

# **SZACOWANIE KOSZTÓW W PROCESIE POZYSKIWANIA I EKSPLOATACJI SYSTEMU TECHNICZNEGO**

JAN FIGURSKI

Katedra Logistyki, Wydział Mechaniczny  
WOJSKOWA AKADEMIA TECHNICZNA

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono metodykę możliwą do stosowania w procesie szacowania i kształtowania kosztów w cyklu eksploatacji systemu technicznego. Wskazano na potrzebę szacowania kosztów przy zakupie systemu oraz w cyklu jego życia łącznie z wycofaniem z procesu eksploatacji.

**Słowa kluczowe:** koszty, cykl życia, eksploatacja, decydent

## **1. Wstęp**

Decydent systemu zainteresowany jego pozyskiwaniem powinien w procesie ofertowania stawiać oferentowi pytania dotyczące:

1. Kosztów zakupu systemu, w tym jego procesu obsługowo-naprawczego.
2. Kosztów funkcjonowania systemu, w tym jego kosztów stałych i zmiennych.

O ile koszty pozyskiwania systemu sygnalizowane w punkcie 1 powinien przedstawić oferent w procesie przetargowym, o tyle kształtowanie kosztów w procesie eksploatacji powinien dostarczać zaprojektowany system informatyczny obejmujący procesy funkcjonowania systemu i towarzyszące koszty. Koszty uzyskiwane z procesu funkcjonowania systemu będą przydatne również do szacowania kosztów zakupu na podstawie podobnych eksploatowanych systemów. Informacje te będą uzyskiwane z pewnym opóźnieniem, ale będą obciążone wysokim stopniem wiarygodności.

## **2. Koszty zakupu systemu**

Decydent przy wprowadzaniu systemu (po opracowaniu wymagań operacyjnych i ZTT) powinien otrzymać informacje od oferenta obejmujące:

1. Koszt systemu eksploatacji  $K_e$ , w tym:
  - 1.1. System użytkowania – koszty stałe, w tym koszty:
    - personelu (obsługi)
    - bazy szkoleniowej (stacjonarna, poligonowa)
    - bazy magazynowej
    - amortyzacji
    - innych kosztów stałych;
  - 1.2. System użytkowania – koszty zmienne, w tym koszty:
    - paliwa, środków bojowych
    - obsługiwanie technicznego (OT-1, OT-2, OT-3)
    - napraw planowych (RS, RG)
    - napraw awaryjnych
    - innych kosztów zmiennych;
  - 1.3. System przechowywania – koszty stałe i zmienne podobne jak w pkt. 1.1 i 1.2.
2. Koszty wycofania  $K_w$ , w tym:
  - koszty recyklingu
  - koszty utylizacji
  - inne koszty.

Wymienione koszty stanowią podstawę w ocenie wyboru najkorzystniejszej oferty wg zależności ujmującej koszty eksploatacji:

$$K_e = \frac{K_u}{K_o} \cdot P_w \cdot P_i \text{ [pkt]}, \quad (1)$$

gdzie:  $K_u$  – cena ustalona przez decydenta,  
 $K_o$  – cena oferowana (zł),  
 $P_w$  – parametr ważności (pkt) – (0-100 pkt),  
 $P_i$  – parametr istotności (pkt) – (0-100 pkt).

W podobny sposób jak w zależności (1) można szacować koszty wycofania, w tym recyklingu i utylizacji.

### 3. Koszty funkcjonowania systemu

W procesie szacowania kosztów funkcjonowania systemu powinny być uwzględnione niżej wymienione normy:

ISO 10006 – Zarządzanie procesami

ISO 15288 – Zarządzanie procesami cyklu życia systemu technicznego

AQAP 2000 – Polityka NATO dotycząca zintegrowanego systemowego podejścia do jakości w cyklu życia

AQAP 2000 – Wprowadzenie i przewodnik do stosowania publikacji typu AQAP 2000

AQAP 2050 – NATO-wski system oceny przedsięwzięcia

AQAP 2100 – Podstawowe wymagania NATO dotyczące zapewnienia jakości

AQAP 2110 – Zapewnienie jakości podczas projektowania i prac rozwojowych

AQAP 2120 – Zapewnienie jakości podczas produkcji

AQAP 2130 – Wymagania NATO dotyczące zapewnienia jakości przy kontroli i badaniach

AQAP 2150 – Zintegrowane wymagania NATO dotyczące jakości dla oprogramowania w cyklu życia

AQAP 2159 – Wytyczne do AQAP 2150

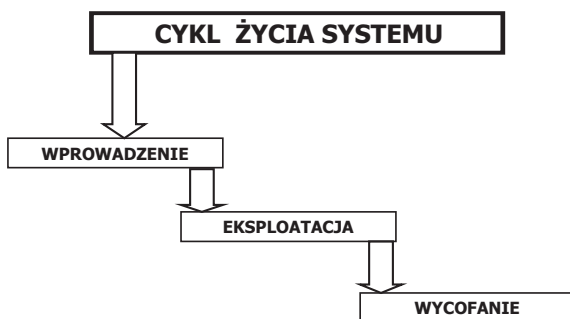
AAP 6 – NATO-wski słownik pojęć i definicji

AAP 20 – Procedury planowania uzbrojenia

AAP 48 – Fazy i procesy cyklu życia systemu uzbrojenia NATO.

Publikacje Standaryzacyjne Niezawodności i Podatności Obsługowo-Naprawczej ARMP.

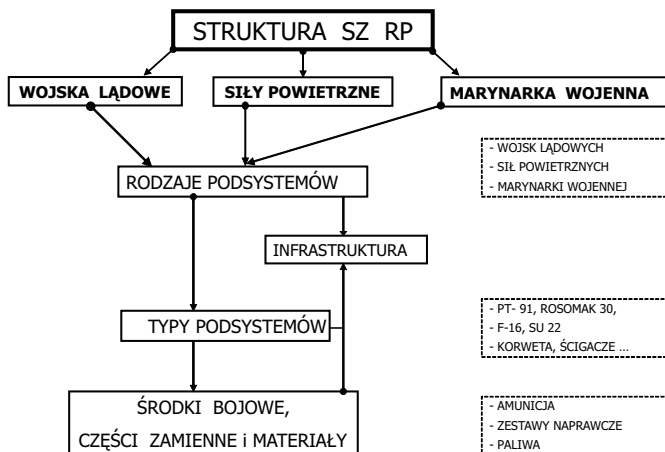
Wymienione normy obowiązują w całym cyklu życia systemu przedstawionym na rysunku 1.



Rys. 1. Cykl życia systemu

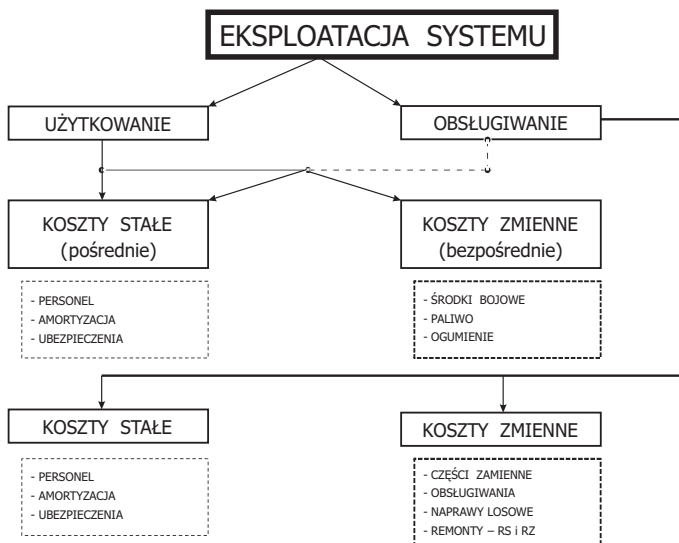
W procesie szacowania kosztów na wymienionych etapach cyklu życia wskazane jest, by informacje były dostarczane z systemów użytkowanych w całych Siłach Zbrojnych z uwzględnieniem wszystkich rodzajów wojsk. Sytuacja jest o tyle złożona, że w rodzajach tych użytkowane są podsystemy, a w nich zróżnicowane

ich elementy, które generują określone rodzaje kosztów. Wariant charakteryzujący strukturę funkcjonalną systemu przedstawiony jest na rysunku 2.



Rys. 2. Struktura funkcjonalna systemu – wariant

W procesie eksploatacji systemu technicznego generowane są koszty w procesie użytkowania i obsługi. W ramach tych kosztów występują koszty stałe i koszty zmienne. Schematyczne ujęcie tych kosztów łącznie z możliwymi (przykładowymi) czynnikami przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Wybrane rodzaje kosztów eksploatacji systemu technicznego

Zapisy formalne charakteryzujące wartości generowanych kosztów w procesie użytkowania ujmujące koszty bezpośrednie i pośrednie oraz koszty obsługi, w tym koszty zapasów materiałowych, przedstawiono w poniższych zależnościach.

*Koszty użytkowania – bezpośrednie*

- Paliwo: koszty normatywne

$$K_p = \frac{C_p \cdot N_p}{P} \text{ [zł/km]} \Leftrightarrow \text{koszty rzeczywiste} \quad (2)$$

- Płyny eksploatacyjne: koszty normatywne

$$K_e = \frac{C_e \cdot N_e}{P} \text{ [zł/km]} \Leftrightarrow \text{koszty rzeczywiste} \quad (3)$$

- Środki bojowe: koszty normatywne

$$K_s = \frac{C_s \cdot N_s}{t} \text{ [zł/czas]} \Leftrightarrow \text{koszty rzeczywiste} \quad (4)$$

- Ogumienie: koszty normatywne

$$K_o = \frac{\sum (C_o + C_f)}{P} \text{ [zł/km]} \Leftrightarrow \text{koszty rzeczywiste} \quad (5)$$

*Koszty użytkowania – pośrednie*

- Amortyzacja:  $K_a = f(\text{wartości pojazdu, stopy amortyzacji})$

$$K_a = M \cdot S_a \text{ [zł]} \quad (6)$$

- Personel:  $K_o = f(\text{liczby pracowników, wynagrodzenia})$

$$K_a = L \cdot W_n \text{ [zł]} \quad (7)$$

- Ubezpieczenia motoryzacyjne:  $K_u = f(\text{liczby pojazdów})$

$$K_u = K_p \cdot L_p \text{ [zł]} \quad (8)$$

- Podatek drogowy:  $K_p = f(\text{kosztów paliwa})$ .

### Koszty obsługiwanie – bezpośrednio

- Obsługiwanie  $K_o = f$  (roboczo godzin, norm jednostkowych, materiałów, przebiegu itp.)

$$K_o = \frac{K_r \cdot N_o}{P} + \frac{K}{P} \quad [\text{zł/km}] \Leftrightarrow \text{koszty rzeczywiste} \quad (9)$$

- Naprawa średnia  $K_s$ , naprawa główna  $K_g$ , naprawa bieżąca  $K_b$

$$K_n = \frac{K_{s,g,b}}{P} \quad [\text{zł/km}] \Leftrightarrow \text{koszty rzeczywiste.} \quad (10)$$

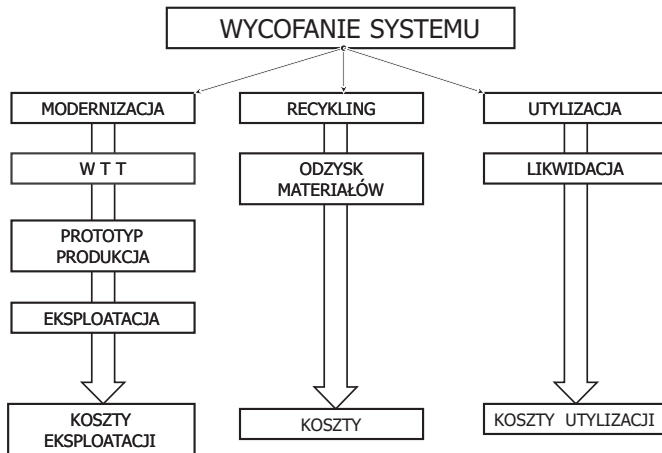
### Zapasy materiałowe

- Koszty tworzenia  $\Leftrightarrow$  procedura przetargowa
- Transport zapasów –  $K_T = f$  (jazda + postój + współczynniki)

$$K_t = \frac{K_p + K_w + z}{B \cdot q \cdot a} + \frac{K_o + K_w + z}{V \cdot B \cdot q \cdot a}. \quad (11)$$

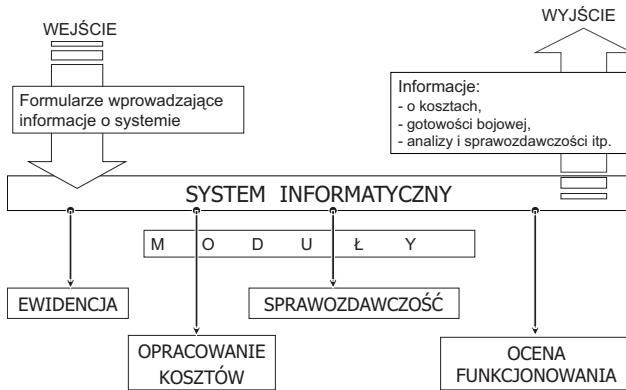
- Magazynowanie  $\Leftrightarrow$  jak koszty pośrednie w eksploatacji dotyczące magazynowania
- Starzenie zapasów  $\Leftrightarrow$  fizyczne, ekonomiczne
- Dystrybucja  $\Leftrightarrow$  transport jak wyżej.

W procesie eksploatacji systemu technicznego należy uwzględnić koszty wycofania systemu z tego procesu, w tym koszty modernizacji, recyklingu i utylizacji funkcjonujące według schematu na rysunku 4.



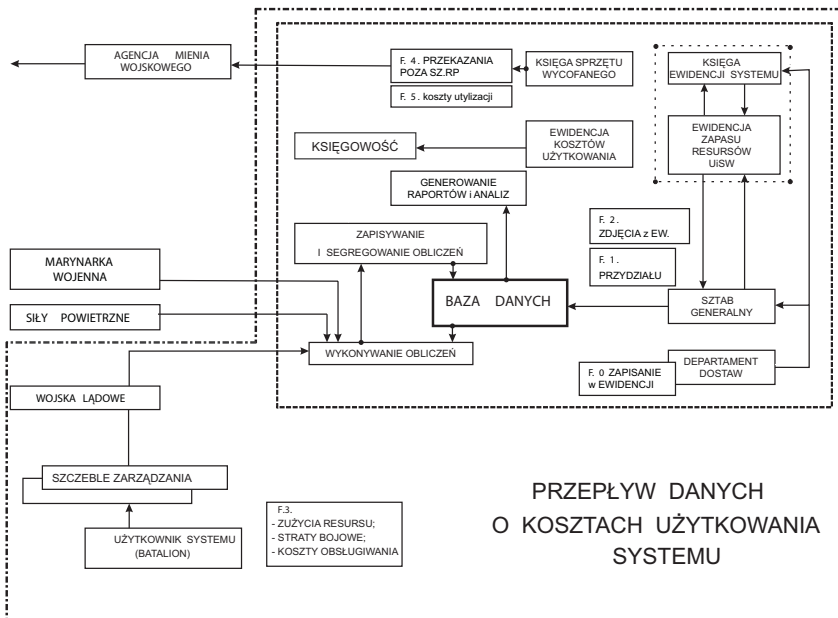
Rys. 4. Koszty wycofania systemu z eksploatacji

Uwzględniając złożoność procesu w ocenie szacowania kosztów funkcjonowania systemu, właściwe jest, by proces zbierania informacji o kosztach odbywał się za pomocą systemu informatycznego, którego schemat przedstawiono na rysunku 5.



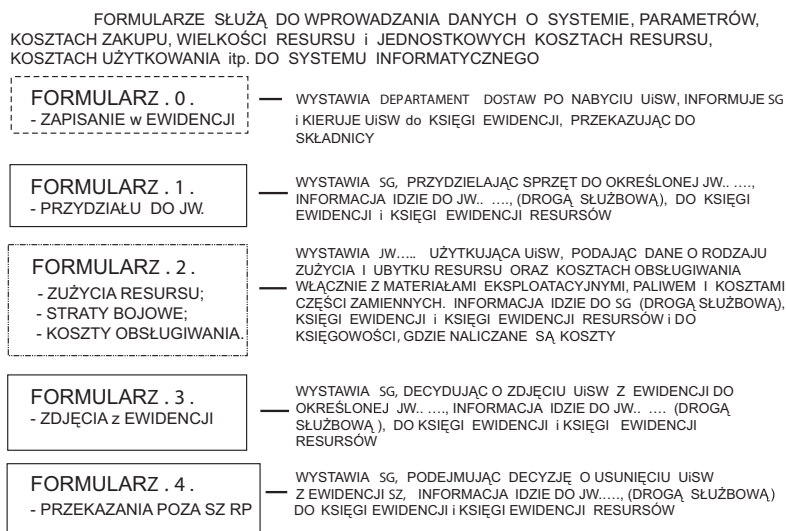
Rys. 5. System informatyczny zbierania informacji o kosztach – wariant

W funkcjonującym systemie informatycznym celowe jest, by w procesie systemowym były uwzględniane informacje o całym procesie eksploatacji, w tym o stanie eksploatowanego systemu, jego zapasach reśursowych oraz gotowości do wykonywania zadań. Schemat takiego systemu przedstawiono na rysunku 6.



Rys. 6. Funkcjonowanie systemu eksploatacji

W procesie funkcjonowania systemu (rys. 6) potrzebne będą formularze umożliwiające wprowadzanie informacji do systemu. Charakterystykę wymienionych formularzy przedstawiono na rysunku 7.



Rys. 7. Charakterystyki formularzy wprowadzania informacji do systemu

Każdy rodzaj podsystemów powinien posiadać parametryzację, która powinna obejmować:

- identyfikację;
- parametry techniczne (rodzaje i ceny materiałów eksploatacyjnych);
- parametry charakteryzujące koszty zakupu i użytkowania (koszt jednostki resursu), koszty napraw, koszty obsługiwań (robocizna i materiały) i ceny amunicji oraz zużywania się systemów uzbrojenia w toku szkolenia i prowadzenia działań bojowych.

Parametryzację poszczególnych rodzajów podsystemów powinny opracować poszczególne rodzaje służb.

System informatyczny powinien posiadać formularze w pamięci i wprowadzenie do komputera odpowiedniej informacji powinno umożliwić wyświetlenie odpowiedniego formularza – pod warunkiem, że dany komputer lub osoba ma uprawnienia.

Wprowadzenie do systemu informatycznego formularza powinno automatycznie spowodować rozesłanie elektronicznej wersji do wszystkich kompetentnych użytkowników sieci.



## 4. Podsumowanie i wnioski

W artykule przedstawiono systemowe ujęcie szacowania kosztów systemu na etapie jego pozyskiwania i eksploatacji. W procesie eksploatacji systemu technicznego istnieje potrzeba i możliwość opracowania oraz wdrożenia systemu informatycznego w zakresie obliczania kosztów cyklu życia uzbrojenia i sprzętu wojskowego dla SZ RP. Wymieniony system umożliwi etapowe i bieżące wyznaczanie kosztów i przekazywanie ich do struktur kierowniczych, a ponadto pozwala na:

1. Bieżące analizowanie i przekazywanie informacji o stanie reśursów analizowanego sprzętu będącego w strukturach organizacyjnych jednostek wojskowych.
2. Prowadzenie analiz w zakresie kosztów eksploatacji pomiędzy podobnymi systemami funkcjonującymi w strukturach organizacyjnych jednostek wojskowych.

Uruchomienie systemu informatycznego wymaga:

1. Założenia dla jednostek użytkujących systemy ewidencji parametryzacyjnej, ilościowo-wartościowej w księdze ewidencji, w formie elektronicznej, zgodnie z indeksem materiałowym.
2. Wczytania do systemu informatycznego: reśursów, norm eksploatacji, bieżącego uzupełniania ewidencji w miarę ubytku reśursu i ewidencji kosztów.
3. Zaprojektowania algorytmu dystrybucji informacji (algorytmów przetwarzania (obliczania kosztów)).
4. Zaprojektowania struktury funkcjonalnej systemu.
5. Ustalenia administratora systemu i jego gestii.

### LITERATURA

- [1] SMITH P., *Ekonomika – zbiór zadań*, PWE, Warszawa 1999.
- [2] Praca zbiorowa pod redakcją Lecha Szyszko, *Finanse przedsiębiorstwa*, PWE, Warszawa 2000.

### Costs estimation in acquiring and maintenance processes of technical systems

**Abstract.** In this article was identified methodology for using in process estimation and formation of exploitation cycle costs of equipment system. It was pointed need of costs estimation in system procurement and during life cycle including disposal costs.

**Key words:** costs, life cycle, exploitation, decision maker