

BADANIA WPLYWU WARUNKÓW UŻYTKOWANIA KAMIZELEK KULOODPORNYCH NA WŁAŚCIWOŚCI BALISTYCZNE

W artykule przedstawiono wyniki badań wpływu warunków - intensywności i czasu użytkowania kamizelek kuloodpornych na ich właściwości ochronne [1].

1. Wstęp

Dysponowanie sprawdzonymi danymi o przebiegu zużywania się kamizelek kuloodpornych podczas użytkowania jest pilną potrzebą, podyktowaną względami ekonomicznymi i bezpieczeństwa. Okresy gwarantowanej jakości kamizelek nie są uzależniane od warunków i stopnia rzeczywistego zużycia. Istnieje więc możliwość zarówno wcześniejszej utraty właściwości ochronnych, jak i ich utrzymania pomimo upływu tego okresu. Może to prowadzić do niebezpiecznego użytkowania kamizelek nie spełniających wymaganej kuloodporności, a będących jeszcze w okresie gwarancyjnym, jak i marnotrawstwa, spowodowanego wycofywaniem z użytkowania dobrych jeszcze kamizelek, którym ten okres upłynął.

Dotycząca tych zagadnień Polska Norma PN-V-87000 [2] określa szczegółowo sposób postępowania z kamizelkami w trakcie trwania i po upływie okresu gwarancyjnego. Ocena ich stanu technicznego powinna się opierać o okresowe balistyczne badania sprawdzające, prowadzone w sposób, jak przy badaniach odbiorczych kamizelek nowych. Precyzuje przy tym, że badania takie powinny być wykonywane po 5. i 8. latach od daty wyprodukowania, a następnie co 2 lata (badania okresowe prowadzi obecnie m. in. Komenda Główna Policji i Agencja Bezpieczeństwa Wewnętrznego).

Wobec istnienia przesłanek, nie zweryfikowanych jednak badaniami, że kamizelki, będąc w okresie gwarancyjnym, mogą utracić swoje właściwości kuloodporne wskutek np. trudnych warunków użytkowania, podjęto się próby sprawdzenia tak postawionej tezy. Posiadanie sprawdzonych doświadczalnie informacji z tego zakresu pozwoli uniknąć niebezpieczeństwa związanego z ryzykiem nie kontrolowanego użytkowania w okresie ważności gwarancji producenta kamizelek nie spełniających wymagań w zakresie odporności balistycznej w wyniku wpływu warunków użytkowania.

Badania jakości tzw. "starzyzny" są w wojsku bardzo ważnym zagadnieniem, którego rozwiązanie w zakresie kamizelek stanowić będzie postęp w dziedzinie bezpieczeństwa i stworzy możliwość wyeliminowania strat związanych z technicznie nieuzasadnionym wycofywaniem z użytkowania oraz ponoszeniem kosztów wymiany.

Dla precyzyjnego określenia w celach porównawczych odporności balistycznej wkładów, przewidziano wyznaczenie ich granicy ochrony balistycznej V50 przed pociskami. Jednocześnie zaplanowano przeprowadzenie badań sprawdzających spełnienie przez kamizelki wymagań w zakresie kuloodporności według normy [2]. Ich celem było sprawdzenie, czy zachowały swą pierwotną kuloodporność zadeklarowaną przez producentów (i którą miały, jako nowe, potwierdzoną badaniami odbiorczymi).

2. Metodyka i program prac badawczych

Przy opracowaniu metodyki i programu badań wzięto pod uwagę czynniki najbardziej wpływające na właściwości balistyczne kamizelek i ich trwałość - czas, który upłynął od daty wyprodukowania oraz intensywność użytkowania. Założono przy tym, na podstawie posiadanych dotychczas informacji, że zarówno upływ czasu, jak i zwiększenie intensywności użytkowania wpływają na badane parametry niekorzystnie.

Dla umożliwienia zbadania wpływu czasu i warunków użytkowania kamizelek na odporność balistyczną wkładów aramidowych, przewidziano badania kuloodporności kamizelek wyprodukowanych na przestrzeni lat, od początku uruchomienia krajowej produkcji do czasu współczesnego. Jednocześnie zaplanowano użycie do badań kamizelek o odpowiednio zróżnicowanej intensywności (cztery stopnie) ich użytkowania w tym okresie:

- intensywnie,
- średnio intensywnie,
- mało intensywnie,
- nie użytkowanych (przechowywanych).

Ze względu na brak możliwości pozyskania używanych kamizelek wyprodukowanych w ściśle określonych latach, pochodzących z tych samych partii produkcyjnych i użytkowanych z różną intensywnością, przewidziano zgrupowanie lat produkcji na następujące trzy okresy:

- 1992÷1995,
- 1996÷1999,
- 2000÷2003.

Praktyką powszechnie przyjętą jest, że z partii kamizelek po wyprodukowaniu, a przed przekazaniem do użytkowania, pewna ich liczba zostaje poddawana badaniom odbiorczym. Wszystkie kamizelki przewidziane do badań w ramach niniejszej pracy miały wykonane takie badania. Polegały one (i polegają dotychczas) na sprawdzeniu spełnienia wymagań w zakresie odporności na określone pociski i uzyskiwanej głębokości wgniecenia podłoża. W początkowym okresie stosowania kamizelek krajowych były to wymagania zawarte w doraźnie tworzonych dokumentach w rodzaju Program Badań, Wymagania Techniczne i Warunki Techniczne. Od 1999 r. obowiązuje w tym zakresie Polska Norma PN-V-87000.

Dla przeanalizowania wpływu czasu i warunków użytkowania na właściwości ochronne kamizelek nie wystarczy powtórne sprawdzenie i potwierdzenie spełniania tych wymagań przez kamizelki użytkowane. Wynik takiego badania mógłby jedynie stanowić podstawę do oceny ich jakości, umożliwiającej podjęcie decyzji o dopuszczeniu kamizelek do dalszego użytkowania lub o konieczności ich wycofania. Większą wartość poznawczą dałoby natomiast dysponowanie wartością ich rzeczywistej granicy ochrony balistycznej V50 przed pociskami, w zakresie znamionowej klasy kuloodporności. Wskazane byłoby przy tym oczywiście dysponowanie, dla porównania, wartością V50 w zakresie pocisków, wyznaczoną dla tych kamizelek, gdy były nowe, podczas ich badań odbiorczych. Jednak badania takie nie były nigdy dotychczas prowadzone i takiego materiału porównawczego nie ma (badania V50, jednak dotyczące jedynie ochrony przed odłamkami standardowymi, są już w Instytucie prowadzone).

W celu umożliwienia wyznaczania granicy ochrony balistycznej V50 przed pociskami w instytutowym laboratorium badawczym, opracowano w ramach niniejszej pracy odpowiednią Procedurę Badawczą [3]. Oprócz przydatności w ramach prowadzonej pracy, badania takie będą w przyszłości niezbędne w przypadku potrzeby precyzyjnego określenia rzeczywistych właściwości ochronnych kamizelek i próbek materiałów na pociski. Ułatwią także dokonywanie analiz porównawczych kamizelek kuloodpornych między sobą - np. przy konkursach ofert oraz kamizelek po wieloletnim użytkowaniu.

Ponieważ procedura wyznaczania granicy ochrony balistycznej V50 wymaga użycia pocisków o zróżnicowanej, lecz przewidywalnej i zgodnej z zaplanowaną prędkości uderzenia, ustalono, że do badań zostaną zastosowane naboje producenta i z partii o możliwie małym zróżnicowaniu prędkości wylotowej pocisku (ΔV). Przyjęto przy tym zasadę niezmienności partii amunicji w trakcie prowadzenia badań. Dla uzyskania odpowiedniej, potrzebnej na danym etapie badania, prędkości uderzenia pocisku, zastosowano różne egzemplarze broni i luf balistycznych oraz wykorzystano specjalnie w tym celu zakupione naboje o odpowiednio zróżnicowanej znamionowej prędkości wylotowej (np. naboje 9x19 Parabellum firmy LAPUA o prędkości wylotowej 350 m/s - oznaczone V350 i o prędkości wylotowej 400 m/s - oznaczone V400). W przypadku nie uzyskania potrzebnej prędkości uderzenia wymienionymi sposobami, doraźnie dobierano naważki prochu (preparowanie naboju) i ewentualnie zmieniano odległość strzelania.

Wykaz pozyskanych kamizelek i próbek przeznaczonych do badań przedstawiono w tabeli 1 (ujęto jedynie wybrane z najbardziej popularnych kamizelek o 2. klasie kuloodporności wg PN-V-87000). W pracy [1] badano więcej kamizelek, w tym także kamizelki o 1. i 3. klasie kuloodporności. W tabeli zamieszczono liczbowe oznaczenie identyfikacyjne kamizelki (Lp.) i numer rysunku (fotografii w publikacji).

Tabela 1. Program asortymentowy badań kamizelek i próbek

Sposób użytkowania kamizelek	Rok produkcji		
	1992÷1995	1996÷1999	2000÷2005
intensywny	Lp. 1, rys. 1	Lp. 5, rys. 3	Lp. 9
średnio intensywny	Lp. 2	Lp. 6, rys. 4	Lp. 10
mało intensywny	Lp. 3	Lp. 7	-
nie użytkowane	Lp. 4, rys. 2	Lp. 8	Lp. 11.1 i Lp. 11.2, rys. 5

Na rys. 1÷5 pokazano niektóre fotografie kamizelek w stanie wyjściowym oraz fotografie wkładów balistycznych i próbek wyjętych z pokrowców. Fotografie tego rodzaju ułatwiają analizę porównawczą rzeczywistego stanu kamizelek, wkładów i próbek z wynikami późniejszych badań odporności balistycznej.



Rys. 1. Kamizelka Lp. 1 użytkowana intensywnie przez 12 lat oraz wkład balistyczny przedni



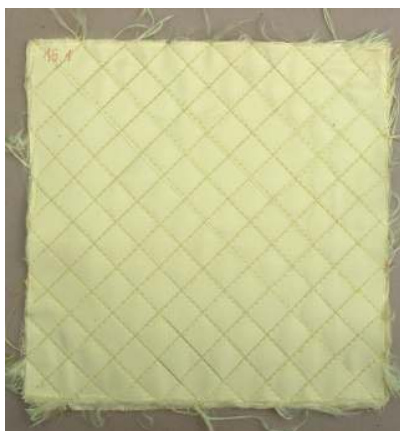
Rys. 2. Kamizelka Lp. 4 nie użytkowana (przechowywana) przez 11 lat oraz wkład balistyczny przedni



Rys. 3. Kamizelka Lp. 5 użytkowana intensywnie przez 7 lat oraz wkład balistyczny przedni



Rys. 4. Kamizelka Lp. 6 użytkowana średnio intensywnie przez 7 lat oraz wkład balistyczny przedni



Rys. 5. Próbkę nowe Lp. 11.1 i Lp. 11.2 do badań porównawczych

3. Stanowisko do badań balistycznych

Stanowisko badawcze do badań granicy ochrony balistycznej V50 przed pociskami jest ściśle podporządkowane wymaganiom zawartym w Polskiej Normie [2] i w Procedurze Badawczej [3]. Umożliwia zamocowanie kamizelki na odpowiednim podłożu, danie potrzebnej liczby strzałów w sposób, z broni i z zastosowaniem nabojów i pocisków zalecanych tam dla danej klasy kuloodporności kamizelki, pomiar prędkości uderzenia pocisków i ocenę wyników w zakresie uzyskanego rodzaju przebicia (całkowite, czy częściowe) i głębokości wgniecenia podłoża.

Na fotografii rys. 6 pokazano stanowisko do badań kuloodporności kamizelek.



Rys. 6. Stanowisko do badań balistycznych kamizelek [4]

Na pierwszym planie widoczna jest lufa balistyczna, dalej zestaw bramek fotoelektrycznych na podczerwień typu BP-01 do pomiaru prędkości pocisków, w głębi - badana kamizelka usytuowana na podłożu. Pomiar i rejestracja prędkości uderzenia pocisków odbywa się za pomocą analizatora balistycznego typu ABAT-1 współpracującego z komputerem zawierającym oprogramowanie VT08. Błąd pomiaru prędkości pocisku wynosi $\pm 0,2\%$.

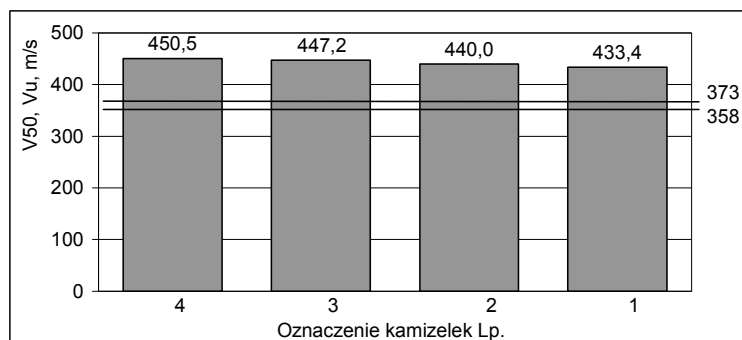
4. Wyniki badań

Badania przeprowadzono zgodnie z Polską Normą PN-V-87000 [2] i z opracowaną specjalnie w tym celu Procedurą Badawczą nr 24 [3].

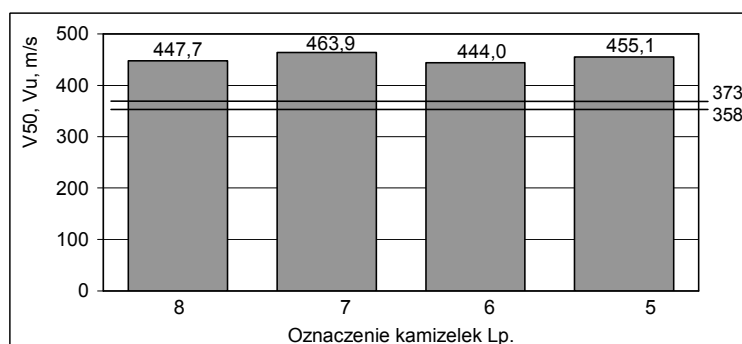
Już w czasie badań wstępnych stwierdzono, że zakres prędkości uderzenia pocisków, potrzebny dla wyznaczenia V50 kamizelek, będzie znacznie przekraczać zakres prędkości pocisków wymagany w badaniach według kryteriów PN-V-87000. W normie, oprócz ściśle określonej prędkości uderzenia pocisku, istotnym parametrem badanym, również ściśle określonym, jest dopuszczalna głębokość wgniecenia podłoża. Ze względu na to, przy wyznaczaniu V50, należy dopuścić większą od dopuszczonej przez normę, głębokość wgniecenia podłoża (większa prędkość uderzenia pocisku determinuje uzyskanie zwiększonej głębokości wgniecenia podłoża ostrzeliwanej kamizelki). Przy opracowywaniu Procedury Badawczej na wyznaczenie V50 pociskami przyjęto więc, że dopuszczalna głębokość wgniecenia podłoża nie powinna być ograniczana, natomiast w Sprawozdaniu z badań należy podać jej uzyskane wartości.

Na histogramach, pokazanych na rys. 7÷13 [1], przedstawiono graficznie wartości granicy ochrony balistycznej V50, wyznaczone dla kamizelek o różnej intensywności użytkowania i kamizelek użytkowanych w różnym okresie czasu, który upłynął od ich wyprodukowania, a także dla próbek porównawczych nie użytkowanych (nowych). Na wykresach zaznaczono li-

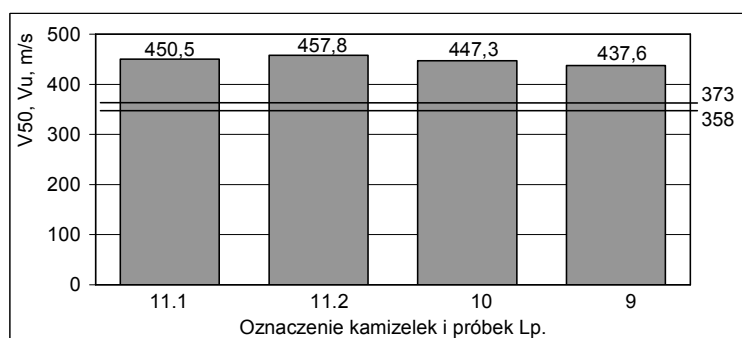
niami poziomymi i podano wartości liczbowe zakresu prędkości uderzenia V_u pocisku, wymagane w PN-V-87000 przy badaniu kamizelek o danej klasie kuloodporności.



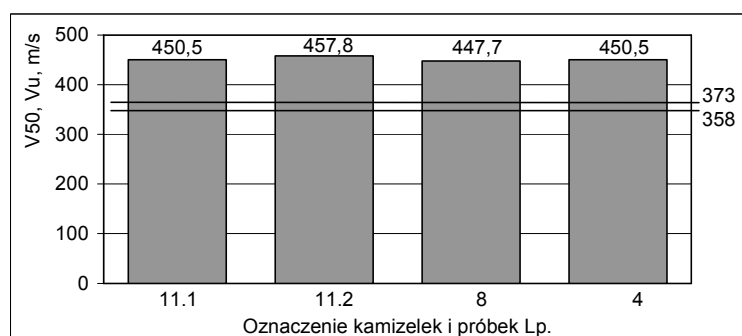
Rys. 7. Zależność granicy ochrony balistycznej V_{50} kamizelek o 2. klasie kuloodporności od intensywności użytkowania. Oznaczenie kamizelek: 4 - nie użytkowana (przechowywana), 3 - użytkowana mało intensywnie, 2 - użytkowana średnio intensywnie, 1 - użytkowana intensywnie. Kamizelki wyprodukowano w latach 1992÷1995



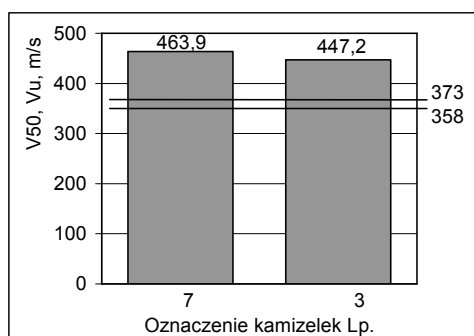
Rys. 8. Zależność granicy ochrony balistycznej V_{50} kamizelek o 2. klasie kuloodporności od intensywności użytkowania. Oznaczenie kamizelek: 8 - nie użytkowana (przechowywana), 7 - użytkowana mało intensywnie, 6 - użytkowana średnio intensywnie, 5 - użytkowana intensywnie. Kamizelki wyprodukowano w latach 1996÷1999



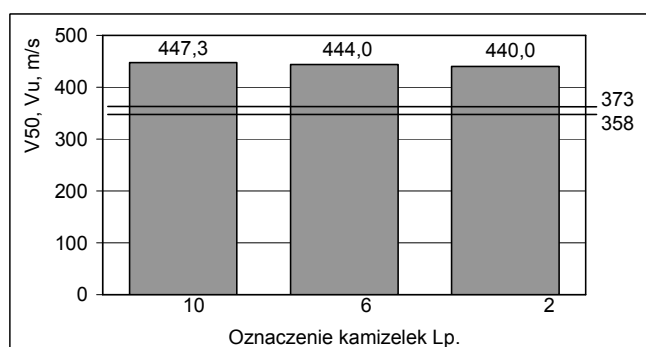
Rys. 9. Zależność granicy ochrony balistycznej V_{50} kamizelek i próbek o 2. klasie kuloodporności od intensywności użytkowania. Oznaczenie kamizelek i próbek: 11.1 i 11.2 - próbki porównawcze nie użytkowane (nowe), 10 - użytkowana średnio intensywnie, 9 - użytkowana intensywnie. Kamizelki 9 i 10 wyprodukowano w latach 2000÷2003



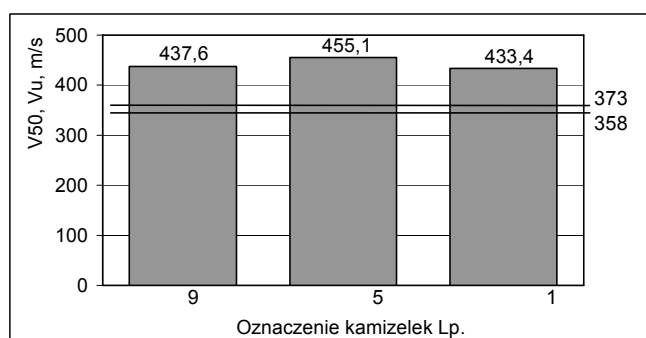
Rys. 10. Zależność granicy ochrony balistycznej V_{50} kamizelek i próbek o 2. klasie kuloodporności od czasu, który upłynął od ich wyprodukowania. Oznaczenie kamizelek i próbek: 11.1 i 11.2 - próbki porównawcze nowe, 8 - 9 lat, 4 - 11 lat. Kamizelki i próbki nie użytkowane (przechowywane)



Rys. 11. Zależność granicy ochrony balistycznej V50 kamizelek o 2. klasie kuloodporności od czasu, który upłynął od ich wyprodukowania. Oznaczenie kamizelek: 7 - 8 lat, 3 - 11 lat. Kamizelki użytkowane mało intensywnie



Rys. 12. Zależność granicy ochrony balistycznej V50 kamizelek o 2. klasie kuloodporności od czasu, który upłynął od ich wyprodukowania. Oznaczenie kamizelek: 10 - 5 lat, 6 - 7 lat, 2 - 13 lat. Kamizelki użytkowane średnio intensywnie



Rys. 13. Zależność granicy ochrony balistycznej V50 kamizelek o 2. klasie kuloodporności od czasu, który upłynął od ich wyprodukowania. Oznaczenie kamizelek: 9 - 4 lata, 5 - 7 lat, 1 - 12 lat. Kamizelki użytkowane intensywnie

5. Wnioski i zalecenia

- Kuloodporność wkładów balistycznych jest uzależniona od warunków - czasu i intensywności - użytkowania. Wartość granicy ochrony balistycznej V50 zmniejsza się wraz z intensywnością użytkowania. Jest to szczególnie wyraźne w przypadku kamizelek najstarszych. Zmiana jest mniej regularna, choć wyraźna, także w zależności od "wieku" kamizelek, szczególnie w przypadku kamizelek użytkowanych intensywnie.
- Dynamika zmian kuloodporności kamizelek w ujęciu procentowym, w wyniku użytkowania i przechowywania (rozumiana jako podatność właściwości balistycznych na zmiany w wyniku oddziaływania warunków - czasu i intensywności użytkowania), jest niewielka. W przypadku kamizelek najstarszych, kilkunastoletnich, użytkowanych intensywnie, nie przekracza 5 %. U kamizelek nowszych, kilkuletnich, użytkowanych również intensywnie, nie przekracza 4 %.
- Obniżenie wartości granicy ochrony balistycznej V50 wkładów użytkowanych w różnych warunkach i przechowywanych, w stosunku do nowych próbek porównawczych nie użytkowanych jest nieznaczne i częściowo tylko regularne (zwiększa się wyraźnie wraz z intensywnością użytkowania i w mniejszym stopniu, nieregularnie wraz z "wiekiem" kamizelek).

- Stosunkowo nieduży spadek właściwości balistycznych kamizelek poddanych badaniom wskazuje na małą podatność aramidów na zmiany właściwości fizycznych w wyniku starzenia i pod wpływem warunków użytkowania (zużycia i uszkodzeń mechanicznych, a także oddziaływania czynników chemicznych np. zawilgoceń i przepoceń). Pomimo widocznych uszkodzeń poszyć i pokrowców oraz śladów intensywnego i długotrwałego użytkowania, kamizelki zachowały wysoką granicę ochrony balistycznej.
- Kuloodporność zdecydowanej większości badanych kamizelek i próbek utrzymuje się powyżej kuloodporności nominalnej, deklarowanej przez producenta. W jednym jednak przypadku, kamizelki 7. letniej, użytkowanej intensywnie, wystąpiło przebicie całkowite pociskiem o prędkości zawartej w zakresie zalecanym przez PN-V-87000 do badań kamizelek o danej klasie kuloodporności. Przy sprawdzających badaniach niezawodnościowych według normy, kamizelka ta uzyskałaby zatem wynik ujemny (negatywny). We wszystkich omawianych przypadkach, wgniecenia podłoża były mniejsze od wartości dopuszczonej przez normę.
- Opierając się na uzyskanych wynikach pracy, zaleca się utrzymanie terminów sprawdzających okresowych badań niezawodnościowych, do których obowiązuje użytkowników Polska Norma: po 5. i 8. latach od daty wyprodukowania, a następnie - co 2 lata.
- Monitoring i badania stanu technicznego użytkowanych kamizelek należałoby rozszerzyć o obowiązek przekazywania informacji o wynikach okresowych badań niezawodnościowych kamizelek przez wszystkie ośrodki badawcze do ośrodka wiodącego (np. WITU). Analiza wyników, zebranych przy badaniach większej populacji kamizelek, upoważni do ewentualnej weryfikacji ich terminów na gruncie statystycznym. Umożliwi także wytypowanie warunków badań, a co za tym idzie i warunków użytkowania, stanowiących największe zagrożenie dla właściwości kuloodpornych kamizelek.

Literatura

- [1] Zubik T. i wsp.: Badania dynamiki zmian odporności balistycznej wkładów aramidowych do kamizelek kuloodpornych użytkowanych w ekstremalnych warunkach i przechowywanych. Sprawozdanie z projektu badawczego własnego nr 0 T00C 002 25. WITU. 2003-2005. Nie publikowane.
- [2] Polska Norma PN-V-87000. 1999. Osłony balistyczne lekkie. Kamizelki kulo - i odłamkoodporne. Wymagania ogólne i badania.
- [3] Zubik T.: Procedura Badawcza nr 24. Wyznaczanie granicy ochrony balistycznej V50 kamizelek i próbek przed pociskami strzeleckimi. Laboratorium Badań Uzbrojenia Strzeleckiego i Osłon Zabezpieczających. WITU. W trakcie ustanawiania.
- [4] Stępiak W.: Badanie osłon indywidualnych. Przegląd strzelecki ARSENAŁ. 2004, nr 2.

Publikacja powstała w ramach projektu badawczego własnego nr 0 T00C 002 25 finansowanego ze środków Ministerstwa Nauki i Informatyzacji w latach 2003-2005.

