pictures 2÷7 show printed components integrated in the RAWAT system rifle to be tested.

3. Testing the Handles

The tests were aimed to establish the influence of the modified components on the convenience of rifle handling and ergonomics. The tests included the manual service activities and shooting with live ammunition by a testing shooter.

The rifle prepared for testing with the integrated system of handles is shown in Photo 8. The rifle is equipped with all investigated handles: reloading grip, extended winglet of the safety latch with changed settings for 90/90° and the adapter inset on the trigger. Amid prepared adapters for the trigger the ones fitting the best for the testing shooter were selected after verification.

The testing of the handles, including firings with live ammunition (FB „Łucznik”, 2017), was conducted in the Military University of Technology.



Fot. 2. Zmodyfikowana rękojeść przeladowania
Photo 2. Modified reloading grip



Fot. 3. Zmodyfikowany odbijacz łusek
Photo 3. Modified case deflector



Fot. 4. Zmodyfikowany odbijacz łusek z występem wchodzącym w okno wyrzutowe
Photo 4. Modified case deflector with a protrusion entering the ejection window



Fot. 5. Powiększone skrzydelko bezpiecznika
Photo 5. Extended winglet of the safety catch



Fot. 6. Nakładka na język spustowy z wyprofilowanym wycięciem
Photo 6. Trigger adapter with a profiled cut



Fot. 7. Nakładka na język spustowy z płaską przednią ścianą
Photo 7. Trigger adapter with a flat front profile



Fot. 8. Karabinek systemu RAWAT przygotowany do badań
Photo 8. The rifle of RAWAT system prepared for testing

Uzyskane wyniki zaprezentowano w tabeli 1. | The received results are presented in table 1.

Tabela. 1. Wyniki badań manipulatorów

Lp.	Rodzaj badania	Metodyka badań Sposób oceny	Wyniki
1.	Badanie zmodyfikowanej rękojeści przeładowania	Trening usuwania zacięcia 1 stopnia – 10 strzałów z nową rękojeścią, 5 strzałów ze starą rękojeścią	Zmodyfikowana rękojeść przeładowania jest wyraźnie wygodniejsza. Nie dochodzi do kolizji ręki przeładowującej ze śrubami celownika. W przypadku zastosowania obniżonego odbijacza łusek nie występuje kolizja ręki przeładowującej z odbijaczem.
2.	Badanie zmodyfikowanej rękojeści przeładowania	Trening usuwania zacięcia 2 stopnia – 10 strzałów z nowymi rękojeściami, 5 strzałów ze starymi	Zmodyfikowana rękojeść przeładowania jest wyraźnie wygodniejsza. Nie dochodzi do kolizji ręki przeładowującej ze śrubami celownika. W przypadku zastosowania obniżonego odbijacza łusek nie występuje kolizja ręki przeładowującej z odbijaczem. Wskazana jest dalsza modyfikacja kształtu rękojeści przeładowania (zaokrąglenie narożnika i wycięcia pod palec) w celu uzyskania jak najlepszych efektów.
3.	Badanie obniżonego odbijacza łusek	Badanie polega na oddaniu strzałów (10 strzałów ogniem pojedynczym, 20 strzałów krótkimi seriami i 30 strzałów ogniem ciągłym) bronią z zamontowanym odbijaczem łusek o obniżonym profilu.	Broń działa poprawnie, bez zacięć. Łuski wyrzucane są do tyłu pod kątem 135° od osi lufy.
4.	Badanie obniżonego odbijacza łusek, z występem wchodzącym w okno wyrzutowe łusek	Badanie polega na oddaniu strzałów (10 strzałów ogniem pojedynczym, 20 strzałów krótkimi seriami i 30 strzałów ogniem ciągłym) bronią z zamontowanym odbijaczem łusek o obniżonym profilu.	Broń działa poprawnie, bez zacięć. Łuski wyrzucane są w pożądanym kierunku, pod kątem ok 80° od osi lufy.

5.	Badanie powiększonego skrzydełka bezpiecznika w ogniu pojedynczym, bezpiecznik 45/45	Badanie polega na przejściu z pozycji niskiej gotowości do oddania strzału pojedynczego – 20 strzałów z powięk-szonym skrzydełkiem bezpiecznika i 10 ze starym.	Nowe skrzydełko ułatwia odbezpieczenie broni jednak ze względu na większą długość i łatwość obracania, bezpiecznik ustawia się od razu w położenie do ognia ciągłego.
6.	Badanie powięk-szonego skrzydełka bezpiecznika w ogniu ciągłym, bezpiecznik 45/45	Badanie polega na przejściu z pozycji niskiej gotowości do oddania serii strzałów – 10 serii z powięk-szonym skrzydełkiem bezpiecznika i 10 ze starym.	Przedłużone skrzydełko bardzo łatwo przechodzi w położenie do ognia ciągłego. Po ustawieniu w tym położeniu wystaje poza dolny obrys komory zamkowej i uwiera w palec spustowy.
7.	Badanie powięk-szonego skrzydełka bezpiecznika w ogniu pojedynczym, bezpiecznik 90/90	Badanie polega na przejściu z pozycji niskiej gotowości do oddania strzału pojedynczego – 20 strzałów z powięk-szonym skrzydełkiem bezpiecznika i 10 ze starym.	Nowe skrzydełko ułatwia odbezpieczenie broni, jednak ze względu na większą długość wystaje poza dolny obrys komory zamkowej i uwiera w palec spustowy.
8.	Badanie powięk-szonego skrzydełka bezpiecznika w ogniu ciągłym, bezpiecznik 90/90	Badanie polega na przejściu z pozycji niskiej gotowości do oddania serii strzałów – 10 serii z powięk-szonym skrzydełkiem bezpiecznika i 10 ze starym.	Przestawienie bezpiecznika w położenie do ognia ciągłego jest niewygodne. Zabezpieczenie broni jest bardzo niewygodne, wymaga zmiany chwytu.
9.	Badanie płaskiej nakładki na spust w strzelaniu na 10 m	Badanie polega na oddaniu 15 strzałów (1-5) ogniem pojedynczym z broni ze standardowym spustem, a następnie z broni z zamontowaną nakładką na spust.	Nakładka na spust poprawia komfort strzelca i zmniejsza odczuwalną siłę na spuście. Nakładka przenosi przednią powierzchnię spustu do przodu, co również poprawia wygodę operowania spustem. Strzelec testowy wskazał płaską nakładkę na spust jako najwygodniejszą
10.	Badanie zaokrąglonej nakładki na spust w strzelaniu na 10 m	Badanie polega na oddaniu 15 strzałów (1-5) ogniem pojedynczym z broni ze standardowym spustem, a następnie z broni z zamontowaną nakładką na spust.	Nakładka na spust poprawia komfort strzelca i zmniejsza odczuwalną siłę na spuście. Nakładka przenosi przednią powierzchnię spustu do przodu, co również poprawia wygodę operowania spustem.

Table 1. Test results for the handles

#	Type of test	Testing methodology Method of evaluation	Results
1.	Testing the modified reloading grip	Training on removal of the 1-st order jams – 10 shots with the new grip, 5 shots with the old grip	The modified reloading grip is decidedly more convenient. The reloading hand does not collide with the sight screws. When the lowered deflector is used, the reloading hand does not collide with the deflector.
2.	Testing the modified reloading grip	Training on removal of the 2-nd order jams – 10 shots with the new grips, 5 shots with the old grips	The modified reloading grip is decidedly more convenient. The reloading hand does not collide with the sight screws. When the lowered deflector is used, the reloading hand does not collide with the deflector. A further modification of the shape of reloading grip is recommended (a rounding of corner and a cutting for finger) for receiving possibly best results.

3.	Testing the lowered deflector of cases	Testing by firing the shots (10 shots in single shots, 20 shots in short series and 30 shots in one series) with the gun having the case deflector with the lowered profile.	The weapon operates correctly, without any jams. The cases are ejected in backward direction at the angle of 135° against the barrel axis.
4.	Testing the lowered deflector of cases with the protrusion entering the window for ejection of cases	Testing by firing the shots (10 shots in single shots, 20 shots in short series and 30 shots in one series) with the gun having the case deflector with the lowered profile.	The weapon operates correctly, without any jams. The cases are ejected in desired direction at the angle of ca. 80° against the barrel axis.
5.	Testing the extended winglet of the safety catch at single fire, the catch 45/45	Testing by transition from the position of low readiness to single shooting – 20 shots with the extended winglet of the safety catch and 20 shots with the old one.	The new winglet facilitates the releasing of gun safety catch, but due to its greater length and easiness of turning it sets immediately in the position of continuous fire.
6.	Testing the extended winglet of the safety catch at continuous fire, the catch 45/45	Testing by transition from the position of low readiness to a serial shooting – 10 shots with the extended winglet of the safety catch and 10 shots with the old one.	The extended winglet moves very easily in the position of continuous fire. After setting in this position it protrudes beyond the low contour of the bolt chamber and rubs the triggering finger.
7.	Testing the extended winglet of the safety at single fire, the safety 90/90	Testing by transition from the position of low readiness to single shooting – 20 shots with the extended winglet of the safety and 10 shots with the old one.	The new winglet facilitates the releasing of gun safety catch but due to its larger length it protrudes beyond the low contour of the bolt chamber and rubs the triggering finger.
8.	Testing the extended winglet of the safety at continuous fire, the safety 90/90	Testing by transition from the position of low readiness to a serial shooting – 10 shots with the extended winglet of the safety and 10 shots with the old one.	Setting the safety into the continuous fire is inconvenient. Setting the gun at safety is awkward and requires the grip to be changed.
9.	Testing the flat adapter of the trigger at shooting at 10 m	Testing by 15 single shots (1-5) with the gun having the standard trigger, and next with the gun having the adapter inset into trigger.	The inset trigger adapter improves the comfort of shooter and reduces the force sensed on the trigger. The adapter moves forward the frontal surface of the trigger what also facilitates its use. Testing shooters have pointed the flat adapter as the most suitable.
10.	Testing the rounded adapter of the trigger at shooting at 10 m	Testing by 15 single shots (1-5) with the gun having the standard trigger, and next with the gun having the adapter inset into trigger.	The inset trigger adapter improves the comfort of shooter and reduces the force sensed on the trigger. The adapter moves forward the frontal surface of the trigger what also facilitates its use.

4. Podsumowanie

Przeprowadzone badania pozwoliły ocenić proponowane rozwiązania oraz sformułować następujące wnioski co do docelowych manipulatorów:

1. Zmodyfikowana rękojeść przeładowania jest wyraźnie wygodniejsza od standardowej. Nieco większa powierzchnia chwytana rękojeści (przy zachowanej szerokości broni wynikającej z ZTT) ułatwia przeładowanie broni. Odpowiednie ukształtowanie przedniej powierzchni rękojeści zmniejsza także ryzyko kolizji ręki przeładowującej ze śrubami celownika. Pogrubienie ścianek w newralgicznych obszarach powinno poprawić również wytrzymałość tego elementu. Wskazana jest dalsza modyfikacja kształtu przedniej powierzchni rękojeści w celu uzyskania jak najlepszych rezultatów.
2. Zastosowanie obniżonego odbijacza łusek nie powoduje problemów z funkcjonowaniem broni. Obniżony odbijacz nie spełnia jednak prawidłowo swojej funkcji i łuski wyrzucane są w niekorzystnym kierunku (do tyłu).
3. Odbijacz łusek z występnym wchodzącym w okno wyrzutowe nie powoduje problemów z funkcjonowaniem broni. Występ wchodzący w okno wyrzutowe zapewnia przy tym prawidłowe działanie odbijacza, łuski są wyrzucane do przodu. W przypadku zastosowania obniżonego odbijacza łusek nie występuje również kolizja ręki przeładowującej z odbijaczem. Kombinacja powiększonej rękojeści przeładowania i obniżonego odbijacza łusek z tym występnym okazała się najkorzystniejsza.
4. Powiększone skrzydełko bezpiecznika, choć wygodne, sprawia problemy. W połączeniu z przełącznikiem rodzaju ognia 45/45° sprzyja niezamierzonemu przechodzeniu w tryb ognia ciągłego. W

4. Summary

Performed tests can be used to evaluate the proposed solution and to formulate following conclusions concerning the objective options of the handles:

1. The modified reloading grip is distinctly more convenient than the standard one. A bit larger catching surface of the grip (at preserved width of the gun specified by the tactical-technical requirements) facilitates the reloading of the gun. The suitable shape of the grip frontal surface reduces also a risk for collision of reloading hand with screws of the sight. Thicker walls of the component at crucial places may also improve its strength. For getting the best results a further modification of the frontal surface of the grip is also recommended.
2. Application of the lowered case deflector is not problematic for weapon functionality. But the lowered case deflector operates incorrectly as the cases are ejected at undesired (backwards) direction.
3. The case deflector with the protrusion entering the ejection window is not problematic for weapon functionality. The protrusion entering the ejection window provides a correct operation of the deflector and the cases are ejected forwards. In the case when the lowered case deflector is used the reloading hand does not collide with the deflector. A combination of the extended reloading grip and the lowered case deflector with this protrusion has proved to be the best one.
4. The increased winglet of the safety is convenient but problematic. An unintended transition is possible into the continuous fire at its combination with 45/45° fire mode switch. It hinders the

- połączeniu z przełącznikiem rodzaju ognia 90/90°, uwiera w palec spustowy po odbezpieczeniu (przy nastawie na ogień pojedynczy).
- Przełącznik rodzaju ognia 90/90° okazał się niewygodny. Przetawienie broni z takim przełącznikiem w tryb ognia ciągłego jest bardzo utrudnione (i to pomimo zastosowania przedłużonej dźwigni bezpiecznika), a zabezpieczenie broni z takiego położenia na tyle trudne, że wymaga zmiany chwytu na broni.
 - Warte rozważenia jest przygotowanie przełączników z nastawami 90/45° i 45/90°, łączących w sobie najlepsze cechy obu testowanych rozwiązań oraz przeprowadzenie badań, które wskazałyby, najkorzystniejsze rozwiązanie.
 - Nakładki na język spustowy poprawiają komfort strzelca i wygodę strzelania zmniejszając odczuwaną przez strzelca siłę spustu. Pozytywnie oceniono również spowodowane nałożeniem nakładki przesunięcie języka spustowego do przodu. Najwyżej ocenioną nakładką była nakładka płaska o średniej grubości, jednak najkorzystniejszy kształt i wymiary nakładki są uzależnione od indywidualnych preferencji strzelca. Wskazane jest opracowanie języka spustowego lepiej przystosowanego do mocowania nakładek niż obecny oraz dalsze prace mające na celu wskazanie najkorzystniejszego kształtu i wymiarów nakładki.
- move of triggering finger at combination with 90/90° fire mode switch (set into the single fire).
- The 90/90° fire mode switch has proved to be a bit awkward. Resetting the gun into the continuous fire mode with such switch is very difficult (in spite of the extended arm of the safety), and setting the gun at safety from this position is very hard and requires the gun grip to be changed.
 - It seems to be worth to consider the elaboration of the switches with settings 90/45° and 45/90°, combining the best features of the two tested solutions, and to carry out tests indicating the best solution.
 - The trigger adapters improve the shooter's comfort and facilitate the shooting by decreasing the triggering force sensed by the shooter. The shifting of the trigger lever forward by insetting the adapter was also positively assessed. The highest rank has been received by the flat adapter of medium thickness, but the most preferred shape and size of the adapter depends on individual preferences of a shooter. It seems to be reasonable to elaborate a trigger lever which is better prepared for fixing the adapters than the present one, and to continue the work on selection of the best shape and size of the adapter.

Literatura / Literature

- Fabryka Broni „Łucznik” – Radom Sp. z o.o. (FB „Łucznik”). (2017). *Instrukcja użytkowania 5,56 mm karabinka standardowego (podstawowego)*. Radom: Fabryka Broni „Łucznik” – Radom Sp. z o.o. (FB „Łucznik”).
- Gawron, A., Goździk, D. i Szmit, Ł. (2019). Badania manipulatorów broni projektu RAWAT, pod kątem optymalizacji ich konstrukcji. *Materiały XXII Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej „Problemy rozwoju, produkcji i eksploatacji techniki*

uzbrojenia” *UZBROJENIE 2019*, Jachranka, 10-13.06.2019 r. Zielonka: Wydawnictwo Wojskowego Instytutu Technicznego Uzbrojenia (nośnik elektroniczny).

Piechota, N., Woźniak, R. i Zahor, M. (2014). Karabinek standardowy systemu MSBS-5,56K – podstawowa broń „polskiego żołnierza przyszłości” (część I). *Problemy Mechatroniki. Uzbrojenie, lotnictwo, inżynieria bezpieczeństwa*, Nr 5 (3), 119-130.

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), 101-116.

Projekt rozwojowy nr O ROB 0034 03 001
współfinansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

*Development project No O ROB 0034 03 001
co-financed by the National Centre of Researches and Development*

