

PRZEGLĄD MOŻLIWOŚCI I POTRZEB WSPOMAGANIA ZARZĄDZANIA EKSPLOATACJĄ MOBILNYCH OBIEKTÓW TECHNICZNYCH SPECJALNEGO PRZEZNACZENIA

Marek KOMONIEWSKI, Andrzej LOSKA

Streszczenie: W referacie sformułowano i uzasadniono założenia dla potrzeb budowy systemu wspomagającego zarządzanie eksploatacją mobilnych obiektów inżynierskich specjalnego przeznaczenia. W szczególności, dokonano identyfikacji modelu procesu zarządzania eksploatacją z uwzględnieniem miejsc powstawania, przetwarzania i wykorzystywania informacji dla potrzeb efektywnego prowadzenia prac obsługowo-naprawczych. Przedstawiono koncepcję systemu wspomagającego zarządzanie eksploatacją mobilnych obiektów technicznych specjalnego przeznaczenia. W oparciu o opracowany model przedstawiono przykład wspomaganie z wykorzystaniem wybranego systemu klasy CMMs.

Słowa kluczowe: procesy eksploatacji, zarządzanie eksploatacją i utrzymaniem ruchu, systemy klasy CMMs

1. Wprowadzenie

Jedną z podstaw prawidłowej eksploatacji złożonych systemów technicznych jest posiadanie możliwie pełnej informacji o stanie technicznym systemu, ponieważ podejmowanie prawidłowych decyzji wymaga uwzględnienia wielu różnorodnych czynników występujących zarówno w danej chwili jak i w okresach przyszłych. Naturalnym sposobem wspomaganie tego typu działań jest więc stosowanie narzędzi informatycznych – począwszy od systemów zarządzania danymi a skończywszy na systemach doradczych bazujących na technikach sztucznej inteligencji.

Opisane w artykule badania stanowią próbę identyfikacji możliwości i potrzeb wspomaganie zarządzania eksploatacją mobilnych obiektów technicznych specjalnego przeznaczenia. Na podstawie rozpoznania wymagań i uwarunkowań w zakresie gromadzenia i przetwarzania informacji eksploatacyjnej o mobilnych obiektach specjalnego przeznaczenia, którego przedstawicielem są pojazdy wojskowe, przedstawiono koncepcję systemu wspomagającego zarządzanie eksploatacją uwarunkowane stanem technicznym.

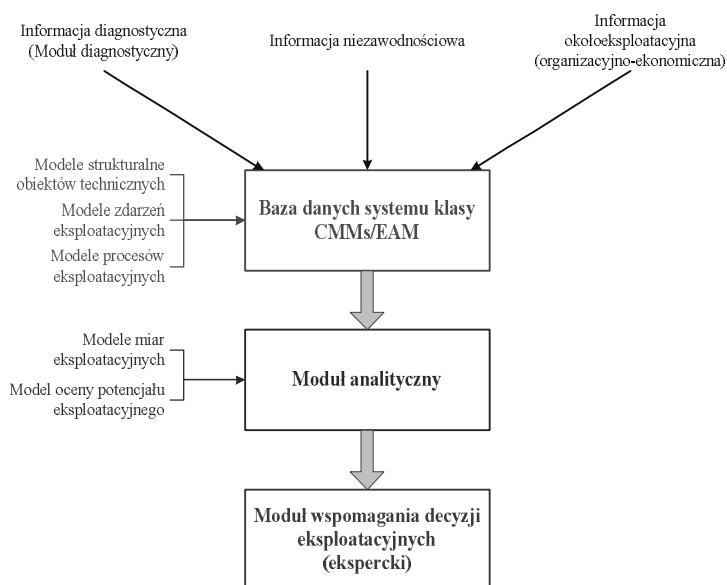
Stwierdzono potrzebę opracowania systemu umożliwiającego ocenę przydatności pojazdu wojskowego do wykorzystania w długotrwałych misjach na podstawie analizy danych diagnostycznych i eksploatacyjnych.

Przedstawione w pracy wyniki stanowią element badań statutowych BK-203/ROZ3/2013 pt. „Transfer wiedzy w cyklu życia produktu” zrealizowanych w Instytucie Inżynierii Produkcji Politechniki Śląskiej.

2. Koncepcja systemu wspomagającego

Na podstawie wiedzy i doświadczenia pracowników Instytutu Inżynierii Produkcji Politechniki Śląskiej w realizacji prac badawczych i rozwojowych związanych z problematyką wspomagania zarządzania eksploatacją systemów technicznych [1, 6, 9, 2, 5], uzupełnioną wartościowym zasobem informacji pozyskanych w wyniku przeglądu i analizy literatury przedmiotu [3, 4, 8, 10, 11], zaproponowano koncepcję systemu (Rys. 1). Założono, że wejściem systemu powinien być wieloaspektowy zbiór informacji eksploatacyjnych obejmujący w szczególności:

- informację diagnostyczną, pozyskaną i przetworzoną, w oparciu o zbudowane algorytmy, na postać decyzyjną,
- informację niezawodnościową, w postaci zasobu technicznych uwarunkowań funkcjonowania badanych obiektów w czasie (historia eksploatacji, dokumentacja techniczno-ruchowa itp.),
- informację okołoeksploatacyjną, w postaci ilościowych zasobów dotyczących uwarunkowań ekonomicznych i organizacyjnych funkcjonowania badanych obiektów.



Rys. 1. Koncepcja systemu wspomagania eksploatacji mobilnego sprzętu specjalnego [7]

Podstawowy element systemu stanowić powinna baza danych w strukturze systemu klasy CMMs, opracowana na bazie identyfikacji modeli obiektów, zdarzeń i procesów eksploatacji. Informacje gromadzone i przetwarzane w bazie danych będą stanowić punkt wyjścia do opracowania zbioru miar pozwalających na ocenę potencjału eksploatacyjnego związanego z funkcjonowaniem badanych obiektów. W oparciu o wybrane i zweryfikowane miary, opracowany zostanie model oceny potencjału eksploatacyjnego, w postaci zagregowanej i normowanej wartości rangi. Wyjście systemu to moduł

ekspertowy stanowiący podstawę wspomagania decyzji dotyczących przyszłych sytuacji eksploatacyjnych.

W wyniku wstępnej analizy problemu, zauważono, że jednym z podstawowych ograniczeń w opracowaniu takiego systemu jest szczątkowy i/lub rozproszony zasób danych historycznych o eksploatacji sprzętu wojskowego.

Niniejsze badania stanowią próbę weryfikacji przyjętego założenia, w szczególności w zakresie przygotowania bazy danych w systemie CMMs na podstawie identyfikacji źródeł i miejsc powstawania danych eksploatacyjnych dla wybranej klasy sprzętu wojskowego. W ramach realizacji zadania nawiązano współpracę z Ośrodkiem Badawczo-Rozwojowy Urządzeń Mechanicznych „OBRUM” z siedzibą w Gliwicach, w ramach umowy Nr 88//2013 z dnia 22.05.2013 r. Przedmiot badań stanowił pojazd inżynieryjny - most na podwoziu samochodowym MS-20 (Daglezja).

3. Charakterystyka obiektu badań

Obiekt badań stanowi most na podwoziu samochodowym MS-20 Daglezja. Budowę obiektu przedstawiono na (Rys.2). Główne elementy obiektu to [12]:

1. ciągnik siodłowy C-MS-20 (JELCZ C662.D.43) oraz naczepa specjalna N-MS-20, na której zamontowany jest układacz mostu,
2. przęsło mostu (PM-20) umieszczonego na układaczu na naczepie pojazdu,
3. wyposażenie dodatkowe, zawierające urządzenia, przyrządy oraz zestaw narzędzi i części zapasowych umożliwiających właściwą eksploatację mostu.



Rys. 2. Most samochodowy MS-20 [12]

Pojazd MS-20 jest wyposażony w nowoczesne przęsło mostu i zapewnia jego ułożenie na przeszkodzie terenowej oraz podjęcie z przeszkody przy pomocy specjalnego układacza. Przęsło mostu zapewnia wszystkim rodzajom pojazdów wojskowych będących na wyposażeniu SZ RP i państw NATO oraz innym pojazdom, szybkie pokonywanie wąskich – o szerokości do 20 m – naturalnych i sztucznych przeszkód terenowych pod warunkiem,

że pojazdy te nie będą wywoływały obciążenia wyższego niż klasy MLC 70 dla pojazdów gąsienicowych i MLC 110 dla zestawu pojazdów kołowych.

Na podstawie analizy dokumentacji DTR dla mostu MS-20 ustalono rodzaje przeglądów i obsług technicznych, które zestawiono w Tab. 1.

Tab. 1. Zestawienie prac obsługowych i naprawczych mostu MS-20 (opracowanie własne w oparciu o [12])

Rodzaj obsługi/naprawy	Warunki realizacji
Przeгляд przed wyjazdem z parku sprzętu technicznego	Przeprowadzany w dniu użytkowania mostu
Przeгляд podczas przerw w marszu dla pojazdu lub pracy przęsła	Przeprowadzany podczas dłuższych przerw w marszu lub pracy mostu
Codzienna OT	Przeprowadzana po każdym wyjeździe niezależnie od ilości przejechanych kilometrów
Okresowe obsługiwane techniczne nr 1 (OT-1)	Przeprowadzane dla ciągnika/naczepy, co 30 000 km lub po 10 000 km przebiegu, zaś dla przęsła mostu po każdych 12 h pracy układu hydraulicznego lub po 200 cyklach manipulowania przęsłem
Okresowe obsługiwane techniczne nr 2 (OT-2)	Przeprowadzane dla ciągnika/naczepy, co 60 000 km lub po 20 000 km przebiegu, zaś dla przęsła mostu po każdych 60 h pracy układu hydraulicznego lub po 500 cyklach manipulowania przęsłem
Obsługiwane wodne	Przeprowadzane po każdym pokonaniu przeszkody wodnej
Obsługa roczna	Przeprowadzana w cyklu rocznym niezależnie od przebiegu i częstości użytkowania
Obsługa specjalna	Przeprowadzana co 10 lat niezależnie od przebiegu i częstości użytkowania
obsługa przy wymianie oleju hydraulicznego	przeprowadzana w przypadku znacznego zanieczyszczenia oleju, bądź co 5 lat, chyba że producent oleju zaleci inaczej

4. Przebieg realizacji badań

Poszczególne etapy badań obejmowały następujące zadania:

1. identyfikację źródeł i miejsc powstawania oraz wykorzystywania danych i wiedzy eksploatacyjnej o wybranych pojazdach wojskowych w decyzyjnych procesach eksploatacyjnych,
2. opracowanie diagramów przepływu danych DFD, jako narzędzia modelowania przepływu informacji i wiedzy pomiędzy uczestnikami realizacji procesów obsługowo-naprawczych wybranego obiektu technicznego specjalnego przeznaczenia,
3. budowę modeli obiektów i procesów obsługiwania obiektów technicznych,
4. badania analityczne w zakresie możliwości wspomaganie procesów obsługiwania mobilnych obiektów wojskowych, obejmujące utworzenie prototypowej bazy

danych w wybranym systemie klasy CMMs oraz testowanie i weryfikacja działania bazy.

Etap wstępny badań stanowiła inwentaryzacja źródeł i miejsc powstawania wiedzy eksploatacyjnej związanej z cyklem życia obiektu. Zadanie to zrealizowane zostało z wykorzystaniem metody wywiadu z przedstawicielem producenta sprzętu. W wyniku jego przeprowadzenia określono:

1. Źródła powstawania wiedzy eksploatacyjnej związanej z cyklem życia produktu, do których można zaliczyć:
 - wyniki badań i realizacji prac rozwojowych stanowiących punkt wyjścia do identyfikacji i analizy elementów kosztotwórczych, wpływających na późniejszą eksploatację nowego wyrobu, m in. w oparciu wiedzę i doświadczenia pozyskane w procesie wytwarzania i eksploatacji wyrobów mających wspólne lub zbieżne cechy konstrukcyjne i eksploatacyjne,
 - dzienniki montażu prototypów i serii,
 - wyniki prób i badań zakładowych i kwalifikacyjnych dotyczących modelu, podzespołów, prototypu i serii informacyjnej nowego wyrobu,
 - informację od użytkowników o bieżącej eksploatacji, zgłoszeń reklamacyjnych, protokołów z napraw gwarancyjnych i protokołów odbioru technicznego po naprawie,
 - wytyczne określone w umowach na modernizację wyrobów,
 - informację i wiedzę pozyskiwaną od poddostawców zespołów instalowanych na wyrobie,
 - normy czasowe i eksploatacyjne dla pojazdów ustalone przez właściwe służby logistyczne podlegające MON,
 - indywidualne harmonogramy serwisowania, diagnostyki i wymian okresowych,
 - uśrednione wyliczone czasy pomiędzy uszkodzeniami i średni czas napraw.
2. Lokalizację miejsc wykorzystania zasobów wiedzy w decyzyjnych procesach eksploatacyjnych, do których można zaliczyć:
 - PRODUCENTA - producent i serwisant gwarancyjny sprzętu,
 - UŻYTKOWNIKA - jednostka wojskowa,
 - GESTORA - Ministerstwo Obrony Narodowej, reprezentowany w tym przypadku przez Inspektorat Wsparcia i Regionalne Bazy Logistyczne w zakresie planowania, obsługi finansowej, prowadzenia ewidencji ilościowo-wartościowej dla zabezpieczenia jednostek wojskowych w dostawach sprzętu, specjalistycznego wyposażenia i materiałów oraz zakresie serwisowania sprzętu.

5. Badania przepływu informacji

Przeprowadzone badania w zakresie identyfikacji zasobów informacji i wiedzy o wybranych pojazdach specjalnego przeznaczenia, miejsc ich powstawania i sposobów przetwarzania, a także istniejących możliwości wykorzystania w procesie obsługiowania pozwoliły w pierwszej kolejności na sformułowanie następujących wniosków:

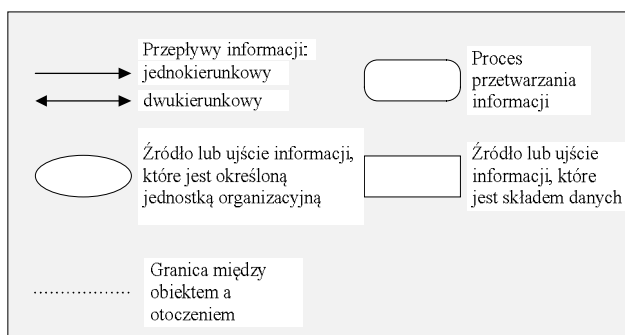
- występuje brak scentralizowanych źródeł danych o obiektach,
- istniejące zasoby gromadzone są w sposób rozproszony, w postaci zestawień i opisów papierowych,
- brak jest technologii informatycznej wspomagającej zarządzanie informacją eksploatacyjną.

Powyższe uwarunkowania ograniczają prowadzenie skutecznych analiz eksploatacyjnych, a tym samym istnieją realne trudności w zakresie możliwości wspomagania procesu decyzyjnego (zgodnie ze schematem przedstawionym na Rys. 1).

W związku z tym, opracowany został model przepływu informacji i wiedzy pomiędzy uczestnikami realizacji procesów obsługowo-naprawczych wybranego obiektu technicznego specjalnego przeznaczenia. Model ten, w oparciu o graficzne diagramy przepływu danych DFD, powstał w wyniku przeprowadzonych badań, zebranych informacji oraz określonych działań uogólniających.

W tym przypadku system określony jako „organizacja utrzymania ruchu” został podzielony na podsystemy, które odpowiadają etapom zadania obsługowego/naprawczego. W ramach przeprowadzonych badań, dany obiekt został wyodrębniony z otoczenia i rozpoznano przepływ informacji wewnątrz tego obiektu. Zadania obsługowo-naprawcze zostały skojarzone z przepływami informacji między otoczeniem a wejściami i wyjściami. W trakcie realizacji zadań, informacja z wejść była poddawana procesowi przetwarzania, który zachodził w ramach organizacji, aż do wyprowadzenia informacji wyjściowej. Na podstawie tak przeprowadzonej analizy, opracowano opis wejść – wyjść informacyjnych, specyfikację zadań realizowanych w ramach badanej organizacji oraz przepływów informacji pomiędzy obiektami.

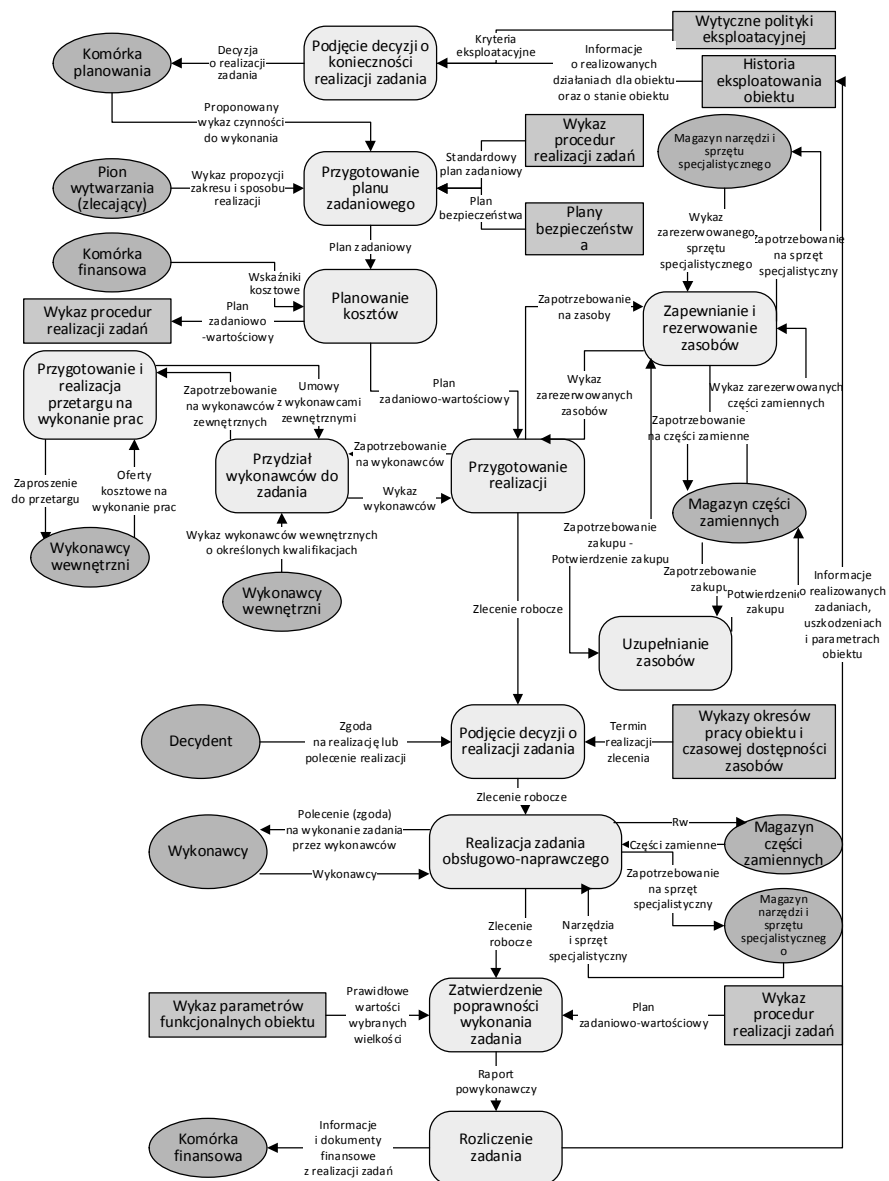
Dla realizacji diagramów zastosowano zbiór symboli, które odwzorowują przepływy informacji (danych), źródła informacji oraz operacje przetwarzania. Na wszystkich diagramach zastosowano jednolitą symbolikę, którą przedstawia Rys. 3.



Rys. 3. Specyfikacja symboli diagramów DFD [9]

Działania eksploatacyjne w odniesieniu do badanego obiektu sprowadzają się do realizacji zadań umożliwiających utrzymanie go w stanie zdolności eksploatacyjnej oraz przywracanie do stanu zdolności. W związku z tym opracowany i przedstawiony na Rys. 4 model, został ukierunkowany właśnie na realizację takich działań. Pomimo takiego ukierunkowania, w ramach tego modelu, uwzględnione zostały ogólne ramy organizacyjno-techniczne działalności utrzymania ruchu, w szczególności wszystkie składniki, których udział warunkuje prawidłowy przebieg procesów eksploatacyjnych. Chodzi tu przede wszystkim o: personel, części zamienne i materiały eksploatacyjne, narzędzia i sprzęt specjalistyczny (m.in. aparatura pomiarowa i diagnostyczna, urządzenia transportowe).

Model ten jest w tym przypadku modelem zamkniętym, co oznacza, że działania są realizowane w pewnych powtarzalnych cyklach, które zwykle są od siebie zależne. Cykl, w tym przypadku, rozpoczyna się od potrzeby wykonania zadania (wynikającej z polityki eksploatacyjnej oraz z historii eksploataowania obiektu), a kończy się na rejestracji historii eksploataowania obiektu.



Rys. 4. Model przepływu informacji i wiedzy pomiędzy uczestnikami realizacji procesów obsługowo-naprawczych wybranego obiektu technicznego specjalnego przeznaczenia (opracowanie własne w oparciu o [6])

Za pomocą tego modelu można przedstawić sposób realizacji każdej obsługi, bez względu na jej rodzaj czy warunki zgłoszenia. Model ten ma charakter uogólniony, w którym realizowane działania zostały przedstawione za pomocą bloków reprezentujących pewien zbiór zadań. Stosując metodę dekompozycji hierarchicznej można, dla konkretnej obsługi/naprawy, uszczegóławiać poszczególne elementy, a tym samym różnicować

wygląd modelu dla konkretnych przypadków. Lokalizacja zidentyfikowanych źródeł lub ujść informacji i wiedzy o charakterze jednostki organizacyjnej lub składu danych zestawiono w Tab. 2.

Tab. 2. Struktura źródeł i ujść informacyjnych obsługiwanego badanego obiektu

Źródło lub ujście informacji i wiedzy	Charakterystyka
Źródła i ujścia informacji i wiedzy w postaci jednostki organizacyjnej	
Komórka planowania	Producent - źródło informacji o terminach i zakresach prac obsługowo-naprawczych
Komórka finansowa	Producent - źródło informacji o warunkach finansowych zadania, ujście informacji o kosztach realizacji prac obsługowo-naprawczych Gestor - źródło informacji o możliwościach finansowych zadania
Pion zlecający	Użytkownik - źródło informacji o technicznych warunkach konieczności realizacji prac obsługowo-naprawczych, ujście informacji o zakresie wykonanych prac
Wykonawcy	Producent - ujście informacji o sposobie i zakresie realizacji prac obsługowo-naprawczych
Decydent	Gestor - źródło informacji o ekonomicznych możliwościach prowadzenia pracy Producent - źródło informacji o technicznych, organizacyjnych i ekonomicznych warunkach rozpoczęcia i prowadzenia pracy, ujście informacji o zakresie wypełnienia wymagań realizacji zlecenia
Magazyn narzędzi i sprzętu specjalistycznego	Producent - źródło informacji o dostępności narzędzi i sprzętu specjalistycznego dla potrzeb realizacji prac obsługowo-naprawczych, ujście informacji o zakresie wykorzystania narzędzi i sprzętu specjalistycznego w zrealizowanych pracach obsługowo-naprawczych
Magazyn części zamiennych	Producent - źródło informacji o dostępności części zamiennych dla potrzeb realizacji prac obsługowo-naprawczych, ujście informacji o zakresie wykorzystania części zamiennych w zrealizowanych pracach obsługowo-naprawczych
Źródła i ujścia informacji i wiedzy w postaci składu danych	
Wytyczne polityki eksploatacyjnej	Producent - źródło informacji i wiedzy o technicznych sposobach zagospodarowania cyklu eksploatacyjnego obiektu Gestor - źródło informacji i wiedzy o finansowych i organizacyjnych sposobach zagospodarowania cyklu eksploatacyjnego obiektu
Historia eksploatacji obiektu	Producent - źródło i ujście informacji i wiedzy o dotychczasowych sposobach zagospodarowania cyklu eksploatacyjnego obiektu
Wykazy okresów pracy i dostępności zasobów	Użytkownik - źródło informacji i wiedzy o możliwości udostępnienia obiektu dla potrzeb przeprowadzenia prac obsługowo-naprawczych
Wykaz procedur realizacji zadań	Producent - źródło informacji i wiedzy w postaci dokumentacji i procedur realizacji określonych zadań i czynności w ramach prac obsługowo-naprawczych
Wykaz parametrów funkcjonalnych obiektów	Producent - źródło informacji i wiedzy o danych znamionowych eksploatowanych obiektów technicznych

5. Weryfikacja badawcza przyjętych założeń

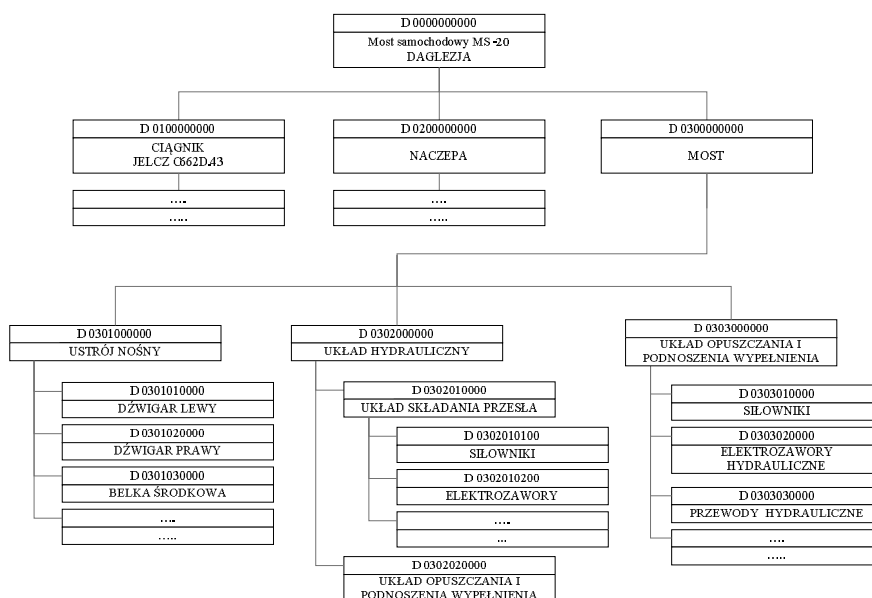
W celu weryfikacji sposobu wspomagania zarządzania informacją i wiedzą o badanym eksploatowanym systemie technicznym:

1. opracowano i uporządkowano strukturę zasobów informacji i wiedzy w zakresie budowy i funkcjonowania badanego obiektu,
2. wprowadzono zgromadzone zasoby informacji i wiedzy do systemu komputerowego klasy CMMs (ZMT),
3. przeprowadzono badania symulacyjne, w zakresie potencjalnej realizacji przykładowej obsługi technicznej obiektu.

Możliwość wspomagania działań obsługowych i naprawczych wymaga przygotowania zasobów informacji i wiedzy o badanym obiekcie, obejmujących:

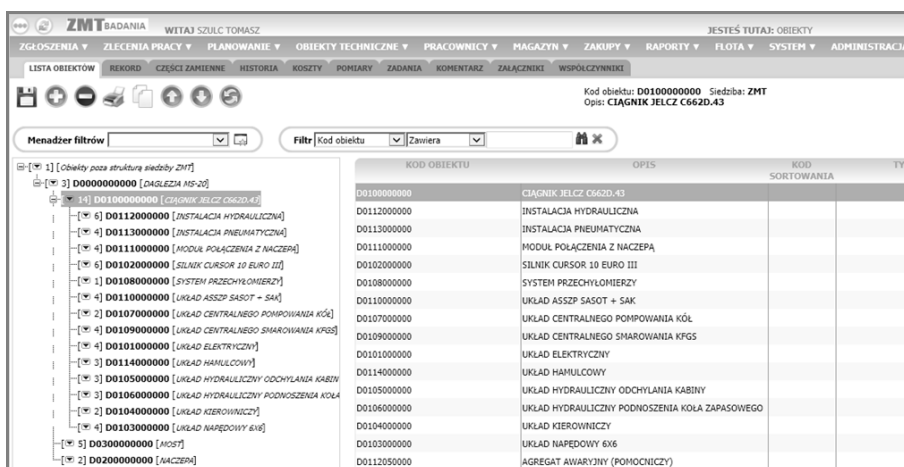
- strukturę składników budowy obiektu,
- strukturę prac obsługowo-naprawczych,
- strukturę zasobów eksploatacyjnych (części zamienne, materiały eksploatacyjne, pracownicy, narzędzia, sprzęt specjalistyczny, usługi).

Strukturę składników obiektu buduje się w oparciu o tzw. model hierarchiczny, obrazujący powiązania pomiędzy poszczególnymi podzespołami i elementami. Schemat fragmentu modelowanego obiektu - przedstawiono na Rys. 5.



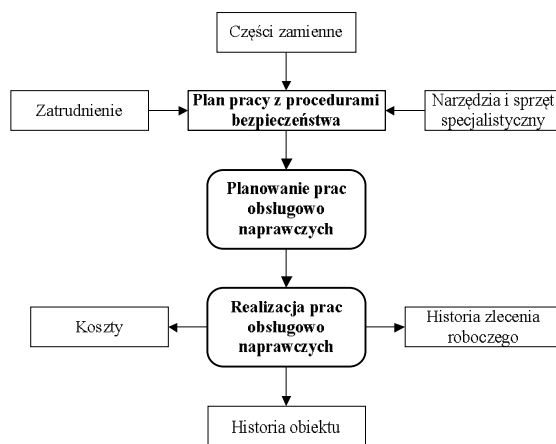
Rys. 5. Fragment modelu hierarchicznego badanego obiektu

Poszczególne "fragmenty" modelowanego obiektu są reprezentowane przez odrębne bloki, powiązane ze sobą z uwzględnieniem zasady dekompozycji hierarchicznej [1, 3]. Każdy element w ramach struktury jest jednoznacznie identyfikowany z wykorzystaniem odpowiednich kodów. Przygotowane modele zaimplementowano w systemie klasy CMMs - ZMT. Przykład ekranu systemu ZMT zawierający fragment struktury badanego obiektu przedstawiono na Rys. 6.



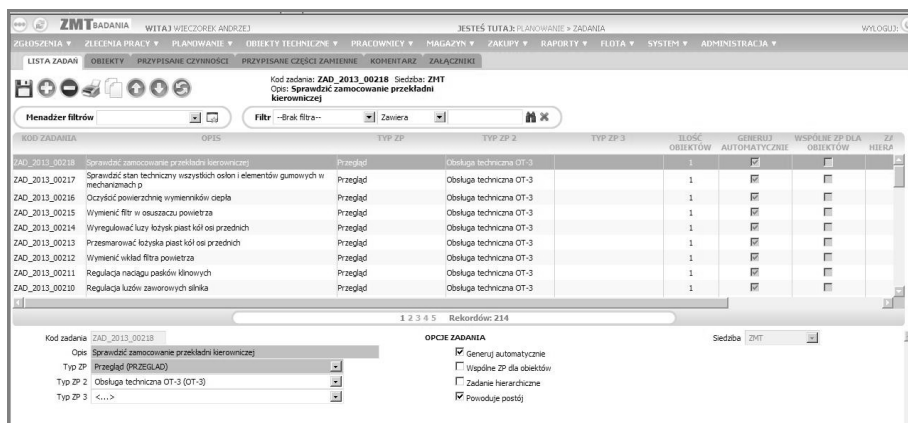
Rys. 6. Przykładowy ekran systemu ZMT zawierający fragment struktury badanego obiektu

Struktura prac obsługowo-naprawczych obejmuje zasoby pozwalające na planowanie i przygotowanie oraz realizację i kontrolę realizacji usług i napraw, które są realizowane z wykorzystaniem dokumentów zwanych zleceniami robót, zleceniami roboczymi lub zleceniami pracy. Przetwarzanie zleceń obejmuje dwa obszary zadaniowe: planowanie i realizację (Rys. 7).



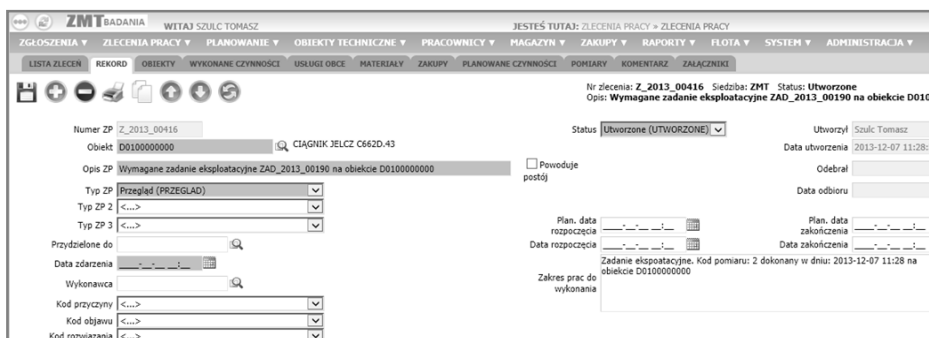
Rys. 7. Ogólny sposób planowania i realizacji prac obsługowo-naprawczych [6]

Planowanie prac obsługowo-naprawczych z wykorzystaniem zleceń robót polega na określeniu terminu realizacji zlecenia, zakresu i kolejności zadań do wykonania oraz wszystkich uczestników i składników zadania obsługowego/naprawczego. Realizacja prac obsługowo-naprawczych obejmuje nadzór nad prawidłowym wykonaniem usług i napraw a także przeprowadzenie analiz powykonawczych Dla badanego obiektu w systemie ZMT zaimplementowano strukturę planowanych prac obsługowo-naprawczych (Rys. 8).



Rys. 8. Przykładowy ekran systemu ZMT z fragmentem struktury prac obsługowych

W oparciu o zdefiniowane zasoby informacji i wiedzy przeprowadzono badania symulacyjne, polegające na realizacji zadania obsługowego w ramach systemu ZMT. Celem przeprowadzonych badań było potwierdzenie możliwości wspomagania ww. prac z wykorzystaniem systemu klasy CMMs, a tym samym weryfikacji skuteczności tego typu rozwiązań w zakresie specyficznych obiektów, jakim są pojazdy specjalnego przeznaczenia. Przykładowy ekran z przeprowadzonej symulacji przedstawiono na Rys. 9.



Rys. 9. Przykładowy ekran realizacji badania symulacyjnego

6. Podsumowanie

Przedstawione w referacie wyniki badań stanowią etap wstępny związany z opracowaniem systemu wspomagania zarządzania eksploatacją pojazdów specjalnego przeznaczenia uwarunkowane stanem technicznym. Brak uporządkowanego i z informatyzowanego sposobu gromadzenia danych historycznych, szczególnie w zakresie planowania i realizacji prac obsługowych i naprawczych obiektów tego typu, stanowiąc

może kluczową przyczynę ograniczającą możliwość, celowość i sensowność funkcjonowania takiego systemu.

Na podstawie przykładu badanego pojazdu wojskowego wskazano możliwości i potrzeby wspomaganie zarządzania eksploatacją mobilnych obiektów technicznych specjalnego przeznaczenia szczególnie w zakresie gromadzenia i przetwarzania danych eksploatacyjnych z wykorzystaniem systemu klasy CMMs.

Autorzy referatu wskazują jednocześnie na konieczność prowadzenia dalszych badań szczególnie w zakresie budowy i weryfikacji skutecznych modeli analiz eksploatacyjnych, w oparciu o wybrane cechy obiektów (tj. niezawodność, efektywność, gotowość) a na tej podstawie opracowania metodyki wspomaganie podejmowania decyzji.

Literatura

1. Kaźmierczak J.: Eksploatacja systemów technicznych. Politechnika Śląska, Gliwice 2000.
2. Komoniewski M., Loska A., Paszkowski W., Wieczorek A.: Ćwiczenia z przedmiotu Eksploatacja systemów technicznych. Skrypt nr 2157, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1999.
3. Konieczny J.: Podstawy eksploatacji urządzeń. Wydawnictwo Ministerstwa Obrony Narodowej, Warszawa 1975.
4. Levitt J.: The Handbook of Maintenance Management. Industrial Press Inc., New York 2009.
5. Loska A. Remarks about modelling of maintenance processes with the use of scenario techniques. Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability 2012; 14 (2): 5–11.
6. Loska A. Wybrane aspekty komputerowego wspomaganie zarządzania eksploatacją i utrzymaniem ruchu. Monografia. Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2012.
7. Loska A.: Sposób wspomaganie eksploatacyjnego procesu decyzyjnego w sieciowym systemie technicznym. Czasopismo Mechanik 7/2013, XVII Międzynarodowa Szkoła Komputerowego Wspomaganie Projektowania, Wytwarzania i Eksploatacji, Szczyrk 2013
8. Niebel W.B.: Engineering Maintenance Management. Second edition. Marcel Dekker Inc., New York 1994.
9. Senczyna S.: Modelowanie sterowania procesów przemysłowych. Politechnika Śląska, skrypt nr 2064, Gliwice 1997.
10. Wiremann T.: Developing performance indicators for managing maintenance (second edition). Industrial Press, New York 2005.
11. Żółtowski B.: Podstawy diagnostyki maszyn. Wydawnictwa Uczelniane Akademii Techniczno-Rolniczej, Bydgoszcz 1996.
12. Instrukcja opis i użytkowanie MS-20 (cz.I-III), Materiały MON, Wrzesień 2012.

Dr inż. Marek KOMONIEWSKI,

Dr inż. Andrzej LOSKA

Instytut Inżynierii Produkcji, Wydział Organizacji i Zarządzania

Politechnika Śląska, 41-800 Zabrze, ul. Roosevelta 26-28

tel.: (0-32) 277 73 63, fax: (0-32) 277 73 62

e-mail: Marek.Komoniewski@polsl.pl, Andrzej.Loska@polsl.pl