

ANALIZA PORÓWNAWCZA FUNKCJI SYSTEMÓW KLASY CMMS – WYNIKI BADAŃ

Kamil SITARSKI, Michał ŻMUJDZIN

Streszczenie: Postępująca informatyzacja współczesnych przedsiębiorstw objęła również dziedzinę utrzymania ruchu. Istnieje grupa systemów wspomagających te procesy (zwanymi CMMS ang. Computerized Maintenance Management System) projektowanych i wdrażanych zarówno za granicą jak i w Polsce. Autorzy artykułu rozpoczęli cykl badań poświęcony budowie modelu odniesienia takiego systemu. W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań wstępnych obejmujących analizę porównawczą funkcji systemów klasy CMMS.

Słowa kluczowe: CMMS, Computerized Maintenance Management System, utrzymanie ruchu, systemy wspomagające utrzymanie ruchu.

1. Wprowadzenie

Rosnąca rola systemów CMMS (ang. Computerized Maintenance Management System), czyli skomputeryzowanych systemów wspomagających utrzymanie ruchu wymaga dostarczenia modelu referencyjnego zarówno użytkownikom systemów jak i jego projektantom i wykonawcom. Oprócz podstawowej roli wspomagania utrzymania ruchu, systemy CMMS mogą stanowić również istotną pomoc przy wdrażaniu systemów zapewniania jakości i późniejszej certyfikacji [1]. W związku z powyższym prace nad modelem rozpoczęto od analizy porównawczej funkcji dostępnych systemów wspomagania utrzymania ruchu.

Już w 2009 roku M. Rybińska i M. Sekieta stwierdzili, że „coraz większe techniczne uzbrojenie pracy, a często koszt utrzymania maszyn i urządzeń oraz ich amortyzacja przekraczają wielokrotnie inne koszty” [2]. Tym samym w swoich badaniach wskazali podstawowe funkcje jakie systemy CMMS powinny posiadać: zarządzanie naprawami i remontami, zarządzanie magazynem części, zarządzanie zakupami, harmonogramowanie przeglądów, zbieranie oraz analiza danych dotyczących urządzeń (od pracowników) oraz z czujników urządzeń, zarządzanie zadaniami utrzymania ruchu oraz umożliwienie przeprowadzania analiz kosztowych i finansowych. Jednocześnie M. Rybińska i M. Sekieta wskazali główne moduły jakie system CMMS powinien posiadać:

- moduł obiektów obejmujący: maszyny, urządzenia i instalacje,
- moduł magazynu części zamiennych oraz zamówienia na części i materiały,
- moduł ewidencji prac bieżących np. awarii,
- moduł zarządzania pracami prewencyjnymi.

Jedną z trudności przy opracowaniu modelu referencyjnego systemu wspomagania zarządzaniem utrzymaniem ruchu jest konieczność indywidualnego podchodzenia do budowy systemu oraz określania jego funkcjonalności pod kątem konkretnej organizacji. Dodatkowo wielkość organizacji, a bardziej złożoność problemu utrzymania ruchu, może powodować, że rozwiązania gotowe (tzw. systemy pudełkowe) mogą nie tylko

spowodować utrudnienia w utrzymaniu ruchu, ale wręcz zniechęcić służby utrzymania ruchu do ich stosowania.

Powyższe obserwacje zostały dokonane przez autorów w ramach prac przygotowawczych do projektu doradczego dla jednej z polskich rafinerii. W trakcie wywiadów z osobami zarządzającymi utrzymaniem ruchu w całej organizacji okazało się, że oprócz podstawowego problemu jakim jest utrzymanie ruchu, dodatkowo dochodzą problemy znane projektantom systemów informatycznych i oprogramowania, czyli kwestie ergonomii korzystania z narzędzi elektronicznego wspomaganie utrzymaniem ruchu. Przy dużej i bardzo dużej złożoności organizacji, a dodatkowo przy nietypowych wymaganiach dotyczących urządzeń konieczność „szycia systemów na miarę” zdaje się być nieodzowna [3][4].

Biorąc pod uwagę wszystkie wymienione zagadnienia, autorzy podjęli decyzję aby przenieść dostępne systemy CMMS pod kątem ich funkcjonalności, a następnie - na podstawie wyników tych badań – rozpocząć badania nad modelem odniesienia systemu tejże klasy.

2. Badania

Badania systemów CMMS zostały przeprowadzone od października do grudnia 2015 roku w zespole dwuosobowym (autorzy pracy) z wykorzystaniem metod studiów przypadków, analizy dokumentacji oraz analizy statystycznej popularności funkcji badanych systemów. Zbadano 10 systemów produkcji polskiej oraz 10 systemów producentów zagranicznych. Systemy zagraniczne wybrano posługując się rankingami dostępnych systemów CMMS (systemy najpopularniejsze). Systemy polskie stanowią kompilację list prezentowanych przez B. Dutkowską [5] oraz B. Szafrąńskiego [6]. Pierwsza część badań obejmowała zapoznanie się z dokumentacją systemów oraz opisaniem dostępnych funkcji systemów. Następnie na podstawie wyników pierwszej części badań utworzono tablicę funkcji i określono procentową częstość występowania poszczególnych z nich. Wyniki tej analizy mogą być pomocne zarówno przy podejmowaniu decyzji o wyborze systemu CMMS dla użytkowników i jak i w decyzjach projektowych wykonawców systemów.

Spotykane dotychczas w literaturze definicje systemów CMMS zmieniały się wraz z rozwojem systemów informatycznych:

- W 2002 roku W. Cato i R. Mobley definiowali CMMS jako zintegrowany zestaw programów komputerowych oraz plików stworzonych w celu zapewnienia swoim użytkownikom wydajnych i opłacalnych narzędzi wspomagających zarządzanie olbrzymią ilością danych pochodzących z procesów utrzymania ruchu, a także wspomagającym procesy inwentaryzacji parku maszynowego oraz zakupów. Wskazywano, że systemy te mogą również wspomagać zarządzanie zasobami ludzkimi oraz budżetem. Cato i Mobley podkreślali, że CMMS to narzędzie, które ma poprawić utrzymanie ruchu jako takie [7].
- Zhang, Li oraz Huo określili CMMS jako system umożliwiający uzasadnioną ekonomicznie integrację właściwych operacji utrzymania ruchu, ich planowania oraz uzyskiwania informacji zwrotnych poprzez właściwe generowanie zleceń, śledzenia postępów prac oraz kosztów. Te rozwiązania miały przede wszystkim przyspieszyć obieg informacji oraz ułatwić dostęp do nich właściwym użytkownikom [8].

- Z kolei C. Mumford określa system CMMS jako rozwiązanie mające na celu dostarczenie jak największego spektrum funkcji w zakresie utrzymania ruchu, takich jak zbieranie danych dotyczących działania parku maszynowego, automatyzacji procesów związanych z przeglądami i naprawami, wspomaganie efektywnej alokacji zasobów i uproszczenia harmonogramowania. Jednak Mumford twierdzi również, że większość systemów CMMS, przy odpowiednim zbieraniu danych może służyć również procesom oceny ryzyka i stojącej za tym filozofii RCM (ang. Reliability Centered Maintenance) [9].

Ewolucja definicji systemu CMMS uzasadnia konieczność prowadzenia regularnych badań i aktualizacji zesatwu funkcji systemów tak aby odzwierciedlały one rzeczywiste potrzeby utrzymania ruchu, a także na bieżąco były dostosowywane do wykorzystywanych w praktyce technologii (obecnie smartfony, w przyszłości na przykład interfejsy głosowe).

2.1. Główne funkcje systemów CMMS

W wyniku analizy dokumentacji (nazwy systemów przedstawiono w tabeli 2) zidentyfikowano funkcje systemów CMMS, które następnie przeanalizowano pod kątem występowania we wszystkich badanych systemach. Do tych funkcje zaliczono:

- **Zarządzanie naprawami i remontami** – czyli najszerszy zakres funkcji obejmujący między innymi: tworzenie zgłoszeń serwisowych, zgłaszanie awarii z nadawaniem priorytetów, ustalanie planów remontowych.
- **Planowanie pracy i zadań** – czyli zarządzanie pracami planowymi, zarządzanie przeglądami, zarządzanie czasem i kolejnością zadań pracowników. W ramach tych funkcji można uwzględnić również tworzenie tzw. list kontrolnych czy miesięcznych zestawień prac, co umożliwia sprawniejszą organizację pracy. W tym zestawie funkcji można również uwzględnić kwestie związane z samymi pracownikami, rozliczaniem ich czasu pracy oraz monitorowaniem wykonywania zadań oraz ich jakości. Nieodzownym wydaje się również wprowadzenie funkcji związanych z zarządzaniem podwykonawcami, gdyż organizacja może nie posiadać wszystkich kompetencji do utrzymania ruchu w ramach osób zatrudnionych.
- **Zarządzanie częściami zamiennymi i gospodarką materiałową** – czyli zarządzanie magazynem części zamiennych, zarządzanie wewnętrznym obrotem częściami zamiennymi, zastosowanie części zamiennych w poszczególnych maszynach, analiza kosztów gospodarki materiałowej. Należy dodać również, że w przypadku maszyn funkcje te mogą obejmować gospodarkę zużytymi olejami oraz kwestie związane z uzupełnianiem płynów technologicznych. Dodatkowo niektóre z systemów oferują mechanizmy powiadamiania o niskim stanie magazynowych.
- **Tworzenie struktur** – czyli określanie zakładów, oddziałów, wydziałów, instalacji, linii, maszyn, urządzeń oraz ich części składowych na określonym przez organizację poziomie szczegółowości i odzwierciedlających faktyczną strukturę organizacyjną i geograficzną przedsiębiorstwa. Struktura ta znajduje najczęściej odzwierciedlenie w postaci relacyjnej bazy danych, choć wskazane byłoby innej podejście – na przykład oparte o wykorzystanie ontologii [10].
- **Tworzenie oraz kontrola zakupów** – czyli funkcje związane z tworzeniem zapytań ofertowych, generowaniem dokumentów przetargowych, obsługą zamówień, obsługą kontrahentów i rozliczeń z nimi.

- **Zbieranie oraz analiza danych** – czyli funkcje które zapewniają zbieranie danych zarówno z systemu jak i urządzeń. Przykładowo systemy CMMS mogą zapewniać przeprowadzenie analizy ABC lub XYZ.
- **Analiza kosztów** – czyli funkcje zapewniające zagregowane podejście do analizy kosztów utrzymania ruchu w różnych ujęciach analitycznych.
- **Raportowanie** – czyli funkcje pozwalające na wykorzystanie raportów wbudowanych oraz definiowanych przez użytkownika (organizację). Bardzo istotną funkcją będącą pochodną raportowania może być moduł oceny ryzyka.
- **Podgląd w czasie rzeczywistym** – czyli możliwość śledzenia sytuacji w parku maszynowym w zakresie określonym przez projektantów systemu. Możliwości w tej funkcji są ograniczone poprzez dostępność danych z czujników maszyny oraz skłonnością organizacji do inwestycji w dodatkowe urządzenia monitorujące.
- **Dokumentacja elektroniczna** – czyli możliwość dodawania i przechowywania dokumentacji w wielu formatach (JPG, PDF, DWG, DOC, TXT, XLS, ...). Bardzo ważnym elementem jest również możliwość tworzenia archiwum dokumentacji oraz śledzenia zmian dokonywanych zarówno w niej samej, jak i zmian przeprowadzonych w konstrukcji urządzenia. Wśród funkcji można również wymienić możliwość budowy baz wiedzy na przykład z wykorzystaniem mechanizmów „wiki”.
- **Możliwość rozszerzenia funkcjonalności** – czyli zestaw funkcji lub filozofia budowy, która pozwala na samodzielnie (tzn. dokonywane w ramach własnych służb IT) rozszerzanie wybranych funkcji systemu. Rozwiązanie może być zrealizowane na kilka sposobów: od zamkniętego języka reguł pozwalających na wykorzystanie głównych funkcji systemu po własne języki programowania (jak ABAP w SAP).
- **Historia obiektów** – czyli zestaw funkcji powiązanych po części z funkcjami dotyczącymi struktury parku maszynowego, lecz koncentrujący się na ergonomicznym dostarczeniu informacji dotyczących historii danego obiektu (maszyny, części, etc.).
- **Własne wskaźniki** – czyli zestaw funkcji lub mechanizm umożliwiający samodzielne (bez konieczności angażowania personelu producenta) dodawanie wskaźników (analogicznych do OEE) dzięki którym monitorowanie stanu parku maszynowego może być dostosowane do dodatkowych wymagań wewnętrznych.
- **Integracja z innymi systemami** – zestaw mechanizmów, które zapewniają możliwość wymiany danych z innymi systemami organizacji takimi jak: ERP, SCADA, MES, GIS czy rozwiązaniami klasy BI. W tym miejscu należy również wspomnieć o tak podstawowych mechanizmach jak eksport danych do dalszej obróbki (na przykład w formie plików tekstowych lub CSV).
- **Wersja mobilna / dostępna przez przeglądarkę** – czyli grupa funkcji określająca możliwość dostępu do systemu CMMS uwzględniająca obecne trendy w budowie i dostępie do systemów informatycznych z urządzeń stacjonarnych i mobilnych. Dodać należy, że system zbudowany w takiej technologii, która umożliwia dostęp do jego logiki z poziomu przeglądarki znacząco ogranicza koszty związane z instalacją na poszczególnych urządzeniach (komputerach, laptopach) oraz ułatwia późniejszą aktualizację. Wśród dostępnych sposobów rozwiązania problemu korzystania z funkcji systemu CMMS na urządzeniu mobilnym należy również wspomnieć o budowie interfejsu przeglądarki w tzw. filozofii RWD, czyli

Responsive Web Design, gdzie oprogramowanie jest w stanie samo wykryć urządzenie na jakim jest wyświetlane oraz dostosować zakres danych oraz sposób prezentacji do danego urządzenia.

- **Powiadomienia (SMS/Email)** – czyli zestaw funkcji wspierający mobilność pracownika służb utrzymania ruchu w organizacji. Dzięki funkcjom umożliwiającym wysyłanie powiadomień za pomocą poczty elektronicznej lub krótkich powiadomień tekstowych do pracowników można ograniczyć konieczność wracania do podstawowego miejsca pracy, co ma szczególne znaczenie w przypadku organizacji rozległych, gdzie przenoszenie się z miejsca na miejsce stanowi znaczną część czasu roboczego. Dodatkowo można wskazać kwestie związane z optymalizacją tras napraw w ujęciu geograficznym i priorytetowym jako możliwość zmniejszania kosztów pracy służb utrzymania ruchu.
- **Dostępność technologii „chmury”** – czyli możliwość wdrożenia oprogramowania w organizacji bez konieczności inwestowania w infrastrukturę niezbędną do uruchomienia systemu CMMS. Całość rozwiązań technologicznych jest zapewniana przez dostawcę oprogramowania, a dostęp do systemu odbywa się poprzez internet i przeglądarkę internetową lub aplikację mobilną. Należy zaznaczyć, że to rozwiązanie wymaga podjęcia decyzji o przekazaniu części zasobów informacyjnych organizacji do podmiotu zewnętrznego ze wszystkimi konsekwencjami (głównie związanymi z kwestią bezpieczeństwa powierzonych zasobów)
- **Automatyczne aktualizacje oprogramowania** – w zależności od modelu wdrożenia rozwiązania CMMS kwestia aktualizacji może pozostać w gestii wewnętrznego działu IT lub firmy który zbudowała i wdrożyła system. Niezależnie od tego, która formuła aktualizacji będzie zastosowana, dbanie o to aby system był aktualny pod kątem funkcji, zgodności z prawem czy wymogami organizacyjnymi może stanowić o jakości utrzymania ruchu w organizacji.

Powyższy zestaw funkcji stanowi próbę przedstawienia tego co może stanowić punkt wyjścia do prac nad modelem odniesienia systemu klasy CMMS, jednakże nie daje odpowiedzi na pytanie jaka jest popularność danych funkcji wśród systemów polskich i zagranicznych. Te wskazówki dla projektantów systemów można znaleźć w następnej części poświęconej analizie funkcji systemów CMMS.

2.2. Analiza funkcji systemów CMMS

Analiza funkcji systemów wspomaganie utrzymania ruchu daje nam odpowiedź na pytanie, które funkcje producenci systemów uznali za kluczowe (w podziale na systemy polskie i zagraniczne), a to może stanowić wskazówkę, czego oczekują użytkownicy, gdyż należy założyć, że są one pochodną wywiadów z użytkownikami lub są budowane na podstawie specyfikacji wymagań funkcjonalnych generowanych przez użytkowników systemów. Zbiórny wynik analizy systemów został przedstawiony w tabeli 1.

Z kolei w tabeli 2 przedstawiono szczegółowe (pierwotne) wyniki badań systemów CMMS z podziałem na grupy funkcji.

Tab. 1. Analiza występowanie grup funkcji w systemach CMMS

Grupa funkcji	Łącznie	Systemy polskie	Systemy zagraniczne
Zarządzanie naprawami i remontami	95%	90%	100%
Zarządzanie częściami zamiennymi i gospodarką materiałową	85%	80%	90%
Tworzenie oraz kontrola zakupów	30%	50%	10%
Zbieranie oraz analiza danych	75%	70%	80%
Analiza kosztów	50%	50%	50%
Podgląd w czasie rzeczywistym	30%	20%	40%
Tworzenie struktur	30%	30%	30%
Powiadomienia (SMS/Email)	25%	40%	10%
Planowanie pracy i zadań	95%	90%	100%
Raportowanie	65%	60%	70%
Automatyczne aktualizacje oprogramowania	5%	10%	0%
Wersja mobilna/przeglądarkowa	60%	40%	80%
Dokumentacja elektroniczna	55%	70%	40%
Możliwość rozszerzenia funkcjonalności	55%	30%	80%
Historia obiektów	45%	70%	20%
Integracja z innymi systemami	35%	50%	20%
Dostępność technologii „chmury”	10%	0%	20%
Własne wskaźniki	10%	0%	20%

Tab. 2. Analiza szczegółowa grup funkcji w systemach CMMS

Grupa funkcji\Nazwa	Alldevice	Queris RRM	S.U.R. - FBD	Profesal Maintenance	CMMS Maszynna	KMS Maintenance	plan9000.net	Xpertis	ZMT	Intebuco	ManWinWin	Maintenance	MaintenanceEdge	MainScape	comma CMMS	INTERNAL Maintenance	ServiceChannel	Q4 CMMS	Agility	Maximo
Zarządzanie naprawami i remontami	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Zarządzanie częściami zamiennymi i gospodarką materiałową	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
Tworzenie oraz kontrola zakupów	-	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Zbieranie oraz analiza danych	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+
Analiza kosztów	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	-	-
Podgląd w czasie rzeczywistym	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-
Tworzenie struktur	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-
Powiadomienia (SMS/Email)	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-

Planowanie pracy i zadań	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Raportowanie	-	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-
Automatyczne aktualizacje oprogramowania	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Wersja mobilna/przeglądarkowa	-	+	+	-	-	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+
Dokumentacja elektroniczna	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Możliwość rozszerzenia funkcjonalności	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+
Historia obiektów	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+
Integracja z innymi systemami	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
Dostępność technologii „chmury”	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-
Własne wskaźniki	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+

Analizując wyniki przede wszystkim można zauważyć niewielką popularność rozwiązań w formule „chmury”, zwanej też SaaS (ang. Software as a Service), co zastanawia w świetle tego co jest propagowane przez media oraz tzw. „guru” systemów informatycznych dla biznesu. Z drugiej strony należy założyć, że dane dotyczące utrzymania ruchu, są pochodną wykorzystania maszyn w procesach produkcyjnych, a co za tym idzie stanowią jedną z najważniejszych informacji, które mogłyby być pożądane przez organizacje konkurencyjne.

Należy ostrożnie podejść do danych dotyczących automatycznych aktualizacji i nie traktować ich jako pewnik, że systemy utrzymania ruchu w znaczący sposób odbiegają od trendów dotyczących aktualizacji oprogramowania. Należałoby sprawdzić czy brak tej funkcji jest faktycznym brakiem (na przykład ze względu na orientację na dostosowanie oprogramowania do potrzeb klienta, a tym samym nie możliwość automatycznej aktualizacji, lecz wymagającej podejścia jednostkowego) czy też producenci uważają to za sprawę oczywistą i nie podają tych informacji w dokumentacji.

Funkcjonalność pozwalająca na budowę własnych wskaźników również nie jest powszechnie stosowana, a wynikać może to z faktu, że użytkownicy bardzo często nie potrzebują lub nie potrafią samodzielnie rozszerzać funkcji systemu, choć w procesie tworzenia specyfikacji funkcji a następnie wyboru oferty, często podkreślają, że nie chcą być zależni we wszystkim od pracowników producenta oprogramowania.

Pewną dysproporcję można zauważyć pomiędzy systemami polskimi i zagranicznymi w zakresie możliwości powiadamiania użytkowników za pomocą poczty elektronicznej oraz wiadomości SMS. Podobna sytuacja ma miejsce w przypadku grup funkcji związanych z integracją z innymi systemami, tworzeniem oraz kontrolą zakupów, historią obiektów oraz dokumentacją elektroniczną. Zdaniem autorów najważniejszą grupą, która powinna znaleźć się w każdym systemie CMMS, jest ta związana z dokumentacją elektroniczną parku maszynowego. Możliwość tworzenia „pamięci organizacyjnej” dla działu/służb utrzymania ruchu stanowić może o „być albo nie być” w momencie, gdy wiedza skumulowana w członkach organizacji przestanie być dostępna ze względu na nieobecność czy zmianę miejsca pracy. Również możliwość integracji z innymi systemami wewnątrz organizacji stanowić może o przewadze jednego systemu CMMS nad innym. Obecnie mamy do czynienia z tak wieloma systemami w organizacji, że możliwość „nie przepisywania ręcznego” z systemu do systemu może być kluczowa przy wyborze dostawcy oprogramowania.

Systemy zagraniczne, według wyników badań, stawiają na dostęp przez przeglądarkę internetową (lub aplikację mobilną) oraz możliwość dodawania nowych funkcji. Ta druga grupa funkcji jest realizowana przez mechanizmy dodawania modułów, które zapewniają systemom je wykorzystującym skalowalność oraz elastyczność w dostosowywaniu się do wymagań organizacji. Dostęp mobilny uwalnia pracowników służb utrzymania ruchu od niewygodnych urządzeń takich jak komputer osobisty czy laptop, dając możliwość stosowania tabletek czy telefonów, a to zdaniem M. Grabareckiego stanowić powinno jeden z głównych celów projektowych [11]. Co więcej, odpowiednia budowa interfejsu systemu może zaowocować także w ujęciu kosztowym (przy wdrożeniu i obsłudze systemu). Służby utrzymania ruchu mogły w przeszłości korzystać z dedykowanych terminali przenośnych, lecz z reguły było to urządzenia tylko i wyłącznie jednego zastosowania podczas, gdy wymieniony tablek lub smartfon może również obsługiwać wiele innych dostępnych w organizacji systemów.

3. Wnioski

W wyniku przeprowadzonych badań można stwierdzić, że większość producentów oprogramowania wspiera podstawowe funkcje związane z utrzymaniem ruchu obejmujące:

- zarządzanie naprawami i remontami,
- planowanie pracy i zadań,
- zarządzanie częściami zamiennymi i gospodarką materiałową,
- zbieranie oraz analiza danych,
- oraz raportowanie.

Funkcje te wystąpiły w 60% i więcej analizowanych systemów i można założyć, że ich brak jest błędem wynikającym z niepełnej dokumentacji i że są one niezbędne do poprawnego wspomaganie utrzymania ruchu. Co do pozostałych funkcji można wnioskować, że są one drugoplanowe, lecz mogą stanowić czynnik decydujący przy wyborze dostawcy (producenta) oprogramowania, gdyż ich wystąpienie lub brak mogą być wymaganiem krytycznym, zdefiniowanym przez użytkownika systemu CMMS. W związku z tym wskazana jest dalsza analiza wymienionych w pracy funkcji pod kątem ich przydatności dla użytkowników systemów CMMS.

Autorzy planują cykl badań poświęconych budowie modelu odniesienia systemu wspomaganie utrzymania ruchu w wyniku którego powstanie: metoda klasyfikacji systemów klasy CMMS, wzorcowa specyfikacja funkcji z punktu widzenia potencjalnego użytkownika wraz z zaproponowaniem możliwych scenariuszy realizacji oraz prototyp interfejsu takiego systemu.

Literatura

1. Rodak A.: System CMMS Profesal Maintenance wspiera pracę UR w firmie MC Bauchemie [w] Biuletyn Automatyki, nr 77 (3/2013), ISSN 1507-3890, str. 20-21
2. Rybińska M., Sekieta M.: Komputerowe wspomaganie zarządzania utrzymaniem ruchu [w] Komputerowo Zintegrowane Zarządzanie, Oficyna Wydawnicza PTZP, Opole, 2009, s. 369-375
3. Pilarczyk K.: Zalety zastosowania systemów utrzymania ruchu [w] Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji, tom II, Oficyna Wydawnicza PTZP, Opole, 2015, s. 568-575.

4. Węzik K.: Systemy klasy CMMS w utrzymaniu ruchu - Case Study, http://www.benchmark.pl/testy_i_recenzje/systemy-klasy-cmms-w-utrzymaniu-ruchu-case-study.html, dostęp: 2015-12-24
5. Dutkowska B., Systemy CMMS w Polsce [w] Inżynieria & utrzymanie ruchu, <http://www.utzymanieruchu.pl/menu-gorne/arttykul/article/systemy-cmms-w-polsce/>, dostęp: 2016-01-25
6. Szafrński B., Systemy EAM/CMMS [w] Inżynieria & utrzymanie ruchu, <http://www.utzymanieruchu.pl/menu-gorne/arttykul/article/systemy-eamcmms/>, dostęp: 2016-01-25
7. Cato W., Mobley R., Computer-Managed Maintenance Systems (Second Edition), Butterworth-Heinemann, Woburn, 2002
8. Zhang, Z., Li Z., Huo, Z., CMMS and Its Application In Power System [w] International Journal of Power & Energy Systems, 26.1 (2006), s. 75-82.
9. Mumford C., The Vital Role of CMMS in Reliability Centered Maintenance [w] Industrial Maintenance & Plant Operation, 12/2014
10. Sitarski K. Model systemu zarządzania wiedzą w organizacji, Oficyna wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2008
11. Grabarecki M., Systemy EAM/CMMS w praktyce [w] Główny mechanik, <http://glowny-mechanik.pl/systemy-eamcmms-w-praktyce/>, dostęp: 2016-01-25

Dr inż. Kamil SITARSKI
 Michał ŻMUJDZIN
 Zakład Informatyki Gospodarczej / Wydział Zarządzania
 Politechnika Warszawska
 02-524 Warszawa, ul. Narbutta 85
 tel./fax: (0-22) 849 94 43
 e-mail: K.Sitarski@wz.pw.edu.pl