

dr inż. Leszek STĘPIEŃ  
mjr mgr inż. Wojciech GORYCA  
mgr inż. Dariusz AMPUŁA  
mgr inż. Marek PIECUCH  
Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia

## **ANALIZA I OCENA STOSOWANEJ METODY BADAŃ AMUNICJI ARTYLERYJSKIEJ W PROCESIE EKSPLOATACJI**

*W artykule przedstawiono dotychczas stosowaną metodę badań, oceny i prognozy stanu technicznego amunicji. Dokonano analizy wyników wieloletnich badań zapalników. Wskazano na kierunki modyfikacji obowiązującej metody i metodyki badań amunicji.*

### **1. Wstęp**

Funkcjonujący od wielu lat w Siłach Zbrojnych RP w Systemie Eksploatacji Amunicji w czasie pokoju podsystem badań i oceny bezpieczeństwa i niezawodności działania amunicji po długoletnim przechowywaniu pozwolił na zgromadzenie bogatego materiału doświadczalnego, który stanowi podstawę do analizy jakościowej i weryfikacji metod badania i oceny (udzielania gwarancji) przydatności amunicji. Analiza jakościowa objęła całe naboje i ich elementy (moduły) składowe: zapalniki, zapłoniki, ładunki miotające, materiały wybuchowe i inne. Pozwoliła poznać procesy naturalnego starzenia amunicji i jej elementów i stanowi uzasadnioną podstawę do głębokiej modyfikacji metody w zakresie badanych cech, tabel niezgodności (wad) i oceny wyników badań laboratoryjnych i poligonowych, sposobu typowania i pobierania próbek i in.

W ostatnich latach Laboratorium Badań Środków Bojowych zostało wyposażone w nowoczesną aparaturę badawczą, co w istotny sposób wpłynęło na zmianę technologii badań.

Opracowana metoda badań pozwoli prawidłowo ocenić jakość partii amunicji i jej elementów eksploatowanych w wojskach i we właściwym czasie zużywać, a w skrajnych przypadkach eliminować partie niebezpieczne i zawodne. Pozwoli także uwzględnić klasyfikację i kategoryzację stosowaną w armiach NATO.

### **2. Opis dotychczasowej metody badań amunicji**

W ramach obowiązującego w Siłach Zbrojnych RP systemu eksploatacji funkcjonuje podsystem oceny oparty na badaniach diagnostycznych, którego zadaniem jest ocena stanu partii elementów składowych amunicji poprzez kontrolę jej wyróżnionych cech. Ocena ta prowadzona jest na losowo wybranej z partii ( uważanej za jednorodną) próbce elementów, a podstawą do jej oceny jest ilość sztuk z cechami, których stan określony jest jako wada. Ocenę stanu technicznego amunicji w każdej fazie

badania przeprowadza się na podstawie wyników prób i sprawdzeń uzyskanych w procesie diagnozowania według ustalonych procedur diagnostycznych.

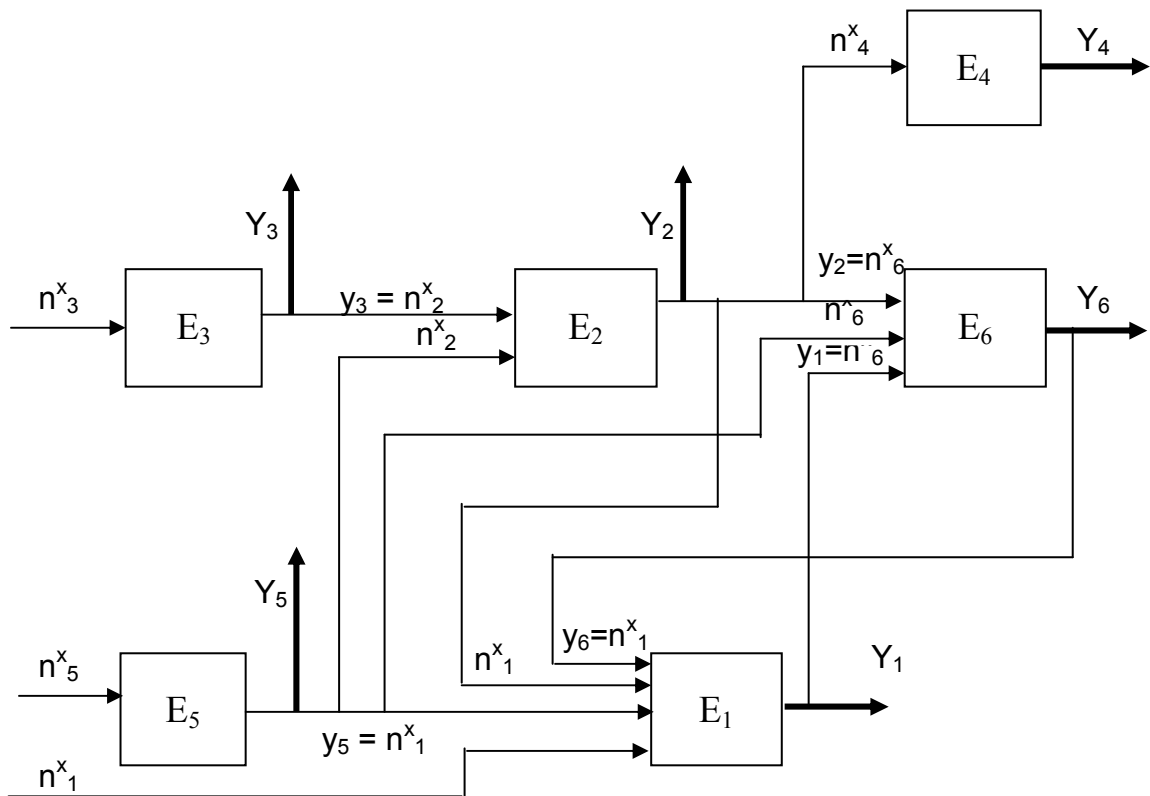
Główną cechą, która w dużej mierze decyduje o przydatności amunicji jest jej odporność na długoletnie przechowywanie. W wojskach, w okresie pokoju utrzymywane są duże potencjały uzbrojenia. Znacząca ich część to amunicja, tj. naboje różnych rodzajów i typów, pociski raketowe, bomby, miny itp. oraz elementy zawierające materiały wybuchowe. Amunicja składowana jest w różnych stanach gotowości technicznej, począwszy od wyrobów gotowych do użycia przechowywanych w wozach bojowych, a na elementach amunicji opakowanych hermetycznie przez producenta przechowywanych w magazynach skończywszy.

Podczas długoletniego składowania amunicja, podobnie jak każdy inny obiekt techniczny ulega naturalnemu starzeniu. Zjawisko to polega na stopniowej zmianie cech decydujących o jej zdadności do użytku i składowania. Szybkość starzenia amunicji zależy od jakości jej wykonania, od czystości i jakości materiałów wybuchowych pirotechnicznych i prochów umieszczonych w jej elementach, od wzajemnych oddziaływań materiałów wchodzących do jej składu oraz od jakości opakowania i warunków przechowywania.

Procesy starzenia objawiają się korozją elementów metalowych, nadmiernym nawilżeniem prochu czarnego i mieszanin pirotechnicznych, utlenieniem i spadkiem aktywności metalu w mieszaninach pirotechnicznych, zmianą własności fizykochemicznych i balistycznych oraz spadkiem trwałości chemicznej prochów bezdymnych, a także obniżeniem się własności wybuchowych materiałów kruszących i inicjujących.

Ocena jakości partii naboju dokonywana jest na podstawie wyników badań diagnostycznych elementów składowych modułów tej partii. Ogólnie wyróżnia się sześć podstawowych elementów funkcjonalnych naboju rys. 1. Cztery z tych elementów tj. zapalnik, ładunek miotający, zapłonnik i smugacz poddawane są systematycznie badaniom diagnostycznym, natomiast pozostałe tj. pocisk oraz nabój jako element łożowo. Badanie partii elementów ogólnie jest badaniem statystycznym, czterostopniowym - rys. 2. Dwa pierwsze stopnie badania stanowią badania laboratoryjne, a dwa pozostałe są badaniami poligonowymi.

Decyzje pozytywne o badanej partii mogą być podjęte w wyniku badań laboratoryjnych i poligonowych. Są to decyzje o zdadności danej partii do użytku i przechowywania z jednoczesnym określeniem terminu następnej kontroli. Po upływie tego terminu należy ponownie poddać badaniom diagnostycznym. Z podzbioru partii przeznaczonych do badania w danym roku pobiera się próbki z każdej partii i podejmuje się oddzielne decyzje w odniesieniu do każdej partii. Ocena danej partii i decyzja o jej zdadności do użytku i składowania dotyczy zatem wyłącznie tej partii i nie ma żadnego wpływu na decyzje o innych partiach z danego zbioru.



Rys. 1 Przykład graficznego zobrazowania diagnostycznego modelu funkcjonalnego obiektu.

E – elementy funkcjonalne; 1 – zapalnik; 2 – ładunek miotający; 3 – zapłonnik;  
4 – smugacz; 5 – nabój jako element; 6 – pocisk.

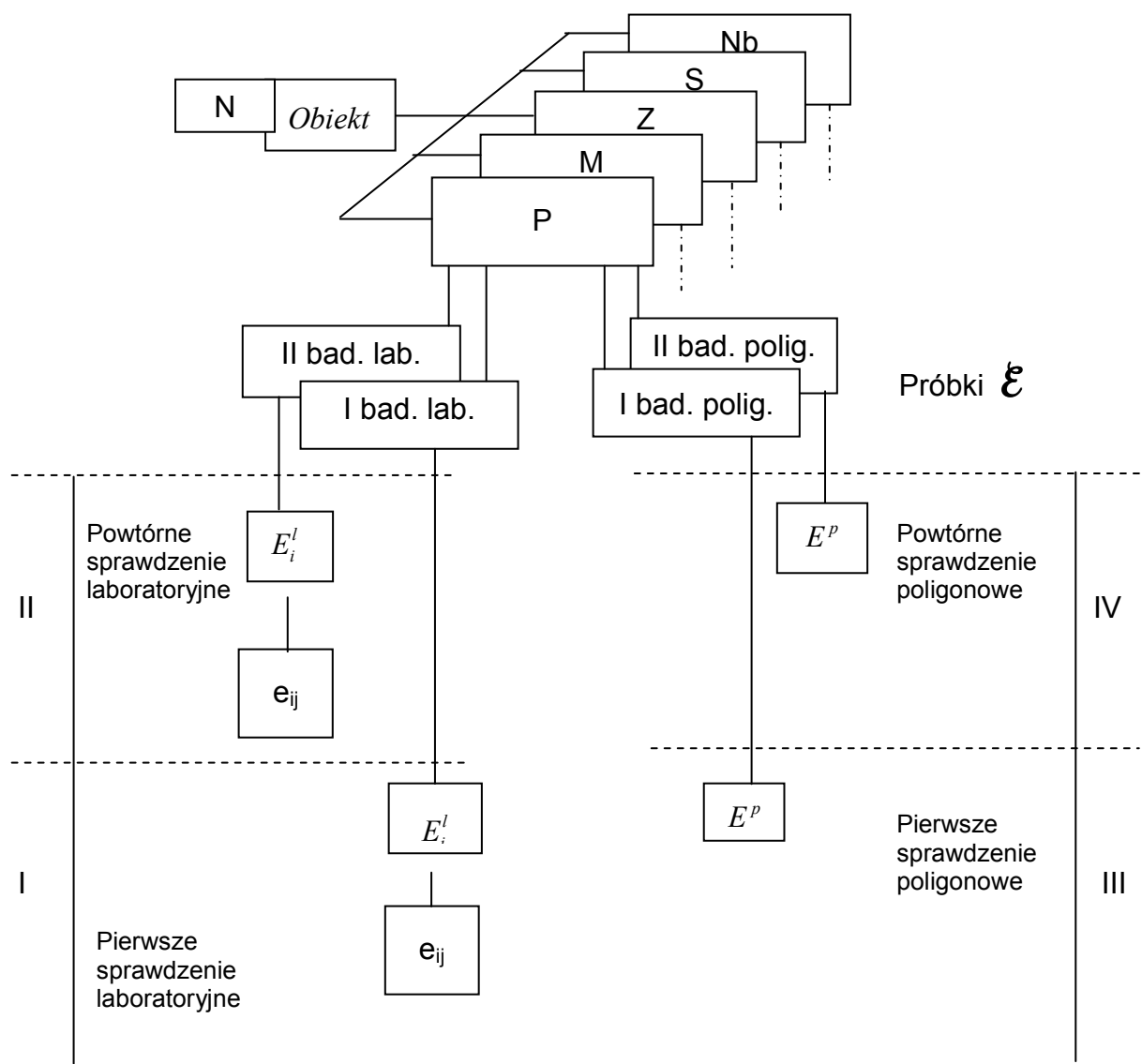
$n^x$  – wymuszenia wzorcowe

$Y$  – sygnały wyjściowe / wyniki /.

Badane partie elementów muszą spełniać następujące kryteria:

- wyników badań,
- wiekowe,
- ilościowe,

Kryterium ze względu na czas składowania - amunicja artyleryjska i jej elementy w opakowaniu i nabojach podlega pierwszemu badaniu po 10 latach składowania od chwili wyprodukowania.



Rys. 2 Schemat metody czterostopniowego badania stanu

Kryterium wyników badań jest to kryterium jakości powstałe z decyzji otrzymanych w wyniku przeprowadzonych dotychczasowych badań.

Najbardziej złożonym i reprezentatywnym przedstawicielem w tej grupie jest zapalnik. Jest to urządzenie jednorazowego użytku, przeznaczone do sterowania działaniem danego typu amunicji. Jego często skomplikowana konstrukcja wymaga przestrzegania surowych reżimów technologicznych w procesie produkcyjnym oraz wnikliwej kontroli międzyoperacyjnej i końcowej. Jednak mimo tak wysokich wymagań w wyrobach tych występują niezgodności, których przyczyny mają źródło w konstrukcji, technologii wykonania oraz w procesie eksploatacji.

Analizę dotychczasowej metody badań amunicji artyleryjskiej funkcjonującej w Wojsku Polskim przedstawiono na przykładzie zapalników.

Badania diagnostyczne partii zapalników są czterostopniowe. Obejmują dwa stopnie badań laboratoryjnych i dwa stopnie badań poligonowych. W wyniku tych

badan określa się stan jakościowy części i zespołów próbki zapalników pobranych z partii oraz przypisuje jej odpowiednią ocenę – decyzję , która jest obowiązująca (z ustalonym prawdopodobieństwem) wobec całej partii.

Sposób badania stanu i oceny próbki zapalników przedstawiony jest w tabeli 1.

Tabela 1

Lp.	Rodzaj badania	Liczność próbki [m]	Oceny i decyzje	
			Kończące proces badawczy i ocenowy	Nie kończące procesu badań
1.	Pierwsze badanie laboratoryjne	$m_1$	B5, B3	BP, BS, PS
2.	Drugie (powtórne) badanie laboratoryjne	$m_1$	B5, B3	BS, PS
3.	Pierwsze badanie strzelaniem	$m_2$	Z, W	BSP
4.	Drugie badanie strzelaniem	$m_2$ lub $m_3$	Z, W	-
5.	Badanie według specjalnego programu	do ustalenia	B5, B3, Z, W	-

Objaśnienia:

B5, B3 - partia jest zdatna do użytkowania i składowania, następne badanie po 5-ciu lub po 3-ch latach składowania.

Z - partia zdatna do użytkowania i niezdatna do długoletniego składowania, zużyć w pierwszej kolejności.

W - partia niezdatna do użytkowania i składowania, wycofać z eksploatacji.

BP - otrzymane wyniki pierwszego badania laboratoryjnego są niewystarczające do podjęcia decyzji kończącej proces diagnostyczny, badać powtórnie.

BS - wyniki badań laboratoryjnych są niewystarczające do podjęcia decyzji kończącej, badać strzelaniem.

BSP - wyniki pierwszego badania strzelaniem są niewystarczające do podjęcia decyzji kończącej, badać powtórnie strzelaniem.

PS - zakres i metody badań zawarte w stosowanej procedurze są niewystarczające do oceny partii. Należy opracować specjalny program i partię poddać badaniom według programu specjalnego. W każdym wypadku po badaniach według programu specjalnego podejmuje się decyzję kończącą proces badawczy i ocenowy oraz ustala przyczyny występujących wad.

Podstawą badań, oceny i podjęcia decyzji jakościowej jest zbiór przewidywanych wad w zapalnikach wszystkich typów przedstawiony w tabeli 2 oraz procedura oceny zapalników zobrazowana w tabeli 3. Z powyższego wynika, że po badaniach laboratoryjnych mogą być nadane pozytywne oceny - decyzje B5, B3 kończące proces diagnozowania oraz decyzje typu „badać dalej” BP, BS, PS. Nie ma możliwości podjęcia decyzji półnegatywnej „Z” i negatywnej „W”

Badania poligonowe ( strzelaniem ) przeprowadza się według ustalonych indywidualnych procedur. Przykładową tabelę wad zapalników typu RGM-2 zawiera tabela 4. Po badaniach strzelaniem pierwszych lub pierwszych i powtórnych mogą być podję-

te tylko decyzje kończące proces badań i oceny jakości partii zapalników „Z” lub „W”.  
Decyzja „Z” jest najlepszą z możliwych po badaniu strzelaniem ( BS ).

Tabela wad zapalników

Tabela 2

Lp.	Rodzaje wad	Klasa ważności				
		A	B	C	D	E
1	2	3	4	5	6	7
1	Korozja powierzchni zewnętrznej zapalnika	X				
2	Korozja na częściach i zespołach zapalnika A/ o intensywności II – V	X				
	B/ o intensywności VI – IX		X			
3	Spadek oporu mechanicznych części jących (bezpieczników, rygli, przepon, sprężyn) a/ do 10%		X			
	b/ powyżej 10%					X
4	Wzrost momentu obrotowego mechanizmu nastawczego zapalników czasowych powyżej 20%					X
5	Spadek momentu obrotowego mechanizmu jw. A/ do 10%		X			
	B/ powyżej 10%					X
6	Niedziałanie lub wadliwe działanie elementów Ogniwych zapalnika (słonek zapalających i Pobudzających opóźniaczy, ścieżek Samolikwidatorów itp.)			X		
7	Przekroczenie norm czasu działania mechanizmów Zapalników czasowych, samolikwidatorów i opóźniaczy			X		
8	Skrócenie czasu działania zapalników czasowych poniżej granicy bezpieczeństwa					X
9	Zmiany parametrów elektrycznych (piezoelektrycznych) wywołujących niedziałanie zapalnika			X		
10	Zmiany parametrów elektrycznych (piezoelektrycznych) obniżających bezpieczeństwo zapalnika					X
11	Niedziałanie łańcucha ogniowego zapalnika			X		
12	Zmiany fizykochemiczne w materiale wybuchowym elementów ogniowych zapalnika					X
13	Obniżenie bezpieczeństwa i niezawodności działania zapalnika, brak części lub ciała obce we wnętrzu zapalnika				X	
14	Zapalnik uzbrojony					X

Tabela oceny zapalników

Tabela 3

Lp.	Rodzaj badania	Liczność próbek [szt.]	Łączna liczność próbek [szt.]	Wynik badania								Decyzja	
				N	L <sub>A</sub>	L <sub>B</sub>	N <sub>B</sub>	L <sub>C</sub>	N <sub>C</sub>	L <sub>D</sub>	L <sub>E</sub>		
1	Pierwsze badanie laboratoryjne ( badanie elementów )	20	20	0	0÷1 5	0	0	0	0	0	0	0	B5
				0÷2	≥16	0÷4	0÷2	0	0	0	0	B3	
				1 ÷2	0÷1 5	1÷4	1÷4	1÷2	0	0	0	BP	
				3÷4	(-)	3 ÷6	3÷4	0	0	0	0		
				1 ÷5	(-)	0 ÷6	0 ÷4	1÷3	1	0	0	BS	
				≥4	(-)	≥7	≥4	(-)	(-)	0	0		
				≥ 2	(-)	(-)	(-)	(-)	≥2	0	0		
				≥ 5	(-)	(-)	≥5	(-)	(-)	0	0	PS	
				(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	≥1	(-)		
				(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	≥1	PS	
2	Drugie badanie laboratoryjne elementów lub łańcucha ogniowego	20	40	1	0÷2 5	0÷2	0÷1	1÷3	1	0	0	B5	
				1	≥26	0÷2	0÷1	1÷3	1	0	0	B3	
				2÷6	(-)	1÷8	1÷5	0÷3	0÷1	0	0	BS	
				≥5	(-)	≥9	≥5	(-)	(-)	0	0		
				≥6	(-)	(-)	≥6	(-)	(-)	0	0	PS	
				≥2	(-)	(-)	(-)	(-)	≥2	0	0		
				(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	≥1	(-)	PS	
				(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	≥1		

Objaśnienia :

N - ogólna liczba elementów wadliwych;

L<sub>ABCDE</sub> - liczba wad w danej grupie / ABCDE /;

N<sub>BC</sub> - liczba elementów wadliwych w grupie B i C;

wady: A – mało istotne, B – ważne, C – bardzo ważne, D i E – krytyczne

( - ) bez względu na liczbę wad.

TABELA BADAŃ					TABELA 4 WAD							
Typ zapaln.	Lp.	Rodzaj badania	Liczność próbki	Rodzaj ładunku miotającego	Rodzaj wady	Kwalifikacja wady do grupy						
						A	B	C				
RGM-2	1	Sprawdzenie działania spłonek, sprężyn i bezpieczników strzelaniem ze 122 hb.wz.38 w teren na odległość 2,2÷2,5 km z pomiarem ciśnienia gazów przy każdym strzale. Nastawa zapalnika "0" bez kapturka.	30	Specjalny $V_0=180+190$ m/s $P_{sr}=450$ Kg/cm <sup>2</sup>	- Nie działanie zapalnika w terenie		X					
					- Niepełny wybuch granatu z winy działania zapalnika		X					
	2	Sprawdzenie niezawodności działania bezp. i opóźnienia strzelaniem ze 152 hba wz.37 w teren na odległość 17 km. Nastawa zap. "Z" bez kapturka.	20	Wzmocniony	- Działanie zapalnika w przewodzie lufy lub na torze lotu			X				
TABELA OCENY												
Badanie I-sze				Badanie II-gie + I-sze				Uwagi				
Lp	Ilość wad wg Grupy			Decyzja	Symbol decyzji	Lp	Ilość wad wg grupy			Decyzja	Symbol Decyzji	(-) - oznacza bez względu na ilość wad w danej grupie
	A	B	C				A	B	C			
1	0	0	0	Zużyć w pierwszej kolejności	Z	1	0	1÷2	0	Zużyć w pierwszej Kolejności	Z	
2	0	1÷2	0	Badać powtórnie	BSP	2	0	≥3	0	Wycofać z eksploatacji	W	
3	0	≥3	0	Wycofać z eksploatacji	W		0	(-)	≥1			



W celu ograniczenia ilości partii zapalników do badań w danym roku, stworzono zbiory jednorodnych zapalników. Elementami tych zbiorów, ocenianymi bezpośrednio metodami statystycznymi, są partie wchodzące w skład zbiorów. Przedmiotem oceny diagnostycznej są zbiory utworzone ze zbadanych, jednorodnych pod względem wadliwości partii zapalników jednego rodzaju lub typu. Jednorodnym ze względu na wadliwość jest zbiór partii jednego rodzaju lub typu, którego czas składowania należy do określonego pięcioletniego przedziału oraz data ostatniego badania zakończonego decyzją B5 należy do trzyletniego przedziału. Każdą partię ocenia się zgodnie z zasadami przyjętymi w badaniu diagnostycznym, na podstawie odpowiedniej tabeli ocen.

Gdy w wyniku stosowania procedury diagnostycznej w odniesieniu do danej partii, partia ta otrzyma ocenę B5, wówczas dla celów oceny całego zbioru jednorodnego wydaje się decyzję dodatnią. Natomiast partia, która otrzyma ocenę różną od B5, dla celów diagnozowania zbioru otrzymuje decyzję ujemną. W zależności od liczności danego zbioru jednorodnego stosuje się różną licznosc próbek partii do badań, im większa licznosc zbioru tym mniejsza próbka.

W wyniku badania próbki, może być podjęta jedna z trzech decyzji: dodatnia, ujemna lub decyzja o dalszym badaniu statystycznym, która jest decyzją przejściową. Decyzja dodatnia oznacza, że z dostatecznie dużym prawdopodobieństwem diagnozowany zbiór jest zgodny z wymaganiami jakościowymi. Decyzja ujemna oznacza, że zbiór podlega kontroli stuprocentowej. Z partii, które po kontroli otrzymały decyzje B5 tworzy się ponownie zbiór jednorodny z decyzją dodatnią.

### **3. Analiza wyników badań**

Po ponad 20-sto letnich badaniach według tej samej (z mało znaczącymi korektami) procedury ustalonej w „metodyce” i „procesach badań” dokonano analizy wyników badań 2381 próbek zapalników różnych typów do naboju artyleryjskich, 754 próbki nie posiadały żadnych wad. Szczegółowo przeanalizowano wyniki badań laboratoryjnych 1627 próbek z 32 typów zapalników. Stwierdzono, że 390 partii otrzymało decyzję „BS”. Z tego przeprowadzono badania poligonowe 209 partii zapalników, z których 34 otrzymały decyzję „W”. Spośród pozostałych 175 partii zapalników 123 partie nie wykazały żadnych wad podczas badań poligonowych, natomiast w 52 partiach wystąpiły wady klasy „A”, które nie wpływają na bezpieczeństwo podczas użytkowania zapalników lecz w pewnym stopniu obniżają ich skuteczność (niezawodność działania).

Decyzja „Z” – „zużyć w pierwszej kolejności” oznacza, że naboje uzbrojone w partie zapalników, które w czasie badań otrzymały tę decyzję, powinny być w pierwszej kolejności zużyte. Jednakże zużycie podczas szkolenia, pokazów i treningów jest bardzo małe i amunicja ta jest nadal składowana w wojskach. Po upływie 5–ciu lat od daty badania poligonowego, partie zapalników z decyzją „Z” zostały ponownie poddane badaniom laboratoryjnym.

Przedstawiony mechanizm badań wskazuje, że otrzymana w wyniku badań poligonowych decyzja „Z” dla wielu partii zapalników została potraktowana podobnie jak decyzja „B5”.

Przeprowadzono badania laboratoryjne 72 takich partii zapalników. W 49 partiach wad nie stwierdzono, natomiast w 23 partiach wystąpiły wady klasy „A” mało istotne. W wielu przypadkach w badanych zapalnikach wady powtórzyły się. Wszystkie badane partie otrzymały ponownie decyzję „Z”.

Na podstawie wykonanej analizy wyników otrzymanych po badaniach laboratoryjnych i poligonowych wszystkich rodzajów zapalników można przedstawić następujące procentowe wartości średnie wadliwości wpływające na bezpieczeństwo i niezawodność działania badanych partii:

- około 32 % badanych próbek zapalników nie wykazało żadnych wad;
- około 16 % próbek badanych laboratoryjnie wykazało wady klasy „C” w ilościach kwalifikujących partię do badań poligonowych;
- około 2,6 % partii zapalników wykazało wady zagrażające bezpieczeństwu podczas eksploatacji;
- około 16 % partii poddanych badaniom poligonowych otrzymało decyzję „W”, ze względu na obniżenie bezpieczeństwa i niezawodności działania.

Powyższe wielkości wskazują, że ogólnie niewielki procent ( 2,6% ) partii zapalników niebezpiecznych jest niewielki.

Z badań laboratoryjnych i poligonowych wynika, że rodzaj a nawet niekiedy typ zapalników podczas prób ma bardzo zróżnicowaną ilość wadliwości. Różnice ilościowe wynoszą od 0 do kilkunastu procent. Uzasadnia to przyjęcie indywidualne procedury badań poligonowych i wskazuje na celowość opracowania również indywidualnych procedur badawczo – ocenowych na badanie laboratoryjne każdego rodzaju zapalników. Szczególnie tabel niezgodności i oceny, na podstawie których będzie podejmowana decyzja „Z” i „W” już po badaniach laboratoryjnych.

Stwierdzono, że decyzja B3 – „wynik badania pozytywny” następnego badania diagnostyczne po trzech latach składowania – nie znajduje uzasadnienia, gdyż zmiany jakościowe zachodzące w zapalnikach w trzyletnim przedziale czasu są niezauważalne.

Podczas badań poligonowych stwierdzono, dość znaczną ilość niepełnych detonacji pocisków spowodowanych zbyt słabym pobudzeniem przez zapalnik (szczególnie w zapalnikach typu RGM). Wskazuje to na postępujący proces starzenia materiału wybuchowego – pobudzaczy zapalnikowych. Powstaje zatem konieczność objęcia ich badaniami diagnostycznymi.

Stwierdzono, że jakość partii zapalników wyprodukowanych w latach 80 – tych i późniejszych jest w stosunku do wcześniejszych, niższa i zróżnicowana w odniesieniu do poszczególnych partii.

Wyniki badań wskazują, że wyznaczony w procedurze badawczej horyzont prognozowania zachowania jakości zapalników – decyzja „B5” – ustalający następnego badania diagnostyczne po pięciu latach składowania – znajduje pełne potwierdzenie, gdyż nie stwierdza się by w tym przedziale czasu następowało przejście zapalników w stan tzw. lawinowej wadliwości.

Podczas klasyfikacji wad zapalników do grup ważności A, B, C, D, E (tabela 2) stwierdzono brak jednoznacznych kryteriów do rozróżniania wad krytycznych D i E. W praktyce nie udaje się rozdzielić wadliwości wpływających na bezpieczeństwo i niezawodność działania. Należy zatem w czasie badań wszystkie niezgodności dotychczasowych grup D i E klasyfikować jako wpływające na obniżenie bezpieczeństwa i niezawodności działania i oznaczać jednym symbolem.

#### **4. Kierunki modyfikacji metody i metodyki badań amunicji**

Przeprowadzona analiza istniejącego podsystemu badawczo - ocenowego wykazała, że brak w nim kilku ważnych nowych składników oraz że istniejące należy poddać modyfikacji w nowej metodyce badań a mianowicie:

- W dotychczasowej metodzie badań stosowano w tabelach określenie „wada” zapalnika w przypadku znalezienia podczas przeprowadzonych badań usterek znajdujących się w tych zapalnikach. Jest to stwierdzenie nieprecyzyjne. Konieczna jest zmiana tego określenia w tabelach. Należałoby określić je jako „niezgodności”, ponieważ określenie „wada” mówi nam o niezdolności danego elementu do pracy, natomiast określenie „niezgodność” mówi nam tylko o niemożności pracy ze względu na dany parametr.
- Dotychczas stosowana metoda badań diagnostycznych według planów czterostopniowych pozwala prognozować w horyzoncie 5 – cio letnim zachowanie jakości zapalników artyleryjskich. Wyniki przeprowadzonych analiz wskazują jednak, że konieczne jest wprowadzenie korekt i uzupełnień, które przy zachowaniu istniejącego poziomu ufności pozwolą w odniesieniu do:
  - typów zapalników bez pobudzaczy – obniżyć koszty badań;
  - w stosunku do pozostałych typów zachowując dotychczasowe koszty badań, ocenić dodatkowo bezpieczeństwo i niezawodność działania pobudzaczy zapalnikowych.
- W zakresie oceny wyników badań powinien być wprowadzony trzystopniowy model badań laboratoryjnych i podejmowanie decyzji „Z” i „W” kończących proces badania diagnostycznego po pierwszym, powtórnym lub trzecim badaniu laboratoryjnym. Badania poligonowe wówczas przeprowadzone będą tylko w przypadkach rzeczywiście koniecznych do dokonania prawidłowej oceny partii zapalników i ustalenia wiarygodnej decyzji – prognozy. Przyjęcie pięciostopniowego modelu badań i oceny zapalników uzasadnia się koniecznością bardziej wiarygodnej oceny, a także ich złożoną budową oraz ważną rolę jaką spełniają w bezpieczeństwie i niezawodności działania amunicji artyleryjskiej.
- W celu zachowania konsekwencji probabilistycznych wprowadzenia trzystopniowego modelu badań laboratoryjnych, liczność próbki pobieranej z partii zapalników do badań laboratoryjnych wymaga zmiany.
- W zakresie badanych elementów zapalnikowych i ich cech wskazane i uzasadnione jest rozwinięcie badań fizyko-chemicznych materiałów wybuchowych znajdujących się w zespołach zapalników wyodrębniając w tabeli niezgodności poszczególne cechy i ich klasyfikacje. Głównymi cechami, które należy badać i oceniać powinna być trwałość chemiczna, wrażliwość na tarcie i uderzenie, gęstość, zawartość wilgoci i ciał lotnych oraz ubytek masy określony w temperaturze 348 K (75<sup>0</sup>C) w ciągu 48h .
- Ze względu na stosunkowo powoli zachodzące zmiany jakościowe w zapalnikach podczas długoletniego składowania zaniechać można podejmowania decyzji „B3”, w której prognoza zdatności partii do użytkowania i składowania wynosi trzy lata. Niezgodności przypisane decyzji „B3” w „tabelach oceny” powinny wywoływać decyzję „B5”.
- Zmiany zakresu badań i sposobu klasyfikacji niezgodności oraz oceny jakości mogą być dokonywane na podstawie analizy jakościowej w obrębie danego typu zapalników (np. RGM, RGM-2, RGM-6) lub tylko wzoru danego typu (np. RGM-2). Ocena nawet pojedynczych wzorów zapalników przy komputerowej ewidencji wyników badań nie stwarza trudności i nie podnosi kosztów badań.
- W nowej metodzie badań należy odstąpić od stosowania zbiorów jednorodnych zapalników, ponieważ jakość produkcji nowych partii zapalników wyprodukowanych w latach 80-tych i późniejszych jest o wiele niższa od wyprodukowanych wcześniej. Z tego też względu, żeby stosować jedno kryteria niezgodności i oceny w stosunku do wszystkich partii zapalników, należy ten element starej metody ba-

dań pominąć. Odejście od zbiorów jednorodnych spowoduje zwiększenie prawdopodobieństwa podejmowania właściwej prognozy zdatności.

- Należy zmienić oznaczenia ważności klas niezgodności zarówno w tabelach badań laboratoryjnych jak i badań poligonowych. Jest to podyktowane zunifikowaniem naszych oznaczeń niezgodności z oznaczeniami stosowanymi w procedurach badawczych państw członkowskich NATO.
- W celu zwiększenia wiarygodności badań należy opracować nowe indywidualne tabele niezgodności zapalników, zapłonników i innych elementów. W tabelach tych należy klasyfikować wszystkie niezgodności wpływające na bezpieczeństwo i niezawodność działania jako jedną klasę ważności.
- Na podstawie dotychczas przeprowadzonych analiz wyników badań oraz w celu obniżenia kosztów badań poligonowych należy opracować nowy zakres badań zapalników, uwzględniający przy badaniu powtórным strzelaniem zapalników tylko te badania, które podczas pierwszego badania strzelaniem były ujemne.
- Do sprawdzenia prawidłowości położenia części zapalników przed demontażem należy wykorzystać Rentgenowski System Kontrolny.
- Ewidencja wyników badań i sprawozdawczość wymagają modyfikacji i opracowania nowych programów w technice mikrokomputerowej.