



## OCENA JAKOŚCI ZAPALNIKA MG-25 W CZASIE EKSPLOATACJI ORAZ IDENTYFIKACJA WYSTĘPUJĄCYCH NIEZGODNOŚCI

### *EVALUATION OF MG-25 FUSE QUALITY AT LIFE CYCLE AND IDENTIFICATION OF OCCURRING FAULTS*

Henryk TERENOWSKI, Bogdan KRYSIŃSKI

Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia, ul. Pr. St. Wyszyńskiego 7, 05-220 Zielonka  
*Military Institute of Armament Technology, 7 Prym. St. Wyszyńskiego St., 05-220 Zielonka, Poland*  
*Author's e-mail address: terenowskih@witu.mil.pl; ORCID: 0000-0002-6534-7158*

DOI 10.5604/01.3001.0014.4880

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono analizę niezgodności stwierdzonych podczas badań stanu technicznego zapalnika MG-25 mających wpływ na jakość tego wyrobu w procesie jego eksploatacji. Analizę przeprowadzono w oparciu o wyniki badań [1] partii zapalników MG-25 wyprodukowanych w latach 1970-2000. Do zilustrowania ilościowego udziału poszczególnych niezgodności mających wpływ na jakość tego wyrobu wykorzystana została metoda Pareto-Lorenza.

**Słowa kluczowe:** jakość, diagram Pareto-Lorenza, zapalnik, środki bojowe, samolikwidacja

## 1. Wstęp

Podstawowymi z punktu widzenia obronności kraju elementami procesu eksploatacji środków bojowych (ŚB), jest ich przechowywanie (składowanie) w specjalnie przygotowanych magazynach oraz ich utrzymywanie w stałej gotowości do użycia. Obejmują one szeroki zakres problematyki technicznej, ekonomicznej, formalno-prawnej od momentu ich wyprodukowania do momentu użycia.

Specyfiką eksploatacji wyrobów jednorazowego użytku, jakimi są w większości środ-

**Abstract:** The paper presents an analysis of faults of MG-25 fuse which affect the efficiency of this article in the life cycle and were detected at testing its technical status. The analysis was made on the grounds of test results [1] received for production lots of MG-25 fuses from years 1970-2000. The quantitative contribution of particular faults affecting the quality of this article was illustrated by Pareto-Lorenz method.

**Keywords:** quality, Pareto-Lorenz diagram, fuse, combat assets, self-liquidation

## 1. Introduction

Storing the combat assets (CA) in specially prepared magazines and keeping them in permanent readiness for the use are the components of their life cycle having a fundamental meaning for the country defence. They include a wide range of technical, economic, and formal-legal issues starting from the time of their manufacture to utilisation.

Specificity of using the single-action articles, to which most of the combat assets

ki bojowe (ŚB), jest przechowywanie - składowanie w specjalnie przygotowanych magazynach oraz utrzymywanie w stałej gotowości do użycia w każdej chwili. Stan gotowości ŚB obejmuje bardzo szeroką problematykę zarówno od strony formalno-prawnej jak i jakości stanu technicznego w czasie eksploatacji.

Środki bojowe produkowane są partiami w ilościach zgodnych z zamówieniami użytkownika. Niejednokrotnie są to wyroby wyposażone w bardzo precyzyjne i skomplikowane urządzenia zapewniające bezpieczną eksploatację. Z racji swojego przeznaczenia zawierają odpowiednie elementy umożliwiające precyzyjne ukierunkowanie ich na określony cel oraz wysokoenergetyczne materiały wybuchowe umożliwiające wykonanie zamierzonych zadań bojowych. Mimo, że działanie tak skonstruowanego systemu jest bardzo krótkie i jednorazowe to musi on działać niezawodnie niezależnie od tego czy używany jest na poligonie podczas ćwiczeń w okresie pokojowym, czy w działaniach bojowych. Ilość ŚB będących w eksploatacji musi zabezpieczać bieżące potrzeby szkoleniowe oraz określone zapasy na pewien okres ewentualnych działań bojowych.

Szczególne wymagania procesu produkcji, kontrola jakości na poszczególnych jej etapach powodują, że wyroby te zachowują parametry użytkowe przez wiele lat. Jednak wymagania formalne określają, że w czasie pokoju do użycia dopuszczone mogą być tylko te ŚB, które są w okresie gwarancyjnym nadanym przez producenta (GOPT – gwarantowany okres przydatności technicznej) lub posiadają aktualny okres przydatności technicznej nadany przez specjalistyczne ośrodki badawcze (OPT – okres przydatności technicznej).

Nadanie OPT wymaga przeprowadzenia szeregu badań diagnostycznych w celu określenia ich aktualnego stanu technicznego, na podstawie których jest określana prognoza eksploatacji w postaci przedłużenia OPT na określony czas lub wycofania z eksploatacji. Należy podkreślić, że zwykle oceniana jest partia wy-

belong, concerns the storing in specially prepared magazines and keeping them in permanent readiness for using at any moment. The state of CA readiness includes a huge amount of questions having both a formal-legal character and a quality of technical status at the life cycle.

The combat assets are manufactured in the lots and their volumes depend on user's orders. These articles are often equipped with highly precise and complicated instruments securing their safe use. Due to their designation they include respective components for precise directing into a specific target and the high energetic explosive material securing the fulfilment of planned combat missions. Despite the fact that such a system operates very shortly and one time it has to be reliable regardless if it is used at exercises in the peacetime, or at combat operations. The number of combat assets accessible in the service has to be sufficient for current training activities and to secure specific resources demanded for a time of possible combat operations.

Special requirements of the manufacturing process, and examination of quality at its particular stages make the articles maintain the usefulness for many years. But the formal requirements state that during the peacetime only CAs may be used within manufacturer's warranty period (warranted period of technical usefulness – WPTU) or within the period of technical usefulness (period of technical usefulness – PTU) granted by specialised testing-research centres.

Granting the PTU requires a series of diagnostic tests, establishing the actual technical status of the articles, to prepare a prognosis of the use in the form of a PTU extension or the withdrawal from the use. It has to be stressed that the lots of articles are usually evaluated after termi-

robów już po zakończeniu GOPT lub po zakończeniu kolejnych OPT. Zatem nie jest to bezpośrednio ocena jakości jej produkcji, ale ocena jakości wyrobów będących w już w okresie długoletniej eksploatacji.

W czasie eksploatacji ŚB, z biegiem czasu parametry fizyko-chemiczne poszczególnych elementów wyrobu ulegają zmianom. Praktyka badawcza wykazuje, że starzenie materiałów przebiega w różny sposób. Zmiany fizyko-chemiczne zachodzące w czasie zależą głównie od jakości użytych do produkcji komponentów. W użytkowaniu Sił Zbrojnych znajduje się wiele wyprodukowanych partii rozpatrywanego wyrobu, których jakość nawet po 50 latach nie budzi zastrzeżeń. Trafiają się jednak partie wyrobu, które muszą być wycofywane z eksploatacji bezpośrednio po upływie GOPT (okres 10-15 lat) z powodu złej ich jakości. Szacowany koszt badań stanowi około 3% wartości badanej partii wyrobu. Dlatego użytkownik zainteresowany jest przedłużeniem dla niej OPT. Poza tym, w przypadku wycofania partii wyrobu z eksploatacji, należy brać pod uwagę koszty recyklingu. Dla producenta niska jakość partii wyrobu może być przyczyną jej reklamacji, co najczęściej wiąże się z kosztami, poniesionymi przez producenta na usunięcie niezgodności lub w skrajnym przypadku wyprodukowanie na zamianę nowej partii wyrobu. Dlatego z punktu widzenia producenta i użytkownika wyrobu istotna jest znajomość tzw. elementów lub węzłów krytycznych wyrobu, które limitują okres bezpiecznej i niezawodnej jego eksploatacji.

Celem tego artykułu jest wskazanie w wybranym typie wyrobu tych elementów lub węzłów, które wpływają na pogorszenie jego jakości w czasie eksploatacji.

Systemowe badania i ocena jakości ekspluatowanych ŚB w Polsce zostały wprowadzone pod koniec lat 60-tych XX wieku. Szybki rozwój technik badawczych oraz postępująca informatyzacja, umożliwiały efektywne prowadzenie badań, rejestrację i opracowywanie

nation of WPTU, or after termination of consecutive PTU. Therefore it is not a direct evaluation of the quality of their manufacture but the evaluation of articles being in the process of a long term service.

Physicochemical characteristics of particular components of the article have been changing within the CA service time. Results of tests show that materials have been ageing in different ways. Physicochemical changes occurring in time depend most of all on quality of components used for production. The Armed Forces use many lots of the considered article for which the quality does not deteriorate even 50 years after the manufacture. But there are also the lots of the article which have to be withdrawn from the service directly after termination of the WPTU (10-15 years) due to bad quality. Therefore the user is interested in prolongation of their PTU. There is also a question of recycling costs when the lot is withdrawn from the use. A low quality of an article lot may bring about the claims what is usually connected with the costs the manufacturer has to allocate for removal of faults, or at drastic cases for production of a completely new lot of the article for replacement. For this reason it is essential that both the user and manufacturer have the information about the critical parameters of the article limiting its period of safe and reliable use.

The paper is aimed to show the components or parameters of the selected type of article deteriorating its quality at service life.

Systematic tests and evaluation of the CA used in Poland were implemented at the end of sixties of 20<sup>th</sup> century. Rapid development of testing and information technologies allowed for efficient testing, recording and analysis of test results. Im-

wyników badań. Wprowadzenie stosownych norm usystematyzowało wiele problemów badawczych i algorytmów oceny. Tworzona baza wyników badań wykonanych od początku istnienia tego systemu do obecnej chwili stanowi bogate źródło wiedzy o procesach zachodzących w poszczególnych ŚB podczas długoletniej ich eksploatacji [1]. Analiza tych danych umożliwia selekcję parametrów mających wpływ na bezpieczeństwo, niezawodność oraz cykl życia każdego wyrobu.

W artykule, za pomocą narzędzi statystycznych, przedstawiono analizę wyników badań w tej bazie dotyczących jednego wybranego typu wyrobu, w aspekcie wyznaczenia głównych przyczyn mających wpływ na jakość wyrobu w procesie eksploatacji.

Do analizy wytypowano wyrób, na podstawie którego można w sposób przejrzysty przedstawić metodę oceny jakości poszczególnych jego elementów i wykazać, które z nich mają istotny wpływ na zakończenie procesu eksploatacji.

## 2. Obiekt analizy

Obiektem analizy jest zapalnik MG-25 występujący w przeciwlotniczych nabojach z pociskiem odłamkowo-burząco-zapalająco-smugowym. Jest to zapalnik głowicowy, mechaniczny, o działaniu uderzeniowym z krótką zwłoką, z pirotechnicznym układem samolikwidacji nie posiadającym zabezpieczenia [2] (fot. 1). Jego zadaniem jest uzbrojenie się w wyniku strzału, a następnie zainicjowanie wybuchu ładunku kruszącego zaelaborowanego w pocisku w momencie trafienia w cel lub samolikwidacja pocisku, jeżeli pocisk po określonym czasie nie napotka przeszkody na torze swojego lotu. Zarówno czas uzbrojenia się zapalnika jak i jego samolikwidacja muszą spełnić określone wymogi czasowe. Odstępstwo poza określone przedziały czasowe może stwarzać sytuacje niebezpieczne. W przypadku zbyt szybkiego uzbrojenia się

plementation of respective standards has normalised many testing questions and evaluating algorithms. The data base on results of tests performed from the beginning of the system up to now is an immense source of information about ongoing processes for particular CA at the long term storing [1]. Analysing the data may be useful for selection of parameters affecting the safety, reliability and the life cycle of each article.

In the paper the statistic tools are used to analyse the tests results included in this data base for one selected type of the article and to find out the main factors affecting the quality of the article at the life cycle.

The object of analysis was selected to present clearly the method evaluating the quality of its particular components and to identify such of them which essentially influence termination of the life cycle.

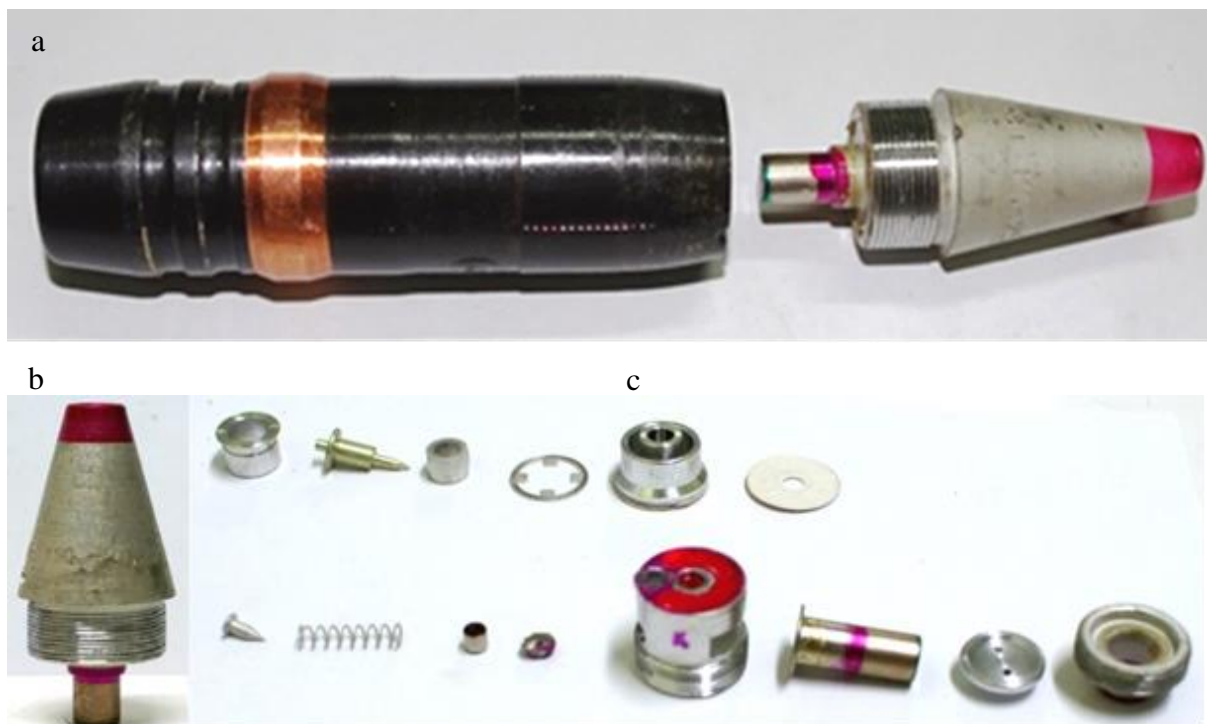
## 2. Object of Analysis

MG-25 fuse, used in the antiaircraft cartridges with high explosive fragmentation-incendiary-tracer projectiles, is the object of studies. It is a mechanical percussion head fuse of short delay with a pyrotechnical self-liquidation unit without any safeties [2] (Photo 1). It is designed for self-arming in effect of shooting, and next for initiation of explosion of high explosive charge placed in the projectile at the moment of hitting a target, or for self-liquidation of the projectile when no target is hit within a certain period of time. Both the times of fuse arming and self-liquidation have to meet particular time specifications. Any departure beyond the specified time intervals may bring about the dangerous situations.

In the case if the fuse is armed too early (below its bottom arming limit [3]) the crew

zapalnika (poniżej jego dolnej granicy uzbrojenia [3]), uszkodzona może być załoga armaty. Jeśli samolikwidator zadziała zbyt szybko, pocisk wybuchnie zanim osiągnie cel. Natomiast zbyt długi czas od momentu wystrzału do chwili zadziałania samolikwidatora może spowodować upadek pocisku na ziemię i porażenie wojsk własnych odłamkami powstałymi w wyniku wybuchu pocisku.

of the gun may suffer. If the self-liquidator activates a bit earlier the projectile explodes before reaching the target. At the other hand if the time passing from the shot to activation of self-liquidator is too long then the projectile can fall on the ground and hit own troops by the fragments.



Fot. 1. Zapalnik MG-25 [3]: a) pocisk i zapalnik MG-25, b) wygląd zewnętrzny zapalnika MG-25, c) elementy wewnętrzne zapalnika MG-25.

Photo 1. Fuse MG-25 [3]: a) Projectile and MG-25 fuse, b) External view of MG-25 fuse, c) Internal components of MG-25 fuse.

### 3. Ocena stanu technicznego wyrobu

Rozpatrywany wyrób produkowany jest partiami o różnych licznosciach. Każda partia wyrobu posiada identyfikator, który jednoznacznie określa ją w całym cyklu życia. Eksploatacja partii wyrobu polega głównie na przechowywaniu jej w magazynach. Z magazynu mogą być pobierane pewne ilości do zużycia. Jeśli cała partia zostaje zużyta w okresie gwarancyjnym nadanym przez pro-

### 3. Testing the Article Technical Status

The considered article is manufactured in the lots of various population. Each lot of the article has an identificatory mark which clearly defines it for the whole life cycle. The using of an article lot is merely based on its storing in the magazines. Some quantities may be taken from the magazine for using. If the whole lot has been used within the warranty period granted by the manu-

ducenta, to jest zdejmowana z ewidencji i jej cykl życia jest zakończony. W przeciwnym wypadku podlega ona ocenie jakości celem ustalenia dalszej eksploatacji. W zależności od aktualnego stanu określonych parametrów wyrobu może być określony nowy OPT, w którym może być ona użytkowana lub jeśli parametry nie spełniają tych warunków to jest wycofywana z eksploatacji. Partia pozostawiona w eksploatacji może być po zakończeniu nadanego jej OPT znowu kierowana do badań. Procedura oceny jej jakości trwa aż do zużycia jej w okresie OPT lub wycofania po badaniach z powodu utraty parametrów eksploatacyjnych. Wyniki wszystkich prowadzonych badań danej partii są jednoznacznie identyfikowane z tą partią produkcji.

Badania jakości wyrobu są badaniami niszczącymi. Dlatego do badań pobierana jest za każdym razem losowa próbka reprezentatywna o określonej ilości sztuk z danej partii. Ocena jakości partii produkcji wyrobu oparta jest w systemie badań na sprawdzaniu wytypowanych cech o ich zgodność z założeniami konstrukcyjnymi. Brak takiej zgodności cechy z założeniami określa się jako niezgodność. Na podstawie otrzymanej liczby i rodzaju niezgodności, określa się aktualny stan techniczny oraz prognozę eksploatacji tej partii wyrobu.

#### 4. Niezgodności wyrobu

Rozważany wyrób jest urządzeniem składającym się z wielu części, których współdziałanie nie może być zakłócone przed i po wystrzeleniu z armaty. Wszelkie odstępstwa od założonych parametrów mogą powodować, że wyrób nie działa zgodnie z przeznaczeniem lub jego działanie staje się niebezpieczne dla użytkownika. Analizując budowę wyrobu i jego działanie, ustalono miejsca i elementy, które mają zasadniczy wpływ na jego bezpieczną i niezawodną eksploatację. Na pod-

facturer then it is taken away from the evidence and its life cycle is terminated. In the opposite case its quality is evaluated for deciding the further life cycle. Depending on real values of specific parameters of the article a new PTU may be established for its life cycle or it has to be withdrawn from the use if the parameters miss the specified values. The lot left for the use may be again designated for testing after termination of the received PTU. The procedure of its quality assessment lasts until the lot is completely used within the PTU or is withdrawn when the service parameters are lost. All results of tests carried out for a particular lot are directly identified with this production lot.

Testing of article quality belongs to destructive test. For this reason each time a random representative sample is taken comprising a specified number of items from the particular lot. The evaluation of article production lot quality employs a system testing the compliance of selected characteristics with the design specifications. If there is a noncompliance of characteristics with the specifications then it is decided as a fault. On the ground of received numbers and categories of the faults the real technical status is determined both with the prognosis of further use for this article lot.

#### 4. Faults of Articles

The considered article is a device comprising many components and their mutual interaction may be disturbed before and after firing with the gun. Any incompliance from the specifications may cause that the article operates not in accordance with its design or its operation is dangerous for the user. The structure and operation of the article was analysed to establish the spots and components deciding about its safe and reliable use. Basing on the analysis of arti-



stawie analizy posiadanych w bazie wyników badań diagnostycznych wyrobu, stwierdzono występowanie niżej wymienione niezgodności [1]:

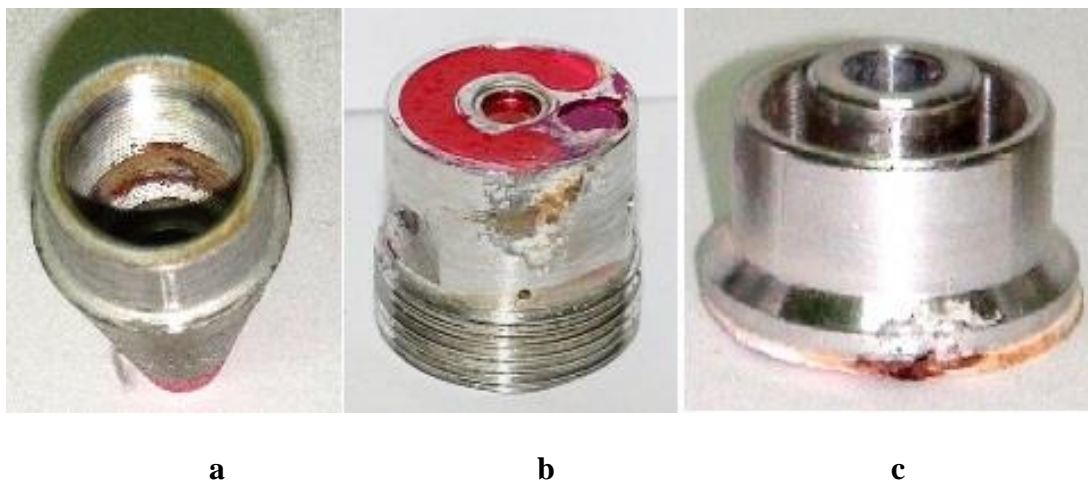
- 1) korozja powierzchni zewnętrznej,
- 2) korozja powierzchni wewnętrznych wyrobu,
- 3) niezgodny montaż,
- 4) spadek siły oporu sprężyny zespołu samolikwidacji (tzw. sprężyny samolikwidatora),
- 5) niewłaściwa siła oporu bezpiecznika łapkowego,
- 6) niezgodne działanie spłonki zapalającej zespołu samolikwidacji (tzw. spłonki samolikwidatora),
- 7) niewłaściwy czas działania zespołu samolikwidacji (tzw. zespół samolikwidatora),
- 8) niezgodne działanie spłonki zapalającej centralnej,
- 9) niezgodne działanie spłonki pobudzającej.

Przykłady wybranych niezgodności przedstawiono na fotografiach nr 2, 3, 4.

cle diagnostic tests results, stored in the database, the existence of following incompliances was stated [1]:

- 1) Corrosion on external surfaces,
- 2) Corrosion on internal surfaces of the article,
- 3) Incorrect assembling,
- 4) Reduction of spring resistance force in the self-liquidation unit (self-liquidator spring),
- 5) Wrong resistance force of the catching safety device,
- 6) Wrong operation of the igniting cap in the self-liquidation unit (self-liquidator cap),
- 7) Wrong operation time of the self-liquidation unit (self-liquidator unit),
- 8) Wrong operation of the central igniting cap,
- 9) Wrong operation of the detonating cap.

Examples of selected faults are shown in photos 2, 3, 4.



**Fot. 2. Korozja na powierzchni elementów wewnątrz zapalnika [5]:**

a) kadłub, b) zespół samolikwidacji, c) tulejka ustalająca

**Photo 2. Corrosion on the surface of components inside the fuse [5]:**

a) Body, b) Self-liquidator, c) Setting ring

Zewnętrzne zmiany korozyjne są wypadkową agresywności zewnętrznych czynników

External corrosive changes depend on the aggressiveness of external environment

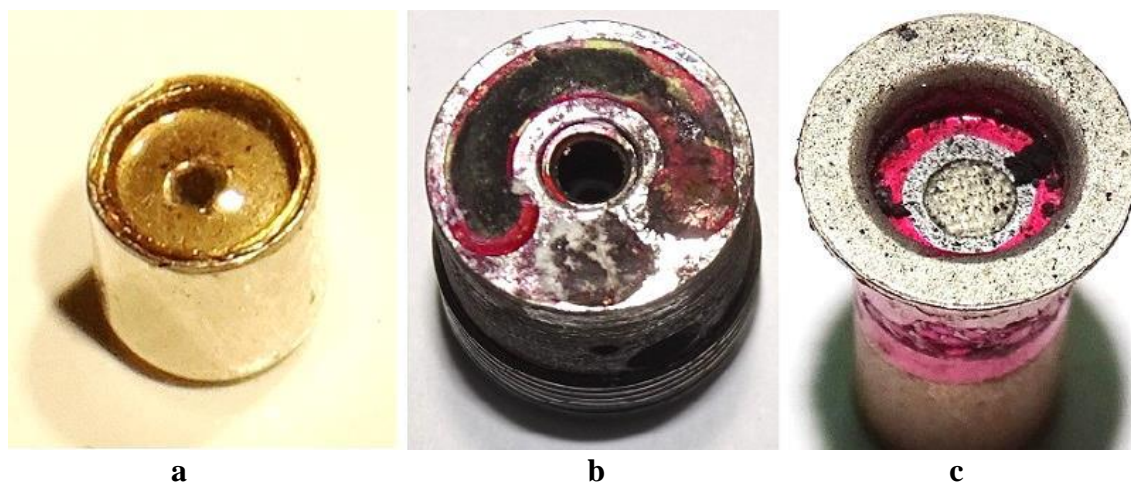
środowiskowych oddziaływujących na powierzchnię wyrobu oraz jakości powłoki zabezpieczającej nałożonej na powierzchnię zewnętrzną kadłuba. Nie stwierdzono w zbędnych wyrobach takiego zaawansowania tej niezgodności, która spowodowała perforację kadłuba.

conditions acting against the article surface and the quality of a protective coating applied on the external surface of the structure. The level of this fault progression observed in tested articles has not caused any perforation of the body wall.



Fot. 3. Krótsza sprężyna z zespołu samolikwidacji (sprężyna górna) [3]

*Photo 3. A shorter spring of self-liquidator (upper spring) [3]*



Fot. 4. Niezgodne działanie elementów zawierających materiały wybuchowe [5]:

- niedziałanie sponki zapalającej pod wpływem nakłucia iglicą,
- częściowe spalenie i zgaśnięcie ścieżki zespołu samolikwidacji,
- niezadziałanie sponki pobudzającej

*Photo 4. Wrong operation of components including explosive materials [5]:*

- Non-operation of igniting cap after striking by the pin,*
- Partial combustion and extinguishment of the self-liquidator train,*
- Non-operation of detonating cap*



Korozja powierzchni wewnętrznych elementów również jest wypadkową czynników atmosfery wewnętrznej w zapalniku oraz jakości powłok zabezpieczających lub materiału konstrukcyjnego danego elementu. W zależności od miejsca jej lokalizacji może wpływać na bezpieczeństwo i niezawodność działania zapalnika. W zbadanej populacji stwierdzono takie przypadki. Niezgodność ta jest jedną z trzech najczęściej występujących niezgodności w badaniach tego wyrobu.

Niezgodny montaż świadczy o jakości procesu kontroli produkcji wyrobu (fot. 3). Stwierdzono trzy takie przypadki w całej zbadanej populacji. Niezgodność ta w określonych sytuacjach może znacząco wpłynąć na bezpieczeństwo i niezawodność działania wyrobu w procesie jego użytkowania. Stwierdzone przypadki niezgodności elementów zabezpieczających, stwarzają możliwość niespełnienia przez nie swoich funkcji pod wpływem wymuszenia zewnętrznego. W przypadku sprężyny zespołu samolikwidacji, w zależności od wartości przyłożonej siły oraz wartości siły oporu sprężyny, może ona nie spełnić swojego zadania, polegającego na oddzieleniu iglicy od spłonki zapalającej samolikwidatora w określonych warunkach eksploatacji. W skrajnym przypadku np. spadku uzbrojonego w zapalnik naboju na twarde podłoże zapalnikiem do góry, przy obniżonej sile oporu sprężyny poniżej wartości określonej w dokumentacji technicznej wyrobu, może nastąpić nakłucie spłonki przez iglicę co spowoduje zapalenie ścieżki pirotechnicznej samolikwidatora i w konsekwencji nie kontrolowane zadziałanie pocisku.

W przypadku bezpiecznika łapkowego, wyższa niż w dokumentacji wartość siły oporu łapek może być przyczyną nieuzbrojenia się zapalnika. Natomiast mniejsza wartość siły oporu łapek może spowodować trwałe ich ugięcie przez bezwładnik podczas oddziaływania na nie sił bezwładności skierowanej osiowo w kierunku spłonki centralnej. Takie

Corrosion of internal surfaces is also a result of the fuse internal air conditions and the quality of preventive coatings or the material structure of particular component. It may affect the safety and reliability of the fuse operation depending on the places of its development. Such cases were observed for investigated population. This fault is one of three faults happening mostly for this article.

A noncompliant assembling proves over the efficiency of article quality production assurance process (Photo 3). Three such cases were observed for the whole population. This fault may significantly affect the safety and reliability of article's operation at its life cycle. The cases of faults stated for safety components may be a reason of their malfunctions caused by an external stimulation. In the case of the self-liquidator spring it may fail to work properly to separate the firing pin from the self-liquidator igniting cap for some values of applied force and the spring resistance force at specific conditions of operation. In an extreme case, like the fall of a projectile with the fuse assembled on its top against a hard ground, the spring resistance force reduced below the technical specifications may bring about the pricking of the cap by the pin and leading in effect to ignition of the self-liquidator pyrotechnical train and uncontrolled activation of the projectile.

In the case of the catching safety device the fuse may not be armed if the catchers have a higher force of resistance than in specifications. But if the catchers have a lower resistance force then they may become permanently bent by the inertial weight when the forces of inertia act axially in direction of the central cap. Such forces usually occur at reloading work or at transportation. In an extreme

siły występują najczęściej podczas prac przeładunkowych lub transporcie. W skrajnym przypadku może nastąpić skrócenie bezpiecznej odległości uzbrojenie się zapalnika od momentu wylotu z lufy. Słonka zapalająca zespołu samolikwidacji inicjuje ścieżkę pirotechniczną zespołu, która po określonym czasie ma zainicjować działanie słonki pobudzającej, co w efekcie końcowym spowoduje samolikwidację pocisku poprzez jego wybuch. Jeśli słonka nie zadziała lub produkty jej działania będą posiadały energię niewystarczającą do zapalenia tej ścieżki, to nie nastąpi samolikwidacja pocisku w przypadku nietrafienia w cel. Ścieżka pirotechniczna samolikwidatora jest elementem, który ma określony przedział czasu palenia się. Zbyt krótki czas spowoduje samolikwidację pocisku przed osiągnięciem celu natomiast zbyt długi czas może spowodować wybuch pocisku blisko powierzchni ziemi lub nastąpi jego wybuch po uderzeniu w ziemię. Słonka zapalająca centralna jest pierwszym elementem „ogniowym” w łańcuchu ogniowym tego zapalnika, który jest inicjowany iglicą centralną po uderzeniu pocisku w cel. Produkty jej działania inicjują działanie słonki pobudzającej. Jej niezadziałanie lub nieskuteczne działanie spowoduje niepobudzenie słonki pobudzającej i w efekcie niewybuch pocisku po trafieniu w cel.

## 5. Analiza statystyczna występujących niezgodności wyrobu

Analizując wyniki przeprowadzonych badań wyrobu na przestrzeni wielu lat otrzymujemy bogaty materiał statystyczny, który można odnieść do oceny jakości tego wyrobu. Analiza stwierdzonych podczas badań diagnostycznych niezgodności, umożliwi wskazanie elementów najbardziej zawodnych (nie spełniają określonych parametrów), co powoduje zakończenie eksploatacji danej partii wyrobu.

Przeprowadzono analizę wyników badań partii zapalników MG-25 wyprodukowanych

case the safety distance for arming the fuse after leaving the muzzle may be shortened. The igniting cap of self-liquidation unit initiates the pyrotechnical train of the unit what after a certain time has to initiate the action of detonating cap and the self-liquidation of the projectile through its explosion. If the cap fails to operate or if the products of its action have insufficient energy for ignition of this train then the projectile is not self-liquidated after missing the target. The pyrotechnical train of self-liquidator has a specific time of combustion. If this time is too short then the projectile is self-liquidated before reaching the target, whereas for excessively long times the projectile can explode close to the ground or after hitting the ground. The central igniting cap is the first “firing” component in the firing chain of this fuse which is initiated by the central pin after hitting the target by the projectile. The products of its action initiate the action of detonating cap. Any failure of its operation or inefficient operation prevents the initiation of the detonating cap and in effect the lack of explosion of the projectile after hitting the target.

## 5. Statistical Analysis of Article's Faults

Studying the results of article tests performed over many years can provide large amount of statistical data which may be referred to the quality of this article. The analysis of cases of noncompliance stated at the diagnostic tests can indicate the most unreliable components (they miss the specifications) what brings about termination of the life cycle for a specific lot of the article.

The analysis of test results was carried

w latach 1970-2000. Łączna liczba zbadanych egzemplarzy pobranych losowo z tych partii wyniosła 16812 szt., w których stwierdzono 1920 niezgodności. Wykaz ilościowy niezgodności, z podziałem na dekady produkcji, przedstawiono w tabeli 1.

out for MG-25 fuses manufactured in years 1970-2000. Totally 16812 items taken randomly from these lots were tested and 1920 faults were found. The quantitative illustration of the faults versus the decades of production is shown in table 1.

Tabela1. Wykaz niezgodności stwierdzonych w czasie badań wyrobu

Table1. Specification of faults noticed at article tests

Lp #	Niezgodności \dekady Faults/ decades	70-90	70	80	90
1	Korozja powierzchni zewnętrznej Corrosion of external surface	11	0	11	0
2	Korozja powierzchni elementów wewnątrz wyrobu Corrosion on surface of components inside the article	417	16	353	48
3	Spadek siły oporu sprężyny samolikwidatora Decrease of self-liquidator spring resistance force	552	121	399	32
4	Niezgodne działanie spłonki samolikwidatora Faulty operation of self-liquidator cap	23	11	12	0
5	Niewłaściwy czas działania samolikwidatora Wrong time of self-liquidator operation	355	125	213	17
6	Niewłaściwa siła oporu bezpiecznika łapkowego Wrong force of resistance for catching safety device	521	95	339	87
7	Niezgodne działanie spłonki centralnej Faulty operation of central cap	14	13	1	0
8	Niezgodne działanie spłonki pobudzającej Wrong operation of detonating cap	27	6	19	2
	Ogólna liczba stwierdzonych niezgodności Total numer of stated faults	1920	387	1347	186
	Ogólna liczba zbadanych egzemplarzy Total numer of investigated items	16812			

Wymienione poniżej niezgodności (numeryacja wg tabeli nr 1):

- 3) spadek siły oporu sprężyny samolikwidatora,
- 4) niezgodne działanie spłonki samolikwidatora,
- 5) niewłaściwy czas działania samolikwidatora,

dotyczą tego samego podzespołu w wyrobie. Każda z nich wpływa na niezgodne działanie tego zespołu. Samolikwidator działa w strukturze funkcjonalnej wyrobu jako blok niezależny. Połączenie tych trzech niezgodności w

Faults listed below (numbers from table 1):

- 3) Reduction of self-liquidator spring resistance force
- 4) Wrong operation of the self-liquidator cap
- 5) Wrong time of self-liquidator operation,

refer to the same subunit in the article. Each of them causes a malfunction of this unit. The self-liquidator operates in the functional structure of the article as an independent unit. Combining these three faults into one under the name of “wrong operation of self-

jedną o nazwie „niezgodne działanie samolikwidatora” nie ogranicza zakresu oceny jakości wyrobu, a analiza wyrobu staje się bardziej przejrzysta. Po takiej agregacji niezgodności otrzymujemy następujący wykaz:

- 1) korozja powierzchni zewnętrznej
- 2) korozja powierzchni elementów wewnątrz wyrobu
- 3) niezgodne działanie samolikwidatora
- 4) niewłaściwa siła oporu bezpiecznika łapkowego
- 5) niezgodne działanie spłonki centralnej
- 6) niezgodne działanie spłonki pobudzającej.

Ilościowy wykaz niezgodności przedstawiono w tabeli 2.

liquidator” does not limit the scope of the article quality assessment but the analysis of the article becomes more clarified. After such aggregation of the faults the following specification can be obtained:

- 1) corrosion on external surfaces,
- 2) corrosion on internal surfaces of the article,
- 3) wrong operation of self-liquidator,
- 4) wrong resistance force of the catching safety device,
- 5) wrong operation of the central cap,
- 6) wrong operation of the detonating cap.

The numbers of the faults are shown in table 2.

Tabela 2. Wykaz niezgodności po zsumowaniu niezgodności samolikwidatora

Table 2. Specification of faults after summing up the faults of self-liquidator

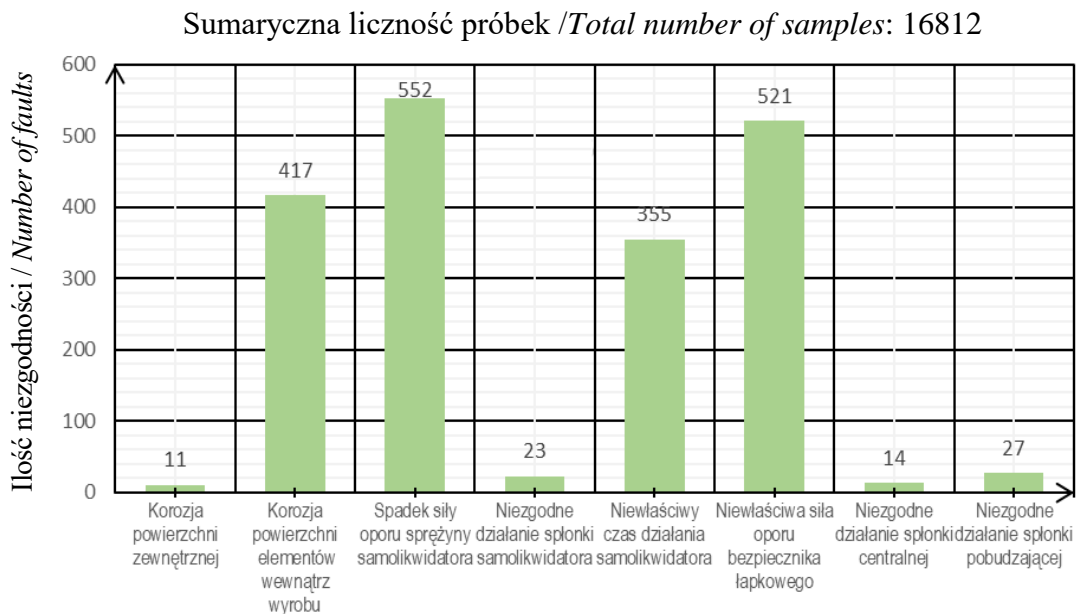
Lp #	Niezgodności \dekady <i>Faults/ decades</i>	70-90	70	80	90
1	Korozja powierzchni zewnętrznej <i>Corrosion of external surface</i>	11	0	11	0
2	Korozja powierzchni elementów wewnątrz wyrobu <i>Corrosion on surface of components inside the article</i>	417	16	353	48
3	Niezgodne działanie samolikwidatora <i>Wrong operation of the self-liquidator</i>	930	257	624	49
6	Niewłaściwa siła oporu bezpiecznika łapkowego <i>Wrong force of resistance for catching safety device</i>	521	95	339	87
7	Niezgodne działanie spłonki centralnej <i>Faulty operation of central cap</i>	14	13	1	0
8	Niezgodne działanie spłonki pobudzającej <i>Wrong operation of detonating cap</i>	27	6	19	2
	Ogólna liczba stwierdzonych niezgodności <i>Total numer of stated faults</i>	1920	387	1347	186
	Ogólna liczba zbadanych egzemplarzy <i>Total numer of investigated items</i>	16812			

Przedstawione zestawienia pokazują znaczne zróżnicowanie otrzymanych niezgodności. W celu dokładnego uszeregowania czynników mających wpływ na jakość rozpatrywanego wyrobu zostanie użyte „narzędzie statystyczne” w postaci diagramu Pareto-Lorenza [4]. Diagram ten jest graficznym obrazem przedstawiającym rozkład przyczyn mających wpływ na jakość wyrobu lub ogół-

Presented specifications show a great variety of received faults. In order to get a precise arrangement of factors influencing the quality of the considered article the “statistical tool” in the form of Pareto-Lorenz diagram will be applied [4]. The diagram represents a graphical picture distributing the reasons influencing the article quality or in general a distribution of prob-

niej rozkład problemów mających wpływ na rozpatrywane zjawisko. Diagram Pareto jest graficznym sposobem przedstawienia danych, na wykresie słupkowym. Dodatkowo, na wykresie umieszczany jest wykres liniowy skumulowanych danych w postaci wykresu liniowego, który reprezentuje krzywą Lorentza.

lems affecting a considered phenomenon. Pareto diagram is a graphical way for presenting data on a column graph. Additionally, the graph includes a linear diagram of cumulated data represented by the Lorentz curve.



**Rys. 1. Zestawienie niezgodności wyrobu z lat produkcji 1970-200**  
**Fig. 1. Specification of article faults for production years 1970-2000**

Korozja powierzchni zewnętrznej  
 Korozja powierzchni wewnętrznych wyrobu  
 Spadek siły oporu sprężyny samolikwidatora  
 Niezgodne działanie spłonki samolikwidatora  
 Niewłaściwy czas działania samolikwidatora  
 Niewłaściwa siła oporu bezpiecznika łapkowego  
 Niezgodne działanie spłonki zapalającej centralnej  
 Niezgodne działanie spłonki pobudzającej  
 Ilość niezgodności

Corrosion on external surfaces  
 Corrosion on internal surfaces of the article  
 Reduction of self-liquidator spring resistance force  
 Wrong operation of self-liquidator cap  
 Wrong operation time of self-liquidator  
 Wrong resistance force of catching safety device  
 Wrong operation of central cap  
 Wrong operation of detonating cap  
 Number of faults

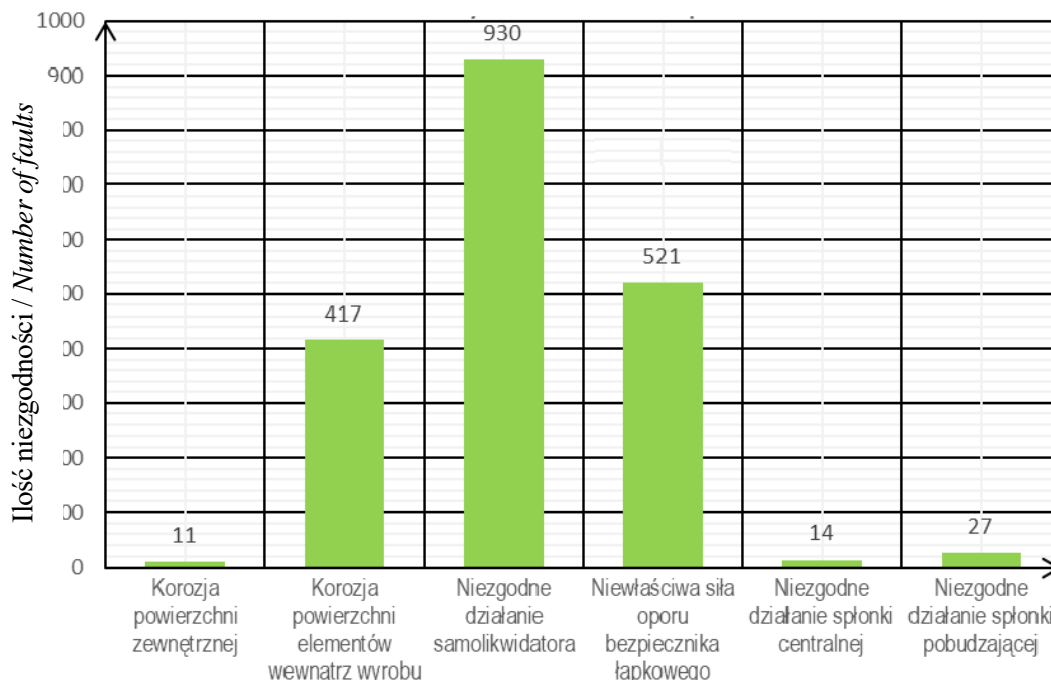
Historycznie, nazwa tej reguły pochodzi od jej autora włoskiego ekonomisty Vilfredo Pareto (1848-1920r.), który zastosował taki algorytm statystyczny do oceny struktury dochodów ludności (1887 r.). Stwierdził, że 80% majątku we Włoszech jest w posiadaniu 20% mieszkańców. Obecnie „zasada Pareto” jest używana powszechnie w różnych dziedzinach.

Historically, the name of this method originates from its author Vilfredo Pareto (1848-1920) who was an Italian economist and applied such statistical algorithm for evaluation of people incomes (1887). He stated that 80% of property in Italy is possessed by 20% of citizens. Now, the “principle of Pareto” is commonly used in different fields.



dzinach w celu wykazania kluczowych czynników mających wpływ na efektywność działania określonego systemu.

ferent domains to indicate the key factors affecting the efficiency of a specific system.



**Rys. 2. Zestawienie niezgodności wyrobu z lat produkcji 1970-2000 z uwzględnieniem zsumowanych niezgodności samolikwidatora**

*Fig. 2. Specification of article faults for production years 1970-2000 considering the aggregated faults of self-liquidator*

### 5.1. Analiza jakości wyrobu przy pomocy diagramu Pareto-Lorenza

Za pomocą diagramu Pareto-Lorenza można określić częstość występowania niezgodności wyrobu. Jest to pierwszy etap analizy jakości wyrobu, który wykonuje się w celu zidentyfikowania ilościowego występowania najważniejszych niezgodności.

W niniejszym artykule poddano analizie niezgodności stwierdzone podczas badań w wyrobie w trakcie jego eksploatacji.

Tabela 3 przedstawia rodzaje niezgodności, które stwierdzono w wyprodukowanych partiach wyrobu w rozpatrywanym okresie. Ilości te, uszeregowane w porządku malejącym oraz uzupełnione o skumulowany udział procentowy, stanowią dane do analizy Pareto-

### 5.1. Analysis of Article Quality by Pareto-Lorenz Diagram

The Pareto-Lorenz diagram may be used for establishing the rate of occurrence for article faults. It is a first stage of the article quality analysis which is made to identify the occurrence numbers for the most important faults.

The paper analyses the faults discovered at the article tests within its life cycle.

Table 3 shows the types of faults stated in produced lots of the article within the considered time interval. These quantities are arranged in decreasing order and completed by a cumulative percentage share to become source data for Pareto-Lorenz analysis. It allows for determination of a con-

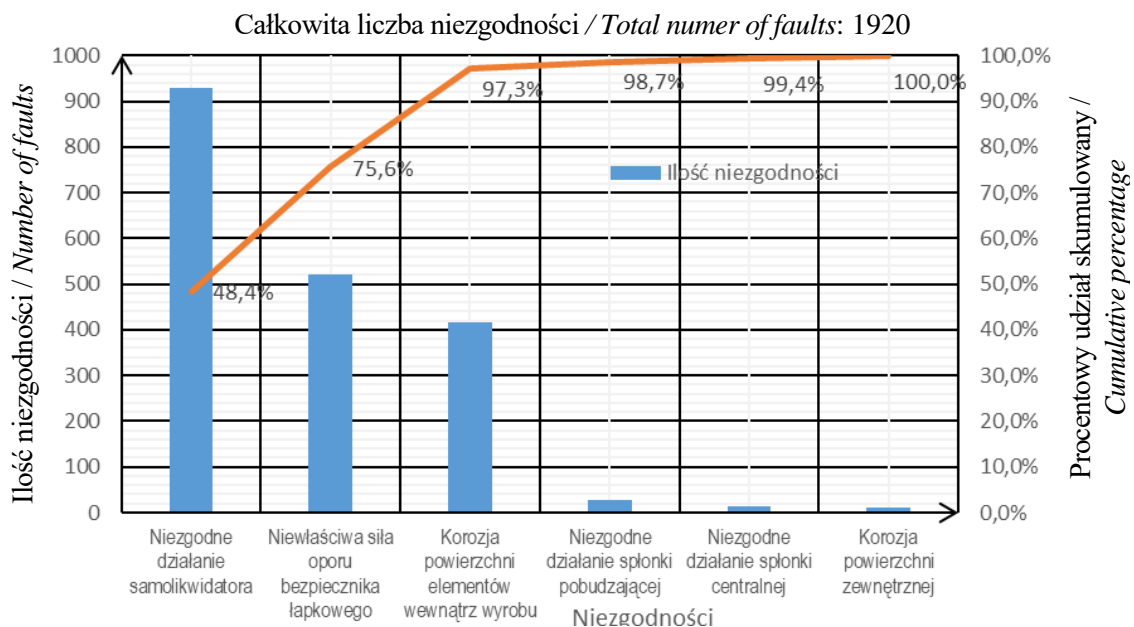
Lorenza. Pozwala to na wytypowanie określonej liczby rodzaju niezgodności, które mają wpływ na jakość wyrobu.

crete number of faults affecting the quality of the article.

Tabela 3. Rodzaje i ilości niezgodności wyrobu w rozpatrywanym okresie produkcji

Table 3. Types and numbers of article faults in considered production interval

Nr niezgodności # of fault	Liczba niezgodności Number of faults	Udział % Share	Wartość skumulowana Cumulated value	Opis niezgodności Description of faults
1	930	48,4%	48,4%	Niezdadne działanie samolikwidatora <i>Wrong operation of self-liquidator</i>
2	521	27,1%	75,6%	Niewłaściwa siła oporu bezpiecznika łapkowego <i>Wrong resistance force of catching safety device</i>
3	417	21,7%	97,3%	Korozja wewnętrzna <i>Internal corrosion</i>
4	27	1,4%	98,7%	Niezdadne działanie spłonki pobudzającej <i>Wrong operation of detonating cap</i>
5	14	0,7%	99,4%	Niezdadne działanie spłonki centralnej <i>Wrong operation of central cap</i>
6	11	0,6%	100,0%	Korozja powierzchni zewnętrznej <i>Corrosion of external surface</i>
Suma	1920	100,0%		



Rys. 3. Diagram Pareto-Lorenza dla niezgodności w wyrobie z lat produkcji 1970-2000

Fig. 3. Pareto-Lorenz diagram of article faults for production years 1970-2000

Z rysunku 3 wynika, że za 97,3% niezgodności występujących w wyrobie z roz-

Fig. 3 shows that 97.3% of faults occurring in the article within the considered in-

patrywanego okresu produkcji odpowiadają trzy, niżej wymienione rodzaje niezgodności:

- 1) niezgodne działanie samolikwidatora,
- 2) niewłaściwa siła oporu bezpiecznika łapkowego,
- 3) korozja powierzchni elementów wewnątrz wyrobu.

Pozostałe niezgodności stanowią 2,7% stwierdzonych problemów jakościowych.

Podczas prowadzonych badań wyrobów z różnych lat produkcji zauważono, że jakość tych wyrobów nie jest jednakowa. Zebrane informacje umożliwiają przeprowadzenie takiej analizy. Okres produkcji podzielono na dekady. Tabela 4 przedstawia zestawienie rodzaju i ilości niezgodności stwierdzonych w wyrobach w dekadach.

terval of production is caused by three faults listed below:

- 1) Wrong operation of self-liquidator,
- 2) Wrong resistance force of the catching safety device,
- 3) Corrosion of surfaces on article internal components.

The remaining faults create 2.7% of stated problems relating to quality.

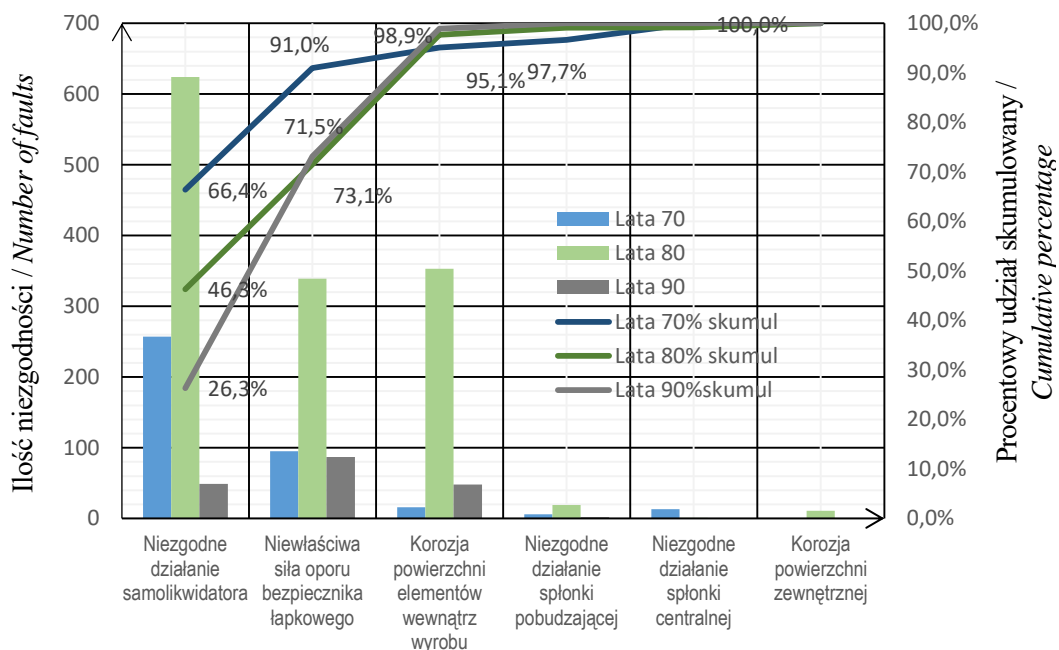
When testing the articles originating from different years of manufacture it was noticed that the quality of these articles is different. Collected information can be used to analyse it. The interval of production was divided into decades. Table 4 shows specification of types and numbers of the faults stated in decades.

Tabela 4. Rodzaje i ilości niezgodności wyrobu w dekadach lat produkcji

Nr niezg.	Lata 70			Lata 80			Lata 90			Opis niezgodności
	Ilość	Udział %	% skumul.	Ilość	Udział %	% skumul.	Ilość	Udział %	% skumul.	
1	257	66,4%	66,4%	624	46,3%	46,3%	49	26,3%	26,3%	Niezgodne działanie samolikwidatora
2	95	24,5%	91,0%	339	25,2%	71,5%	87	46,8%	73,1%	Niewłaściwa siła oporu bezpiecznika łapkowego
3	16	4,1%	95,1%	353	26,2%	97,7%	48	25,8%	98,9%	Korozja wewnętrzna
4	6	1,6%	96,6%	19	1,4%	99,1%	2	1,1%	100,0%	Niezgodne działanie spłonki pobudzającej
5	13	3,4%	100,0%	1	0,1%	99,2%	0	0,0%	100,0%	Niezgodne działanie spłonki centralnej
6	0	0,0%	100,0%	11	0,8%	100,0%	0	0,0%	100,0%	Korozja powierzchni zewnętrznej
Suma	387	100%		1347	100%		186	100%		

Table 4. Types and numbers of article faults in decades of production

# of fault	70-ties			80-ties			90-ties			Description of fault
	Nbr.	Share %	% cum. share	Nbr.	Share %	% cum. share	Nbr.	Share %	% cum. share	
1	257	66,4%	66,4%	624	46,3%	46,3%	49	26,3%	26,3%	Wrong operation of self-liquidator
2	95	24,5%	91,0%	339	25,2%	71,5%	87	46,8%	73,1%	Wrong resistance force of the catching safety device
3	16	4,1%	95,1%	353	26,2%	97,7%	48	25,8%	98,9%	Internal corrosion
4	6	1,6%	96,6%	19	1,4%	99,1%	2	1,1%	100,0%	Wrong operation of detonating cap
5	13	3,4%	100,0%	1	0,1%	99,2%	0	0,0%	100,0%	Wrong operation of central cap
6	0	0,0%	100,0%	11	0,8%	100,0%	0	0,0%	100,0%	Corrosion of external surface
Total	387	100%		1347	100%		186	100%		



Rys. 4. Diagram Pareto-Lorenza dla niezgodności występujących w wyrobie w dekadach lat produkcji: 70; 80; 90 XX wieku

Fig. 4. Pareto-Lorenz diagram of article faults for production decades: 70; 80; 90 of the 20th century

Analiza niezgodności wymienionych w tabeli 4 wykazuje, że niezgodności nr 1 (niezgodne działanie samolikwidatora), nr 2 (niewłaściwa siła oporu bezpiecznika łapkowego) i nr 3 (korozja powierzchni elementów wewnątrz wyrobu) stanowią od 95% do 99% wszystkich niezgodności w dekadach produkcji badanego okresu. Znacznie zmniejsza się procentowy udział niezgodności dotyczących działania samolikwidatora z 66,4% w samolikwidatorach z lat produkcji 70-tych do 26,3% dla produkcji z lat 90-tych. Niezgodności bezpiecznika łapkowego kształtowały się na poziomie 25% w latach 70 i 80 natomiast w dekadzie lat 90 wzrosły do 47%. Natomiast udział niezgodności związanej z korozją wewnętrznych powierzchni elementów wzrósł z 4% w dekadzie lat 70 do 26% w wyrobach produkowanych w latach 80 i 90.

## 5.2. Analiza jakości zespołu samolikwidatora

W poprzednim rozdziale dokonano analizy wyrobu traktując samolikwidator jako blok bez wyróżnienia części składowych i analizy ich jakości. Natomiast w procedurze badań tego bloku mamy zarejestrowane wyniki badań poszczególnych jego elementów. Pozwala to na przeprowadzenie oddzielnej analizy stanu technicznego tego bloku, wskazując na elementy mające zasadniczy udział w jego jakości. Podstawowymi niezgodnościami występującymi w tym bloku są:

- spadek siły oporu sprężyny samolikwidatora,
- niezgodne działanie spłonki samolikwidatora,
- niewłaściwy czas działania samolikwidatora.

Dane ilościowe tych niezgodności w zbadanej populacji bloku samolikwidatora przedstawiono w tabeli nr 5. Posłużyły one do wykonania diagramu rozkładu Pareto, wskazującego kluczowe elementy samolikwidatora wpływające na jego jakość.

Analysis of faults listed in table 4 shows that the share of fault No 1 (wrong operation of self-liquidator), No 2 (wrong resistance force of the catching safety device) and No 3 (corrosion of surfaces on article internal components) is from 95% to 99% of all faults in decades of production for the investigated time. The percentage share of faults caused by the operation of self-liquidator decreases significantly from 66.4% for 70-ties to 26.3% for 90-ties. The faults of the catching safety device were on the level of 25% in 70-ties and 80-ties, but they increased in 90-ties to 47%. On the other hand the share of faults caused by the internal components surface corrosion has increased from 4% in 70-ties to 26% for articles manufactured in 80-ties and 90-ties.

## 5.2. Analysis of Self-liquidator Quality

The former chapter has analysed the article by considering the self-liquidator as a unit without distinguishing its particular parts and analysing their quality. Anyway, the procedure of the unit testing records results of tests for its particular parts. It can be used to make a separate analysis of technical status for this unit by indicating the components affecting significantly its quality. The basic faults occurring in this unit are:

- Reduction of self-liquidator spring resistance force
- Wrong operation of the self-liquidator cap
- Wrong time of self-liquidator operation.

The quantitative data for these faults over the investigated population of the self-liquidator unit is shown in table 5. It was used to prepare Pareto distribution diagram indicating the key components of the self-liquidator affecting its quality.



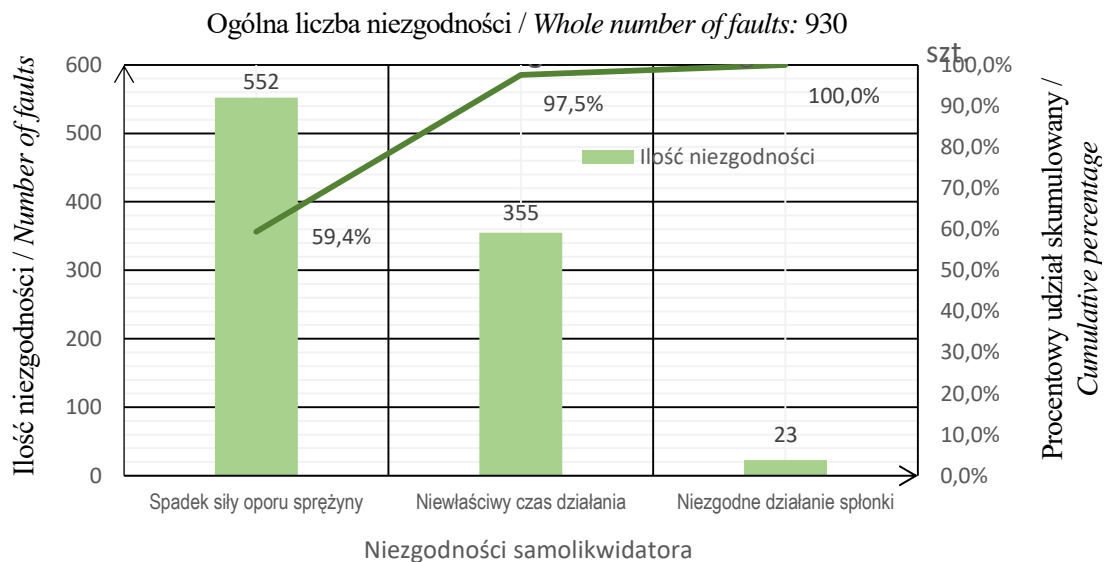
Tabela 5. Wykaz ilości niezgodności elementów samolikwidator

Table 5. Specification of faults of self-liquidator components

Nr niezg. Fault #	Lata / Years 70-90			Opis niezgodności samolikwidatora Description of self-liquidator faults
	Ilość Number	Udział % Share	% skumul. Cumulated percentage	
1	552	59,4%	59,4%	Spadek siły oporu sprężyny Reduction of spring resistance force
2	355	38,2%	97,5%	Niewłaściwy czas działania Wrong time of operation
3	23	2,5%	100,0%	Niezdadne działanie spłonki Wrong operation of the cap
Suma Total	930	100,0%		

Wykresy przedstawione na rysunku 5 pokazują, że 97% wszystkich niezgodności pochodzi od niewłaściwego działania sprężyny i czasu działania samolikwidatora. Informacje zobrazowane na wykresach wskazują priorytety i kierunek działań w celu podniesienia jakości wyrobu.

The graphs presented in Fig. 5 show that 97% of all faults arises from the wrong operation of the spring and the operation time of self-liquidator. Information pictured in the graphs indicates priorities and directions of actions to increasing the article quality.



Rys. 5. Diagram Pareto-Lorenza dla niezgodności samolikwidatora z lat produkcji: 1970-2000

Fig. 5. Pareto-Lorenz diagram of self-liquidator faults for production years: 1970-2000

## 6. Podsumowanie

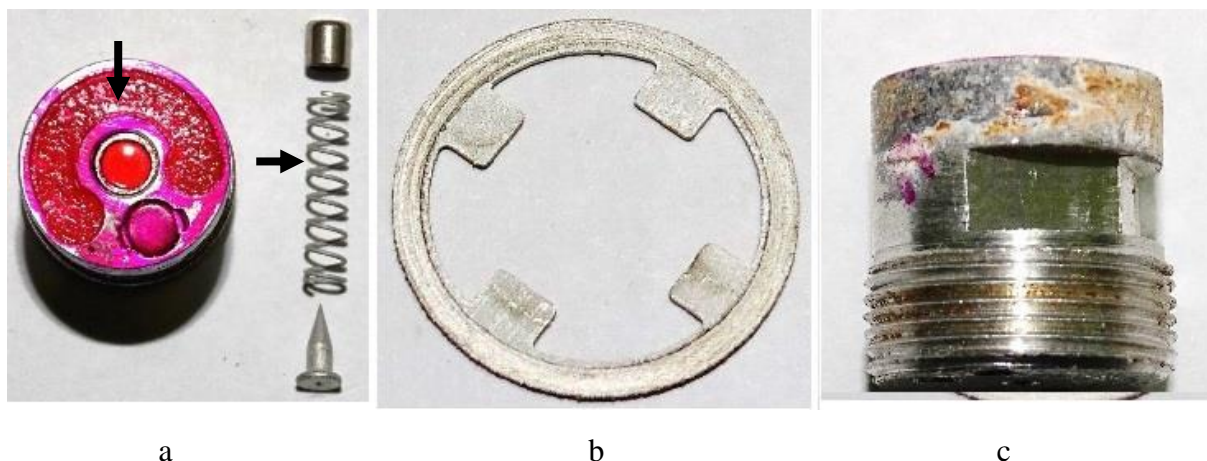
Znajomość aktualnego stanu technicznego posiadanych zasobów środków bojo-

## 6. Summary

One of the main tasks of Technical Services of Armed Forces is to know the actu-

wych jest jednym z głównych wymagań stawianych służbom technicznym Sił Zbrojnych. Taka wiedza pozwala skutecznie gospodarować posiadanymi partiami produkcyjnymi takiego wyrobu, co ma bezpośredni wpływ na zapewnienie wymaganej skuteczności bojowej wojska. Analiza niezgodności występujących w wyrobie MG-25 wskazała, że krytycznymi elementami mającymi istotny wpływ na czas eksploatacji tego wyrobu są: sprężyna samolikwidatora, ścieżka pirotechniczna samolikwidatora, bezpiecznik łapkowy, podatne na korozję materiały konstrukcyjne (fot. 5). Podniesienie jakości wykonania tych elementów umożliwi wydłużenie okresu eksploatacji wyrobu finalnego. To bezpośrednio przekłada się nie tylko na zapewnienie wysokiej gotowości bojowej jednostek wojskowych, ale również na oszczędności finansowe. Ponadto informacja o takich elementach przekazana producentowi wyrobu pozwala szybko podjąć działania eliminujące przyczyny szybszego spadku wymaganych dla nich charakterystyk fizykochemicznych (np. zmiana technologii produkcji, zmiana materiału konstrukcyjnego).

al technical status of possessed resources of combat assets. Such knowledge can be helpful to govern the possessed production lots of the article what affects directly the required level of army combat efficiency. Analysis of faults occurring in article MG-25 has indicated that there are following critical components influencing its life cycle: the spring of self-liquidator, catching safety device, structural materials susceptible to corrosion (Photo 5). The life cycle of the final article can be extended by increasing the quality of workmanship for these components. It may be translated directly not only into the maintenance of high combat readiness of military units, but into the financial savings as well. Moreover, the information about such components handed over to the manufacturer of the article may be helpful in a quick launching of activities eliminating the reasons of excessive dropping of required physicochemical characteristics (for instance by changing the technology of production or the structural material).



**Fot. 5. Elementy których zmiany mają istotny wpływ na czas eksploatacji wyrobu MG-25 [3]:**  
a) ścieżka samolikwidatora i sprężyna samolikwidatora (wskazane strzałkami), b) bezpiecznik łapkowy, c) korozja powierzchni wewnętrznych elementów wyrobu

**Photo 5. Components the changes of which have essential impact into MG-25 article life cycle [3]:**  
a) Self-liquidator train and spring (indicated by arrows), b) Catching safety device, c) Corrosion on internal surfaces of the article

Wieloletnie badania stanu technicznego większości typów środków bojowych eksploatowanych przez MON wykonywane w WITU, pozwoliły zgromadzić w zasobach instytutu bogatą wiedzę na temat zmian stopnia zachowania pierwotnych właściwości przez poszczególne elementy środków bojowych w trakcie procesu eksploatacji. Byłoby wielkim błędem z tej wiedzy nie skorzystać. Dlatego należy rozważyć podjęcie wspólnych działań MON i producentów środków bojowych, mających na celu wskazanie wyrobów, dla których znajomość krytycznych elementów jest ważna. Powinno to dotyczyć szczególnie wyrobów przewidywanych do długoletniego składowania oraz wyrobów o wysokiej wartości (pociski rakietowe).

Investigations of technical status over most types of the combat assets used by MOD has been conducted by the Military Institute of Armament Technology for many years and provided a large data base in the Institute on degree of changes over the original properties of particular components of combat assets during their life cycle. It could be a great mistake to leave this knowledge unusable. For that, a common action of the MOD and manufacturers of the combat assets could be considered to indicate the articles for which the knowledge about critical components is important. It has to relate especially to the articles which are designated for long term storing and the articles of high cost (missiles).

### **Literatura / Literature**

- [1] Baza wyników badań, archiwum B2/WITU
- [2] Amunicja Wojsk Lądowych, podręcznik. Sygn. Uzbr.2307/83, Wydawnictwo Ministerstwa Obrony Narodowej, Warszawa 1985, str. 153, 178, 181
- [3] Rys. nr 3-070258”d”L - Zapalnik głowicowy opóźnionego działania z odległościowym uzbrajaniem się i samolikwidacją „MG-25”
- [4] Kamila Kowalik, Diagram Pareto-Lorenza w teorii i praktyce zarządzania jakością, Archiwum Wiedzy Inżynierskiej ISSN 2544-2449, Tom 3 nr 1 (2018) str. 22-24
- [5] Zdjęcia – archiwum B2/WITU

