

**Jan TENDAJ**

## **ZINTEGROWANE WSPARCIE LOGISTYCZNE**

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono niezbędne wymagania związane z realizacją kontraktów międzynarodowych w obszarze Zintegrowanego Wsparcia Logistycznego (ZWL) - Integrated Logistic Support (ILS) z uwzględnieniem poziomów napraw i remontów oraz sposobu wyznaczania wskaźnika niezawodności. Informacyjnie zamieszczono angielskie wersje terminologii i skrótów powszechnie używanych w opracowaniach ZWL.

**Słowa kluczowe:** Zintegrowane Wsparcie Logistyczne, średni czas pomiędzy uszkodzeniami, poziomy napraw i remontów, niezawodność.

### **1. WSTĘP**

Dotychczasowe realizacje kontraktów i umów nie wymagały przygotowania wsparcia logistycznego w szerszym zakresie. Obecnie obszar przygotowania Zintegrowanego Wsparcia Logistycznego (ZWL) dla potrzeb klienta staje się równie ważny jak wytworzenie wyrobów gotowych, ponieważ jest podstawą wykonania analizy kosztowej dla całego cyklu życia zakupionych wyrobów (ang. LCC – Life Cycle Costs) [5]. Konieczne jest więc nowe podejście logistyczne w tym zakresie.

### **2. WYMAGANIA W ZAKRESIE PRZYGOTOWANIA ZWL**

Zakres wymagań obejmuje:

1. Przygotowanie Planu Zintegrowanego Wsparcia Logistycznego (Integrated Logistic Support Plan), zawierającego wszystkie obszary realizacyjne w aspekcie merytorycznym, ilościowym i terminów realizacji zadań [1, 7].
2. Kompleksowe przygotowanie dokumentacji wg zatwierdzonych przez klienta wzorców, w tym:
  - a) Dokumentacji konstrukcyjnej wyrobu,
  - b) Opisu Technicznego (Technical Description),
  - c) Instrukcji Eksploatacji (Operator's Manual) z wyszczególnieniem rozdziałów :
    - Konstrukcja trenażera (Description),
    - Opis użytkowania trenażera (Operating instruction),
    - Utrzymanie i konserwacja (Maintenance),
    - Warunki pracy i bezpieczeństwo obsługi (Safety and operating conditions),
    - Wożony osprzęt WOCZ (Complete Equipment Schedule / CES),
    - Wykaz olejów, smarów, paliw i płynów specjalnych oraz zamienników stosowanych w trakcie eksploatacji (Approved oils and lubricants),

- d) Instrukcji na defektację i remont zespołów i części (Maintenance Manual),
  - e) Ilustrowanego Katalogu Części Zamiennych (Illustrated Spares Parts Catalogue /IPC),
  - f) Instrukcji montażu i demontażu ( Assembly and Disassembly Instructions),
  - g) Przygotowania katalogu narzędzi specjalnych i sprzętu kontrolno-pomiarowego (Special Tools and Test Equipment / STTE),
  - h) Przygotowania instrukcji obsługi głównych systemów,
  - i) Przygotowania certyfikatów głównych systemów,
  - j) Przygotowania ilustrowanych wykazów wozonego osprzętu WOCZ (CES),
  - k) Przygotowania listy części zamiennych / zespołów, systemów / na okres 2 lat, (Initial Spares Requirement /ISR), ze wskazaniem części jednorazowego użycia, części szybko zużywających się, części o długim okresie dostawy oraz części rekomendowanych, z podaniem poziomów napraw i remontów (Level 1, 2, 3, 4 – patrz pkt 3), na którym remont będzie wykonywany, oraz z podaniem wskaźników MTBF i MTTR – patrz pkt 4,
  - l) Przygotowanie szkoleń teoretycznych ze wsparciem multimedialnym oraz praktycznych obejmujących eksploatację, użytkowanie, naprawy i remonty pojazdów.
- Wszystkie dokumenty powinny być sporządzone dwujęzycznie w oparciu o normy PN-EN, PN-ISO oraz DIN.

### 3. POZIOMY NAPRAW I REMONTÓW [1,7]

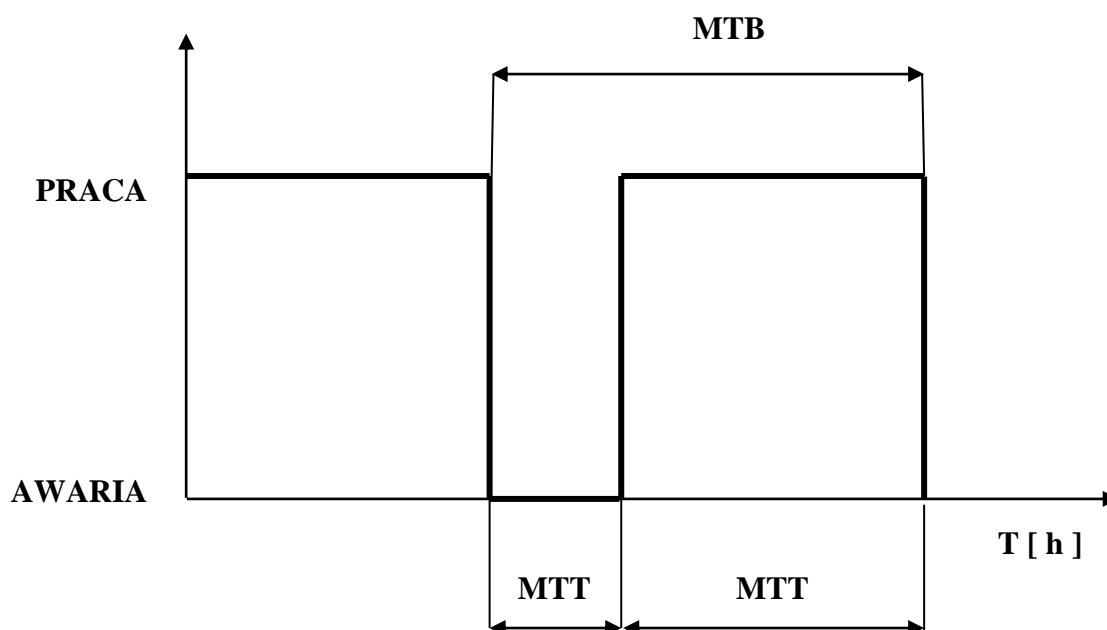
Określenie poziomu remontu wynika ze stopnia jego skomplikowania, głębokości, zakresu techniczno-technologicznego oraz potrzeby zgrupowania niezbędnego wyposażenia technologicznego, umożliwiającego realizację odpowiednich czynności przeglądowo-naprawczych.

Wymagany obecnie model obejmuje 4 poziomy remontu wg kryteriów podanych niżej:

ARMIA		Wojskowe zakłady remontowe lub Okręgowe Warsztaty Techniczne	Specjalistyczne zakłady naprawcze lub Producent sprzętu
Załoga	Jednostka wojskowa		
POZIOM 1 (LEVEL 1)	POZIOM 2 (LEVEL 2)	POZIOM 3 (LEVEL 3)	POZIOM 4 (LEVEL 4)
Codzienna obsługa techniczna. Okresowe przeglądy. Naprawy drobne dokonywane w miejscu eksploatacji pojazdów z użyciem części zamiennych stanowiących zestaw indywidualny.	Regularny serwis Regulacja, dostrajanie i naprawa na podstawie informacji od załóg pojazdów o nieprawidłowościach wykrytych w trakcie normalnej eksploatacji.	Wymiana i remont Zespołów, dla których kończy się resurs. Naprawa zespołów wymienionych wcześniej w ramach naprawy na poziomie 2.	Przeglądy, testy, regulacja i remonty kapitalne z użyciem specjalistycznych narzędzi, przyrządów i sprzętu testującego, oraz technologii charakterystycznej dla warunków fabrycznych.

ARMIA		Wojskowe zakłady remontowe lub Okręgowe Warsztaty Techniczne	Specjalistyczne zakłady naprawcze lub Producent sprzętu
Załoga	Jednostka wojskowa		
POZIOM 1 (LEVEL 1)	POZIOM 2 (LEVEL 2)	POZIOM 3 (LEVEL 3)	POZIOM 4 (LEVEL 4)
Uzupełnianie stanów. Naprawy dokonywane przez etatowe załogi pojazdów bez stosowania specjalnych narzędzi i przyrządów.	Wymianie ( Line Replaceable Unit / LRU) podlegają zespoły stanowiące zestaw grupowy. Naprawy wykonują ruchome lub stacjonarne warsztaty naprawcze jednostki wojskowej.	Wymiana zespołów dostarczonych po remoncie z poziomu 4.	Wymianie (Shop Replaceable Unit/ SRU/) i naprawie podlegają części i zespoły o wysokim stopniu zaawansowania technologicznego.

#### 4. WSKAŹNIKI MTBF I MTTR



**MTBF** ( Mean Time Between Failures ) średni czas pomiędzy uszkodzeniami.

**MTTF** (Mean Time To Failure ) średni czas do awarii.

**MTTR** (Mean Time To Repair ) średni czas naprawy.

$$\mathbf{MTBF = MTTF + MTTR} \text{ [4, 5].}$$

Bazą do wyznaczania wskaźnika MTBF są badania lub prognozowanie. Jego wartość zależy od intensywności użytkowania urządzeń (wyrobów) i warunków, w jakich urządzenie jest eksploatowane. Od producentów sprzętu wymaga się podania lub uzgodnienia profilu użytkowania, tj. warunków pracy i godzin pracy (godzin operacyjnych) urządzenia w skali roku.

Dla pojazdów i ich zespołów godziny operacyjne powinny być dodatkowo podane z uwzględnieniem specyfiki eksploatacji:

- jazdy po drogach bitych,
- jazdy w terenie lekkim,
- jazdy w terenie ciężkim,
- pracy na biegu jałowym.

W profilu użytkowania, np. urządzeń elektronicznych należy uwzględnić temperaturę pracy, średnie obciążenie, drgania i inne charakterystyczne parametry wpływające na pracę urządzeń.

#### 4.1 Wyznaczanie wskaźnika MTBF

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Liczba urządzeń} \times \text{Liczba godzin pracy}}{\text{Liczba awarii w czasie testu}}$$

Np. 10 urządzeń jest testowanych przez 500h. Podczas testu wystąpiły 2 usterki. Czyli:

$$\text{MTBF} = \frac{10 \times 500}{2} = 2500 \text{ h}$$

lub

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Suma przedziałów czasowych pomiędzy awariami}}{\text{Ilość przedziałów}}$$

czyli

$$\text{MTBF} = \frac{T_1 + T_2 + T_3 \dots + T_{n-1} + T_n}{n}$$

#### 4.2 Wyznaczanie wskaźnika MTTR

$$\text{MTTR} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 \dots + t_{n-1} + t_n}{n}$$

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Suma czasów usunięcia awarii}}{\text{Ilość awarii}}$$

Uwaga: Przeglądy oraz remonty planowe nie wpływają na wartość powyższych wskaźników.

### 4.3 Wyznaczanie niezawodności [2, 3, 5].

Wskaźnik MTBF jest podstawowym miernikiem do określenia niezawodności (Reliability) urządzenia, czyli prawdopodobieństwa bezawaryjnego działania urządzenia w założonym okresie czasu.

$$R(t) = \exp \left( \frac{-t}{MTBF} \right)$$

**t** - rozpatrywany przedział czasu (np. 1 rok)

**R**- niezawodność (Reliability)

**MTBF**- średni czas pomiędzy uszkodzeniami [ h ]

Wartość niezawodności określa się najczęściej w procentach.

W teorii, do określania niezawodności stosowane są zróżnicowane narzędzia. Najbardziej popularnym jest rozkład Weibulla [6] dla matematycznego modelowania rozkładu czasu bezawaryjnego użytkowania urządzeń, głównie elektronicznych, produkowanych w skali wielkoseryjnej lub masowej.

## 5. PODSUMOWANIE

Obecnie w strukturach wojsk w wielu krajach jednoznacznie funkcjonują pionierzy logistyczne, które są podstawą sprawnego i mobilnego działania wszystkich rodzajów wojsk poprzez odtwarzanie ich zdolności bojowych.

Jednym z elementów ważnych dla służb planistycznych tych pionierzy są informacje i dane zawarte w opracowaniach ZWL, w tym wartości MTBF, przekazywane razem z wyrobami.

Nowe podejście w zakresie ZWL wymaga od producentów sprzętu wojskowego stałego monitorowania awarii, niesprawności i usterek sprzętu / systemów, zespołów, podzespołów i części / w celu stworzenia komputerowej bazy danych niezbędnej dla dokładnego określenia wartości wskaźnika MTBF.

Wskaźnik MTBF jest podstawowym parametrem brany pod uwagę przy określaniu niezawodności wyrobów, służy do planowania materiałowego, prawidłowego wytypowania normatywnych potrzeb, zwłaszcza w zakresie części zamiennych. Finalnie, wskaźnik pozwala określić koszt wyrobu w całym cyklu jego życia.

## 6. LITERATURA:

- [1] "Electrical Pointing System PT91M. Integrated Logistic Support Plan", E.A.D.S. – SYSTEMS & DEFENCE ELECTRONICS 2004 r.
- [2] Torell W., Avelar V. "Przewidywany czas działania między uszkodzeniami – Opis i standardy", APC American Power Conversion, White Paper 78.
- [3] Speaks S. "Reliability and MTBF Overview", Victor Reliability Engineering.
- [4] "MTBF and MTTF Calculation" - Relex Software Corporation.
- [5] Świderki M.: "Analiza LCC ( Life Cycle Cost Analysis ) narzędziem wspomagającym ocenę projektów inwestycyjnych związanych z technika pompową", KSB Pompy i Armatura Sp. z o.o., Wrocław 2003 r.

- [6] Dybała J., Gałęzia A., Jasiński M., Mączak J., Radkowski S. „Zastosowanie rozkładu Weibulla w badaniach eksploatacyjnych” Politechnika Warszawska – Instytut Podstaw Budowy Maszyn, Warszawa 2005 r. (<http://vibrolap.simr.pw.edu.pl>).
- [7] OBRUM sp. z o.o. – własne materiały szkoleniowe.

## INTEGRATED LOGISTIC SUPPORT

**Abstract:** The article presents indispensable requirements connected with execution of international contracts in the integrated logistic support ( ILS) area.  
Nomenclature and shortcuts in English version, universally used in the studies of ILS, were put for information reason.

**Key words:** Integrated Logistic Support (ILS), Mean Time Between Failures (MTBF), repair levels, reliability.

Recenzent: Dr inż. Zbigniew Raczyński