



**SPECYFIKA NADZORU BEZPIECZEŃSTWA  
ŚRODKÓW BOJOWYCH  
W OKRESIE POKOJU I W WARUNKACH WOJNY HYBRYDOWEJ**  
***SPECIFICITY OF ORDNANCE SAFETY SUPERVISION  
IN TIMES OF PEACE AND HYBRID WARFARE***

Witold JAGIEŁŁO, Henryk TERENOWSKI  
Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia  
*Military Institute of Armament Technology*

DOI 10.5604/01.3001.0010.0276

**Streszczenie:** Artykuł o problemach bezpieczeństwa środków bojowych (ŚB) w różnych warunkach ich eksploatacji. Bezpieczeństwo ŚB, w czasie pokoju, rozpatrywane jest jako bezpieczna, systemowo nadzorowana eksploatacja, czyli eliminowanie przyczyn niezamierzonego ich zadziałania, a w czasie konfliktów zbrojnych, stanu wojny hybrydowej w rozważaniach bezpieczeństwa użytkownika środków bojowych zwrócono uwagę na czynniki odnoszące się do zmiennych warunków użytkowania, zamierzonego oddziaływania na miejsca gromadzenia środków bojowych i takiego ich rozmieszczenia, które zminimalizuje szkodliwe działanie produktów wybuchu na otoczenie. Zasygnalizowano problematykę dotyczącą wojskowych środków bojowych pozostałych po działaniach wojennych. Poruszono kwestię zagrożenia bezpieczeństwa spowodowaną wykorzystywaniem wojskowych środków bojowych do wytwarzania improwizowanych urządzeń wybuchowych.

**Słowa kluczowe:** środki bojowe, system nadzoru, strefa bezpieczeństwa, ładunki improwizowane.

## 1. Wstęp

Bezpieczeństwo środków bojowych (ŚB) kojarzy się zwykle z bezpośrednim zagrożeniem niezamierzonego ich zadziałania i powodowania zagrożenia życia użytkowników oraz poważnych szkód w otoczeniu wybuchu.

Utrzymanie ich bezpieczeństwa w warun-

**Abstract:** The article presents an issue of security of munitions (combat assets, explosive ordnance) in different conditions of their use. The safety of the ordnance during peacetime is considered as safe and systematically surveyed use and elimination of factors causing its unintentional activation, and during the military conflicts and hybrid warfare the safety of using the ordnance is considered through the aspects of changeable conditions of use, intentional actions against the sites the ordnance is placed and such its distribution which can minimize the harmful impact of products of explosion to the environment. A question of ordnance left in the result of combat actions is signaled. Questions of safety threatened by using the ordnance for preparing improvised explosive devices are also presented.

**Key words:** munitions (ordnance), supervision system, safety zone, improvised explosive devices.

## 1. Introduction

The safety of combat assets (CA) is usually linked with a direct threat caused by their unintentional activation, and the risk of casualties for the users, and serious damage in the vicinity of explosion.

Their safety in conditions of hybrid war,

kach wojny hybrydowej, czyli w odniesieniu do użycia ŚB, w okresie regularnych lub nieregularnych działań zbrojnych, można rozpatrywać w wielu aspektach. Realia wojny hybrydowej stawiają ŚB szczególne wymagania związane ze znacznym zróżnicowaniem ich warunków składowania i użytkowania.

W czasie pokoju nadzór nad ŚB koncentruje się zasadniczo na aspektach wynikających głównie z ich przechowywania przez długi czas, często wykraczający poza okres gwarancji producenta. Wszelkie zabiegi związane z ich bezpieczną eksploatacją skupiają się na monitorowaniu stanu technicznego, który zmienia się z upływem czasu. Systematycznie przeprowadzane badania diagnostyczne pozwalają na ocenę niezawodności działania i bezpieczeństwa dalszego użytkowania. ŚB, które pod wpływem czasu utraciły parametry bojowe lub ich stan techniczny stwarza zagrożenie dalszej eksploatacji są wycofywane z użycia.

meaning the use of CA, during the regular or irregular military actions may be considered in many aspects. Realities of hybrid war create special requirements for CA connected with great range of various conditions of their storing and using.

During the peace time the supervision of CA is generally focused on aspects resulting from long term storing that usually exceeds the warranty period granted by a manufacturer. All activities connected with their safe use are focused on monitoring the technical status which is subjected to changes with the time flow. Diagnostic tests which are systematically performed provide the assessment of functional reliability and safety of further use. The CAs which lost their combat performances under the impact of the time or their technical status creates a threat for further use are withdrawn from the inventory.

***W czasie konfliktów zbrojnych, działalności terrorystycznej, stanu wojny hybrydowej dochodzi czynnik zróżnicowanych warunków składowania, bezpośredniego użytkowania i zamierzonego oddziaływania przez przeciwnika w celu ich unieszkodliwienia .***

***During military conflicts, terroristic activities or conditions of hybrid war an additional factor appears connected with different conditions of storing, direct use and intentional actions of the enemy aimed to their neutralisation.***

W czasie konfliktów zbrojnych, działalności terrorystycznej, stanu wojny hybrydowej dochodzi czynnik zróżnicowanych warunków składowania, bezpośredniego użytkowania i zamierzonego oddziaływania przez przeciwnika w celu ich unieszkodliwienia.

ŚB przechowywane są na różnego typu środkach transportowych (lądowych, morskich, powietrznych), składach polowych, w doraźnych opakowaniach lub bez nich. Ulegają wpływom warunków atmosferycznych rozpatrywanych w skali makro jak i mikroklimatów związanych z miejscem ich tymczasowego składowania.

Dodatkowo, ze względu na możliwości, różny stopień ukończenia ŚB (amunicji) poszczególne elementy, takie jak zapalniki,

During armed conflicts, terroristic activities or conditions of hybrid war an additional factor appears connected with different conditions of storing, direct use and intentional actions of the enemy aimed to their neutralisation.

CAs are stored on different types of transporting means (ground, sea, air), field depots, and within or without temporary packing. They are also influenced by atmospheric conditions considered on the level of micro and macro climatic environments connected with the place of their temporary storing.

Additionally because a different level of CA (ammunition) completeness is possible then the particular components such

smugacze, ładunki miotające będą różnie reagowały na warunki otoczenia, co ma wpływ na przyspieszenie procesów starzenia i zwiększenie usterkowości amunicji. ŚB będą podlegały wielokrotnemu załadowywaniu, wyładowywaniu oraz czyszczeniu co ma wpływ na ich bezpieczeństwo użytkowania.

Ponadto, w stanie wojny hybrydowej, nowoczesne, niezawodne ŚB stają się priorytetowym celem do zniszczenia. Pomimo szczególnej ich ochrony, nie można wykluczyć takich zdarzeń. Mając na uwadze, że każdy zbiór środków bojowych może być podbudzony do detonacji, należy rozważać takie warunki jego rozlokowania, aby zminimalizować oddziaływanie skutków ewentualnego ich wybuchu na otoczenie, szczególnie że dotyczy to zazwyczaj własnego terytorium.

as fuses, tracers and propelling charges react differently against conditions of the environment what accelerates the processes of ageing and increases the defectiveness of ammunition. CAs will be subjected to repeated loading and unloading and cleaning what affects the safety of their use.

Moreover the modern and reliable CAs become priority targets of neutralisation in conditions of hybrid warfare. Such events cannot be excluded even if they are specially protected. Regarding the fact that every set of combat assets may be detonated the special conditions of their distribution have to be considered to minimise the reaction of possible effects of their explosion to the environment especially as it usually concerns the own territory.

***W czasie konfliktów zbrojnych, działalności terrorystycznej, stanu wojny hybrydowej ŚB będą poddane wielokrotnemu załadowywaniu, wyładowywaniu oraz czyszczeniu co ma wpływ na ich bezpieczeństwo użytkowania.***

***During armed conflicts, terroristic activities or conditions of hybrid war the CAs will be subjected to repeated loading and unloading and cleaning what affects the safety of their use.***

## **2. Warunki eksploatacji i ich wpływ na poziom bezpieczeństwa ŚB**

Zasadniczym miejscem przechowywania zapasów ŚB w okresie pokoju są stałe składy w postaci odpowiednio usytuowanych budynków magazynowych. Pojęcie bezpieczeństwa składów środków bojowych obejmuje zarówno bezpieczeństwo wewnątrz tych składów, a więc zagrożenie oddziaływania skutków ewentualnego wybuchu składowanych ŚB na sąsiednie magazyny i inne obiekty znajdujące się na terenie zamkniętym składu, a także zagrożenie dla infrastruktury zewnętrznej.

W odniesieniu do składów ŚB, główną domeną jest zapobieganie powstawaniu zagrożeń, które wynikają ze stanu technicznego infrastruktury składu i stanu technicznego przechowywanych zasobów. Mimo przestrzegania wszelkich przepisów dotyczących przechowywania ŚB, co pewien czas zdarzają się niekontrolowane wybuchy materiałów wysokoener-

## **2. Using Conditions and their Influence into Safety Level of CAs**

During the peacetime the stocks of CAs are stored in permanent depots having the form of suitably situated storing buildings. The notion of safety for depots of combat assets includes both the internal safety of depots, i.e. the threat caused by possible explosion of stored CAs to adjacent stockpiles and other objects placed within the closed area of the depot, and the threat for an external infrastruc-

ture. Regarding the depots of CAs the main issue is to prevent the threats resulting from technical status of depot infrastructure and stored equipment. From time to time an uncontrolled explosion of high energetic materials happens in such depots even if all regulations concerning the storage of CAs are observed. Assum-

getycznych w tych składach. Przyjmując, że takie incydenty są mało prawdopodobne ale nie można ich w ogóle wykluczyć to należy rozpatrywać wszelkie, możliwe skutki takiego wybuchu.

W okresie tzw. wojny hybrydowej lub działalności terrorystycznej należy brać pod uwagę zamierzone działania na takie zbiory ŚB w celu ich zniszczenia. W tym przypadku, oprócz wzmożonej ochrony fizycznej składu, szczególnego znaczenia nabiera ilość i odpowiednie rozmieszczenie ŚB w poszczególnych magazynach lub innych miejscach składowania. Zasięg wybuchu zależy głównie od ilości i rodzaju środków bojowych zgromadzonych w tzw. miejscu potencjalnego wybuchu, którym może być magazyn, tymczasowe polowe miejsce składowania, kontener lub środek transportu. Prawidłowo rozplanowana rejonizacja oraz właściwe określenie dróg przemieszczania ŚB powinno zapewniać minimalizację ewentualnych strat w zasobach ŚB i otoczeniu wybuchu.

W celu zminimalizowania skutków potencjalnego wybuchu w otoczeniu stałych obiektów magazynowych, ogranicza się ilość ŚB tak, aby efekty oddziaływania ewentualnego wybuchu nie zagrażały obiektom znajdującym się wewnątrz składu, a także otoczeniu poza jego granicami. Analogiczny problem z zapewnieniem stref bezpieczeństwa występuje dla składowania ŚB, zabezpieczających bezpośrednio działania wojsk w terenie.

Odrębny problem w zapewnieniu i nadzorowaniu akceptowalnego poziomu bezpieczeństwa stanowią ŚB zabezpieczające potrzeby jednostek w trakcie działań operacyjnych. Intensywność działań bojowych w czasie wojny hybrydowej może być bardzo zróżnicowana. Jednak ŚB są przez cały czas intensywnie eksploatowane. Tak jak w realnych bojowych warunkach ŚB narażone są na szczególnie niekorzystne oddziaływania w rodzaju: wysokiej temperatury, okresowego nasilenia wilgotności, a także podlegają intensywnym oddziaływaniom mechanicznym.

Temperatura wpływa na przyśpieszenie przebiegu procesów chemicznych. Przejściu od ujemnych do dodatnich wartości temperatury towarzyszy wzrost agresywności korozyjnej.

ing that a chance of such incidents is very low but nevertheless it cannot be eliminated completely all possible effects of such explosion have to be studied.

During so called "hybrid warfare" or terroristic activities the intentional actions aimed to destroy the stockpiles of CAs have to be considered. In such case apart from increased level of protection by security guards the special meaning has to be put onto the quantity and relevant distribution of CAs within particular storerooms or other places of storing. The range of explosion depends mainly on the volume and type of combat assets placed in the spot of so called potential explosion such as the storeroom, temporary field depot, container or a transport means. Properly planned placing and system of transport roads for the CAs has to minimise possible losses within the stockpiles of CAs and the vicinity of explosion.

In order to minimise the effects of potential explosion in the vicinity of storerooms the amount of CAs is limited to avoid a threat caused by products of the explosion for objects inside the depot and outside its borders as well. The same problem with the provision of security zones exists at storing CAs used directly to support the military activities in the field.

A separate question in supervision and provision of an acceptable level of security refers to CAs used for securing demands of military units during operational activities. The intensity of combat activities during the hybrid warfare may differ in a great degree. Nevertheless the CAs are used intensively all the time. The CAs are exposed against especially adverse reactions, such as in combat conditions, including high temperature, periodical increases of humidity and intense mechanical impacts.

The temperature accelerates the rate of chemical processes. The transition from minus to positive temperatures boosts the aggressiveness of corrosion. This process runs quicker at increased amplitude and

Im większa amplituda i częstotliwość wahań temperatury tym proces ten jest szybszy.

Korozja elementów ŚB skutkuje m.in. wzrostem awaryjności działania zapalników podczas strzelań objawiającej się zacięciami, wadliwym działaniem układów funkcjonalnych zapalnika na torze lotu pocisku, wynikającym w szczególności ze spadku gładkości powierzchni części mechanicznych elementów zabezpieczających.

rate of temperature changes.

Corrosion of CA components causes above all an increased rate of malfunctions for fuses at firing what is indicated by impactions, faulty operation of functional units of the fuse on projectile's flying trajectory that is especially the effect of degradation of surface smoothness on mechanical parts of security mechanisms.

***... w warunkach bojowych ŚB narażone są na szczególnie niekorzystne oddziaływania w rodzaju: wysokiej temperatury, okresowego nasilenia wilgotności, a także podlegają intensywnym oddziaływaniom mechanicznym.***

***... in combat conditions the CAs are especially exposed against adverse reactions including high temperature, periodical increases of humidity and intense mechanical impacts.***

Wzrost wilgotności ma negatywny wpływ na właściwości komponentów chemicznych, ich trwałość chemiczną, temperaturę palenia prochów oraz na elementy pirotechniczne. Aktywuje zagrożenia biotyczne, m.in. sprzyja rozwojowi grzybów na woreczkach z ładunkami miotającymi i zapalającymi oraz na elementach tekturowych.

Oddziaływania mechaniczne wpływają na obniżenie przydatności ŚB, których powodem są m.in. obłuzowanie pocisków w łusce, zanieczyszczenie i korozja powierzchni naboju, zbiecie kryz i wgniecenia łusek, co w konsekwencji może utrudniać lub uniemożliwiać ich bezpośrednie użycie.

Wszystkie te czynniki przyspieszają procesy starzeniowe, które wpływają negatywnie na stan techniczny ŚB, w wyniku czego następuje wzrost awaryjności, zmniejszenie niezawodności i bezpieczeństwa użytkowania.

W zależności od sposobu użytkowania, można określić uwarunkowania jakie oddziałują na ŚB:

1. W odniesieniu do amunicji będącej w użyciu w wozach bojowych i są to:
  - a) załadowywanie i wyładowywanie w składach polowych,
  - b) silne wstrząsy podczas jazdy,
  - c) częste wahania temperatury,

The increase of humidity has a negative impact into chemical components and their chemical stability, and into combustion temperature of powders and pyrotechnical components. It activates a biotic threat and above all it benefits the development of fungi on the bags with propelling and incendiary charges and on cardboard components.

Mechanical reactions cause the reduction of CAs efficiency by loosening the projectiles within the cases, contamination and corrosion of cartridge surfaces, damaging the rims and indentations on cases what in consequence may harm or even prevent their use.

All these factors accelerate the ageing processes which have a negative influence into the technical status of CAs and cause the increase of defectiveness and reduction of reliability and safety of using.

Following threats affecting the CAs may be defined depending on the way they are used:

1. Regarding the ammunition used by tanks and combat vehicles:
  - a) Loading and unloading in field depots
  - b) Intense vibrations at transporting
  - c) Frequent changes of temperature

- d) czyszczenie i konserwowanie w nieodpowiednich warunkach,
  - e) atmosfera przedziału bojowego przesycona oparami paliw, spalin, smarów.
2. W odniesieniu do amunicji przechowywanej na środkach transportu lub składach polowych są to:
- a) częste wahania temperatury,
  - b) duże zapylenie atmosfera nasycona oparami kwasów z akumulatorów, spalin i paliw,
  - c) wysoka wilgotność.

Stan techniczny ŚB intensywnie użytkowanych powinien podlegać ciągłemu monitorowaniu, ponieważ okres przydatności technicznej (OPT) w takich warunkach może ulec znacznemu skróceniu.

### 3. Kontrola jakości i bezpieczeństwa środków bojowych w procesie eksploatacji

Główną domeną bezpiecznej eksploatacji ŚB w okresie pokoju jest ich stan techniczny, na który istotny wpływ ma stabilność procesów technologicznych podczas ich produkcji. W czasie wojny hybrydowej procesy technologiczne produkcji mogą być szczególnie narażone na destabilizację. Ograniczenia w dostępności do komponentów przewidzianych w procesie technologicznym, które mogą wystąpić w takich warunkach, zastosowanie dostępnych zamienników, może spowodować spadek poziomu jakości, a w konsekwencji bezpieczeństwa produkowanych ŚB.

Opinię taką potwierdzają badania stanu technicznego ŚB pochodzących z różnych lat produkcji, podczas których stwierdzono zasadnicze różnice ilości niezgodności (wad) w składowanych partiach, tego samego rodzaju środka bojowego. Przyczyna tego stanu zasadniczo wynikała z użycia do produkcji ŚB różnych zamienników, których parametry jakościowe odbiegały od określonych wymagań. Zapewnienie i utrzymanie gotowości ŚB do ich użycia, powoduje konieczność posiadania sprawnie działającego systemu kontroli jakości i bezpieczeństwa, zarówno w okresie pokoju jak i działań wojennych, w tym o charakterze hybrydowym, w całym okresie ich eksploatacji.

- d) Cleaning and protective overhauls in unsuitable conditions
  - e) Atmosphere of combat compartment including the vapours of fuels, combustion gases and lubricates.
2. Regarding the ammunition stored in-transport means or field depots:
- a) Frequent changes of temperature
  - b) High level of dustiness and air saturated with vapours of battery acids, exhaust gases and fuels
  - c) High humidity.

Technical status of CAs which are intensely used has to be permanently monitored because the period of technical efficiency (PTE) may be significantly reduced in such conditions.

### 3. Ordnance Quality and Safety Checks during Service Life

The main concern of safe use of CAs in peacetime is their technical status which depends strongly on the stability of technological processes at their manufacture. In time of hybrid warfare the technological processes of manufacture may be especially exposed against destabilisation. Restrictions in accessibility to components predicted for a technological process and application of available substitutes may result in degradation of quality and in consequence the safety of manufactured CAs.

This opinion is backed by tests of technical status for CAs manufactured in different years where significant differences in number of incompatibilities (defects) were noticed for stored lots of the same type of combat asset. Such situation was caused in general by using for the production of CAs different replacements having quality parameters not in line with specifications. Provision and maintenance of readiness of CAs for their use within all service life requires a presence of an efficient system for checking the quality and safety both in peacetime and the wartime including its hybrid character.

W tym względzie, w każdym okresie produkcji i eksploatacji powinien działać system kontroli jakości i bezpieczeństwa produkowanych ŚB.

Powyższy wymóg potwierdzają zaobserwowane niekorzystne zjawiska, związane ze składowaniem bardzo dużych ilości ŚB wyprodukowanych w okresie drugiej wojny światowej lub w krótkim czasie po jej zakończeniu. W tym okresie w składach ŚB nasilała się liczba przypadków samozapalenia się ładunków prochowych. Na poligonach podczas ćwiczeń częściej zdarzały się incydenty oraz uzyskiwano gorsze wyniki używając „starszych” środków bojowych w porównaniu z nowo wyprodukowanymi.

For this reason a quality and safety checking system for manufactured CAs has to be in use during the whole time of production and service.

The above demand is confirmed by negative effects connected with the storing of large quantities of CAs produced during the WWII or in the post war period. The number of cases of self firing of powder charges in depots of CAs had increased significantly in that time. During the training exercises carried out on the ranges the incidents happened more frequently and obtained results were worse for “older” combat assets than for newly manufactured ones.

***... zastosowanie dostępnych zamienników, może spowodować spadek poziomu jakości, a w konsekwencji bezpieczeństwa produkowanych ŚB.***

***... application of available replacements may result in degradation of quality and in consequence the safety of manufactured CAs.***

W celu zdiagnozowania zagadnienia, w Wojskowym Instytucie Technicznym Uzbrojenia został powołany interdyscyplinarny zespół naukowo-badawczy, składający się ze specjalistów od materiałów wysokoenergetycznych, uzbrojenia wojskowego, konstruktorów środków bojowych, a także matematyków o specjalności teorii niezawodności i statystycznej kontroli jakości. W efekcie działalności tego zespołu powstały podstawy teoretyczne systemu badań, oceny i prognozy stanu technicznego środków bojowych w procesie eksploatacji.

Z biegiem lat, szybki rozwój technik badawczych, postępująca informatyzacja zapewniły efektywniejsze prowadzenie badań, rejestrację i opracowanie wyników. Wprowadzenie stosownych norm usystematyzowało szereg problemów badawczych i algorytmów oceny. Bazy danych archiwizujące wyniki badań partii środków bojowych i ich elementów na przestrzeni lat, stanowią bogate źródło wiedzy merytorycznej i statystycznej. Analiza tych danych pozwala na wytypowanie czynników mających zasadniczy wpływ na stan technicz-

An interdisciplinary research – development – testing team consisting of specialists on high energetic materials, weapon systems, designers of ordnance, and mathematicians profiled in theory of probability and statistical assurance of quality has been called in the Military Institute of Armed Technology in order to study the question. A theoretical background was created in the result of this team activities for a system designated to testing, evaluating and providing prognostic analyses of combat assets technical status during the service life.

Development of testing techniques and information technologies has been providing in recent years more efficient methods of testing, data recording and analysis of results. Implementation of relevant standards has systemised many testing questions and algorithms of evaluation. A deep source of substantial and statistical information has been included in data bases archiving test results for lots of combat assets for many years. The analysis of this data for the inventory of existing combat assets may indicate

ny, zmienność poszczególnych parametrów w czasie oraz stwarza podstawy do bardziej dokładnej prognozy przydatności aktualnie posiadanych zasobów środków bojowych do dalszej bezpiecznej eksploatacji.

Obecnie, system nadzoru ŚB funkcjonujący w resorcie obrony narodowej obejmuje całość spraw związanych z kontrolą jakości i bezpieczeństwa w całym „cyklu życia” ŚB, od chwili przyjęcia na wyposażenie, aż do zużycia zgodnie z przeznaczeniem, wycofania z użytkowania, przekazania poza resort obrony narodowej lub utylizacji. Obowiązki i kompetencje organów zarządzających oraz zagadnienia związane z całością eksploatacji określa „Instrukcja o kontroli jakości i bezpieczeństwa środków bojowych w procesie eksploatacji w resorcie obrony narodowej”[1]. Naczelną zasadą działalności systemu jest bezpieczeństwo eksploatacji ŚB. Bezpieczna eksploatacja ŚB wymaga znajomości stanu technicznego posiadanych zasobów i ciągłego monitorowania jego zmian w czasie. Funkcje te spełnia „Podsystem badań i oceny jakości oraz bezpieczeństwa środków bojowych w procesie eksploatacji”. Zadaniem podsystemu jest monitorowanie stanu technicznego posiadanych zasobów ŚB, które są poddawane okresowym przeglądom i obsługiwaniom technicznym oraz badaniom diagnostycznym, zapewniającym wyeliminowanie ŚB niezdatnych do użycia lub niebezpiecznych.

Ustanowione przepisy dopuszczają do bezpośredniego użytkowania jedynie te ŚB, które posiadają aktualny okres przydatności technicznej gwarantowany przez producenta lub aktualny okres przydatności technicznej (OPT) określony po badaniach diagnostycznych.

Powyższe zasady postępowania, nadzoru nad bezpieczeństwem ŚB i sposób funkcjonowania systemu należy w pełni zachować w odniesieniu do warunków konfliktu o charakterze hybrydowym. Ze względu na odmienny od warunków pokojowych przebieg użycia ŚB, wymagane jest jednak zwiększenie dokładności monitorowania ich stanu technicznego. Moment pożądanej interwencji sygnalizowany jest poprzez zmniejszanie się niezawodności lub bezpieczeństwa działania. Intensywność

the factors which have a decisive influence into their technical status, changes of particular parameters along the time and create a base for more accurate prognosis of their suitability for further save using.

Now the system of CAs supervision existing in the frame of national defence sector includes the wholeness of matters connected with monitoring the quality and safety assurance for the entire life cycle of CAs starting from accepting to the service until using them up according with designation, withdrawal from the service and transferring beyond the sector of national defence or recycling. The range of obligations and competences of managing institutions, and the questions connected with entire utilisation are specified by the „Instruction on Checking the Quality and Safety of Combat Assets during the Service Life in National Defence Sector”[1]. The safety of utilisation of CAs is the general principle. Safe utilisation of CAs requires that the technical status of possessed resources has to be known and permanently monitored. These functions are performed by the „Sub-system for Testing and Evaluating the Quality and Safety of Combat Assets at Service Life”. The task of the system is to monitor the technical status of owned inventory of CAs which are subjected to seasonal technical overhauls and maintenances, and diagnostic tests in order to eliminate the CAs which are unfit or dangerous for the use.

The existing regulations allow the direct using of exclusively such CAs which have valid period of technical usefulness warranted by the manufacturer or the valid period of technical efficiency (PTE) stated after diagnostic tests.

The above mentioned rules of conduct, and the monitoring of CAs safety, and the way the system operates have to be fully preserved in conditions of a hybrid conflict. As there is a different way of using the CAs than in peacetime then the accuracy for monitoring their technical status has to be increased. The moment of a reasonable intervention is signalled by the reduction of reliability or safety of operation. The intensity



użytkowania ŚB w takich warunkach może powodować wcześniejszą kwalifikację do badań mimo niezakończenia OPT.

Oznaką, która potwierdza konieczność zwiększenia częstości badań może być stwierdzenie zapoczątkowania procesów korozyjnych elementów. Za zmianami cech zewnętrznych ŚB podążają zwykle zmiany cech wewnętrznych układów mechanicznych i materiałów wybuchowych, które powodują:

of utilisation in such conditions may be a reason for earlier qualification for inspection even if the PTE has been not expired yet.

An indication confirming that there is a necessity of increased rate of testing can be a statement that the processes of corrosion have already started on some components. The changes of external properties are usually caused by changes in internal mechanical units and explosive materials resulting in:

***Oznaką, która potwierdza konieczność zwiększenia częstości badań może być stwierdzenie zapoczątkowania procesów korozyjnych elementów.***

***An indication confirming that there is a necessity of increased rate of testing can be a statement that the processes of corrosion have already started on some components.***

- zmniejszenie wrażliwości spłonek inicjujących w nabojach i zapalnikach,
- zwiększenie wrażliwości materiałów pirotechnicznych w pociskach oświetlających, zapalających i dymnych na bodźce zewnętrzne,
- rozkład materiałów,
- zmiany właściwości balistycznych prochowych ładunków miotających.

Zmiany, mające charakter starzeniowy, powodują zwiększenie ilości przypadków niewypałów, niewybuchów i niedolotów, co obniża poziom bezpieczeństwa użytkowania ŚB i zwiększa prawdopodobieństwo negatywnego oddziaływania na siły własne (m.in. w przypadku niedolotów). Wymagane jest zwiększenie częstości badań ŚB w celu dokładnego określenia ich stanu jakościowego. Użytkowane ŚB powinny być poddane bardziej wszechstronnym, gruntownym badaniom pod względem bezpieczeństwa i niezawodności działania, jak i rekomendowania działań zaradczych.

#### **4. Strefy bezpieczeństwa składów środków bojowych**

W okresie pokoju i wojny hybrydowej składy ŚB są nieodzownym elementem logistycznym funkcjonowania sił zbrojnych.

- Reduction of sensitivity of initiating primers in cartridges and fuses,
- Increase of sensitivity against external stimuli for pyrotechnical materials in incendiary, illuminating and smoke projectiles,
- decomposition of materials,
- Changes of ballistic properties for powder propelling charges.

The changes of ageing character increase the number of misfires, duds and shorter flying trajectories what reduces the safety level of CAs utilisation and increases the probability of collateral damages (e.g. at shortened flying distances). In order to determine the quality of CAs the rate of tests has to be increased. CAs which are currently used have to be subjected to more complex tests regarding the safety and reliability of operation and also the recommendations of preventive steps.

#### **4. Safety Zones for Depots of Combat Assets**

The depots of CAs are an indispensable logistic part of operation of armed forces during the peacetime and hybrid wartime.

Wiele stałych składów istniejących dotychczas wybudowanych zostało kilkadziesiąt lat temu. Zapewniały one bezpieczeństwo wewnętrzne obiektów. Położone są w bezpiecznej odległości od zurbanizowanych terenów i nie powodują bezpośrednio zagrożenia dla otoczenia. Obecnie ŚB, przechowywane w tych składach mają nieporównywalnie większą siłę rażenia niż poprzednio. Poza tym „urbanizacja zbliżyła się”, niejednokrotnie w sposób niekontrolowany, do tych składów. Wynikało to nie tylko z braku jasno sprecyzowanych regulacji zapewniających składom środków bojowych strefę ochronną tworzącą obszary poza granicą składu o ograniczonej gęstości zabudowy, ale także z braku informacji o możliwej skali zagrożeń wynikających z bliskości takich obiektów. Obecny stan prawny dotyczący składowania ŚB ogranicza w zasadzie strefę ochronną składu do jego granic.

Zachodzi zatem konieczność weryfikowania ilości magazynowanych ŚB do takiej wielkości aby, w przypadku niekontrolowanej eksplozji, produkty wybuchu nie zagrażały sąsiednim obiektom znajdującym się wewnątrz składu jak i w strefie zewnętrznej.

Bezsprzecznie, na bezpieczeństwo składów ma wpływ stan techniczny ŚB w nich przechowywanych. Wiele przykładów świadczy o tym, że ŚB po długoletnim składowaniu mogą być niebezpieczne. Szczególnie dotyczy to materiałów wysokoenergetycznych, które mogą ulec samozapłonowi.

Materiały kruszące takie jak np. trotyl, przy produkcji których nie przestrzegano założonego reżimu technologicznego, po kilkuletnim składowaniu ulegają rozkładowi. Wydzielone w tym rozkładzie związki chemiczne stanowią zagrożenie przy wszelkich pracach remontowych lub utylizacyjnych, a nawet przy upadku (zderzeniu) amunicji z niewielkiej wysokości (odległości).

Biorąc pod uwagę możliwość niekontrolowanego wybuchu zgromadzonych w składach środków bojowych wyznaczane są strefy bezpieczeństwa dla magazynów i dla całych składów.

Many depots which still exist were built a few decades ago. They provided the internal safety of compounds. They are situated at safe distant from the urban areas and do not create any direct threat for the environment. The CAs which are now stored in these depots have much greater force of hitting than before.

Moreover the “urbanisation has approached” these depots often in uncontrolled way. It was caused not only by the lack of clearly defined regulations providing a protection zone for ordnance depots and creating the areas of limited density of development but also by the lack of information about possible levels of threats in the vicinity of such facilities. Current legal status concerning the storing of CAs generally limits the protection zone to the borders of the depot.

Then a need arises for verification of amounts of stored CAs to such a level at which the neighbour buildings placed inside the depot and within the external zone are not threatened by the products of uncontrolled explosion.

The technical status of CAs influences undoubtedly the safety of depots. There are a lot of examples indicating that the CAs after long term storing may be dangerous. It especially refers to high energetic materials which may be subjected to self-ignition.

High explosive materials such as e.g. trotyl become decomposed after a few years of storing when the technological specifications at manufacture were not observed strictly. Chemical compounds which are emitted at such decomposition create a threat for different repairing or recycling works and even at falling (collision) from a small height (distance).

Considering a possibility of an uncontrolled explosion of combat assets collected in depots the safety zones for storerooms and whole depots are determined.

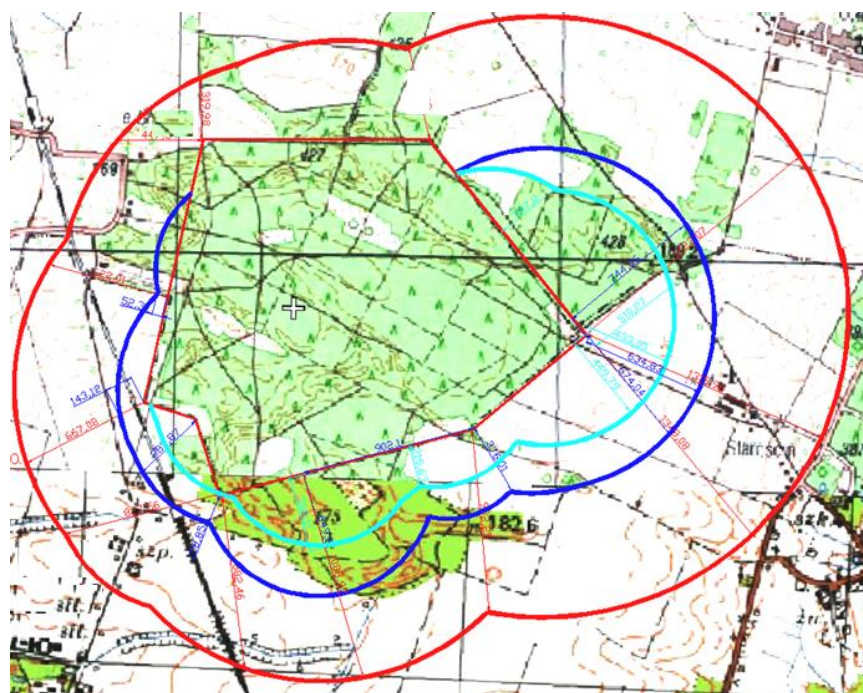


**Fot. 1. Olej trotylowy na powierzchni pocisku OG-9 zapakowanego w hermetyczne opakowanie foliowe. (Źródło: opracowanie własne WITU)**

**Photo 1. Trotyl oil on the surface of OG-9 missile wrapped into hermetic foil packing (Source: own development of the Military Institute of Armament Technology - MIAT)**

Efektami wybuchu działającymi destrukcyjnie na otoczenie między innymi są: nadciśnienie czoła fali uderzeniowej, drgania parasejsmiczne, rozrzut odłamków, oddziaływanie termiczne, toksyczne itp. Strefa oddziaływania tych efektów, dla określonej masy materiału wybuchowego, zależy od wielu czynników, takich jak ukształtowanie terenu, zalesienie, rodzaj gruntu. Odpowiednie zależności funkcyjne pozwalają na określenie wartości tych efektów w zależności od masy materiału wybuchowego i odległości od miejsca wybuchu. Określone normy podają dopuszczalne wartości nadciśnienia fali uderzeniowej, drgań parasejsmicznych jako bezpieczne w oddziaływaniu na ludzi, budowle i inne obiekty użyteczności publicznej. Ilość środków bojowych zgromadzona w miejscu potencjalnego wybuchu i warunki geofizyczne otoczenia określają strefę oddziaływania efektów wybuchu. Na wielkość tej strefy mają wpływ obiekty znajdujące się w jej zasięgu i na tej odległości wartość parametrów nie może przekraczać wartości normatywnych określonych dla danego obiektu. W przypadku przekroczenia tych wartości należy zmniejszyć masę materiałów wybuchowych znajdujących się w danym miejscu składowania. Niezależnie od rodzaju składu, wybuch zgromadzonej masy środków bojowych w danym miejscu nie może zagrażać obiektom znajdującym się wewnątrz jak i w bezpośrednim otoczeniu poza składem.

Above all there are following destructive effects of explosion: overpressure of blasting wave front, quasi-seismic vibrations, spread of fragments, thermal, toxic and other reactions. The action zone of these effects for a specific mass of explosive material depends on many factors such as the relief of the terrain, forestation and type of the ground. Relevant functional dependencies allow for determination of these effects in function of explosive material mass and distance to the source of explosion. Particular standards provide the acceptable values of blasting wave overpressure, quasi-seismic vibrations and shocks which are safe at acting against people, buildings and other facilities of public use. The amount of combat assets stored in the place of potential explosion and geophysical conditions of the environment define the zone of action for explosive effects. The extension of this zone depends on objects being inside of it and for this distance the value of parameters cannot exceed the nominal values determined for a specific object. In the case when these values are greater the mass of explosive materials dislocated in a specific place of storing has to be reduced. Regardless of depot's type the explosion of the mass of explosive ordnance stored in a specific place cannot create any threat to objects being inside and at direct vicinity of the depot.



- Strefa ochronna dla / Protecting zones for PFU - 1 kPa
- Strefa ochronna dla / Protecting zones for PFU - 3 kPa
- Strefa ochronna dla / Protecting zones for PFU - 5 kPa

**Fot. 2. Schemat stref ochronnych dla składu**  
(Źródło: opr. wł. WITU)

*Photo 2. Schematic diagram of depot's protective zones*  
(Source: own development of MIAT)

ŚB w składach wymagają zweryfikowania do takiej ilości, aby w przypadku niekontrolowanego wybuchu dowolnego magazynu, nie powodowało to zagrożenia dla innych miejsc składowania wewnątrz składu, jak i przestrzeni poza ogrodzeniem składu.

Z chwilą wyprowadzania ŚB poza teren składu, celem ich użycia w różnych operacjach, zasady bezpiecznego transportu i składowania nabierają bardzo dużego znaczenia.

Ilość ŚB na jednym środku transportu, czy miejscu składowania, w przypadku jego wybuchu, nie powinna powodować przeniesienia się eksplozji na ŚB będące na innych środkach transportu lub innych miejscach składowania. Mając na uwadze celową, rozmyślną i destrukcyjną aktywność przeciwko ŚB tam zgromadzonym, należy mieć na uwadze także środki bezpieczeństwa w postaci stref zagrożenia w ich otoczeniu.

The resources of CAs in depots have to be reduced to the levels which prevent the threats against other places of storing both inside and outside the depot in the case of uncontrolled explosion of a storehouse.

When the CAs are taken outside the depot to be used in different operations the rules of safe transportation and storing start to become of a great importance.

The amount of CA's mass on one transporting means or storing place has to prevent any transfer of explosion into the CAs put on other transport means or storing places. Regarding intentional destructive activities against stored CAs the safety means in the form of threatening zones in their vicinity have to be also taken into account.

## **5. Zagrożenia od środków bojowych pozostałych po działaniach wojennych**

Pozostałości środków bojowych na obszarach objętych działaniami wojennymi stwarzają poważne zagrożenia bezpieczeństwa. Pozostałości występują w postaci pojedynczych niewybuchów, a niejednokrotnie nawet większych ilości porzuconych resztek składów polowych. Z reguły likwidacja takich środków bojowych sprowadza się do usunięcia ich przez wyspecjalizowane grupy i bezpiecznego zniszczenia w specjalnie wyznaczonych do tego rejonach.

W ostatnich czasach, pozostawione ŚB wykorzystywane są przez grupy terrorystyczne, do konstrukcji improwizowanych urządzeń wybuchowych (IED). Skuteczność tych urządzeń została potwierdzona w konfliktach zbrojnych w Iraku i Afganistanie, gdzie powodowały one znaczące zagrożenie dla działań regularnych wojsk. Stosunkowo łatwy dostęp do ŚB na terenach po działaniach i prostota konstrukcji przyczyniły się do ich zastosowania na szeroką skalę.

Przeciwdziałanie tej formie zagrożenia dotyczy szerokiego spektrum przedsięwzięć o charakterze szkoleniowym (prewencyjnym) i obronnym, i określane jest terminem C-IED (ang. *Counter Improvised Explosive Devices*). Zasadnicza trudność w eliminacji zagrożeń związanych z IED tkwi w różnorodności typów IED oraz ciągłej ewolucji metod i środków wykorzystywanych do ich konstruowania. Do efektywnego przeciwdziałania atakom IED i bezpiecznej ich neutralizacji niezbędne jest monitorowanie technologii wytwarzania prowizorycznych ładunków wybuchowych oraz wypracowanie stosownych metod ich identyfikacji. Właściwa identyfikacja IED pozwala na zastosowanie adekwatnej techniki bezpiecznej neutralizacji takiego urządzenia i zastosowanie odpowiednich procedur bezpieczeństwa podczas akcji ich podejmowania i unieszkodliwiania.

Ewolucja metod prowadzenia ataków przy użyciu IED, przykładowo, możliwość użycia zdalnie sterowanej powietrznej platformy nośnej (BSP) wyposażonej w IED, w atakach na miejsca zgromadzenia ŚB, na-

## **5. Threats Caused by Ordnance Remnants of Military Activities**

The remnants of combat assets on the territories engulfed once by war create a serious risk for the security. The remnants exist not only in the form of individual duds but sometimes as greater amounts of abandoned parts of field depots as well. The disposal of such pieces of ordnance is usually followed by removing them by specialised groups and safe destroying in specially designated areas.

The abandoned CAs have been used recently by terrorists to build improvised explosive devices (IED). Efficiency of these devices has been confirmed in armed conflicts in Iraq and Afghanistan where they caused a significant threat to actions of regular troops. Because of a relatively easy access to CAs on the post-war areas and simplicity of design they were used on a wide scale.

The fighting with this type of threat refers to wide spectra of actions of training (prevention) and defensive character and is described in short by C-IED (*Counter Improvised Explosive Devices*). The general difficulty in elimination of threats caused by IEDs is connected with their varieties and permanent evolution of methods and means used for their design. In order to cope effectively with attacks of IEDs and to neutralise them safely the monitoring of technologies used for preparation of improvised explosive devices is needed both with developing relevant methods for their identification. Correct identification of IED allows for application of a suitable technique for its safe neutralisation and relevant procedures of security during the action of picking it up and neutralisation.

Evolution of methods for carrying attacks with the use of IED, like a possibility of using a remotely controlled unmanned aerial vehicle (UAV) with IED head onboard to attack the sites of CAs storing, has been taking a new significance and creates important challenge for

bierna nowej jakości i stanowi duże wyzwanie dla minimalizacji ewentualnych strat i skutków rażenia wzbudzonych ŚB. Stąd też, nadzór nad posiadanymi ŚB i ich pozostałościami na obszarach działań zbrojnych, przestrzeganie wymogów dotyczących zapewnienia wymaganej strefy bezpieczeństwa nabiera dużego znaczenia.

## 6. Podsumowanie

- 1) Problematyka nadzoru bezpieczeństwa środków bojowych w okresie pokoju koncentruje się zasadniczo na aspektach wynikających głównie z przechowywania środków bojowych przez długi czas, często wykraczający poza okres gwarancji nadanej przez producenta. Wszelkie zabiegi związane z ich bezpieczną eksploatacją skupiają się na monitorowaniu stanu technicznego, który zmienia się z upływem czasu.
- 2) Specyfika związana z działaniami w okresie konfliktów zbrojnych, działalnością terrorystyczną, stanem wojny hybrydowej, wprowadza czynniki związane z odmiennością, zróżnicowaniem warunków składowania, bezpośredniego użytkowania środków bojowych i zamierzonego oddziaływania przez przeciwnika w celu ich unieszkodliwienia. Mając na uwadze, że każdy zbiór środków bojowych może być podbudzony do detonacji, należy rozważać takie warunki jego rozlokowania, aby zminimalizować oddziaływanie skutków ewentualnego ich wybuchu na otoczenie, szczególnie, że dotyczy to zazwyczaj własnego terytorium. Artykuł sygnalizuje potrzebę wzmożenia działań odpowiadających zmianie uwarunkowań.
- 3) Artykuł systematyzuje wiedzę o czynnikach mających wpływ na bezpieczeństwo eksploatacji środków bojowych, wskazując jednocześnie potrzebę wzmożenia nadzoru adekwatnie do pojawiających się zagrożeń.
- 4) Artykuł sygnalizuje także zagrożenia bezpieczeństwa pochodzące od środków bojowych pozostałych po działaniach wojennych i możliwość ich użycia w atakach na miejsca zgromadzenia ŚB, co nabiera no-

minimisation of possible losses and damaging effects of activated CAs. For this reason the supervision of owned CAs and their remnants on the areas of armed activities and the observation of requirements concerning the provision of demanded zones of security are of great importance.

## 6. Summary

- 1) The question of supervision of ordnance safety in peacetime is generally focused on aspects resulting mainly from storing the ordnance during long terms which often exceed the manufacturer granted warranty period. All efforts connected with its safe use are concentrated on monitoring technical status which changes with the time.
- 2) The specifics connected with operations during military conflicts, terroristic activities and the state of hybrid war introduces the factors which are linked with the varieties and differentiation of combat assets conditions for storing and direct use and intentional enemy actions aimed to neutralise them. Regarding the fact that each set of combat assets may be initiated into detonation then the conditions of its placing have to consider the minimisation of effects of their possible explosion against the environment especially as it usually refers to own territory. The paper indicates a need for intensification of efforts to counteract the changing threats.
- 3) The paper systemises the knowledge about factors affecting the safety of utilisation of combat assets and at the same time it indicates a need for an increased level of supervision matched to appearing threats.
- 4) The paper also informs about the remnants of combat assets left after military operations and threatening now the security or creating a chance of their use for attacking the sites of CAs storing what revises the approach to the security supervision system and challenges

wej jakości w systemie nadzoru bezpieczeństwa i stanowi duże wyzwanie dla minimalizacji ewentualnych strat i skutków rażenia wzbudzonych ŚB. Stąd też, nadzór nad posiadanymi ŚB i ich pozostałościami na obszarach działań zbrojnych, przestrzeganie wymogów dotyczących zapewnienia wymaganej strefy bezpieczeństwa nabiera ważnego znaczenia.

significantly the measures undertaken for minimisation of possible losses and effects of hitting by activated CAs. For this reason there is an increased meaning of the supervision of possessed CAs and their remnants on the areas of combat operations and observation of requirements for provision of the required security zone.

### **Literatura / Literature**

- [1] *Instrukcja o kontroli jakości i bezpieczeństwa środków bojowych w procesie eksploatacji w resorcie obrony narodowej* Logis. 3/2010.
- [2] Borkowski J., Terenowski H., *Inżynieria bezpieczeństwa składów środków bojowych*. AON Warszawa. IV Międzynarodowa Konferencja Naukowa. Metodologia Badań Bezpieczeństwa Narodowego BEZPIECZEŃSTWO 2014
- [3] Knychala J., Rudzki W., Stępień L. *Badania zmierzające do zwiększenia dopuszczalnych okresów przechowywania amunicji*, Archiwum WITU 1975, 1988.
- [4] Stępień L. i in., *Analiza wpływu stanów gotowości na żywotność amunicji*, Archiwum WITU, 2008
- [5] Kołodziński E., *Wprowadzenie do zarządzania bezpieczeństwem podmiotu*. Czasopismo internetowe "Zagadnienia Inżynierii Bezpieczeństwa", 2009  
<http://www.ptib.pl/component/remository/?func=fileinfo&id=102>.





