

WYZNACZANIE KOSZTÓW W CYKLU ŻYCIA SYSTEMU UZBROJENIA I SPRZĘTU WOJSKOWEGO

Streszczenie: W artykule przedstawiono charakterystykę poszczególnych etapów życia systemu uzbrojenia i sprzętu wojskowego poczynając od jego wyprodukowania a skończywszy na wycofaniu z użytkowania w tym modernizacji, recyklingu bądź utylizacji. W poszczególnych etapach przedstawiono metodykę wyznaczania kosztów połączoną z ich zależnościami formalnymi. W zależnościowych formułach uwzględniono powstawanie kosztów stałych i zmiennych, jakie występują w procesie eksploatacji. Szczególną uwagę zwrócono na obniżanie kosztów zmiennych gdyż one zależą od sposobu realizacji procesu eksploatacji i parametrów techniczno-ekonomicznych użytkowanego sprzętu technicznego. Oprócz całokształtu kosztów występujących w procesie eksploatacji analizowano koszty związane z magazynowaniem – tworzeniem zapasów materiałowych, oraz koszty wycofywania z eksploatacji. Z uwagi na złożoność szacowania kosztów systemu uzbrojenia w procesie cyklu życia opracowano wymagania dla modułów systemu informatycznego przeznaczonego do szacowania kosztów całego cyklu życia uzbrojenia i sprzętu wojskowego.

Słowa kluczowe: system, koszty, cykl, uzbrojenie.

1. Wstęp

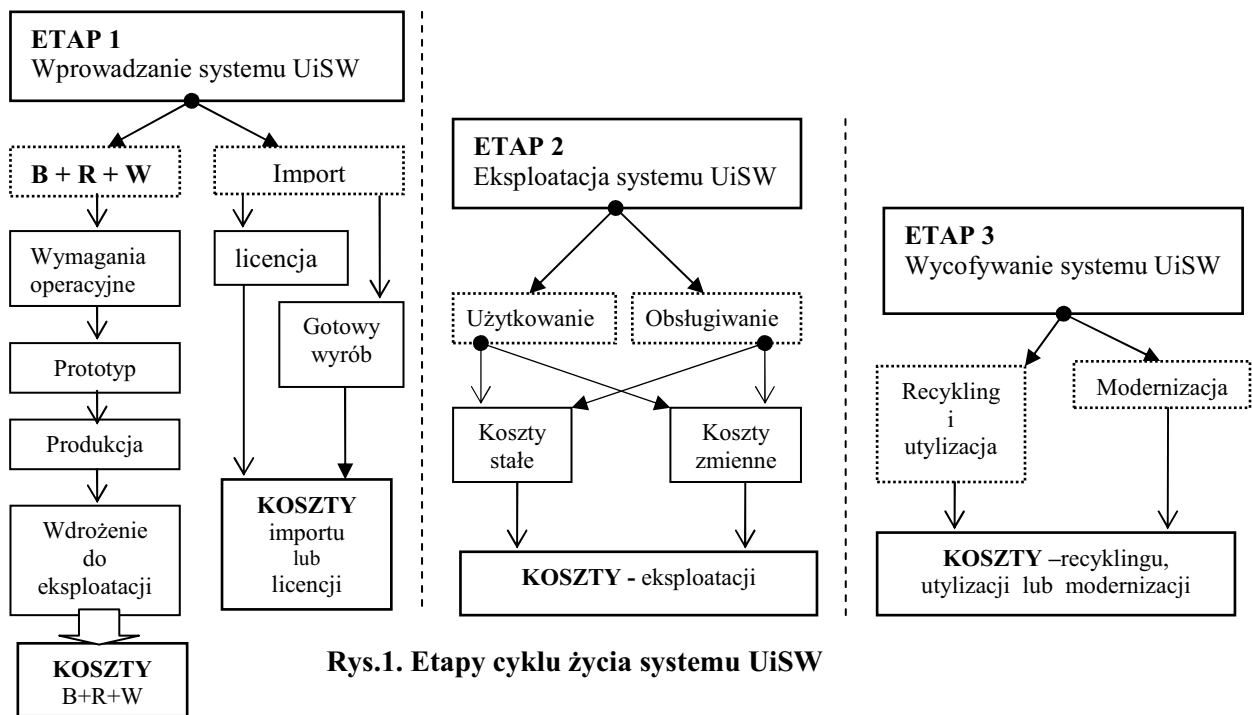
Rozpatrując proces pozyskiwania systemu uzbrojenia i sprzętu wojskowego (UiSW) stwierdza się, że jednym najważniejszych elementów podlegających ocenie i stanowiących zarazem podstawę do podejmowania decyzji jest znajomość kosztów w całym cyklu życia systemu. Decydując się na jego posiadanie przez wiele lat należy znać wartość kosztów, jakie poniesie się na jego pozyskiwanie, utrzymanie (szkolenie załóg, konserwację) oraz wycofanie (wykorzystanie w gospodarce narodowej lub utylizację).

Prowadzone w kraju rozważania teoretyczne, dotyczące wymienionego obszaru nie są na tyle zaawansowane by sprostać aktualnym potrzebom. Brak jest w szczególności podstaw praktycznej metodyki obliczeń związanych z określeniem struktury kosztów w cyklu życia systemu, jak również metod i narzędzi służących do szacowania tych kosztów.

Znajomość struktury kosztów życia systemu i sposobu ich liczenia jest ważna, zwłaszcza w chwili kiedy dokonujemy wyboru danego systemu w aspekcie spełnienia jego wymagań operacyjnych.

2. Etapy cyklu życia systemu uzbrojenia

W procesie szacowania kosztów w poszczególnych etapach cyklu życia UiSW wyróżnia się etapy przedstawione na Rys.1, rozumiane jako koszty nabywania, eksploatacji i wycofania.



Rys.1. Etapy cyklu życia systemu UiSW

2.1. Koszty wprowadzania UiSW

Jak wynika z rys. 1 proces pozyskiwania UiSW (etap 1) może odbywać się poprzez opracowania własne (B+R+W) lub drogą zakupu licencji i produkcji w kraju, albo zakupu gotowych systemów łącznie z dokumentacją eksploatacyjną. W obydwu przypadkach obowiązuje system przetargowy którego zasady oparte są na ustawie „Prawo zamówień publicznych” z dnia 20.01.2004r opublikowanej w D.z. Ustaw nr 19. poz. 177. z 2004r. Obowiązują również dokumenty uzupełniające, których treści sygnalizowane są w wymienionej ustawie. W procesie przetargowym obowiązują finansowe progi unijne w zależności od których rozstrzyga się rodzaj przetargu: nieograniczonego bądź ograniczonego. Progi te dotyczą dla sektora publicznego (bez JBR) w wysokości:

- kwota 137.000 € - dla dostaw i usług;
- kwota 5 137.000 € - dla robót budowlanych.

Poniżej wymienionych progów unijnych można nie stosować niektórych przepisów wymaganych w ustawie „Prawo zamówień publicznych”. O ile wartość przetargu przekracza progi unijne wówczas obowiązuje przetarg nieograniczony, o ile progi unijne nie są przekroczone możliwy jest przetarg ograniczony. Tryb prowadzenia i uwarunkowania wymienionych przetargów zawiera wymieniona ustawa.

W procesie przetargowym należy wypracować kryteria oceny parametrów nowowprowadzonego systemu. Kryteria mogą dotyczyć pojedynczych lub wielu parametrów. Przyjmując że w rozważanym systemie oceniane są dwa parametry: parametr ceny – P_C i parametr terminu płatności – T_T , wówczas komisja przetargowa może przydzielić:

Za parametr ceny - P_C , od 0 do 100 punktów i za wagę parametru ceny - P_W (0-100)% waga parametru dotyczy analizy wielu kryteriów.

Za parametr terminu płatności – T_P , od 0 do 100 punktów i wagę parametru - T_W (0-100)%

Za ofertę najkorzystniejszą przyjmuje się tą ofertę, która uzyskała największą liczbę punktów liczoną wg. zależności:

Parametr ceny

$$P_C = \frac{\text{cena ustalona}}{\text{cena oferowana}} \times P_C \times P_W \quad (1)$$

Parametr terminu płatności

$$P_T = \frac{\text{termin oferowanej realizacji}}{\text{termin wymaganej realizacji}} \times T_P \times T_W \quad (2)$$

Należy zauważyć że zgodnie z zależnością (1) większą liczbę punktów uzyskuje oferta o małej wartości ceny oferowanej w stosunku do ceny wymaganej wg. przetargu, oraz oferta której termin płatności jest dłuższy w stosunku do terminu wymaganego w ogłoszonym przetargu.

2.2. Koszty eksploataowania systemu

Koszty eksploataowania – K_E , to koszty użytkowania systemu - K_U i koszty obsługi systemu - K_O , opisane zależnością:

$$K_E = \sum K_U + K_O \quad (3)$$

Koszty użytkowania opisuje się zależnością

$$K_U = \sum L_U \cap K_U \cap T_U \quad (4)$$

przy czym:

- L_U – liczba użytkowanych systemów;
- K_U – koszt jednostkowy użytkowanego systemu;
- T_U – czas użytkowania systemu.

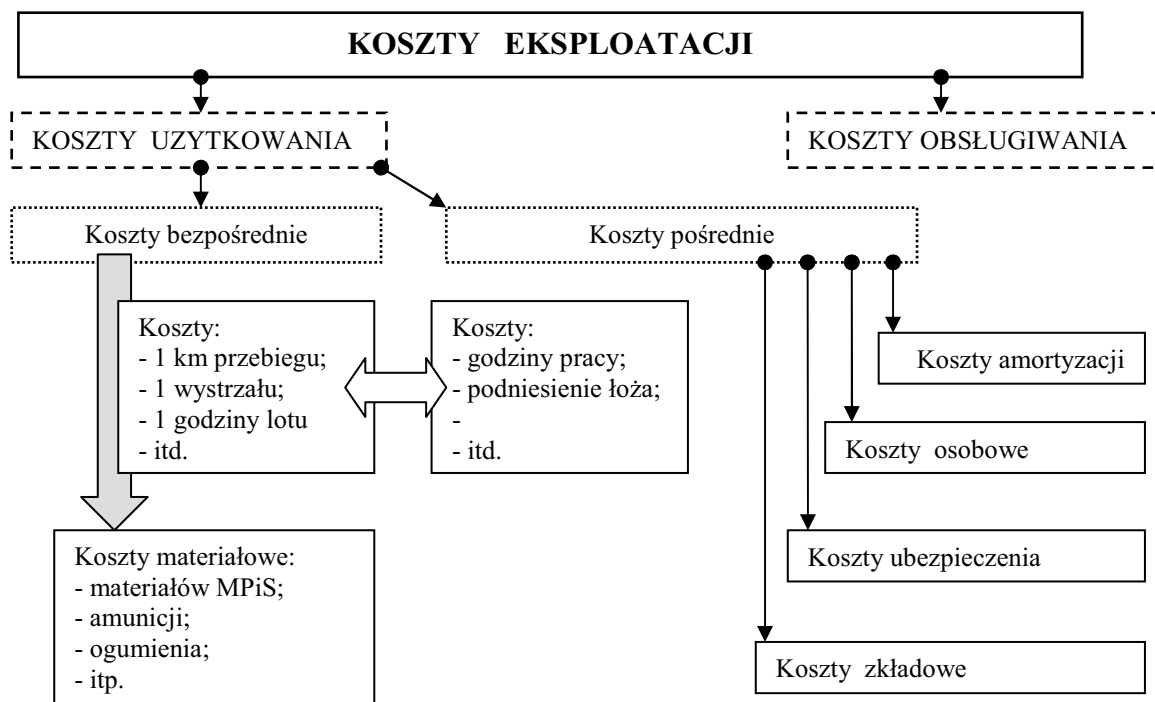
Koszty obsługi systemu - K_O , systemu powiększa się w stosunku do kosztów użytkowania o koszty procesów obsługowych opisane zależnością:

$$K_O = \frac{\text{system}}{\sum L_O \cap K_O \cap T_O} + \frac{\text{narzędzia}}{\sum L_{ON} \cap K_{ON} \cap T_{ON}} \quad (4)$$

przy czym:

- L_O – liczba obsługiwanych systemów;
- K_O – koszt jednostkowy obsługiwanego systemu;
- T_O – czas obsługiwanego systemu;
- L_{ON} – liczba narzędzi obsługowych;
- K_{ON} – koszt jednostkowy narzędzi obsługowych
- T_{ON} – czas wykorzystania narzędzi obsługowych;

W funkcjonowaniu systemu informatycznego (projektowanego) wartości liczbowe systemów - L_U, L_O , dotyczą różnych typów UiSW: broni strzeleckiej, sprzętu artyleryjskiego, raketowego, radiotechnicznego, lotniczego, marynarki wojennej i innego sprzętu towarzyszącego. W uszczegółowieniu w zależności (2-4) koszty eksploatacji pokazane są na rys 2.



Rys.2. Koszty eksploatacji systemu

W uszczegółowieniu koszty bezpośrednie

1. Koszty paliwa - K_p , wyznaczone są z zależności:

$$K_p = \frac{C_p \times N_p}{100} \text{ [zł/1 km]} \Rightarrow \text{koszty rzeczywiste} \quad (5)$$

przy czym:

C_p – koszt detaliczny litra paliwa [zł/litr];

N_p – norma (teoretyczna) zużycia paliwa w [litr/100km];

Wyznaczone wartości kosztów paliwa (5) w ujęciu normatywnym weryfikuje się przez koszty rzeczywiste szacowane w procesie eksploatacji i dopiero wówczas wartości te przyjmowane są ostatecznie.

2. Koszty olejów i smarów - K_{os} , wyznaczone są z zależności:

$$K_{os} = \left(\frac{C_o + N_o}{100} + \frac{C_s \times N_s}{100} \right) = \text{[zł/km]} \Rightarrow \text{koszty rzeczywiste} \quad (6)$$

przy czym:

K_{os} – koszt jednostkowy olejów i smarów [zł/km]

C_o – cena detaliczna oleju [zł/litr];

N_o – norma teoretyczna zużycia oleju silnikowego [litr/100km];

C_s – cena jednostkowa smaru [zł/kg];

N_s – norma zużycia smaru [kg/100km].

3. Koszty zużycia amunicji (raket) - K_a wyznaczone są z zależności:

$$K_a = \frac{C_a \times N_a}{T} = \text{[zł/dzień, ćwiczenie itp.]} \Rightarrow \text{koszty rzeczywiste} \quad (7)$$

przy czym:

K_a – koszty zużycia amunicji (raket) w odniesieniu np. w ciągu dnia, tygodnia lub na określone ćwiczenie (strzelanie);

C_a – cena detaliczna 1 sztuki amunicji (rakiety, bomby..);

N_a – norma zużycia jednostek amunicji;

T – czas w którym nastąpiło zużycie amunicji, raket, bomb itp.

4. Koszty jednostkowy zużycia ogumienia - K_o , dla pojedynczego pojazdu wyznaczane są z zależności:

$$K_o = \frac{I \times (C_o + C_d + C_f)}{N_o} \text{ [zł/km]} \Rightarrow \text{koszty rzeczywiste} \quad (8)$$

przy czym;

K_o - koszt jednostkowy ogumienia [zł/km]

I - liczba kół jezdnych pojazdu;

C_d, C_o – cena jednej opony i dętki [zł]; (9)

C_f – cena jednej felgi (tarcza koła jezdnego);

N_o – Norma przebiegu opony

W podobny sposób można wyliczyć koszty detaliczne w stosunku do wcześniej ustalonych elementów systemu np. koszty użytkowania samolotów, trenażerów i itp... O ile rozpatrywany jest system, który zawiera wymienione podsystemy, wówczas koszt systemu stanowi sumę kosztów poszczególnych podsystemów.

Koszty pośrednie.

W funkcjonowaniu systemu wyróżnia się:

Koszty amortyzacji systemu - K_a , wyznaczane są z zależności:

$$K_a = M \times S_a \quad (10)$$

gdzie:

K_a – koszt jednostkowy amortyzacji systemu [zł];

M – wartość systemu nowego [zł];

S_a – przeciętna stopa amortyzacji systemu [%].

2. Koszty osobowe - K_o , wyznacza się z zależności:

$$K_o = L \times W_n \quad (11)$$

gdzie:

K_o – jednostkowe koszty obsługi systemu [zł/1obsługę];

L - liczba zatrudnionych pracowników w procesie eksploatacji systemu [zł];

W_n – przeciętne wynagrodzenie pojedynczego pracownika systemu [zł/miesiąc].

3. Koszty ubezpieczeń komunikacyjnych systemu - K_u , wyznacza się z zależności:

$$K_u = \frac{K'_p}{T_p} \quad (12)$$

gdzie:

K_o – koszty jednostkowego ubezpieczenia systemu;

K'_p - roczny koszt ubezpieczenia systemu;

T_p - średni czas użytkowania systemu.

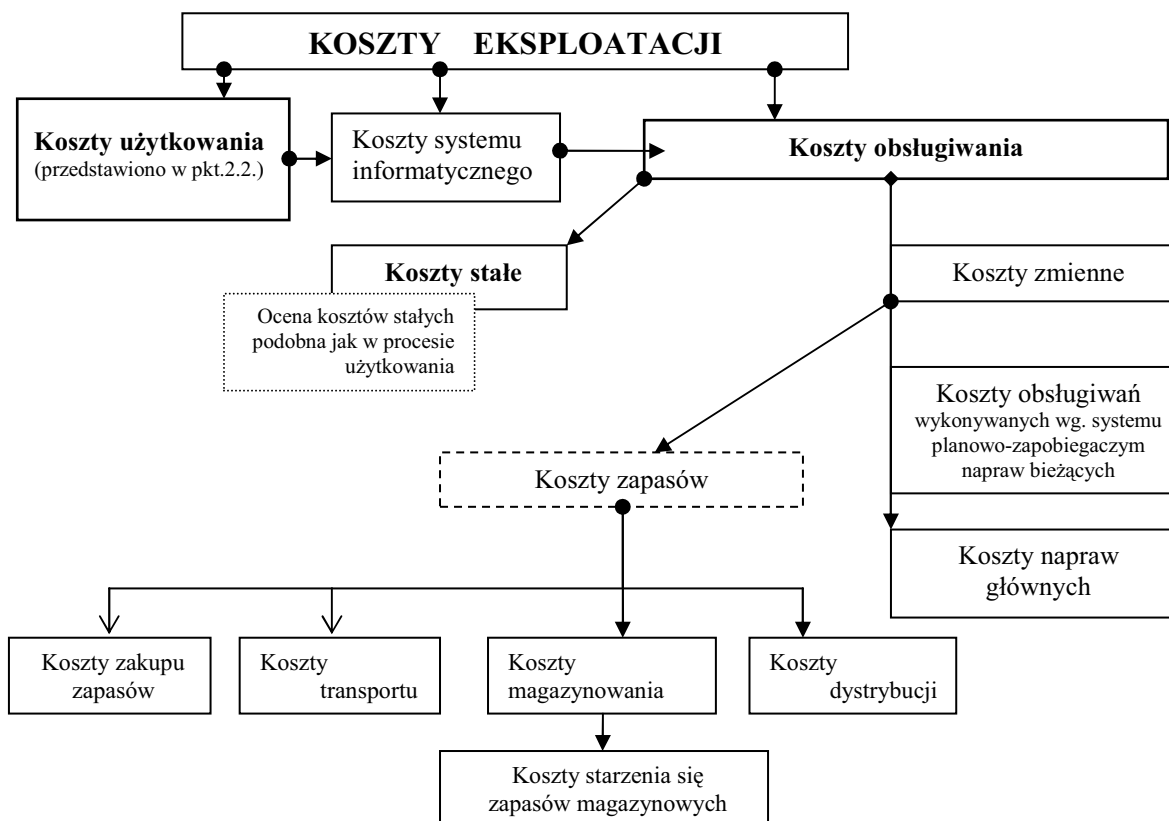
4. Koszty podatku drogowego - K_p , wyznacza się z zależności:

$$K_p = \frac{K_d}{T_p} \quad (13)$$

gdzie:

K_p – jednostkowy koszt podatku drogowego systemu (ujęty w kosztach paliwa);
 K_d - roczny koszt podatku drogowego [zł];

Zgodnie z zależnością (4) i rys. 2 koszty obsługi systemu uzbrojenia przedstawiono na rys. 3.



Rys. 3. Koszty obsługi systemu UiSW

W uszczegółowieniu koszty bezpośrednio w podsystemie obsługi systemu wyznaczone są z zależności:

1. Koszty obsługi wykonywane wg. systemu planowo-zapobiegawczego (OT1, OT2 i OT3) i napraw bieżących oblicza się z zależności

$$K_o = \frac{K_o^{\bullet} \times N_o}{1000} + \frac{K_c}{1000} \quad [\text{zł}/1000\text{km}] \Rightarrow \text{koszty rzeczywiste} \quad (14)$$

gdzie:

K_o^{\bullet} – koszty roboczogodziny obsługiwanego systemu ;
 N_o – norma pracochłonności obsługiwanego systemu;
 K_c – koszty zużytych części zamiennych i materiałów.

2. Koszty naprawy średniej i głównej - K_G , wyznacza się z zależności:

$$K_G = \frac{K}{P} \text{ [zł/km]} \quad (15)$$

gdzie:

K_G – jednostkowy koszt naprawy średniej (głównej) systemu;

K - łączne koszty naprawy średniej (głównej) systemu wraz z kosztami części zamiennych i materiałów;

P - wartość przebiegu („zapracowania”) systemu.

3. Koszty zapasów

Koszty zapasów uwzględniają:

3.1. Koszty zakupu (tworzenia) - K_z

Wartość kosztów zakupów jest zgodna z obowiązującym procesem przetargowym (pkt. 2.1.).

3.2. Koszty transportu - K_T , wyznacza się z zależności:

$$K_T = \left(\frac{K_p + K_w + Z}{B \times q \times a} \right) + \left(\frac{K_p + K_w + Z}{v \times B \times q \times a} \right) \quad (16)$$

gdzie:

K_T – koszty transportu do miejsca przechowywania;

K_p – wartość kosztów bezpośrednich;

K_w – wartość kosztów pośrednich;

Z - zysk z tytułu dostarczenia towaru;

B - współczynnik trudności terenowej;

q - ładowność pojazdu;

a - współczynnik wykorzystania ładowności;

v – czas postoju pojazdu.

3.3. Koszty magazynowania - K_m .

Koszty magazynowania - K_m wyznacza się z zależności:

$$K_m = K_a + K_z + K_p + K_u \text{ [zł]} \quad (17)$$

gdzie:

K_a – koszty amortyzacji magazynowanych części;

K_z – koszty zabezpieczenia magazynu;

K_p - koszty personelu magazynowego;

K_u - koszty usług obcych.

3.4. Koszty starzenia się zapasów - K_s , wyznacza się z zależności:

$$K_s = K_f + K_e + K_b \text{ [zł]} \quad (18)$$

gdzie:

K_f – koszty fizycznego starzenia się zapasów;

K_e – koszty starzenia ekonomicznego;

K_b – koszty związane z brakiem zapasów.

3.5. Koszty dystrybucji zapasów - K_d , wyznacza się z zależności:

$$K_d = \sum K_{d,i} \text{ [zł]} \quad (19)$$

gdzie:

K_{di} – koszty dystrybucji i -tego materiału z magazynu do odbiorcy.

Łączne koszty tworzenia zapasów - K_{τ} , wyznacza się z zależności:

$$K_{\tau} = K_z + K_T + K_m + K_s + K_d \quad (20)$$

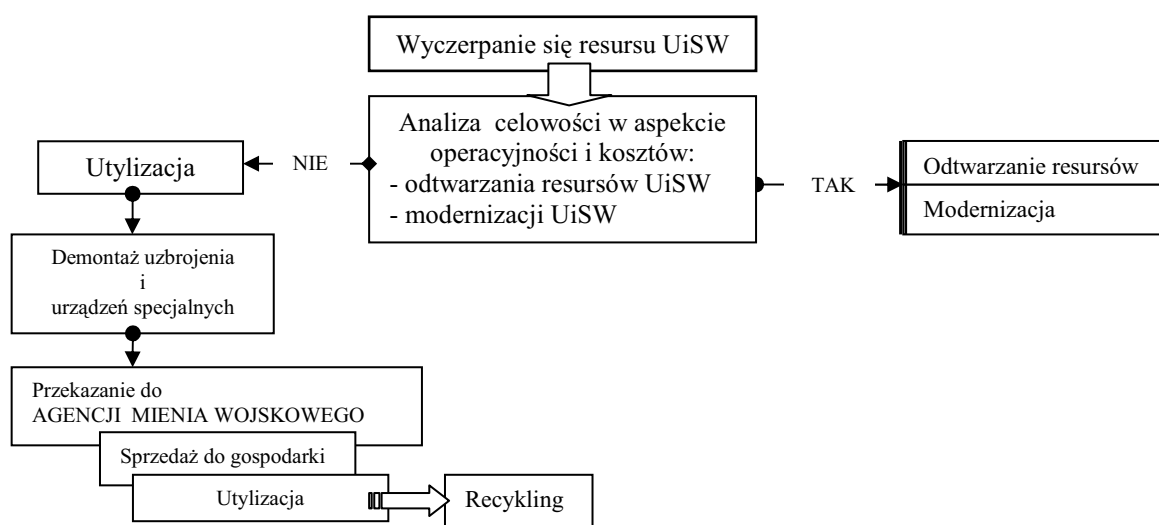
W praktyce dąży się do zminimalizowania zapasów materiałowych z uwagi na obciążenie ekonomiczne z tytułu konieczności ich konserwacji i występowania procesu starzenia fizycznego i moralnego co prowadzi do utraty ich parametrów użytkowych. Przechowywane zapasy wymagają przeglądów i rotacji. Uwarunkowania normatywne funkcjonujące w Siłach Zbrojnych RP dotyczące zapasów materiałowych powinny być szczegółowo analizowane w aspekcie trwałości ich wartości użytkowych.

3.6. Koszty wycofania systemu

Zgodnie z ustawodawstwem unijnym użytkownik systemu UiSW nie powinien ponosić kosztów związanych z wycofywaniem z użytkowania systemu. Po wyczerpaniu się ресурсu systemu i przed podjęciem decyzji o jego wycofaniu, użytkownik powinien przeprowadzić analizę operacyjno-ekonomiczną czy odtwarzać resurs systemu UiSW czy przeprowadzać odtwarzanie poprzez modernizację.

Proces wycofywania systemu z powodu wyczerpania się ресурсu proponuje się realizować według schematu pokazanego na rys. 4. Natomiast w przypadkach awaryjnego zużycia systemu z niego powinno się pozyskiwać sprawne zespoły i części zamienne w celu wykorzystaniu ich w realizacji remontów metoda „kanibalizmu”.

WYCOFANIE SYSTEMU UiSW Z EKSPLOATACJI



Rys. 4. Proces wycofywania z eksploatacji systemu UiSW

Zasady którymi należy się kierować w procesie wycofywania i modernizacji systemu UiSW to:

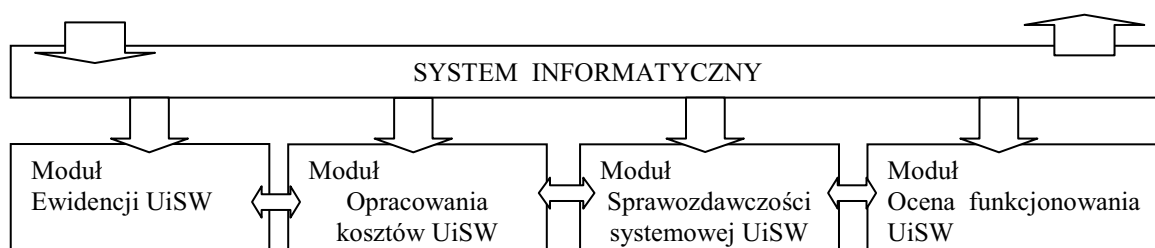
1. Koszty modernizacji. Powinny one uwzględniać jej głębokość w aspekcie spełniania aktualnych wymagań operacyjnych.

2. Koszty recyklingu powinny uwzględniać zakres prac, ich charakter (stopień trudności) i wartość odzyskanych materiałów. Wartość kosztów powinna być liczona jak w przypadku problemów remontowych (14).

3. Koszty utylizacji stanowią problem złożony. Utylizacja może odbywać się w miejscu stacjonowania systemu, bądź system może być dostarczony do stanowiska utylizacji. W przypadku dostarczenia systemu do rejonów utylizacji, do kosztów bezpośrednich powinny być doliczane koszty transportu wg. zależności (16).

3. INFORMATYCZNE WSPOMAGANIE WYZNACZANIA KOSZTÓW CYKLU ŻYCIA SYSTEMU UiSW

Problematyka wyznaczenia kosztów cyklu życia systemu z uwagi na różnorodność systemów jest bardzo złożona, stąd zasadnym jest wspomaganie informatyczne. Wstępną modułową koncepcję tego systemu przedstawiono na rys. 5.



Rys. 5. Schemat systemu informatycznego do wyznaczenia kosztów cyklu życia systemu UiSW

W module ewidencji UiSW – będą gromadzone informacje dotyczące:

- nazwy i charakterystyki podsystemów UiSW;
- norm niezawodnościowych i trwałościowych;
- charakterystyk podsystemu transportowego;
- charakterystyk podsystemu magazynowania i dystrybucji;
- charakterystyk podsystemu obsługowo-naprawczego;
- parametrów kosztów bezpośrednich i pośrednich systemu;

W module opracowania kosztów UiSW – będą generowane:

- rezultaty ekonomiczne wynikające z pozyskiwanych systemów na drodze przetargów.
- wskaźniki kosztów uzyskiwanych w procesie użytkowania systemu zgodnie z zależnościami (5-13) uwzględniające koszty bezpośrednie i pośrednie;
- wskaźniki kosztów uzyskiwanych w procesie obsługi systemu, zgodnie z zależnościami (14-19) uwzględniające koszty bezpośrednie i pośrednie;
- wskaźniki kosztów uzyskiwanych w procesie wycofywania systemu, w tym w procesach modernizacji, recyklingu materiałowego i utylizacji;

W module sprawozdawczość systemu UiSW będą generowane :

- dokumenty sprawozdawcze dotyczące pojazdów i typów sprzętu uwzględniające rezultaty uzyskane w module planowania;
- dokumenty uwzględniające ponoszone wartości kosztów rzeczywistych w odniesieniu do uwarunkowań normatywnych;

Dokumenty sprawozdawcze będą generowane w cyklu „na żądanie”, lub za wybrane rodzaje podsystemów i typów sprzętu, w tym zgodnie z ustalonym programem emisji;

W module oceny funkcjonowania systemu UiSW będą generowane informacje dotyczące:

- sprawozdawczości funkcjonowania systemu – rozumianego jako stosunek uzyskanych rezultatów (wycień wskaźników kosztów) do możliwych do uzyskania;
- efektywności funkcjonowania procesów eksploatacji w tym procesów użytkowania i obsługowo-naprawczego;
- efektywności procesów transportu, magazynowania i spedycji;
- efektywności procesów odnawiania resursów, modernizacji systemów, recyklingu i utylizacji;
- efektywności pracy personelu z obszaru użytkowania, obsługowo-naprawczego i wycofywania z procesu życia systemów;

4. Podsumowanie i wnioski

W artykule przedstawiono koncepcję wyznaczania kosztów w wyróżnionych cyklach życia systemów uzbrojenia i sprzętu wojskowego. Jako cykle życia systemu UiSW wyróżnia się procesy :

- **pozyskiwania systemu** z zakupu bądź poprzez prace badawczo-rozwojowe.
- **eksploatacji**, w tym procesy użytkowania, obsługiwania, magazynowania (przechowywania) i dystrybucji.
- **wycofywania systemu, odnawiania resursów, modernizację, recykling i utylizację.**

W rozważaniach wskazano na potrzebę opracowania i wdrożenia informatycznego systemu wspomagającego procesy wyznaczania kosztów (bezpośrednich i pośrednich) w poszczególnych etapach cyklu życia systemu UiSW.

Z przeprowadzonej analizy wynikają następujące wnioski:

1. Istnieje potrzeba opracowania szczegółowej metody wyznaczania kosztów na poszczególnych etapach cyklu życia systemu UiSW. Opracowana metoda usprawni procesy planowania, rozliczania wydatków na zakup i eksploatację systemu UiSW.
2. Z uwagi na szeroka problematykę analityczną obejmujących różne rodzaje i typy wchodzące w skład systemu UiSW w tym procesy jego eksploatacji, koniecznym jest opracowanie i wdrożenie informatycznego systemu wspomagającego obliczanie kosztów w poszczególnych etapach cyklu życia tego systemów.

Literatura

- [1] Peter Smith, David Begg: *Ekonomika, zbiór zdań*. Polskie Towarzystwo Ekonomiczne, Warszawa 1999.
- [2] Praca zbiorowa pod red. Lecha Szyszko: *Finanse przedsiębiorstwa*, PWE, Warszawa, 2000.
- [3] Teresa Martyniuk i inni, *Rachunkowość przedsiębiorstw transportowych i handlu zagranicznego. Zbiór zadań*. Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2000.

ESTIMATION OF WEAPON SYSTEMS LIFE CYCLE COSTS

Abstract: Some characteristics of consecutive life cycles of weapon systems are presented in the paper starting from the manufacture and ending at the withdrawal, upgrading or recycling processes. A methodology with formulas for estimation of costs for particular cycles is presented. The formulas reflect the existence of permanent and variable costs. The special stress is put to reduce the level of variable costs as they depend both on the way the weapon is used and on its technical characteristics. Costs that are concerned with the storing process and withdrawal from the use are also analyzed in the paper. As the estimation process of such costs is not simple then some requirements for the computerized system designated to deal with the problem were developed.

Key words: System, costs, life cycle, armament.