

**Andrzej Szymonik**  
**Ministerstwo Obrony Narodowej**  
**Departament Nauki i Szkolnictwa Wojskowego**

## **NIEZAWODNOŚĆ I PODATNOŚĆ OBSŁUGOWA WYROBÓW OBRONNYCH INSTRUMENTAMI REGULACJI ŁAŃCUCHA LOGISTYCZNEGO**

### **STRESZCZENIE**

Artykuł jest poświęcony zagadnieniom, które są związane z niezawodnością oraz podatnością obsługową (R&M). Uwzględnianie wymienionych parametrów: w wymaganiach określonych przez zamawiającego (klienta), projektowaniu, zakupach lub produkcji oraz eksploatacji usprawni racjonalne pozyskiwanie wyrobów obronnych i wpłynie na sprawność łańcucha logistycznego. Autor przedstawił również zintegrowany system zarządzania niezawodnością i podatnością obsługową oraz kierunki zapewnienia R&M.

#### Słowa kluczowe:

niezawodność, podatności obsługowa, łańcuch logistyczny, wyrób obronny, zarządzanie.

### **WSTĘP**

Artykuł poświęcony jest niezawodności oraz podatności obsługowej wyrobów obronnych. Państwa członkowskie NATO i UE przywiązują olbrzymią wagę do tego parametru. Należy go uwzględniać podczas eksploatacji.

Pojęcie „wyroby obronne” jest bardzo szerokie i obejmuje:

- 1) uzbrojenie i sprzęt wojskowy (statki powietrzne, okręty, amunicję, sprzęt łączności itp.), których ilość, jakość i rodzaje decydują o osiągnięciu wymaganego poziomu zdolności i gotowości bojowej wojsk, szkolenia oraz realizacji funkcji SZ RP w okresie pokoju, zagrożeń, w tym terrorystycznych, misji pokojowych na świecie i ewentualnej wojny;

- 2) środki materialne niezbędne do zapewnienia życia i służby całej społeczności wojskowej (wyposażenie indywidualne, ubrania kuloodporne, umundurowanie męskie i damskie, meble, urządzenia i artykuły biurowe, żywnienie, tj. mięso, ryby, pieczywo, oleje, napoje itp.)<sup>1</sup>.

## POJĘCIE I PARAMETRY REGULACJI ŁAŃCUCHA LOGISTYCZNEGO

Do racjonalnego pozyskiwania wymienionych wyrobów niezbędny jest „łańcuch logistyczny stanowiący całokształt umocowanych w logistyce wojskowej rozwiązań systemowych tak skonstruowanych, aby zapewniały racjonalne pozyskiwanie wyrobów obronnych na poziomie zapewniającym osiągnięcie i utrzymywanie wymaganych zdolności i gotowości bojowej SZ RP, uwzględniających uwarunkowania gospodarki rynkowej, sprzężenia wewnętrzne i zewnętrzne z otoczeniem bliższym i dalszym oraz obowiązujące parametry dotyczące ilości, rodzaju, jakości i czasu pozyskiwanych wyrobów obronnych na całej długości łańcucha od momentu wejścia do systemu aż do czasu wyjścia z niego (uwzględniając wszystkie fazy życia wyrobu obronnego)”<sup>2</sup>.

Instrumentami skutecznymi regulacji przedstawionego łańcucha są między innymi: niezawodność, nieuszkodzalność, podatność obsługowa, gotowość, ryzyko — w cyklu życia wyrobu. Wymienione pojęcia można zdefiniować<sup>3</sup>:

- 1) **niezawodność** — zespół właściwości, które opisują gotowość obiektu i wpływają na: nieuszkodzalność (właściwość wyrobu charakteryzująca jego zdolność do ciągłego zachowania stanu zdolności podczas wykonywania zadania) i podatność obsługową<sup>4</sup>;
- 2) **podatność obsługowa** — zdolność wyrobu do funkcjonowania w stanie, do utrzymania lub odtworzenia w danych warunkach eksploatacji stanu, w którym może on wypełnić wymagane parametry (funkcje), przy założeniu że obsługa jest przeprowadzona w ustalonych warunkach z zachowaniem ustalonych procedur i środków;

<sup>1</sup> A. Szymonik, *Logistyka jako system racjonalnego pozyskiwania wyrobów obronnych*, AON, Warszawa 2007, s. 90.

<sup>2</sup> Tamże, s. 90.

<sup>3</sup> Por.: M. Jaroń, A. Świdorski, *Nieuszkodzalność i obsługiwalność uzbrojenia i sprzętu wojskowego w systemach jakości wg wymagań NATO (AQAP 2110:2003)*, Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia, z. 98, Rynia 2006, s. 45.

<sup>4</sup> NO-06-A102, *Uzbrojenie i sprzęt wojskowy. Ogólne wymagania techniczne, metody kontroli i badań. Wymagania niezawodnościowe*, Dz.Urz. MON 2005, nr 7, poz. 55, s. 6.

- 3) **gotowość** — zdolność wyrobu do utrzymania się w stanie umożliwiającym wypełnienie funkcji w danych warunkach, w danej chwili lub w danym przedziale czasowym, przy założeniu że dostarczone są wymagane środki zewnętrzne;
- 4) **ryzyko** — potencjalna niemożliwość osiągnięcia celów przedsięwzięcia lub umowy zgodnie z określonymi wymaganiami dotyczącymi parametrów (charakterystyk) wyrobu, harmonogramu realizacji dostaw lub kosztów<sup>5</sup>.

W czasie racjonalnego pozyskiwania wyrobów obronnych nie sposób nie uwzględnić wymienionych parametrów, które optymalizują projektowanie, badanie i rozwój, dostawy materiałów, produkcję/zakup, ale również eksploatację. Wszystko to zapewnia racjonalne oraz bezpieczne wykonywanie zadań w trudnych i złożonych warunkach.

Dokumentami natowskimi, które określają parametr niezawodności i obsługi (R&M), są:

- wymagania NATO dotyczące zapewnienia jakości w projektowaniu, pracach rozwojowych i produkcji, AQAP 2110, wydanie 1, czerwiec 2003;
- STANAG 4174;
- ARMP 1, *Wymagania NATO dotyczące niezawodności oraz podatności obsługowej*, edycja 3, czerwiec 2002;
- ARMP 4, *Przewodnik dokumentowania niezawodności oraz podatności obsługowej*, edycja 3, czerwiec 2003;
- ARMP 6, *Przewodnik kierowania obsługą niezawodności oraz podatności obsługowej*, edycja 2, luty 2006;
- ARMP 7, *Terminologia NATO w obszarze niezawodności oraz podatności obsługowej*, edycja 1, lipiec 2001.

Ze względu na to, że ISO 9001:2000 nie zawiera wymagań w zakresie niezawodności oraz podatności obsługowej, w dokumencie natowskim AQAP 2110:2003 czytamy: „jeżeli będzie takie wymaganie w umowie, system niezawodności i podatności obsługowej (R&M) dostawców, odpowiednio do projektu wyrobu powinien zapewnić, że działania R&M i odnośne dokumenty włącznie z dokumentami poddostawców są nadzorowane”<sup>6</sup>. Z treści można wyciągnąć

---

<sup>5</sup> AQAP 2070, *Proces NATO dotyczący wzajemnej realizacji rządowego zapewnienia jakości GQA*, wyd. 1, styczeń 2004, C-4.

<sup>6</sup> AQAP 2110, *Wymagania NATO dotyczące zapewnienia jakości w projektowaniu, pracach rozwojowych i produkcji*, wyd. 1, czerwiec 2003, s. 11.

wniosek, że firma powinna zaplanować program R&M, który umożliwi: rozpoznanie wymagań klienta, spełnienie jego oczekiwań oraz zapewnienie, że wymagania zostały spełnione<sup>7</sup>. Jest to możliwe, jeśli dostawca charakteryzuje się nie tylko zintegrowanym systemem zarządzania jakością, ale również niezawodnością i podatnością obsługi.

### ZINTEGROWANY SYSTEM ZARZĄDZANIA NIEZAWODNOŚCIĄ I PODATNOŚCIĄ OBSŁUGOWĄ

W ramach systemu zarządzania niezawodnością i podatnością obsługową dostawca powinien<sup>8</sup>:

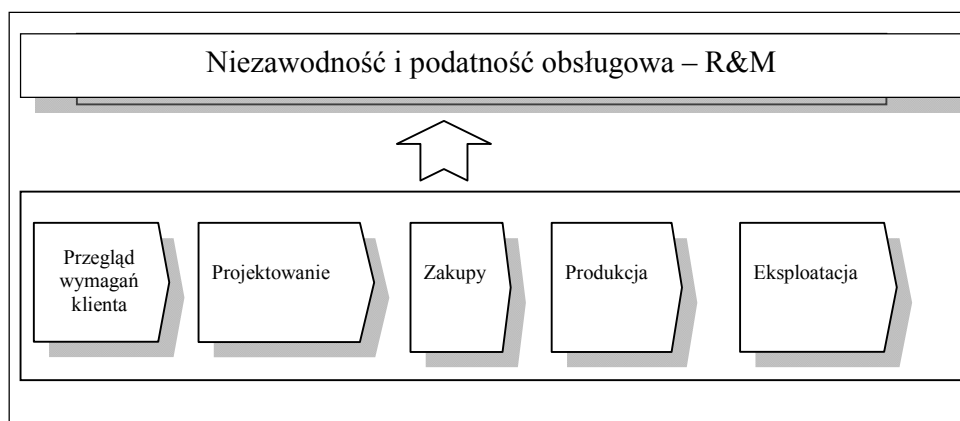
- określić właściwe działania zapewniające odpowiedni poziom niezawodności i podatności obsługowej, związane z potrzebami wynikającymi z umowy handlowej;
- ustanowić cele dotyczące niezawodności i podatności obsługowej w poszczególnych fazach cyklu życia wyrobów;
- zapewnić terminowe wdrażanie działań niezawodnością i podatnością obsługową;
- określić metody i kryteria szacowania niezawodności i podatności obsługowej oraz oceny dla poszczególnych wyrobów;
- posiadać bazę danych niezbędną do wspomaganie wdrażania działań zapewniających odpowiedni poziom niezawodności i podatności obsługowej w poszczególnych fazach cyklu życia wyrobu;
- monitorować działania w zakresie zapewnienia niezawodności i podatności obsługowej oraz mierzyć i analizować wyniki ciągłego doskonalenia wyrobów i systemu zarządzania R&M;
- zachęcać do współpracy w czasie realizacji poszczególnych faz cyklu życia wyrobów w celu racjonalnego działania w obszarze sterowania niezawodnością i podatnością obsługową;
- promować powiązania dostawca — klient, aby osiągnąć w pełni cele dotyczące niezawodności i podatności obsługowej oraz zadowolenia klienta.

---

<sup>7</sup> G. Sawicki, *Implementacja wymagań niezawodnościowych w systemach zarządzania jakością zgodnych z AQAP 2110*, [w:], *Problematyka normalizacji jakości i kodyfikacji w aspekcie integracji z NATO i UE*, Warszawa 2007, s. 325.

<sup>8</sup> Por. M. Jaroch, A. Świdorski, *Nieuszkodzalność i obsługiwalność uzbrojenia i sprzętu wojskowego...*, wyd. cyt., s. 48.

Niezawodność i podatność obsługowa powinna być uwzględniana w wymaganiach określonych przez zamawiającego (klienta), w fazie projektowania, zakupu lub produkcji oraz eksploatacji. Zarządzanie R&M, ze względu na ważność dla wyrobu obronnego i jego użytkownika, powinno być realizowane i uwzględniane (nadzorowane) w każdym cyklu życia wyrobu (włącznie z eksploatacją), nie tylko w momencie określania wymagań technicznych przez klienta (rys. 1.).



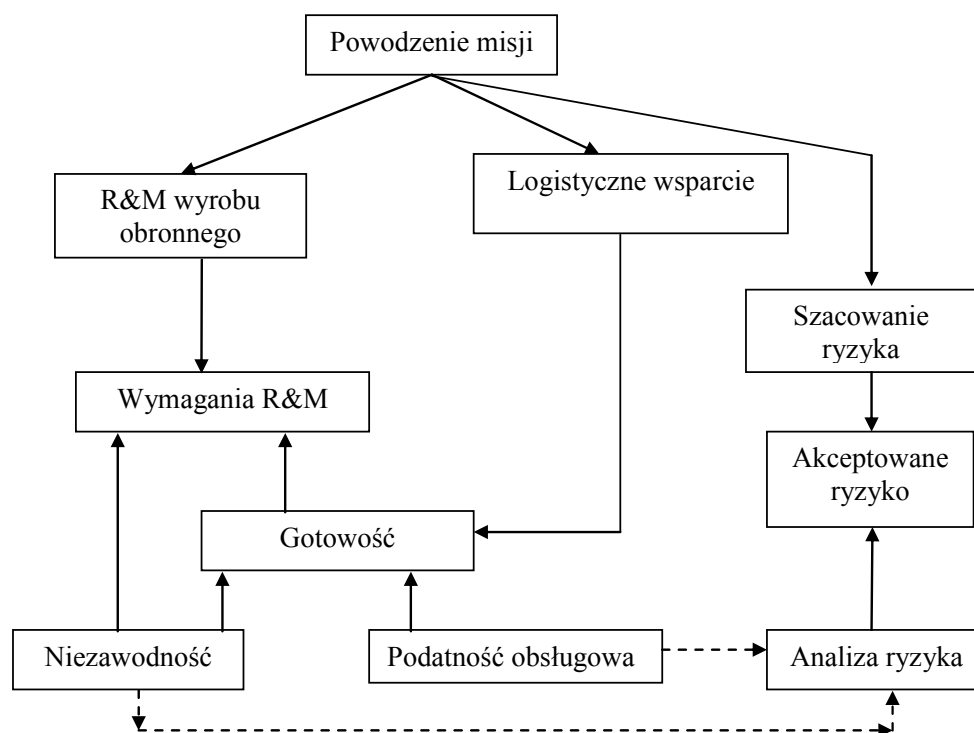
Rys. 1. Zarządzanie niezawodnością i podatnością obsługową w fazach cyklu życia wyrobów  
*Opracowanie własne.*

Sukces strategicznych zadań (misji) realizowanych przez SZ RP, tj. obronnych, reagowania kryzysowego, stabilizacyjnych i prewencyjnych oraz związanych z występowaniem zagrożeń pozamilitarnych, uzależniony jest między innymi od tego, czy zostaną zachowane i uwzględnione związki i zależności pomiędzy takimi parametrami wyrobów obronnych, jak gotowość, ryzyko (szacowanie i analiza), podatność obsługowa, niezawodność, logistyczne wsparcie. Wymagania R&M stawiane przed wyrobami obronnymi mają związek nie tylko z powodzeniem zadań, do realizacji których są wykorzystywane, ale także z określaniem potrzebnego potencjału logistycznego uwzględniającego gotowość i podatność obsługową. Zależności między wymienionymi parametrami obrazuje rysunek 2.

Ogólne wymagania niezawodności i podatności obsługowej, sposób wyboru wskaźników oraz zapewnienie R&M podczas projektowania i produkcji są zawarte między innymi w normach obronnych NO-06-A101 (102, 106).

Znajomość wskaźników operacyjno-taktycznych oraz technicznych dotyczących R&M pozwoli racjonalnie pozyskiwać wyroby obronne o wymaganej jakości, a także planować niezbędne części zapasowe z takim wyliczeniem, aby nie zalegały w magazynach i by jednocześnie ich nie brakowało.

Podatność obsługowa, która określa procedury i środki oraz warunki jej realizacji, pozwala przewidzieć przerwy w pracy (sumaryczny czas obsługi) oraz przygotować niezbędne zespoły ludzkie do przeprowadzenia serwisu.



Rys. 2. Związek między powodzeniem misji, logistyką i R&M

Źródło: ARMP 4, Przewodnik dokumentowania niezawodności oraz podatności obsługowej, edycja 3, czerwiec 2003, s. 2–4.

## ZAPEWNIENIA NIEZAWODNOŚCI I PODATNOŚCI OBSŁUGOWEJ

Do podstawowych kierunków prac zapewnienia niezawodności należy<sup>9</sup>:

- wybór optymalnych (z punktu widzenia zapewnienia niezawodności) rozwiązań układowych, konstrukcji, strukturalno-funkcjonalnej budowy urządzenia, zasad, algorytmu i programu jego działania;

<sup>9</sup> NO-06-A106, *Uzbrojenie i sprzęt wojskowy. Ogólne wymagania techniczne, metody kontroli i badań. Metody badań niezawodności*, Dz.Urz. MON 2005, nr 7, poz. 55, s. 22.

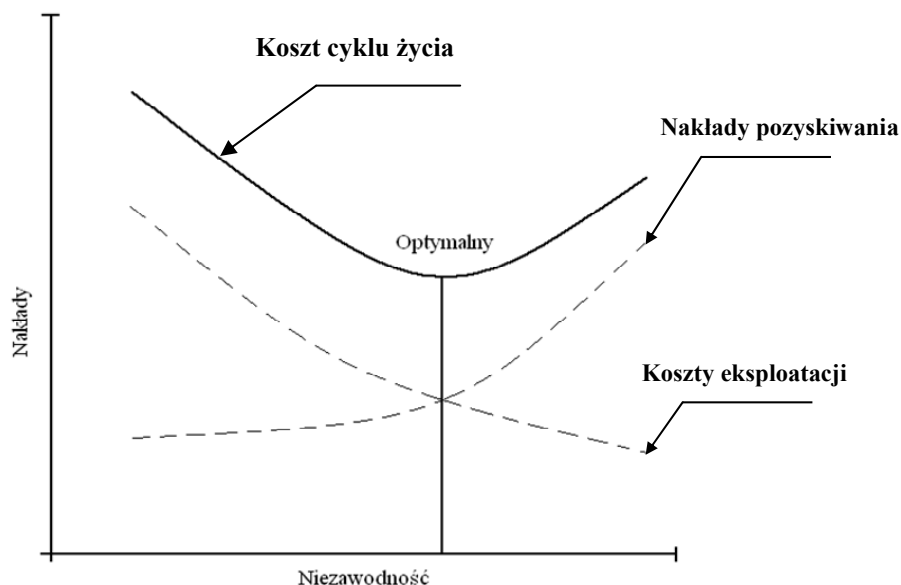
- zastosowanie nowoczesnych materiałów, półfabrykatów i wyrobów kompletnych, odpowiadających wymaganiom ustalonym w normach (warunkach technicznych) i innych przepisach ograniczających;
- jakościowe opracowanie dokumentacji konstrukcyjnej i technologicznej (w tym dokumentacji eksploatacyjnej i naprawczej);
- spełnienie nowoczesnych wymagań dotyczących organizacji, warunków opracowywania i produkcji urządzenia (wdrożenia systemu projektowania i produkcji bezbrakowej — system zero-defektowy);
- zastosowanie nowoczesnych metod obliczeniowo-doświadczalnych do określenia wskaźników niezawodności i odporności całkowitej urządzeń na działanie środowiskowych (zewnętrznych) czynników;
- uzyskanie przy opracowywaniu urządzenia i zachowanie w procesie jego produkcji określonych zapasów ze względu na techniczne eksploatacyjne parametry urządzenia;
- wyposażenie zakładu produkcyjnego w nowoczesne oprzyrządowanie technologiczne zapewniające stabilność procesu technologicznego i wykonywanie okresowej atestacji procesów technologicznych;
- zastosowanie wyposażenia badawczego, aparatury pomiarowej i kontrolnej umożliwiającej otrzymanie wiarygodnej informacji o wynikach pomiarów, badań i sprawności urządzeń;
- wdrożenie techniczno-organizacyjnych przedsięwzięć, moralnie i materialnie stymulujących zapewnienie podanych wskaźników niezawodności i odporności całkowitej z minimalnymi stratami czasowymi i materialnymi;
- wykonywanie prac związanych z technologicznym przygotowaniem produkcji, opracowaniem dokumentacji technologicznej oraz dopracowaniem konstrukcji urządzenia pod względem technologiczności;
- okresowe sprawdzanie spełnienia wymagań dotyczących wyposażenia badawczego i środków pomiarowych, przestrzeganie jednolitości miar, dokładności i wiarygodności pomiarów;
- zastosowanie naukowo uzasadnionego systemu kontroli jakości;
- wdrożenie kontroli międzyoperacyjnej (a podczas ważniejszych operacji statystycznego regulowania procesu technologicznego) przy produkcji urządzeń;
- wdrożenie przedsięwzięć zapewniających wykrycie i wyeliminowanie wadliwych bloków, zespołów przed ich umieszczeniem w urządzeniu (np. w procesie prób temperaturowych, starzenia technologicznego itd.);

- wykonywanie aktualnej analizy wszystkich wad z zastosowaniem nowoczesnych metod, w szczególności fizyczno-chemicznych metod kontroli nieniszczącej, wykrycie wad charakterystycznych (przyczyn ich występowania) w procesie badań i eksploatacji, a także podjęcie środków wykluczających powtarzanie się tych wad;
- bardzo dobre przygotowanie techniczne personelu i okresowa kontrola jego przydatności zawodowej.

Ważnym czynnikiem wpływającym na niezawodność są sprzężone z kosztami przeznaczonymi na pozyskiwanie oraz eksploatację nakłady, przy czym (rys. 3.):

- 1) nakłady pozyskiwania — to koszty związane z programowaniem, badaniami i rozwojem, produkcją (zakupami) oraz wdrażaniem;
- 2) koszty eksploatacji — to nakłady związane z pozyskiwaniem części zapasowych i sprzętu pomocniczego, naprawami, prowadzeniem dokumentacji, zarządzaniem logistycznym, szkoleniem itp.

Należy podkreślić, że koszty zakupu to tylko 30% wartości produktów obronnych, reszta to koszty eksploatacji (wraz z wycofaniem i recyklingiem).



Rys. 3. Zależność niezawodności od nakładów w kontekście kosztów pozyskiwania i eksploatacji

Źródło: ARMP 4, Przewodnik dokumentowania niezawodności oraz podatności obsługowej, edycja 3, czerwiec 2003, s. 2–7.



Analizując nakłady w okresie całego cyklu życia produktu w powiązaniu z kosztami przeznaczonymi na pozyskanie i eksploatację w kontekście niezawodności, można stwierdzić:

- jeśli wydatki na pozyskanie wyrobów rosną, to wszystkie parametry związane z zapewnieniem niezawodności też mają tendencje wzrostowe;
- w początkowym okresie, kiedy koszty eksploatacji są wysokie (jest to związane ze szkoleniem, pozyskiwaniem części zapasowych i urządzeń do napraw, prowadzeniem dokumentacji, zarządzaniem logistycznym itp.), niezawodność jest niska, a z biegiem czasu przy malejących nakładach na eksploatację staje się ona wysoka;
- występuje moment optymalny — niezawodność spełnia oczekiwania klienta przy określonych kosztach poniesionych na eksploatację i pozyskiwanie.

### WNIOSKI

1. W czasie racjonalnego pozyskiwania wyrobów obronnych należy uwzględnić niezawodność, podatność obsługową, gotowość, ryzyko, które optymalizują projektowanie, badanie i rozwój, dostawy materiałów, produkcję/zakup, a także eksploatację; wszystko to zapewnia racjonalne i bezpieczne wykonywanie zadań w trudnych i złożonych warunkach.
2. Ważnym czynnikiem wpływającym na niezawodność są nakłady sprzężone z kosztami przeznaczonymi na pozyskiwanie oraz eksploatację.
3. Program zapewnienia niezawodności i podatności obsługowej zawiera szereg elementów, które gwarantują skuteczne zarządzanie R&M poprzez: nowoczesne projektowanie, stosowanie najlepszych materiałów, wyposażenie zakładu w nowoczesne oprzyrządowanie technologiczne, zastosowanie nowoczesnych metod obliczeniowo-doświadczalnych do określenia wskaźników R&M itp.
4. Uwzględnianie parametrów R&M podczas pozyskiwania oraz eksploatacji wyrobów obronnych powoduje zmniejszenie kosztów ich magazynowania i eksploatacji.
5. Precyzyjne, jednoznaczne używanie pojęć (semiotyka) związanych z R&M przez wszystkich uczestników łańcucha logistycznego ułatwia jego zarządzanie.
6. Podczas specyfikowania niezawodności i podatności obsługowej należy uwzględnić: człowieka, sprzęt, oprogramowanie, bazę danych związaną z jakością oraz systemem jej zarządzania.
7. Niezawodność i podatność obsługowa wyrobów wpływa na skuteczność, bezpieczeństwo, minimalizację ryzyka w czasie wykonywania zadań w trudnych warunkach terenowych i klimatycznych.
8. Uwzględnianie niezawodności i podatności obsługowej w kontaktach handlowych umacnia pozycję dostawcy, zwiększa szanse na kolejne kontrakty.

**BIBLIOGRAFIA**

- [1] Jaroch M., Świdorski A., *Nieuszkodzalność i obsługiwalność uzbrojenia i sprzętu wojskowego w systemach jakości wg wymagań NATO (AQAP 2110:2003)*, Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia, z. 98, Rynia 2006.
- [2] Sawicki G., *Implementacja wymagań niezawodnościowych w systemach zarządzania jakością zgodnych z AQAP 2110*, [w:], *Problematyka normalizacji jakości i kodyfikacji w aspekcie integracji z NATO i UE*, Warszawa 2007.
- [3] Szymonik A., *Logistyka jako system racjonalnego pozyskiwania wyrobów obronnych*, AON, Warszawa 2007.
- [4] AQAP 2070, *Proces NATO dotyczący wzajemnej realizacji rządowego zapewnienia jakości GQA*, wyd. 1, styczeń 2004, C-4.
- [5] AQAP 2110, *Wymagania NATO dotyczące zapewnienia jakości w projektowaniu, pracach rozwojowych i produkcji*, wyd. 1, czerwiec 2003.
- [6] ARMP 4, *Przewodnik dokumentowania niezawodności oraz podatności obsługowej*, edycja 3, czerwiec 2003.
- [7] NO-06-A101, *Uzbrojenie i sprzęt wojskowy. Ogólne wymagania techniczne, metody kontroli i badań. Postanowienia ogólne*, Dz.Urz. MON 2005, nr 7, poz. 55.
- [8] NO-06-A102, *Uzbrojenie i sprzęt wojskowy. Ogólne wymagania techniczne, metody kontroli i badań. Wymagania niezawodnościowe*, Dz.Urz. MON 2005, nr 7, poz. 55.
- [9] NO-06-A106, *Uzbrojenie i sprzęt wojskowy. Ogólne wymagania techniczne, metody kontroli i badań. Metody badań niezawodności*, Dz.Urz. 2005, MON nr 7, poz. 55.

**ABSTRACT**

The paper deals with the issues related to reliability and maintainability (R&M). Taking into account the parameters mentioned: in requirements specified by a customer, designing, purchasing or producing and operating will improve acquisition of defense products and influence the efficiency of the logistics chain. The author also presents an integrated R&M management system.

Recenzent prof. dr hab. inż. Krzysztof Ficoń