

# SYSTEM MAXIMO JAKO NARZĘDZIE WSPOMAGANIA PROCESU EKSPLOATACJI MASZYN W PRZEDSIĘBIORSTWIE PRODUKCYJNYM

Katarzyna WOŹNICKA, Magdalena PAWLAK

**Streszczenie:** W niniejszym artykule skupiono uwagę na dziale utrzymania ruchu funkcjonującym w Cementowni X znajdującej się na terenie woj. kujawsko -pomorskiego a głównie na systemie CMMs wspomagającym eksploatację maszyn – Maximo. Wyniki na temat zastosowania tego oprogramowania w badanym przedsiębiorstwie zebrano na podstawie wywiadów z 15 pracownikami, którzy wykorzystują go w swojej codziennej pracy.

**Słowa kluczowe:** wspomaganie komputerowe, CMMS, MAXIMO, utrzymanie ruchu, eksploatacja maszyn

## 1. Wprowadzenie

Skala biznesowych zastosowań technologii informatycznych jest obecnie tak znacząca, że stanowi wręcz warunek determinujący rozwój współczesnej gospodarki. W ostatnim czasie przedsiębiorstwa w Polsce wiele wysiłku poświęcają na utrzymanie odpowiedniej pozycji na tle silnie rozwijającej się konkurencji. Zachowanie supremacji na rynku zapewnia adekwatnie wysoka jakość oferowanych wyrobów, warunkowana wdrożeniem odpowiednich metod zarządzania przedsiębiorstwem. W takim ujęciu realizacja zadań produkcyjnych połączona jest z harmonizacją środków oraz integracją wszystkich zadań organizacji.

Podstawowym elementem decydującym o wysokiej jakości produktu jest park maszyn technologicznych. Jego stan w sposób znaczący wpływa na poziom jakości uzyskiwanego wyrobu, co bezpośrednio przekłada się na konkurencyjność przedsiębiorstwa. Dlatego też tak istotnym zadaniem menedżerów jest utrzymanie właściwego poziomu efektywności eksploatacji infrastruktury technologicznej [1].

Ostatnie lata charakteryzują się bardzo szybkim rozwojem technologii. Nie tylko urządzenia mechaniczne uległy modyfikacjom powodującym zwiększoną ich złożoność, ale również ich użytkowanie stało się bardziej skomplikowane. Posiadana technologia staje się coraz ważniejszym elementem zasobów przedsiębiorstwa przemysłowego, a jej zróżnicowana struktura wymaga ogromnego zaangażowania w sferze jej eksploatacji. „Pomocną dłoń” w tej dziedzinie zarządzania stanowią systemy CMMS (Computerised Maintenance Management System), czyli Systemy Komputerowego Wspomagania Utrzymania Ruchu. Umożliwiają one między innymi gromadzenie informacji o uszkodzeniach obiektów, ich eksploatacji oraz opracowywanie harmonogramów przeglądów zarówno okresowych jak i prewencyjnych.

Celem niniejszego artykułu jest analiza funkcjonowania podsystemu wspomaganie utrzymania ruchu MAXIMO w wybranym przedsiębiorstwie. Zadaniem struktury MAXIMO jest wpływ na poprawę jakości i efektywność zarządzania eksploatacją maszyn.

Kompleksowość a także sposób wspomaganie poszczególnych zadań z obszaru zarządzania eksploatacją i utrzymaniem ruchu w ramach systemu MAXIMO umożliwiają wdrażanie nowoczesnych i skutecznych strategii zarządzania. W celu opracowania badań wykorzystano metody obserwacji i wywiadu z użytkownikami systemu, a także analizę dokumentacji otrzymanej z przedsiębiorstwa.

## **2. Komputerowe Systemy Wspomaganie Zarządzania Eksploatacją i Utrzymaniem Ruchu**

Ostatnie lata charakteryzują się dynamicznym rozwojem technologii. Jednak, aby nowoczesny park maszynowy mógł realizować zamierzenia firmy, musi być utrzymywany w doskonałym stanie technicznym. Dlatego też należy wybrać jak najefektywniejszy system zarządzania eksploatacją maszyn i utrzymaniem ruchu [2].

Komputerowe wspomaganie i zarządzanie eksploatacją maszyn jest zorientowane na realizację polityki organizacji. Kluczowym celem systemów informatycznych wspomagających zarządzanie przedsiębiorstwa jest utrzymanie sprawności urządzeń produkcyjnych. Implementacja tego typu systemów niesie za sobą korzyści nie tylko techniczne, ale także ekonomiczne i organizacyjne. Niestety proces ten wiąże się dużymi nakładami finansowymi oraz charakteryzuje wysoką czasochłonnością dla całego zaangażowanego w nim zespołu. W trakcie eksploatacji systemu poniesione koszty zwracają się w postaci obniżonych nakładów na naprawę urządzeń i maszyn, skrupulatnie planowanego budżetu remontów i napraw. Poprawia się również efektywność oraz wydajność pracowników konserwujących i naprawiających maszyny [3].

Komputerowe programy typu CMMS (Computerised Maintenance Management Systems) wykorzystywane są do szeroko rozumianego podsystemu utrzymania ruchu (SUR - służb utrzymania ruchu) w przedsiębiorstwach produkcyjnych oraz usługowych, w których użytkowane są obiekty techniczne. Pozwalają w szczególności na gromadzenie informacji o awariach obiektów oraz realizowanych w przedsiębiorstwie procesach eksploatacji łącznie z ich skrupulatnymi opisami dla urządzeń, maszyn czy pojazdów. Umożliwiają również opracowywanie harmonogramów przeglądów okresowych i prewencyjnych oraz ich kolejowanie [4].

Wdrożenie komputerowych systemów utrzymania ruchu jest niezbędne w przedsiębiorstwach, które posiadają zaawansowane procesy produkcyjne bazujące na kosztownych inwestycjach w maszyny. Systemy CMMS panują nad procesem i wartościują go, a jednocześnie wspomagają budowanie tzw. „drzew wyposażenia” obiektów technicznych. Tego typu drzewa są fundamentem do projektowania systemu remontów [5].

Systemy klasy CMMS dysponują szeregiem funkcji, takich jak:

- zarządzanie rejestrem majątku trwałego przedsiębiorstwa,
- prowadzenie dozoru nad maszynami, urządzeniami i przyrządami pomiarowymi,
- zarządzanie personelem utrzymania ruchu,
- harmonogramowanie napraw, remontów i kontroli,
- gromadzenie danych oraz ich weryfikacja,
- zarządzanie finansami utrzymania ruchu,
- zarządzania magazynem części i narzędzi,
- ocena przedsięwziętych prac w utrzymaniu ruchu.

W następstwie tego uzyskujemy kolejne korzyści w postaci:

- redukcji kosztów produkcji oraz wzrostu zyskowności,
- redukcji kosztów magazynowania i transportu poprzez korzystniejszą gospodarkę

- stanami magazynowymi,
- wzrostu zdolności produkcyjnych oraz jakości, zapewnienia zgodności z wymaganiami OSHA, EPA, ISO 9000 i QS 9000,
- wzrostu długości życia urządzeń,
- zmniejszenia czasu przestoju,
- redukcji kosztów awarii i napraw,
- optymalizacji stanów magazynowych,
- poprawy zarządzania, w wyniku lepszej i szybszej informacji,
- redukcji liczby wypadków oraz poprawy bezpieczeństwa,
- poprawy jakości produktów finalnych a także wymuszenie lepszej jakości dostaw,
- minimalizacji nakładów pracy związanych z obróbką dokumentów tradycyjnych.[6].

Tego typu systemy komputerowe posiadają funkcje nie tylko wspomagające zarządzanie i użytkowanie maszyn, ale mogą być używane do zarządzania środkami transportu, narzędziami, budynkami itp.

Istotą każdego systemu klasy CMMS jest szczegółowa ewidencja obiektów podlegających systemowi. W obrębie jej znajdują się:

- techniczne dane obiektu (rysunki i instrukcje),
- obszar obiektu,
- konstrukcja budowy obiektu z podziałem na części składowe (CMMS tworzy układ hierarchiczny obiektu),
- informacje o pracownikach działu utrzymania ruchu z uwzględnieniem ich kwalifikacji,
- informacje na temat osób odpowiedzialnych za dany obiekt oraz dane serwisantów [7].

Systemy komputerowe wspomagające zarządzanie eksploatacją składają się z różnych podsystemów, które dotyczą poszczególnych aspektów systemu CMMS. Można tu wyróżnić np. podsystem zajmujący się obsługą i realizacją remontów, podsystem harmonogramowania, podsystem, poprzez który zgłasza się i planuje obsługę remontów oraz podsystem obiektów eksploatacji. Wszystkie podzespoły systemu są ze sobą sprzężone i ściśle ze sobą współpracują. Spełnia to główny cel CMMS, czyli wspieranie działu utrzymania ruchu. Niektóre przedsiębiorstwa posiadające zaimplementowany system nie używają wszystkich jego funkcji.

Poprzez zbieranie i gromadzenie oraz przetwarzanie informacji na temat eksploatacji maszyn system pomaga zarządzać posiadaniem parkiem maszyn. Jest to swoisty symulator rzeczywistych procesów, który umożliwia podejmowanie decyzji o stanie maszyn, otoczenia, a także o naprawach i remontach.

## **2.1. Metody wyboru , proces wdrożenia i korzyści z funkcjonowania systemu**

Najpopularniejszymi metodami stosowanymi przy wyborze systemu są metody liniowe i relacyjne. Dobór odpowiedniego systemu CMMS uzależniony jest od potrzeb przedsiębiorstwa.

Rynek oferuje szeroką gamę proponowanych systemów CMMS - od najprostszych służących do harmonogramowania obsługi obiektów, aż po skomplikowane i rozbudowane pakiety aplikacji. Bez względu od dokonanego wyboru, uzyskane korzyści mogą być porównywalne. Najistotniejszym elementem jest to, aby poprawnie określić obszary, w

których możemy odciążyć pracownika, a które może przejąć się komputer, wykonując poprzez aplikacje te analizy sprawniej i szybciej, np. harmonogramowanie czy raportowanie usterek i awarii [8].

Wdrożenie systemu CMMS wymaga od organizacji wysokiej dyscypliny wprowadzania danych a także odpowiednich nakładów związanych z wprowadzeniem systemu komputerowego. Istotnym aspektem, który niewątpliwie utrudnia implementację systemu, jest obowiązek zmiany mentalności pracowników średniego i wyższego doboru pracujących w pionach technicznych [6].

Schemat, według którego powinna zostać podjęta decyzja odnośnie wyboru konkretnego systemu informatycznego wspomagającego utrzymanie ruchu w przedsiębiorstwie, przedstawia się następująco:

- przygotowanie,
- wybór oprogramowania,
- wdrożenie systemu.

Często spotyka się również z jeszcze jedną fazą występującą na początku a jest to faza potrzeby. Na etapie przygotowań takiego 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. Zespół ten sprawuje pieczę nad realizacją wyboru i implementacją systemu CMMS [9].

Przy dokonywaniu wyboru należy wziąć pod uwagę, czy dany system CMMS ma możliwość dalszej rozbudowy lub czy można dokonać zakupu tylko uzasadnionych modułów. Wybranie właściwego systemu nie należy do prostych decyzji i dlatego też zaleca się, by po wstępnym wyborze, zbierać opinie od innych firm, które posiadają już taki system wdrożony. Po dokonaniu takiej analizy należy podjąć decyzję o wyborze oprogramowania do wstępnej instalacji w swoim przedsiębiorstwie [10].

Najtrudniejszym i najdłuższym etapem jest jednak samo wdrożenie systemu w przedsiębiorstwie. To najbardziej problematyczna faza całego projektu, ponieważ pochłania dużo czasu i angażuje duży odsetek zasobów ludzkich zatrudnionych w danym przedsiębiorstwie.

Na poziomie każdej fazy popełniane są błędy. Do najczęstszych z nich zalicza się:

- a) w fazie przygotowań:
  - niesprecyzowany jasno cel,
  - 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 projektu,
  - nierzeczowe kryteria oceny [10].

Już samo wprowadzenie szczegółowej ewidencji posiadanego majątku produkcyjnego i środków trwałych procentuje z reguły wykazaniem rezerw, obniża koszty eksploatacji obiektów, poprawia bezpieczeństwo oraz wydajność pracy. Niektóre źródła podają, że zastosowanie systemu CMMS może spowodować nawet obniżenie kosztów aż o 30 proc. Polepsza się także zarządzanie robotami remontowymi i inwestycyjnymi. W przedsiębiorstwie stosującym takie rozwiązania IT podwyższa się wydajność pracy. Taka implementacja powoduje nawet lepsze wykorzystanie kadry i urządzeń. System pozwala dokładniej kontrolować zadania remontowe oraz inwestycyjne w dużych organizacjach gospodarczych i przedsiębiorstwach rozległych. Dociera tam gdzie nie

zawsze osobiście można skontrolować ilość i jakość przeprowadzonych działań. Bardzo istotnym aspektem jest również zmniejszenie liczby wypadków i poprawa bezpieczeństwa [6].

Wyników zastosowania systemu komputerowego nie da się zaobserwować po pierwszym miesiącu użytkowania, nawet pierwszy rok jego eksploatacji nie daje pełnego obrazu. Wynika to z faktu, że aby użytkowanie czegoś zaczęło przynosić korzyści, musi być poprawnie wykorzystywane. Proces wdrażania jest długotrwały i zależy od podejścia do niego i zrozumienia go przez użytkowników.

### 3. System Maximo - analiza przypadku

System Maximo jest produktem amerykańskiej firmy MRO Software. Ma on strukturę modułową, która pozwala na logiczne uporządkowanie danych charakterystycznych dla analizowanego obszaru. Niestety, układ taki nie pozwala na odrębne funkcjonowanie poszczególnych modułów [11].

Analizowanym przypadkiem, który wdrożył i wykorzystuje system Maximo jest przedsiębiorstwo X produkujące cement na terenie woj. kujawsko – pomorskiego. Kierownictwo Cementowni X przed wdrożeniem systemu długo analizowało, które z poszczególnych modułów będą potrzebne w przedsiębiorstwie. System dzięki swej strukturze w każdej chwili może zostać rozbudowany, poprzez wykupienie dostępu do dodatkowych modułów.

W Cementowni został wykupione zostały następujące moduły:

- Moduł Zlecenia robót – pozwala na gromadzenie danych o realizowanych pracach obsługowo – naprawczych.
- Moduł Konserwacja zapobiegawcza – wspomaga planowanie regularnych prac konserwacyjno – naprawczych z uwzględnieniem wymagań strategii eksploatacyjnej, cykli obsługowo – naprawczych czy wyników pomiarów diagnostycznych.
- Moduł Inwentarz - istota działania tego modułu sprowadza się do osiągnięcia optymalnego stanu między maksymalizacją dostępnych części zamiennych a ograniczeniem zalegania części zamiennych w magazynie.
- Moduł Wyposażenie – umożliwia modelowanie struktur technicznych przedsiębiorstwa.
- Moduł Zakupy – pomaga pozyskiwać części zamienne i usługi w ramach procesu zaopatrzenia.
- Moduł Zatrudnienie – pomaga dobrać odpowiednich pracowników do wykonania konkretnego zlecenia.
- Moduł Plany pracy – pozwala tworzyć szablony dla zadań, zatrudnienia, części zamiennych niezbędnych do prac konserwacyjno – naprawczych.
- Moduł Kalendarze – wspomaga zaplanowanie prac w określonym czasie.
- Moduł Zasoby – pozwala wprowadzać i śledzić informacje dotyczące zasobów wewnętrznych i zewnętrznych, które są wykorzystywane do realizacji zadań konserwacyjno-naprawczych [11].

W obszarze modułów: zlecenie robót, konserwacje zapobiegawcze, plany pracy pracują głównie inspektorzy mechaniczni i elektryczni. Planista natomiast wykorzystuje głównie w moduły: zasoby, zakupy, zatrudnienie, inwentarz a także zlecenia robót i plany pracy. Dostęp do modułów kalendarze i wyposażenie mają wszyscy pracownicy posiadający możliwość pracy w systemie Maximo.

Na podstawie modułu zleceń robót, inspektorzy sporządzają harmonogramy inspekcji, a po przeprowadzonej kontroli wprowadzają do systemu dane na temat stanu obiektu i zamykają zlecenie lub gdy zaistnieje konieczność w module konserwacja zapobiegawcza generują zlecenie naprawy lub remontu.

**Roczny plan przeglądów - wypal klinkieru 2012**

			STYCZEN				LUTY				MARZEC				KWIECIEŃ				MAJ				CZERWIEC					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Dział węgla	IFR-W	00004	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	IFR-W	00074	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	ISS-M	00073				X				X					X				X			X						X
	ISS-M	00086				X				X					X				X			X						X
	ISS-M	00087				X				X					X				X			X						X
	ISS-M	00124				X				X					X				X			X						X
	ISS-Y	00106				X									X				X			X						X
Dział surowca	IFR-W	00001	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	IFR-W	00039	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	ISS-M	00077				X				X					X				X			X						X
	ISS-M	00078				X				X					X				X			X						X
	ISS-M	00079				X				X					X				X			X						X
	ISS-Q	00084				X													X									
	ISS-Q	00123				X													X									
	ISS-Y	00080				X																						
	ISS-Y	00081				X																						
Piec Chłodnik Elektrofiltr	IFR-W	00003	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	ISS-Y	00085				X																						
	ISS-Y	00088				X																						
	ISS-Y	00105				X																						
Wieża wymiennika	IFR-W	00002	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	ISS-Y	00083				X																						
Transport klinkieru	IFR-W	00005	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	ISS-Q	00075				X													X									
Paliwa alternatywne	IFR-W	00125	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sprężarki	IFR-W	00107	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	ISS-M	00108				X				X									X			X						X
Suwnice	ISS-M	00109				X				X					X				X			X						X
	ISS-Q	00189				X												X										

Rys. 1. Roczny harmonogram inspekcji  
Źródło: Cementownia X

Planista w module plan pracy określa wszystkie czynności, które będą wykonane w trakcie naprawy lub remontu, uwzględniając części i narzędzia potrzebne w toku realizacji zadania. W sytuacji, gdy brakuje jakiegoś materiału lub części (dostępność określa się dzięki informacjom dostępnym w module inwentarz) w module zakupy, generowane jest zlecenie zakupu do działu handlowego. Podczas tworzenia planu naprawy, planista dobiera odpowiednich pracowników do wykonania zlecenia na podstawie modułu zatrudnienie.

Każdy z modułów posiada określone funkcje. W Cementowni X nie wykorzystuje się wszystkich potencjalnych funkcjonalności systemu Maximo. Przyczyną takiego stanu rzeczy jest fakt, że zakład, oprócz opisywanego programu, w swoim zastosowaniu posiada system ADAP, który jest systemem bardziej statystycznym. To przy jego pomocy generowanych jest więcej informacji na temat prawdopodobieństwa awaryjności konkretnego urządzenia, czy też częstotliwości oraz długości trwania przestoju.

Do funkcji Maximo wykorzystywanych przez przedsiębiorstwo X należą :

- Zarządzanie środkami trwałymi – jest rezultatem celu i przeznaczenia systemu.
- Hierarchizacja urządzeń – każde nowe urządzenie musi zostać rozłożone na części i podzespoły, tworząc określoną hierarchię. Bez tych działań niemożliwa jest pełna i szczegółowa kontrola urządzenia a co za tym idzie dokładne wyznaczenie

marszrut. Funkcja ta ułatwia i przyspiesza zdiagnozowanie stanu maszyny dzięki temu, że kontroli poddawane są poszczególne podzespoły lub części.

- Historia uszkodzeń i awarii urządzeń – jest tworzona automatycznie przy każdorazowym wprowadzaniu do systemu nowych informacji. Dzięki temu można wracać do zakończonych zleceń i korzystać z danych przy planowaniu przyszłych zleceń.
- Planowanie prac konserwacyjnych – czynność obsługowa każdego urządzenia musi zostać zaplanowana z uwzględnieniem wielu aspektów. Odbyna się to w obrębie systemu Maximo. Unika się rezerwowania tego samego zasobu dla różnych zleceń.
- Określenie wykorzystania zasobów – wykorzystanie zasobów jest rejestrowane zlecenie zadań do wykonania przez pracownika Cementowni X. Określenie wykorzystania zasobów pokazuje gdzie, kiedy oraz w jakich ilościach te materiały i personel zostaną wykorzystane.
- Planowanie napraw i remontów okresowych – tak jak w przypadku planowania prac konserwacyjnych, każdy remont okresowy musi zostać zaplanowany.
- Określanie budżetu remontów – planista bądź kierownik działu planowania może prognozować koszt wykonania remontu, bazując na danych opisujących koszty wcześniejszych remontów, których dane zgromadzone są w historii.
- Zamawianie części i materiałów – planista musi uwzględnić co i w jakich ilościach będzie konieczne do wykonania tego projektu. Posiada on uprawnienia do sprawdzania stanów magazynowych oraz zamówienia wymaganych materiałów. Ma to znaczący wpływ na skrócenie czasu poświęconego na planowanie danego remontu lub naprawy.
- Diagnozowanie kosztów prac – każdy plan naprawy lub remontu zakłada koszty robocizny, materiałów i części. W Cementowni X właśnie na tej podstawie są monitorowane i ustalane koszty prac.
- Sporządzanie zleceń i dokumentacji – realizowane jest w strukturach programu Maximo. Gdyby odbywałyby się to poza systemem, wpłynęłoby to na wydłużenie się czasu realizacji zlecenia oraz pogorszyłoby przepływ informacji.
- Bezpieczeństwo pracy – Na podstawie planów remontu przy organizacji wykonania określonego zlecenia są uwzględnione i zagwarantowane odpowiednie zabezpieczenia ustalone przez BHP.
- Tworzenie zestawienia wykonawców – jeśli dane zlecenie realizowane jest przez firmę zewnętrzną, to wszystkie związane z tym procesem jej dane zarejestrowane są w systemie Maximo. Ma to wpływ na skrócenie czasu poszukiwania wykonawców do konkretnych zleceń, a co za tym idzie na poprawienie efektywności czynności planistycznych.
- Ustalanie kolejności usterek do usunięcia – Maximo dysponuje funkcją priorytetowania usterek do usunięcia lub remontów. Wyróżnia się tu 5 priorytetów, według ważności. Sprawia to, że w pierwszej kolejności wykonuje się zadania o największym wpływie na przebieg realizacji procesu produkcyjnego i na bezpieczeństwo pracy.

W Cementowni X wszystkie wykorzystywane funkcje systemu Maximo wspomagają eksploatację maszyn oraz ułatwiają pracę w całym dziale utrzymania ruchu.

W Cementowni X istnieje obszar niewykorzystywanych funkcji systemu. Jest to

związane z faktem, że nie zostały one zakupione i zaimplementowane. Są również takie, których nie stosuje się ze względu na ich złożoność. Do nieużytkowanych funkcji zalicza się:

- Zarządzanie.
- Zarządzanie środkami.
- Prowadzenie dokumentacji technicznej.
- Ustalanie przebiegu urządzeń.
- Symulacje wariantów remontu.
- Ustalanie stanu urządzeń.
- Zamówienie do działu.

Powyższe opisy dowodzą, jak wiele korzyści przynosi stosowanie poszczególnych funkcji systemu Makasimo. Przedkłada się to w sposób bezpośredni na ulepszenie systemu eksploatacji maszyn w badanym przedsiębiorstwie [12].

### 3.1. Analiza wykorzystania systemu przez Cementownię X

W badaniach posłużono się wywiadami przeprowadzonymi z pracownikami oraz ankietą, która składa się z części wstępnej i część głównej. Respondenci stanowili grupę 15 pracowników działu utrzymania ruchu pracujących w systemie Maximo. Spośród tych 15 osób wyróżniono następujące stanowiska pracy:

- Kierownik Działu Planowania.
- Planista mechaniczny.
- Planista elektryczny.
- Inspektor mechaniczny.
- Inspektor elektryczny.

Kadra, która została poddana badaniu jest doświadczona, doskonale zna specyfikę przedsiębiorstwa i jego wyposażenie techniczne, co ma znaczący wpływ na szybsze reagowanie na występujące w zakładzie problemy.

W głównej części ankiety uzyskano następujące dane. Pierwsze pytanie dotyczyło stopnia wykorzystania systemu w pracy na danym stanowisku. Możliwe były trzy warianty odpowiedzi: w małym stopniu (0-1 h dziennie), w średnim stopniu (1-2 h dziennie), w dużym stopniu (powyżej 4 h dziennie). Rozkład odpowiedzi kształtował się następująco: kierownik działu planowania, wszyscy inspektorzy mechaniczni i elektryczni odpowiedzieli, że w swojej pracy wykorzystują system w stopniu średnim. Natomiast planista elektryczny i mechaniczny wskazali, że wykorzystują system w stopniu dużym.

#### Stopień wykorzystania systemu Maximo w Cementowni X



Rys. 2. Stopień wykorzystania systemu Maximo

Źródło: Opracowanie własne

Z powyższego wykresu wynika, że tylko 13% respondentów wykorzystuje system Maximo w stopniu dużym, a aż 87% w stopniu średnim. Kluczowym aspektem mającym



na to wpływ jest specyfika wykonywanej pracy. System Maximo wpływa na wpływa na polepszenie procesu zarządzania eksploatacją maszyn, czego dowodem jest fakt, że większość pracowników pracuje w systemie do dwóch godzin dziennie, innymi słowy poświęca nie więcej jak  $\frac{1}{4}$  swojego czasu pracy na uzupełnienie danych w systemie.

Kolejne pytanie ankiety sprawdzało, jaka część grupy badawczej pracowała w Cementowni X przed wprowadzeniem systemu i jakie różnice zostały dostrzeżone. Z uzyskanych odpowiedzi wynika, że aż 67% wszystkich badanych pracowników pracowało przed wprowadzeniem Maximo. Najczęściej wymieniane różnice to:

- zmniejszenie ilości czasu tzw. pracy zburokratyzowanej,
- mozolne wprowadzanie danych przez inspektorów,
- szybszy przepływ informacji,
- oszczędność czasu planisty w realizacji planu remontu lub naprawy,
- brak możliwości zapomnienia o zaplanowanej kontroli, gdyż system ją przypomina,
- dużo istotnych informacji gromadzonych w jednym miejscu.

Wśród wymienionych różnic widnieją zarówno zalety jak i wady, jednakże przeważają atrybuty pozytywne. Kolejnym pytaniem badano, czy praca na stanowisku stałaby się trudniejsza w wyniku braku funkcji obecnie użytkowanych. Wszyscy respondenci odpowiedzieli twierdząco. Dane te wskazują na to, iż system wspomaga pracę w dziale utrzymania ruchu, co przekłada się bezpośrednio na sprawniejsze i skuteczniejsze zarządzanie eksploatacją maszyn.

Kluczowym pytaniem było: Czy system Maximo ułatwia pracę? Wszyscy respondenci odpowiedzieli, że tak. To kolejny argument, który pozytywnie weryfikuje hipotezę, że narzędzie jakim jest Maximo skutecznie wspomaga pracę w dziale utrzymania ruchu.

Kolejne pytanie dotyczyło wad systemu. 80% uzyskanych od grupy badawczej odpowiedzi wskazuje, że system posiada wady. Zaledwie 20% osób uznało, że system nie posiada wad.

Ilość wymienionych przez pracowników wad jest bardzo mała. Dodatkowo należy stwierdzić, że takie wady, jak zawieszanie się systemu, zbyt długie oczekiwanie na potwierdzenie remontu lub naprawy oraz nie do końca spójny system ścieżek inspekcyjnych są związane z całkowicie innymi obszarami. Są one związane ze złą organizacją pracy, brakiem konsekwencji kierownictwa czy też z błędami przy wdrażaniu systemu.

W jednym z pytań sprawdzano czy system jest narzędziem skomplikowanym. Ankietowani w 100% stwierdzili, że praca w systemie nie jest skomplikowana. Świadczy to o tym, że struktura i konstrukcja systemu jest łatwa i prosta. Prostota użytkowania systemu jest czynnikiem bezpośrednio wpływającym na poprawę eksploatacji maszyn.

Kolejne pytanie ankiety brzmiało: Czy jest Pan zadowolony z użytkowania systemu? Także w tym przypadku cała badana grupa postawiła na jedną odpowiedź. 100% osób stwierdziło, że jest zadowolonych z pracy w systemie Maximo mimo wcześniej wymienianych wad. Odpowiedź ta sugeruje, że wskazane wady nie wpływają w sposób znaczący na użytkowanie systemu.

Wystąpiło również pytanie otwarte, które dotyczyło tego, czy system Maximo wpływa na inne aspekty zarządzania, tj.: zmniejszenie czasów postojów awaryjnych i przedłużenie czasu eksploatacji środków produkcyjnych. Uzyskane odpowiedzi plasowały się następująco:

Tab. 1. Rozkład uzyskanych odpowiedzi wśród 15 respondentów

ASPEKT	Ilość odp. TAK	ARGUMENTY	Ilość odp. NIE	ARGUMENTY
Skrócenie czasów postojów awaryjnych	13	historia awarii i napraw, wszystkie dane w 1 miejscu, kwalifikacje pracowników w systemie, łatwo można sprawdzić dostępność materiałów, możliwość składania zamówień zakupowych i wysyłanie ich do działu zakupów, lepszy przepływ informacji, lepsze kontakty z dostawcami,	2	brak konsekwencji pracowników, zdarza się długie oczekiwanie na zatwierdzenie decyzji o remoncie bądź naprawie
Wydłużenie czasu eksploatacji maszyn i urządzeń	12	system przypomina o kontrolach, dzięki czemu nie można o nich zapomnieć, pełna historia przeprowadzonych napraw, remontów oraz wystąpienia awarii i powodów ich wystąpienia,	3	niekonsekwentne korzystanie z możliwości systemu, niestosowanie symulacji remontów

*Źródło: opracowanie własne*

Wyniki pokazują, że żeby system mógł działać w określony przez jego projektantów sposób, i z zaplanowanym dla niego przeznaczeniem, musi zaistnieć między nim a organizacją i ludźmi odpowiednia współpraca.

Przeprowadzone badania wskazują, że istnieje jeden podstawowy problem dotyczący poprawy jakości i efektywności organizacji pracy w zarządzaniu eksploatacją maszyn. Jest to niekonsekwencja pracowników w odpowiednim wykorzystywaniu możliwości, jakie daje system. Główną przyczyną jest nieterminowe wprowadzaniem danych do systemu.

W Cementowni X po wprowadzeniu systemu Maximo, zaczęto również regularnie monitorować wskaźniki niezawodności poszczególnych maszyn, biorących udział w procesie produkcyjnym (Tab.2.). Pozwoliło to na wyeliminowanie najczęstszych przyczyn awarii i znaczące skrócenie czasu przestoju. Przed wprowadzeniem systemu wskaźniki niezawodności utrzymywały się na poziomie około RF= 80.

Tab. 2. Raport miesięczny uwzględniający wskaźnik niezawodności oraz typy postojów

Obszar	Niezawodność za okres : 01.01.2012 – 31.10.2012	Niezawodność za miesiąc : Październik	Planowany Ilość godz.	Warunkowy Ilość godz.	Awaryjny Ilość godz.	Inny Ilość godz.	Suma godzin
Młyn surowca	RF : 98,48	RF : 99,54	0	285,83	2,12	0	287,95
Piec obrotowy	RF : 99,27	RF : 100	0	268,17	0	0	268,17
Młyn cementu nr. 1	RF : 96,64	RF : 97,22	0	512,71	5,94	0	518,66
Młyn cementu nr. 2	RF : 97,72	RF : 97,35	0	534,28	5,08	0	539,36

Młyn cementu nr. 3	RF : 98,29	RF : 98,08	0	135,70	11,67	0	147,37
Młyn cementu nr. 4	RF : 89,61	RF : 95,47	0	555,12	8,56	0	563,67
Młyn węgla	RF : 99,13	RF : 99,78	0	521,57	0,49	0	522,06

*Źródło: Cementownia X*

#### 4. Wnioski

Wykonane badania oraz analiza uzyskanych wyników pozwala stwierdzić, że system MAXIMO wspomaga zarządzanie eksploatacją maszyn i utrzymaniem ruchu w Cementowni X. Posiadane przez system funkcje, wpływają znacząco na poprawę organizacji utrzymania ruchu i niezawodność eksploatowanych maszyn i urządzeń.

Narzędzie to koncentruje w sobie wiele informacji w jednym miejscu, natomiast tworzona historia przeszłych uszkodzeń, awarii, remontów i napraw służy pomocą w organizowaniu kolejnych napraw. System MAXIMO, pomaga także gromadzić dane dotyczące pracowników i firm usługowych, dzięki czemu można szybko i właściwie dobrać osoby dla realizacji danego zadania. Dzięki funkcji przypominającej o inspekcjach do wykonania, wszystkie kontrole są przeprowadzane i nie są zapominane, a co za tym idzie można skuteczniej i szybciej zdiagnozować stan maszyny.

Z przeprowadzonych badań wynika, że system MAXIMO pozytywnie wpływa na poprawę jakości i efektywności zarządzania eksploatacją maszyn. Aby jednak narzędzie to przynosiło badanej firmie jeszcze większe korzyści, pracownicy eksploatujący system powinni bardziej stosować się do założeń projektowych Maximo.

#### Literatura

1. Antosz K., Prucnal S.: Wpływ reorganizacji służb utrzymania ruchu na proces monitorowania stanu maszyn. *Studia i Materiały Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedzą*, nr 46, 2011, s. 5-18.
2. Żółtowski B., Niziński S.: Informatyczne systemy zarządzania eksploatacją obiektów technicznych. Uniwersytet Warmińsko Mazurski w Olsztynie, Akademia Techniczno – Rolnicza w Bydgoszczy, Bydgoszcz, 2001.
3. Żółtowski M.: Komputerowe wspomaganie zarządzania systemem eksploatacji w przedsiębiorstwie produkcyjnym. *Komputerowo zintegrowane zarządzanie t. II*, p. red. Ryszarda Knosali, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, 2008, s. 617.
4. Landowski B.: Metoda oceny informatycznych systemów wspomagających służby utrzymania ruchu. *Studia i Materiały Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedzą*, nr 46, 2011, s. 190-203.
5. Pruszkowski L.: Planowanie obsługi eksploatacyjnej w przedsiębiorstwie. *Komputerowo zintegrowane zarządzanie t. II*, p. red. Ryszarda Knosali, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, 2008, s. 275.
6. <http://www.k3system.com.pl/www/select.php?id=45&g=2&sesja=igbClhISWuGurYS> I, stan na 02.01.2013.
7. <http://erp.info.pl/utrzymanie-ruchu-cmms/> stan na 02.01.2013.

8. Radoszewski A.: Czas na CMMS – systemy informatyczne jako sposób na usprawnienie działań utrzymania ruchu. *Utrzymanie Ruchu*, nr 1, 2011, s. 20-21.
9. Werner G. W.: *Praktyczny poradnik konserwacji maszyn i urządzeń*. Wydawnictwo Alfa-Weka, Warszawa, 1998.
10. Pruszkowski L.: System informacyjny obsługi eksploatacyjnej. *Komputerowo zintegrowane zarządzanie t. II*, p. red. Ryszarda Knosali, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, 2008, s. 436.
11. Orłowski C., Lipski J., Loska A.: *Informatyka i komputerowe wspomaganie prac inżynierskich*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa, 2012.
12. *Analizowane przedsiębiorstwo - Cementownia X*, 2012.

Mgr inż. Katarzyna Woźnicka  
Inż. Magdalena Pawlak  
Inżynierii Zarządzania  
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy  
im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich  
85-796 Bydgoszcz, ul. Fordońska 430, pok.214  
tel./fax: (0 - 52) 340 88 69  
e-mail: katarzyna.woznicka@utp.edu.pl