

WYBRANE PROBLEMY WDRAŻANIA SYSTEMÓW KLASY CMMS W PRZEDSIĘBIORSTWIE

SELECTED PROBLEMS OF IMPLEMENTATION OF CMMS CLASS SYSTEMS IN ENTERPRISE

Stanisław Iżykowski, Piotr Górski – Katedra Technologii Laserowych, Automatykacji i Organizacji Produkcji, Politechnika Wroclawska

W artykule omówiono rolę systemów klasy CMMS w zarządzaniu eksploatacją i utrzymaniem ruchu maszyn i urządzeń. Opisano cechy użytkowe wybranych systemów. Przedstawiono problemy związane z wyborem i wprowadzeniem systemu CMMS w przedsiębiorstwie.

The paper presents the role of CMMS class systems in operations management and in machine and device maintenance. Described are also functionalities of selected systems and problems in selection and implementation of CMMS in an enterprise.

Wstęp

Utrzymanie ruchu zakładów przemysłowych to zespół czynników, których poprawne funkcjonowanie przyczynia się do sprawnego realizowania szeroko rozumianego procesu produkcji. Sprawne utrzymanie ruchu maszyn i urządzeń, połączone z poprawnością wszystkich procesów biznesowych, przyczynia się do wzrostu efektywności przedsiębiorstwa, a tym samym jego lepszej kondycji finansowej [1, 2].

W nowoczesnym przedsiębiorstwie produkcyjnym niezbędną komórką organizacyjną są służby utrzymania ruchu. Wzrost znaczenia tych służb stał się cechą charakterystyczną dla współczesnej gospodarki. Zapewnienie pełnej zdolności produkcyjnej maszyn i urządzeń to istotny element ich działalności [3].

Funkcjonowanie służb utrzymania ruchu coraz częściej jest wspierane przez specjalizowane systemy informatyczne klasy CMMS (ang. *Computerised Maintenance Management Systems*) [4, 5]. Aplikacje tego typu zawierają przeważnie moduły odpowiedzialne za takie obszary funkcjonowania przedsiębiorstwa, jak m.in. obiekty (maszyny i urządzenia), magazyn części zamiennych i materiałów, zamówienia na części i materiały, ewidencja prac bieżących (np. awarie) czy planowanie i zarządzanie zleceniami prac prewencyjnych.

W artykule omówiono rolę systemów komputerowych klasy CMMS w zarządzaniu eksploatacją i utrzymaniem ruchu maszyn i urządzeń. Opisano podstawowe cechy tych systemów oraz przedstawiono problemy związane z ich wyborem i wprowadzeniem do praktyki przemysłowej.

Komputerowe systemy klasy CMMS

Jednym z głównych czynników decydujących o sukcesie przedsiębiorstwa produkcyjnego jest stabilna praca maszyn i urządzeń stosowanych w procesie produkcji oraz wiedza o ich realnym stanie i możliwościach. Dotyczy to w szczególności urządzeń skomplikowanych, kosztownych i pracujących w

zautomatyzowanych liniach technologicznych. Stąd istotna rola służb utrzymania ruchu [6].

Podejście do problematyki utrzymania ruchu na przestrzeni ostatnich dziesięcioleci uległo zmianie. Z początkowo bardzo zawężonego, ewoluowało do rozwiązań koncentrujących się na zapewnieniu jak najwyższego poziomu wykorzystania maszyn i urządzeń. Zasadniczo w rozwoju systemów utrzymania ruchu można wyróżnić trzy ich główne okresy [7]:

- Okres reaktywnego utrzymania ruchu – podejmowanie działań w momencie wystąpienia awarii.
- Okres prewencyjnego utrzymania ruchu – realizacja działań o charakterze planowo-zapobiegawczym.
- Okres prognostycznego utrzymania ruchu maszyn i urządzeń – inspekcje zapobiegawcze, samodzielne przeglądy, monitorowanie stanu technicznego, szeroki udział operatorów maszyn w utrzymaniu ruchu.

Jedną z koncepcji doskonalenia procesów w zakresie utrzymania ruchu jest TPM (ang. *Total Productive Maintenance*) [2, 8]. Metodyka ta doskonale sprawdza się w fabrykach na całym świecie zwiększając ich wydajność, polepszając jakość, redukując koszty, a w rezultacie zwiększając zyski. Koncepcja TPM (w porównaniu z tradycyjnym podejściem prewencyjnym) opiera się na założeniu, że zaangażowanie wszystkich pracowników w budowanie systemu skutecznej prewencji, systematyczna redukcja strat poprzez rozwiązywanie problemów oraz standaryzacja, są kluczem do osiągnięcia sukcesu.

Najczęściej używane wskaźniki określające efektywność wdrażania metodyki TPM:

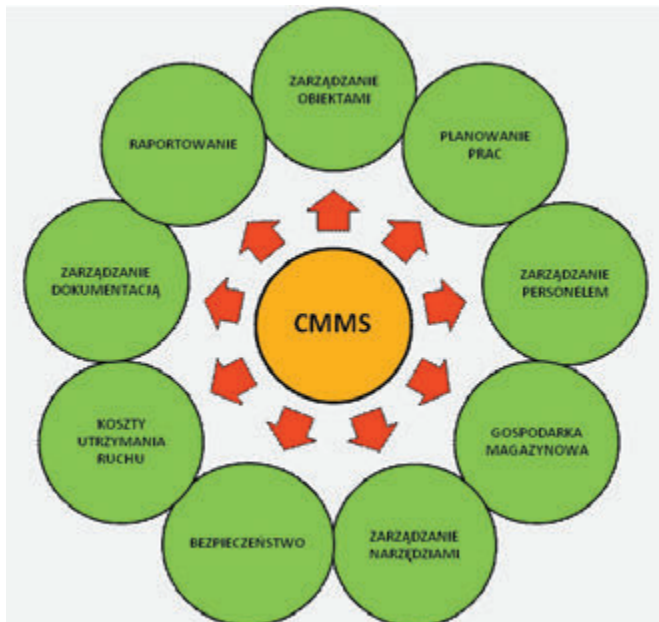
- OEE (ang. *Overall Equipment Effectivity*) – efektywność urządzenia (jest iloczynem trzech parametrów: dostępności maszyn, wydajności i współczynnika jakości),
- MTBF (ang. *Mean Time Between Failures*) – średni czas bezawaryjnej pracy,
- MTTR (ang. *Mean Time To Repair*) – średni czas naprawy,

- MLDT (ang. *Mean Logistics Delay Time*) – czas oczekiwania na naprawę,
- OA (ang. *Operational Availability*) – dostępność operacyjna.

Podstawowe korzyści dla firmy, wynikające z wdrażania koncepcji TPM, to [9]:

- zmniejszenie liczby awarii i nieplanowanych przestoju,
- zmniejszenie liczby defektów związanych ze stanem maszyn,
- zmniejszenie liczby mikroprzestoju,
- podniesienie jakości produktów i bezpieczeństwa pracy.

Podczas wdrażania koncepcji TPM w wielu przedsiębiorstwach konieczna jest implementacja systemu klasy CMMS, wspomagającego działania związane z utrzymaniem ruchu maszyn (rys. 1). W szczególności monitoring aktywności działu utrzymania ruchu odgrywa decydującą rolę w skutecznym wdrożeniu TPM. Stopień wiarygodności pozyskanych informacji w postaci wymienionych wskaźników jest bowiem warunkiem podstawowym do otrzymania obiektywnych raportów końcowych. Ułatwia to w efekcie podejmowanie trafnych decyzji dotyczących działań prewencyjnych.



Rys. 1. Kluczowe moduły systemów klasy CMMS

W Polsce używanych jest ok. 40 systemów klasy CMMS. Są to zarówno programy przeznaczone dla niedużych firm, jak i złożone aplikacje współpracujące z innymi systemami w przedsiębiorstwie (np. ERP, MRPII) [10]. Część z nich nie jest już rozwijana, niektóre z nich zmieniły właściciela, ale nadal są wykorzystywane przez firmy.

W oparciu o szeroko dostępną literaturę z zakresu systemów CMMS, można stwierdzić, że głównym celem ich stosowania jest automatyzacja prac związanych z [10]:

- zarządzaniem środkami trwałymi infrastruktury,
- prowadzeniem gospodarki remontowej,
- prowadzeniem przeglądów technicznych i konserwacji maszyn,
- prowadzeniem gospodarki magazynowej w ramach utrzymania ruchu,
- zarządzaniem zamówieniami na materiały i części zamienne,

- raportowaniem i generowaniem statystyk.

Podstawowe korzyści wynikające z wdrożenia tego typu oprogramowania [10]:

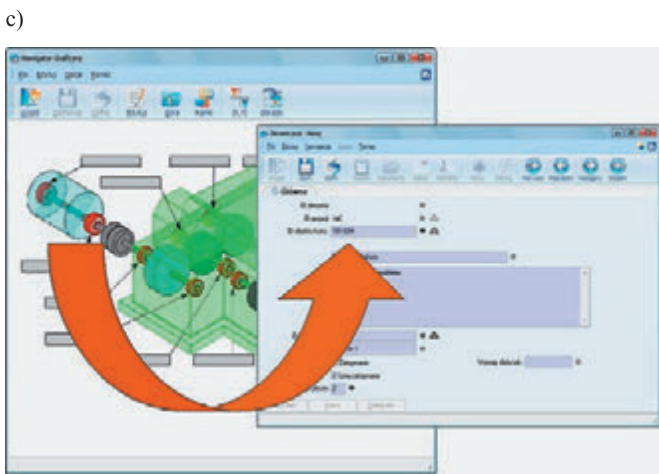
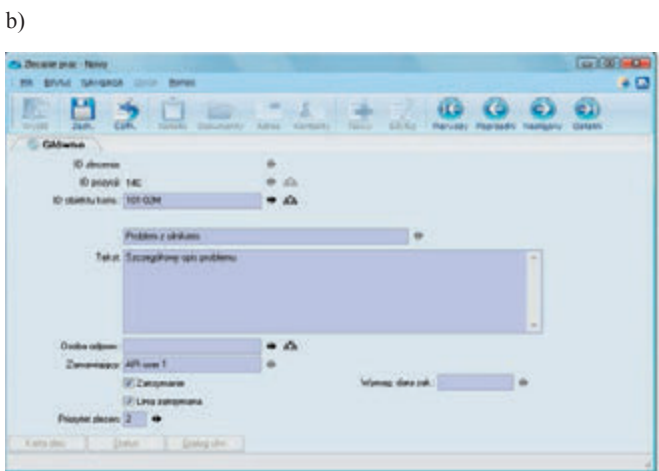
- zwiększenie zdolności produkcyjnych,
- zapewnienie sprawności maszyn według wymagań jakości,
- zapewnienie bezpieczeństwa pracy,
- wzrost jakości wykonywanych zadań,
- minimalizowanie kosztów związanych z utrzymaniem ruchu,
- redukcja zapasów magazynowych,
- wsparcie we wdrażaniu norm jakościowych oraz dyrektyw Unii Europejskiej,
- poprawa jakości produktów finalnych i wymuszenie lepszej jakości dostaw,
- minimalizacja nakładów pracy związanych z obróbką dokumentów tradycyjnych.

Właściwie zaimplementowane i obsługiwane komputerowe systemy zarządzania utrzymaniem ruchu zapewniają, że dział ten będzie funkcjonował zgodnie z nowymi wymogami prawnymi (dyrektywa maszynowa obowiązująca od stycznia 2006 roku czy przepisy odnośnie bezpieczeństwa maszyn z 2009 roku) [7]. Wraz z wprowadzeniem tych wymogów rośnie bowiem znaczenie obsługi formalnej i prawnej parku maszynowego. Wymagane jest nie tylko, aby maszyny działały sprawnie, ale także aby posiadały stosowną dokumentację. Maszyny muszą być bezpieczne, a ich bezpieczeństwo potwierdzone odpowiednimi dokumentami.

Na wydziale Mechanicznym Politechniki Wrocławskiej użytkowany jest system API Pro [11]. System ten wspiera prowadzone zajęcia dydaktyczne w ramach realizacji następujących kursów: Eksploatacja systemów produkcyjnych oraz Utrzymanie ruchu maszyn i urządzeń wytwórczych.

System API Pro należy do wiodących europejskich rozwiązań klasy CMMS i jest wykorzystywany przez wiele znanych firm z różnych branż na całym świecie do zarządzania aktywami trwałymi o wysokiej wartości, jak np. fabryki, instalacje, maszyny i urządzenia. System ten jest systemem bardzo elastycznym, zoptymalizowanym pod kątem łatwej integracji z innymi systemami, ze względu na jego otwartą strukturę i nowoczesne technologie bazodanowe umożliwiające wymianę informacji z wykorzystaniem zapytań SQL. Dostępna jest bezpośrednia integracja z systemami diagnostyki i monitoringu pracy urządzeń oraz połączenia z innymi aplikacjami. Struktura bazy danych oraz obsługa transakcji z pełną kontrolą kosztów zostały specjalnie opracowane pod kątem zapewnienia wymiany danych z systemami zewnętrznymi (np. ERP) [11]. Dowiedziano, że przemysłowe zastosowanie systemu API Pro przynosi duże korzyści, przekładające się na koszty działalności służb utrzymania ruchu i przedsiębiorstwa.

Na rysunku 2 przedstawiono wybrane kopie ekranów, pokazujące możliwości systemu API Pro. Dotyczą one: głównego menu systemu ze skrótami do najczęściej używanych modułów programowych (a), okna dialogowego systemu z funkcją zlecenia prac (b) oraz okna dialogowego systemu z funkcją nawigatora graficznego.



Rys. 2. Wybrane kopie ekranów w systemie API Pro [11]

Problemy wdrażania systemów klasy CMMS do praktyki przemysłowej

Systemy klasy CMMS są przeznaczone do wsparcia szeroko rozumianego utrzymania ruchu. Charakteryzuje je różnorodna funkcjonalność. Rynek oferuje szeroką gamę systemów - od najprostszych, służących do harmonogramowania obsługi maszyn i urządzeń, aż po rozbudowane pakiety aplikacji [5]. Jednym z podstawowych kryteriów służących wyborowi systemu o odpowiedniej funkcjonalności powinna być wielkość przedsiębiorstwa (tab. 1).

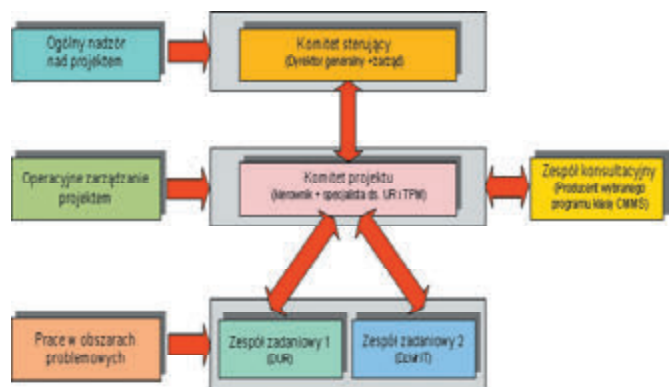
Wdrożenie systemu CMMS wymaga od organizacji wysokiej dyscypliny wprowadzania danych, a także odpowiednich nakładów finansowych. Istotnym aspektem, który niewątpliwie utrudnia implementację tej klasy systemu, jest potrzeba zmia-

ny mentalności pracowników dozoru pracujących w pionach technicznych [12].

Praktyczna realizacja decyzji wdrażania systemu informatycznego, wspomagającego gospodarkę remontowo-naprawczą w przedsiębiorstwie, powinna przebiegać w oparciu o trzy zasadnicze etapy:

- przygotowanie,
- wybór oprogramowania,
- wdrożenie systemu.

Na etapie przygotowania projektu należy wyznaczyć zespół, który opracuje plan wdrożenia, a także określi terminy realizacji następujących po sobie elementów planu oraz będzie odpowiedzialny za wykonanie tych działań w określonym terminie. Celem tego zespołu będzie sprawowanie opieki nad realizacją wyboru, testowaniem i implementacją systemu (rys. 3).



Rys. 3. Przykład struktury organizacyjnej projektu wdrożenia nowego systemu klasy CMMS

Wybranie właściwego systemu nie należy do prostych decyzji. Należy tu wziąć pod uwagę możliwości dalszej jego rozbudowy czy też zakupu tylko wybranych jego modułów. Ważne jest także zbieranie opinii od innych firm, które posiadają już taki system wdrożony.

Do najczęstszych błędów popełnianych w fazie przygotowań i wyboru systemu CMMS należą [5]:

a) w fazie przygotowań:

- niesprecyzowany jasno cel projektu,
- zbyt duże oczekiwania w stosunku do wdrażanego systemu,
- niewłaściwe wyobrażenia na temat czasu implementacji oraz kosztów wdrażania,

b) w fazie wyboru:

- niewłaściwie dobrana grupa projektowa i nieodpowiednio wykonany plan,
- brak możliwości przeglądania i weryfikacji projektu,
- niewłaściwe kryteria oceny.

Najtrudniejszym, a jednocześnie i najdłuższym etapem, jest samo wdrożenie systemu CMMS w przedsiębiorstwie. Obejmuje ono jego testowanie i szkolenie pracowników. Czynności te pochłaniają dużo czasu i angażują duży zasób załogi. Ukazuje to przykładowy harmonogram projektu wdrożenia systemu CMMS w przedsiębiorstwie, który zamieszczono w tabeli 2. Harmonogram ten zawiera czasy wymagane dla poszczególnych czynności (zadań). Wiele z nich można prowadzić równolegle. W ich rozplanowaniu pomocny jest wykres Gantta. Jak wiadomo wykresy tego typu, stosowane w zarządzaniu

Tab. 1. Cechy wpływające na wybór systemu CMMS w zależności od wielkości przedsiębiorstwa [5]

Lp.	Cecha	Wielkość Przedsiębiorstwa					
		Małe		Średnie		Duże	
		Konieczne	Przydatne	Konieczne	Przydatne	Konieczne	Przydatne
1.	Dostępność informacji i łatwość jej wyszukiwania	✓		✓		✓	
2.	Dostępność kompletnej dokumentacji	✓		✓		✓	
3.	Listy części zamiennych dostępne w dokumentacji		✓	✓		✓	
4.	Dostępność informacji nt. stanów magazynowych części zamiennych		✓		✓	✓	
5.	Możliwość wykonania analiz kosztów	✓		✓		✓	
6.	Obsługa formatów gif, jpg, pdf, dwg.		✓	✓		✓	
7.	Automatyczny system informowanie o awariach		✓	✓		✓	
8.	Możliwość wykonywania analiz wydajności, produktywności, dostępności		✓	✓		✓	
9.	Możliwość generowania raportów	✓		✓		✓	
10.	Możliwość planowania przeglądów i napraw w oparciu o plany produkcyjne	✓		✓		✓	
11.	Możliwość analizowania obciążenia pracowników Utrzymania Ruchu		✓		✓	✓	
12.	Możliwość analizy historii zleceń realizowanych przez Utrzymanie Ruchu		✓	✓		✓	
13.	Stworzenie kodu awarii		✓	✓		✓	
14.	Możliwość kontrolowania przepływu narzędzi		✓	✓		✓	
15.	Obsługa remontów naprawialnych części zamien-nych		✓	✓		✓	
16.	Możliwość integracji z systemami klasy MRPII/ERP		✓	✓		✓	
17.	Możliwość transferu danych bezpośrednio z ma-szyny do systemu		✓		✓		✓
18.	Możliwość obsługi przeglądów planowanych	✓		✓		✓	
19.	Bezpieczeństwo danych	✓		✓		✓	
20.	Analiza skutków awarii	✓		✓		✓	

Tab. 2. Przykładowy harmonogram projektu wdrożenia systemu klasy CMMS w przedsiębiorstwie

Lp.	Zadanie	Czas trwania (dni)
1	Analiza dostępnych na rynku programów klasy CMMS (kontakt z producentami, test wersji demo).	20
2	Zakup programu (obejmuje kontakt z producentem oraz czas dostarczenia).	4
3	Instalacja programu na serwerze.	1
4	Pierwsza faza testowania programu (testowanie modułów).	14
5	Wprowadzenie danych o maszynach, częściach zamiennych, pracownikach itd.	7
6	Tworzenie kont użytkowników przed administratorem oraz nadanie im odpowiednich uprawnień.	3
7	Szkolenie mechaników oraz elektroników.	10
8	Przydzielenie kont personelowi Działu Utrzymania Ruchu.	4
9	Druga faza testowania programu (testowanie odpowiednich modułów, włączając personel Działu Utrzymania Ruchu).	14
10	Szkolenie kierowników, technologów, liderów.	10
11	Szkolenie operatorów, ustawiaczy.	10
12	Przydzielenie kont pozostałym pracownikom Służb Utrzymania Ruchu.	2
13	Zatwierdzenie projektu oraz oficjalny start funkcjonowania programu w przedsiębiorstwie.	1
	SUMA:	100

Tab. 3. Analiza potencjalnego ryzyka przy wdrażaniu systemu klasy CMMS

Lp.	Grupa oraz nazwa ryzyka	Prawdopodobieństwo wystąpienia ryzyka	Waga ryzyka	Sposoby zarządzania ryzykiem	Odpowiedzialność za podjęcie działań
1	Wybór nieodpowiedniego programu	Niskie	Duża	<ul style="list-style-type: none"> Wyznaczenie odpowiedniej osoby, która w sposób kompleksowy rozezna się w programach klasy CMMS oferowanych na rynku, określi potrzeby firmy oraz na ich podstawie wybierze odpowiedni program klasy CMMS. Konsultacja z innymi firmami produkcyjnymi w celu zasięgnięcia informacji na temat funkcjonowania wybranego programu. 	Komitet projektu
2	Problemy techniczne przy instalacji oraz przy działaniu programu	Średnie	Duża	<ul style="list-style-type: none"> Konsultacja z Działem IT przy zakupie programu. Sprawdzenie przez IT zgodności wymagań systemowych programu ze specyfikacją sprzętu w firmie 	Komitet projektu, Zespół zadaniowy IT
3	Niewystarczające testowanie programu	Niskie	Duża	<ul style="list-style-type: none"> Nadzór nad osobą odpowiedzialną za testowanie programu. Wprowadzenie okresowych spotkań, na których omawiane będą kolejne testowane moduły programu. Konsultacja z producentem oprogramowania. 	Komitet projektu, Zespół zadaniowy wdrażania projektu, Zespół Konsultacyjny
4	Wprowadzenie niewystarczających danych o maszynach, pracownikach itd.	Niskie	Średnia	<ul style="list-style-type: none"> Testowanie programu pod kątem analizy poszczególnych danych, które są niezbędne w funkcjonowaniu poszczególnych modułów programu. 	Zespół zadaniowy projektu
5	Nieodpowiednie nadanie uprawnień poszczególnym użytkownikom	Niskie	Średnia	<ul style="list-style-type: none"> Szczegółowa analiza nadanych uprawnień w kierunku sprawdzenia wykorzystywania uprawnień w późniejszym funkcjonowaniu programu. Konsultacja z producentem oprogramowania przy nadawaniu uprawnień. 	Komitet projektu, Zespół zadaniowy wdrażania projektu, Zespół Konsultacyjny
6	Brak zaangażowania w szkoleniach	Wysokie	Duża	<ul style="list-style-type: none"> Przeprowadzanie testów merytorycznych po szkoleniach. Przyznanie premii dla pracowników, którzy osiągną pozytywny wynik testów. 	Komitet projektu

projektami, umożliwiając graficzne przedstawienie takich informacji o projekcie jak: zadania, współzależność zadań, czas ich trwania, wykonawców zadań oraz punkty kontrolne.

Przy zarządzaniu projektem wdrażania systemu CMMS należy skupić się na czynnikach, które mogą spowodować zakłócenia jego realizacji, głównie niedotrzymywanie terminów. Pomocna jest tu analiza zarządzania ryzykiem projektowym. Obejmuje ona działania, których celem jest wykrycie źródeł ryzyka, a następnie ich usystematyzowanie według przyjętych kategorii.

Analizę potencjalnego ryzyka przy wdrażaniu systemu klasy CMMS zawiera tabela 3. Przedstawia ona wykaz źródeł ryzyka, stopień prawdopodobieństwa jego wystąpienia i wagę, a także sposoby zarządzania ryzykiem i odpowiedzialnych za podjęcie stosownych działań. Przy jego ocenie uwzględniono czynniki związane z pracą komitetu projektu, jak również i zespołów zadaniowych. Wynika to z faktu bardzo dużego wpływu obu jednostek na przebieg i terminowe zakończenia projektu.

Oprócz czynników natury obiektywnej, duży wpływ na realizację projektu wdrożenia systemu CMMS, mogą mieć czynniki natury subiektywnej. Wyraża to brak zaangażowania w szkoleniach (tab. 3). Bywa bowiem często, że pracownicy

działów utrzymania ruchu niechętnie podchodzą do wdrażania nowych rozwiązań w zakresie komputeryzacji w obszarze utrzymania ruchu. Wynikać to może z niezajomości zadań systemu czy traktowania rozwiązań informatycznych jako sposobu monitorowania ich pracy. Przy tradycyjnym podejściu do utrzymania ruchu (wyznaczanym przez rytm awarii i problemów), taki system jest traktowany jako coś, co pracę utrudnia z powodu koniecznej znajomości jego obsługi, a także straty czasu przy wprowadzaniu danych [12].

Podsumowanie

Podczas wdrażania koncepcji TPM w wielu przedsiębiorstwach okazuje się, że aby mogła skutecznie i sprawnie funkcjonować, konieczne jest wdrożenie systemu komputerowego klasy CMMS, wspomagającego działania związane z utrzymaniem ruchu maszyn. Systemy tego typu nie tylko gromadzą dane o obiektach, awariach czy przeglądach, ale również pomagają w zarządzaniu pracą działów utrzymania ruchu. Przetwarzają informacje dotyczące parametrów technicznych maszyn, personelu konserwacyjno-naprawczego, części zamiennych, narzędzi, materiałów eksploatacyjnych, a także wykonują analizy

kosztów czy obliczenia podstawowych wskaźników. Pomagają nie tylko w realizacji codziennych czynności, prowadzących do sprawnego funkcjonowania maszyn, ale również w spełnieniu wymogów dyrektywy maszynowej, której zakres w ostatnich latach się powiększył. Maszyny bowiem poza tym, że powinny działać bez zarzutu, muszą być również bezpieczne. Wymagana w związku z tym dokumentacja, wszelkie rejestry wypadków czy oceny klasy ryzyka, są także uwzględnione w programach klasy CMMS. Jednak poza możliwościami ewidencjonowania, systemy te zapewniają też ilościowe, jak i terminowe zabez-

pieczenie wszelkich zasobów eksploatacyjnych potrzebnych do konserwacji i napraw.

Podsumowując można stwierdzić, że właściwe wdrożenie systemu klasy CMMS do praktyki przemysłowej wymaga poprawnej organizacji tego procesu. Istotnym aspektem jest zapewnienie odpowiednich przedsięwzięć organizacyjnych oraz nakładów czasowych i finansowych. Końcowy sukces projektu jest w dużym stopniu zależny od podejścia do niego i zrozumienia przez przyszłych użytkowników.

Literatura

- [1] Legutko S.: *Podstawy eksploatacji maszyn i urządzeń*. WSiP, Warszawa, 2004, Ahuja I.P.S., Khamba J.S.: *Total Productive Maintenance: Literature Review and Directions*, International Journal of Quality & Reliability Management, Vol. 25, No 7, 2008
- [2] Legutko S., *Trendy rozwoju utrzymania ruchu urządzeń i maszyn*. W: Eksploatacja i Niezawodność, nr 2/2009
- [3] Ashraf W. L., *World-class maintenance using a computerized maintenance management system*. Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 4, No. 1, 2008
- [4] Rybińska M., Sekieta M., *Komputerowe wspomaganie zarządzania utrzymaniem ruchu*. Konferencja IZIP, Zakopane, 2009
- [5] Mączyński W., Nahirny T., *Efektywność służb utrzymania ruchu jako składowa efektywności przedsiębiorstwa*. Konferencja IZIP, Zakopane, 2012
- [6] Słowiński B., *Inżynieria eksploatacji maszyn*. Politechnika Koszalińska, 2011
- [7] Bryke M., *Jak skutecznie zbudować i wdrożyć kulturę TPM?* Materiały Kaizen Institute Polska, 2008
- [8] Knapik K., *TPM szyty na miarę*. Utrzymanie Ruchu, Nr 1/2011
- [9] Dutkowska B., *Systemy CMMS w Polsce*. Inżynieria i Utrzymanie Ruchu Zakładów Przemysłowych, lipiec 2009
- [10] *Systemie API Pro*. Instrukcja obsługi (niepublikowane)
- [11] Woźnicka K., Pawlak M., *System MAXIMO jako narzędzie wspomaganie procesu eksploatacji maszyn w przedsiębiorstwie produkcyjnym*. Konferencja IZIP, Zakopane, 2013

