

3

MOŻLIWOŚCI I POTRZEBY W ZAKRESIE WYKORZYSTANIA SYSTEMU KLASY CMMS W SZPITALU

3.1 WSTĘP

Efektywność oraz bezpieczeństwo realizacji procedur medycznych w szpitalach często zależą od stanu technicznego środków technicznych eksploatowanych w tych organizacjach. Środki te muszą spełniać wysokie wymagania w zakresie: standardów sanitarnych, niezawodności oraz bezpieczeństwa. Konieczne jest zatem podejmowanie przez kadrę zarządzającą szpitalem działań, które zagwarantują spełnienie tych wymagań. Niezbędne staje się dysponowanie danymi o stosowanych środkach technicznych, w tym zdarzeniach występujących w ramach eksploatacji tych środków. Dane takie muszą być w odpowiedni sposób gromadzone oraz udostępniane użytkownikom – pracownikom szpitala. Taką możliwość daje wykorzystanie systemu komputerowego wspomaganie zarządzania eksploatacją i utrzymaniem ruchu, czyli systemu klasy CMMS (ang. *Computerized Maintenance Management systems*) [3]. Istotnym problemem jest wybór odpowiedniego systemu, dostosowanego do realiów szpitala.

W artykule przedstawiono studium potrzeb i możliwości wykorzystania systemów klasy CMMS w szpitalach, a także wyniki analizy porównawczej dwóch systemów tej klasy w kontekście ich przystawiania do potrzeb wybranego szpitala. Dokonano konfrontacji wyników analizy z rzeczywistymi potrzebami badanego szpitala.

3.2 EKSPLOATACJA ŚRODKÓW TECHNICZNYCH W SZPITALU – WYBRANE ZAGADNIENIA

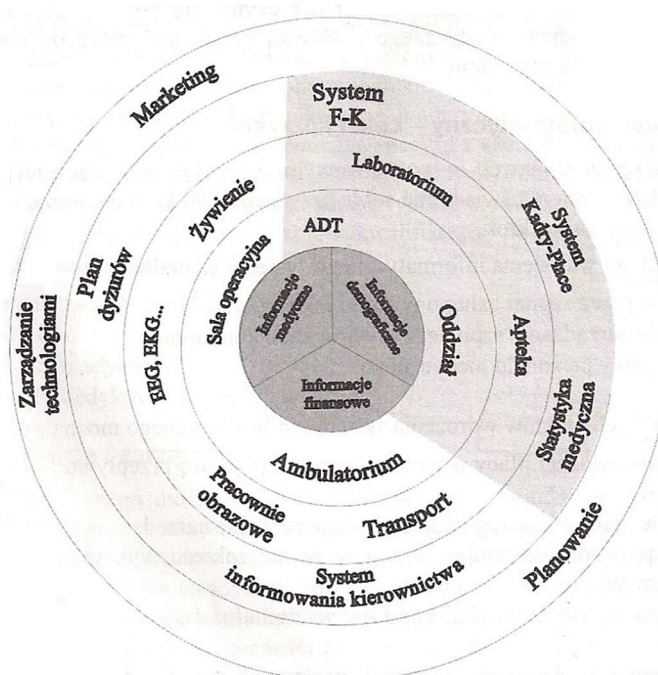
Proces leczenia pacjentów dokonuje się dzięki będącym w dyspozycji szpitala środkom technicznym. Są to [1, 6]:

- sprzęt techniczny oraz aparatura medyczna,
- pomieszczenia (budynki i budowle),
- sieci doprowadzające media do budynków oraz instalacje, w jakie budynki są wyposażone (sieci elektroenergetyczne, instalacje elektryczne, sieci i instalacje

wodno-kanalizacyjne, centralne instalacje gazów medycznych, sieci wentylacyjno-klimatyzacyjne, sieci informatyczne, sieci grzewcze).

Realizacja tego procesu opiera się na systemie informacyjnym. Jego główne elementy przedstawiono na rys. 3.1.

W systemie informacyjnym szpitala w szczególności gromadzone i przetwarzane są dane dotyczące eksploatacji środków technicznych (dotyczy to np. obszarów EEG, EKG, Transport – rys. 3.1). Są to dane identyfikujące środki techniczne oraz opisujące przebieg ich eksploatacji.



Rys. 3.1 Miejsca powstawania informacji w systemie szpitalnym

Źródło: [9]

Integralnym i niezbędnym elementem realizacji procesu eksploatacji środków technicznych jest zarządzanie tym procesem (opisanym w [2]), a co za tym idzie – zastosowanie odpowiedniego, wspomagającego systemu informatycznego. W przypadku komputerowego wspomaganie zarządzania eksploatacją środków technicznych w dyspozycji szpitala należy wziąć pod uwagę wymagania stawiane systemom klasy CMMS a także potrzeby szpitala.

Jak wspomniano, grupą środków technicznych stosowanych w szpitalach jest aparatura medyczna. Według [5] system, dzięki któremu placówka medyczna może sprawnie zarządzać kosztami związanymi z serwisem aparatury medycznej oraz czasem, jaki poświęca na przestoje, poprawia jej funkcjonowanie, a zyski z takiej inwestycji łatwo jest policzyć. Nowoczesny system do zarządzania aparaturą medyczną umożliwia:

- zgłaszanie awarii online,
- rejestrowanie przestojów,

- wspomaganie pracowników w codziennym zarządzaniu usługami serwisowymi czy sporządzaniu raportów,
- rejestrację umów serwisowych,
- szybką weryfikację terminów badań sprzętu,
- szybkie tworzenie i wysyłkę zapytań ofertowych czy zleceń serwisu,
- obsługa pozostałych warstw danych, np. dotyczących urządzeń technicznych, ale nie medycznych.

Wymagane funkcjonalności systemu klasy CMMS to m.in.: tworzenie rejestrów sprzętu, planowanie i kontrola realizacji działań utrzymania ruchu z uwzględnieniem niezbędnych zasobów rzeczowych i ludzkich, obsługa awarii, gospodarka magazynowa (planowanie poziomów magazynowych, procedury zakupowe), tworzenie analiz i zestawień.

3.3 ANALIZA PORÓWNAWCZA WYBRANYCH SYSTEMÓW KLASY CMMS

Analiza porównawcza wybranych systemów klasy CMMS przebiega w dwóch etapach [8]:

- ustalenie kryteriów porównywania – stanowią odzwierciedlenie istotnych cech systemów,
- zastosowanie metody ELECTRE I [4, 7] dla porównania wybranych CMMS na podstawie kryteriów.

3.3.1 Kryteria porównywania wybranych systemów klasy CMMS

Kryteria dla porównania systemów CMMS zdefiniowano w obszarach [8]:

- rejestrowania przebiegu procesu eksploatacji wyposażenia,
- zarządzania zadaniami obsługowo-naprawczymi,
- zarządzania zasobami ludzkimi i rzeczowymi na potrzeby realizacji zadań obsługowo-naprawczych,
- walorów użytkowych; walorami użytkowymi są wszelkiego rodzaju udogodnienia, które pozwalają na szybkie i sprawne „poruszanie się” po systemie.

Dla oceny systemów w zakresie rejestracji procesu eksploatacji wyodrębniono kryteria:

- a) możliwości w zakresie identyfikowania obiektu; konieczne jest przydzielenie obiektom i ich komponentom numerów identyfikacyjnych, a także kodów lokalizacji, w której obiekt/komponent się znajduje. Budowa każdego obiektu, jak również lokalizacje, w których mogą się znajdować obiekty, odwzorowane są w postaci hierarchicznej struktury.
- b) zapisy dotyczące eksploatacji obiektu; powinny istnieć następujące funkcjonalności:
 - rejestracja przemieszczeń (zmiana lokalizacji),
 - historia awaryjności,

- spis zleceń roboczych (zaplanowanych, w realizacji i zrealizowanych), wraz z pełną charakterystyką dotyczącą zakresu prac i zasobów rzeczowych i ludzkich,
- zapisy dotyczące bieżącego stopnia zaawansowania realizacji zleceń roboczych.

Kryteria istotne z punktu widzenia wspomaganie zarządzania zadaniami obsługowo-naprawczymi są następujące:

- a) możliwości w zakresie planowania zadań obsługowo-naprawczych w oparciu o resurs czasowy; istotne są następujące elementy:
 - uwzględnienie różnorodności mierników stanowiących podstawę obliczania "resursu czasowego" – CMMS powinien uwzględniać następujące warianty planowania zadań obsługowo-naprawczych:
 - na podstawie „przepracowanego czasu”,
 - na podstawie innych niż czas mierników, np. ilość przejechanych kilometrów,
 - na podstawie „przepracowanego czasu” i innych mierników (CMMS bazuje wówczas na tej wielkości, która jest osiągnięta jako pierwsza),
 - istnienie rozwiązań pozwalających kontrolować i dostosowywać harmonogram realizacji czynności obsługowo-naprawczych w następujących przypadkach:
 - według planu realizacja czynności przypada w dzień wolny od pracy,
 - według planu realizacja czynności przypada w "nieaktywnym sezonie" danego obiektu; uwzględnienie sezonowości wykorzystywania obiektów dotyczy na przykład systemów klimatyzacyjnych i grzewczych,
 - realizacja zlecenia roboczego została opóźniona lub przyspieszona,
- b) względy bezpieczeństwa – CMMS powinno umożliwiać określenie zagrożeń związanych z realizacją poszczególnych zadań obsługowo-naprawczych realizowanych oraz wskazanie środków ostrożności, które należy przedsięwziąć,
- c) możliwość kształtowania przebiegu procesu eksploatacji w oparciu o badania diagnostyczne – CMMS powinno umożliwiać zapisywanie wyników pomiarów wybranych punktów pomiarowych, ich analizę (np. poprzez odniesienie do ustalonych przez producenta alarmowych wartości minimalnych i maksymalnych tych punktów) oraz, gdy zajdzie taka potrzeba, automatyczne generowanie zleceń pracy,
- d) możliwość zestawienia kosztów szacowanych i faktycznych każdego zrealizowanego zlecenia pracy – koszty szacowane i faktyczne umożliwiają opracowanie raportu, którego analiza pozwala na dostrzeżenie niepokojąco dużych odchyleń między tymi wielkościami oraz podjęcie poszukiwań przyczyn tego zjawiska (np. identyfikacja nieprawidłowości w realizacji zleceń).

W obszarze zarządzania zasobami ludzkimi i rzeczowymi na potrzeby realizacji zadań obsługowo-naprawczych wyróżniono następujące kryteria:

- a) istnienie rozwiązań usprawniających przydzielanie pracowników do realizacji zleceń pracy; CMMS powinien ułatwiać przydzielanie personelu do realizacji zleceń tak, by były spełnione wymogi tego zlecenia co do liczby i kwalifikacji pracowników. Istotne jest tworzenie i przeglądanie danych dotyczących poszczególnych pracowników – ich kwalifikacji i dyspozycyjności (urlopy, szkolenia, zmiany robocze itd.), w tym ilości godzin „zarezerwowanych” dla innych (wcześniej wygenerowanych lub ważniejszych) zleceń.
- b) możliwości w zakresie kształtowania zasobów magazynowych; istotna jest dostępność głównych narzędzi kształtowania zapasów, takich jak np.: analiza ABC, wyznaczanie ekonomicznej partii dostaw (EPD) i punktu ponownego zamawiania (PPZ).
- c) możliwość pozyskiwania informacji o dostępności poszczególnych zasobów magazynowych (materiałów i części zamiennych) oraz ich zastępników; istotne są następujące elementy:
- szczegółowość danych – dane nie tylko na temat tego, ile poszczególnych zasobów jest w magazynach, lecz także ile z nich jest już zarezerwowanych i na potrzeby którego zlecenia, a ile jest „w drodze” (oczekiwanie na dostawę). Numer zlecenia pracy, dla którego zarezerwowano dany zasobów pozwoli ustalić, czy możliwe jest przyporządkowanie tych zasobów do zlecenia o wyższym priorytecie, np. w przypadku awarii.
 - odnotowywanie danych o zasobach magazynowych – szczegółowość i aktualność danych o dostępności zasobów wymaga istnienia rozwiązań służących aktualizacji danych o zasobach magazynowych, dlatego też CMMS powinien umożliwiać odnotowywanie wszelkich transakcji magazynowych, takich jak m.in.:
 - zakup i przyjęcie towaru; istotna jest możliwość odnotowywania częściowej realizacji zamówienia przez dostawcę,
 - wydanie dla zleceń pracy oraz przyjmowanie zwrotu niewykorzystanych zasobów,
 - przemieszczenie zapasów w ramach magazynu i między magazynami,
 - aktualizowanie ilości danego zasobu, jaką przedsiębiorstwo faktycznie posiada; na przykład po inwentaryzacji.
- d) uwzględnienie kontaktów z innymi firmami – dostawcami i wykonawcami:
- analizowanie rynku dostawców i wykonawców (serwis) – tworzenie zapytań ofertowych oraz wprowadzanie do systemu danych z przysłanych ofert. Ich porównanie pomaga wybrać ofertę najkorzystniejszą w danej sytuacji (przykładowo, w danej chwili najlepsza może być oferta, która zapewnia najkrótszy czas dostawy).

Dla oceny walorów użytkowych CMMS, wykorzystane zostaną następujące kryteria:

- a) łatwość wyszukiwania danych (opcje filtrowania danych),

- b) rozwiązania usprawniające tworzenie zleceń roboczych (tworzenie i stosowanie różnego typu szablonów, co pozwala uniknąć wielokrotnego wprowadzania tych samych danych i popełniania ewentualnych błędów),
- c) pozostałe rozwiązania zwiększające sprawność działania w poszczególnych modułach:
- ⇒ pomoc systemu powinna być tak zorganizowana, by użytkownik mógł szybko znaleźć odpowiedzi na pytania dotyczące poszczególnych ekranów oraz okien dialogowych modułów,
 - ⇒ rozwiązania w zakresie wprowadzania i modyfikowania danych:
 - tworzenie nowych rekordów na zasadzie powielania i modyfikacji danych innych rekordów,
 - tworzenie wzorców (szablonów) danych technicznych poszczególnych klas obiektów,
 - tworzenie list części zamiennych występujących w wielu obiektach eksploatowanych w przedsiębiorstwie,
 - rozwiązania pozwalające uniknąć problemu braku zgodności formatu wprowadzanych dat (np. 7 marca 2001 można zapisać następująco: 07-03-01, 07.03.01, 03-07-01 itd.),
 - wyróżnienie (np. kolorem) pól „tylko do odczytu” oraz pól kluczowych – zwiększa to przejrzystość formularza modułu (np. przy jego przeglądaniu lub uzupełnianiu),
 - automatyczne uzupełnianie opisów pól na podstawie obcego klucza głównego wprowadzonego w jedno z pól danego ekranu, np. wstawianie pełnej nazwy oraz adresu firmy w ekranie modułu generowania zlecenia zakupów na podstawie wybranego kodu firmy w jednym z pól ekranu,
 - ⇒ w ramach CMMS najbardziej charakterystyczne dla danego modułu czynności oraz przejścia między modułami (np. w sytuacji, gdy trzeba wprowadzić nowe dane w innym module, by móc kontynuować działanie w bieżącym module) powinny być wykonywalne przy pomocy ikon w menu lub „prawego klawisza myszy”,
 - ⇒ CMMS powinno w ramach każdego modułu umożliwiać pobieranie danych z rekordów innego modułu, bez konieczności przemieszczania się do tego modułu, np.: w przypadku tworzenia zlecenia zakupów w dedykowanym module, powinna być możliwość pobrania danych z określonego rekordu modułu, w którym utworzono zapotrzebowanie zakupu.

3.3.2 Porównanie wybranych systemów klasy CMMS w oparciu o powyższe kryteria

Identyfikacja badanych systemów

Przedmiotem badań są wybrane systemy klasy CMMS: system X oraz system Y. Drugi wymieniony system jest użytkowany w badanym szpitalu.

Kryteria rejestracji procesu eksploatacji obiektów

System X posiada możliwość rejestracji danych o obiektach oraz ich komponentach, tj. ich kodu i nazwy. Obiekty oraz ich komponenty są elementami struktury typu hierarchicznego. Struktura ta obejmuje nie tylko obiekty oraz ich komponenty, ale również elementy lokalizacji (w której znajduje się dany obiekt). Natomiast system Y umożliwia gromadzenie danych tylko o obiektach (identyfikowanych na podstawie kodu i nazwy), jak również danych o lokalizacjach określanych za pomocą nazwy.

Obydwa systemy pozwalają rejestrować przemieszczenia obiektów z określonej lokalizacji do innej lokalizacji (w ramach istniejącej struktury). System X pozwala na rejestrację danych o historii awaryjności obiektów, natomiast system Y takiej możliwości nie posiada. System X umożliwia sortowanie zleceń roboczych względem obiektu, którego one dotyczą. Natomiast system Y takiej możliwości nie posiada. Stopień zaawansowania zlecenia można odnotować w obydwu systemach.

Kryteria zarządzania zadaniami obsługowo-naprawczymi

System X umożliwia planowanie zadań prewencyjnych na podstawie cyklu obsługowo-naprawczego oraz w oparciu inne mierniki (np. czasu pracy elementu) oraz kształtowanie przebiegu procesów eksploatacji w oparciu o badania diagnostyczne. Natomiast system Y pozwala na planowanie zadań wyłącznie w oparciu o czas kalendarzowy, poprzez wpisanie daty kolejnego zadania prewencyjnego.

Żaden z systemów nie pozwala na gromadzenie danych o istniejących zagrożeniach, wynikających z eksploatacji obiektów/ich komponentów.

Obydwa systemy dają możliwość rejestrowania danych wyłącznie o kosztach rzeczywistych, ponoszonych w wyniku eksploatacji obiektów.

Kryteria zarządzania zasobami ludzkimi i rzeczowymi na potrzeby realizacji zadań obsługowo-naprawczych

System X posiada możliwość gromadzenia danych o pracownikach wraz z szeroką informacją o posiadanych kwalifikacjach. Natomiast system Y posiada możliwość gromadzenia danych o pracownikach bez takiej informacji.

System X pozwala na gromadzenie danych o materiałach wraz z możliwością określania minimalnej i maksymalnej ilości zasobu, znajdującego się w określonym magazynie. Można także gromadzić dane o ilości rzeczywistej danego zasobu oraz o transakcjach magazynowych dla poszczególnych zasobów. System Y nie pozwala na gromadzenie jakichkolwiek danych dotyczących materiałów.

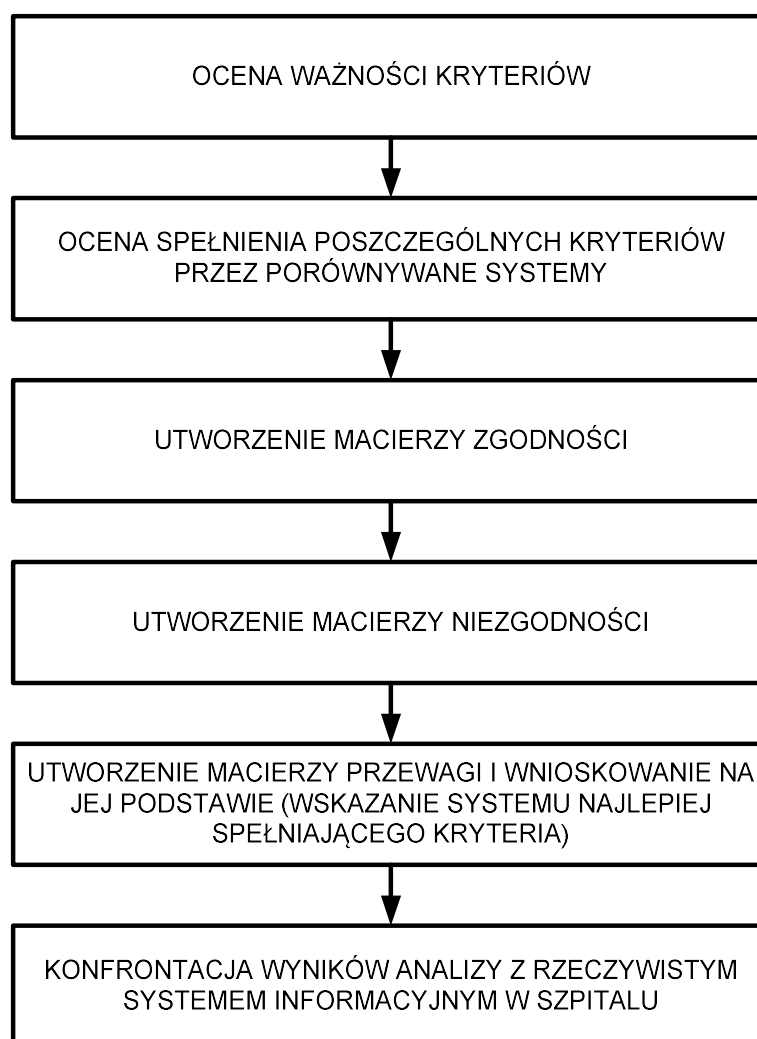
Obydwa systemy dają możliwość generowania zapytań ofertowych; w systemie Y odbywa się to na podstawie zgłoszeń.

Kryteria walorów użytkowych CMMs

Obydwa badane systemy posiadają możliwości w zakresie filtrowania danych. Natomiast żaden z systemów nie posiada rozwiązań usprawniających tworzenie zleceń roboczych. System X posiada ograniczone inne funkcjonalności – możliwość tworzenia wzorców (szablonów) danych technicznych poszczególnych klas obiektów. System Y dodatkowych funkcjonalności nie posiada.

3.3.3 Zastosowanie analizy ELECTRE 1 w porównaniu badanych systemów klasy CMMS oraz konfrontacja wyników analizy z rzeczywistymi potrzebami badanego szpitala

Algorytm wykorzystania metody ELECTRE w szczególności opisano w [4, 8]. Etapy w ramach sposobu postępowania, na które on wskazuje przedstawiono na rys. 3.2. W wyniku zastosowania metody ELECTRE ustalono, że systemem, który lepiej spełnia wskazane kryteria oceny jest system Y.



Rys. 3.2 Sposób postępowania obowiązujący w przypadku stosowania analizy ELECTRE

Z przeprowadzonej analizy porównawczej wynika, że istnieje potrzeba

wprowadzenia zmian zarówno w organizacji badanego szpitala, jak i zmian w wykorzystywanym systemie informatycznym (systemie Y). Zmiany te powinny polegać na:

- umożliwieniu wykorzystania strategii według ilości wykonywanej pracy (czynności prewencyjne) w szerszym zakresie, ponieważ obecnie realizacja tych zadań ogranicza się jedynie do przeprowadzania przeglądów obiektów co pół roku lub co rok,
- wprowadzeniu modułu tworzenia i obsługi zleceń roboczych; obecnie zlecenia są wprowadzane w programie Word,
- wykorzystaniu modułu zgłoszenia awarii w celu wprowadzania danych o uszkodzeniach sprzętu szpitalnego,
- umożliwieniu zdefiniowania klasyfikacji awarii,
- wprowadzaniu danych o niemedycznych środkach technicznych (urządzeniach podlegających kontroli Urzędu Dozoru Technicznego, budynkach, sieci komputerowej i światłowodowej); dotychczas dane o takich środkach były gromadzone w systemie księgowym,
- rejestrowaniu danych, które umożliwią generowanie zapytań ofertowych,
- opracowaniu szablonu raportu dla przeglądu rocznego harmonogramu prac dotyczących budynków lub innych urządzeń,
- rozszerzeniu możliwości stosowania procedury zakupowej o funkcjonalność związaną z wykorzystaniem modułu, w ramach którego będą wprowadzane dane o zamówieniach, a także dane z faktur,
- uzupełnieniu systemu o funkcjonalności umożliwiające wprowadzanie danych o materiałach wykorzystywanych w prowadzonych pracach utrzymania ruchu.

3.5 WNIOSKI

Rynek systemów komputerowych oferuje coraz to lepsze rozwiązania. Wybranie odpowiedniego systemu informatycznego wspomagającego realizację procesów, w tym procesu eksploatacji środków technicznych, wymaga identyfikacji oczekiwanych funkcjonalności systemu. Powinny one posłużyć jako kryteria, wedle których ocenione zostaną rozważane systemy. W niniejszym artykule przedstawiono przykład analizy porównawczej systemów klasy CMMS w aspekcie ich przystawania do potrzeb szpitala.

Przeprowadzone badania w wybranym szpitalu pokazały, że pomimo istniejących dużych potrzeb w zakresie podejmowanych decyzji, tylko w niewielkim stopniu wykorzystuje się funkcjonalności, jakie udostępnia eksploatowany w badanej organizacji system klasy CMMS. Zidentyfikowano potrzeby modyfikacji tego systemu, jego uzupełnienia o dodatkowe opcje.

LITERATURA

1. A. Bujanowska, W. Biały. *Infrastruktura techniczna w szpitalu*. Warszawa: CeDeWu, 2016, s. 39-48.

2. A. Bujanowska, B. Szczęśniak. „Analiza przeprowadzania procesów przeglądów urządzeń medycznych w wybranym szpitalu”, w *Studia i Materiały Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedzą*, nr 40. Bydgoszcz: Wyd. Polskie Stowarzyszenie Zarządzania Wiedzą, 2011.
3. J. Kaźmierczak. *Eksploatacja systemów technicznych*. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2000.
4. S. Krawczyk. *Matematyczna analiza sytuacji decyzyjnych*. Warszawa: PWE, 1990.
5. I. Kullolli I. “Selecting a Computerized Maintenance Management System”. *Clinical Engineering Management*, lipiec-sierpień 2008, s. 276-278.
6. W. Ponikło. *Infrastruktura techniczna szpitala*. Warszawa: Wolters Kluwer Polska, 2010.
7. B. Roy. *Wielokryterialne wspomaganie decyzji*. Warszawa: WNT, 1990.
8. M. Rozmus. „Analiza porównawcza systemów komputerowego wspomaganie zarządzania eksploatacją i utrzymaniem ruchu”. Praca magisterska. Zabrze: Politechnika Śląska, 2002.
9. W. Trąbka. i inni. *Szpitalne systemy informatyczne*. Kraków: Uniwersyteckie Wydawnictwo Medyczne „Versalius”, 1999.

Data przesłania artykułu do Redakcji: 12.2016

Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 01.2017

dr inż. Andrzej Wieczorek
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 26, 41-800 Zabrze
e-mail: Andrzej.Wieczorek@polsl.pl

dr inż. Magdalena Rozmus
Instytut Techniki Górniczej KOMAG
ul. Pszczyńska 37, 44-101 Gliwice
e-mail: mrozmus@komag.eu

MOŻLIWOŚCI I POTRZEBY W ZAKRESIE WYKORZYSTANIA SYSTEMU KLASY CMMS W SZPITALU

Streszczenie: W artykule przedstawiono analizę porównawczą dwóch wybranych systemów klasy CMMS dla potrzeb wybranego szpitala. Dla jej potrzeb wykorzystano metodę ELECTRE. Zaprezentowano również efekty konfrontacji jej wyniku z rzeczywistymi potrzebami badanego szpitala. Działania te mają na celu wskazanie możliwości zmian w jego organizacji oraz zmian w omawianym systemie informacyjnym. Na końcu przedstawiono wnioski z przeprowadzonych badań.

Słowa kluczowe: zarządzanie utrzymaniem ruchu, komputerowe wspomaganie, CMMS, analiza porównawcza

POSSIBILITIES AND NEEDS IN APPLICATION OF CMMS CLASS SYSTEMS IN HOSPITAL

Abstract: Comparative analysis of two CMMS with respect to needs of a given hospital is presented in the article. The ELECTRE method is used for this analysis. The effects of its confrontation of ELECTRE results with the real needs of investigated hospital are also presented. These actions are intended to indicate the possibility of changes in its organization and changes in this information system. The conclusions of the study are presented at the end of the article.

Key words: maintenance management, computer support, CMMS, comparative analysis