

ZARZĄDZANIE SYSTEMEM ZDATNOŚCI W PRZEDSIĘBIORSTWIE TRANSPORTOWYM

Streszczenie

Całkowite zapewnienie zdatności maszyn jest problemem w każdym przedsiębiorstwie. Podstawową częścią poprawnie działającego systemu nadzorowania i regeneracji parku maszyn w przedsiębiorstwie są prawidłowo funkcjonujące służby utrzymania ruchu oraz ich organizacja. Dwa podstawowe czynniki, mające największy wpływ na efektywność funkcjonowania tych służb, to ich odpowiednio dobrana struktura organizacyjna oraz zakres obowiązków i odpowiedzialności, ale także system informacyjny. Obecnie stosowanie technik informatycznych w przedsiębiorstwach jest powszechnie stosowane. Są one nieodłączną częścią systemów zarządzania. Systemy te to zespół metod i urządzeń, które pozwalają na gromadzenie i weryfikowanie dokumentów i przetwarzanie danych na niezbędne do zarządzania przedsiębiorstwem informacje

WSTĘP

W ostatnich latach, znaczenie problemu zapewnienia wysokiego poziomu obsługi klienta przez systemy transportu znacząco wzrosło, co spowodowane jest między innymi wysokim poziomem konkurencji na rynku usług transportowych. Wymusza to na firmach poszukiwanie niezawodnych metod zachowania ciągłości w świadczeniu usług transportowych i minimalizację czasu oczekiwania na sfinalizowanie ich.

Za ciągłość obsługi odpowiada prawidłowe funkcjonowanie maszyn i pojazdów znajdujących się w przedsiębiorstwie.

Firma ukierunkowana na zyski, zdobycie uznania i zaufania w oczach klienta, nie może pozwolić sobie na przestój pojazdów, który poza negatywnym wpływem na wizerunek, generuje duże koszty. Dlatego tak ważne jest dbanie o to, by wszystkie urządzenia były odpowiednio eksploatowane, co pozwoli na odpowiednio wczesne podjęcie wymaganych działań w przypadku ryzyka wystąpienia uszkodzenia lub awarii.

1. STAN TECHNICZNY MASZYN

Stan techniczny pojazdu określony jest jako zbiór wartości parametrów stanu w chwili badania maszyny Θ_b , przy czym formułuje się dla nich pewne warunki (cechy stanu powinny być niezależne i zupełne).

Stan techniczny może być określany bezpośrednio na podstawie badań poszczególnych elementów i/lub badań współdziałania tych elementów. Wymaga to jednak ich demontażu oraz adaptacji elementów do badań, co często powoduje zmianę warunków ich współdziałania. Inny wariant bezpośredniej oceny stanu polega na wykorzystaniu arbitralnych opinii specjalistów, co wiąże się z trudnościami formalizowania sposobów wyznaczania tych opinii.

Metody pośrednie oceny stanu technicznego polegają na tym, że oceny stanu wyznaczane są na podstawie obserwacji sygnałów (procesów) związanych z działaniem maszyny (pojazdu). Sygnałem diagnostycznym (tzn. sygnałem zależnym od stanu maszyny) jest dowolny nośnik materialny, najczęściej przebieg (cecha, miara) wielkości fizycznej, umożliwiającej przenoszenie (w przestrzeni i czasie) wiadomości o stanie maszyny. Pełny opis stanu maszyny składa się z zbioru charakterystyk (cech, parametrów, symptomów) ukazujących wszystkie poziomy i aspekty istnienia maszyny. W praktyce każdy opis stanu maszyny jest ograniczony dostępnymi wskaźnikami i jest modelem tego stanu, budowanym na

podstawie przyjętych kryteriów. Globalny stan maszyny, uwzględniający jego zmianę w czasie, określany jest zależnością [6]:

$$G(X(\Theta), U(\Theta), Z(\Theta)) = Y(\Theta) \quad (1)$$

gdzie: $X(\Theta)$ - wektor cech stanu maszyny,
 $U(\Theta)$ - wektor wymuszeń,
 $Z(\Theta)$ - wektor zakłóceń,
 $Y(\Theta)$ - wektor wyjściowy zawierający sygnały wykorzystywane w diagnostyce (symptomy-sygnały diagnostyczne zorientowane uszkodzeniowo), parametry diagnostyczne,
 G - globalna funkcja odpowiedzi,
 Θ - czas eksploatacji maszyny.

Wyróżnić można dwa podstawowe stany maszyny:

- stan zdatności;
- stan niezdatności.

Maszyna znajduje się w *stanie zdatności*, jeśli spełnia wyznaczone dla siebie funkcje oraz zachowuje parametry, które są określone w dokumentacji technicznej. *Stan niezdatności* natomiast, to taki stan maszyny, w którym nie spełnia ona ani jednego wymagania określonego w dokumentacji [7].

W czasie eksploatacji może wystąpić zdarzenie, polegające na zmianie stanu maszyny, przejściu ze stanu zdatności do stanu niezdatności [7]. Zdarzenie to nazywa się uszkodzeniem.

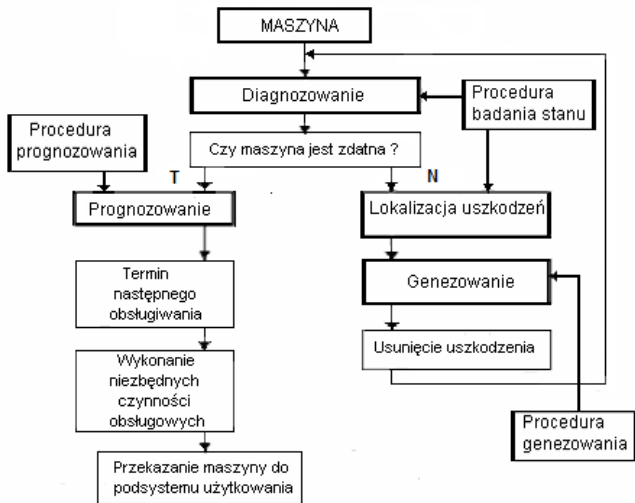
W metodologii procesu rozpoznawania stanu maszyny wyróżnia się następujące fazy badania ocenowego, które występują w następujących formach działania diagnostycznego (rys.1) [5]:

- diagnostowanie - jako proces określania stanu maszyny w chwili Θ_b ;
 - prognozowanie - jako proces określania przyszłych stanów maszyny, umożliwiających np. określenie terminu następnego obsługiwanego maszyny Θ_d .
 - genezowanie - jako proces odtwarzania historii stanów maszyny, np. w celu szacowania stanu maszyny w przeszłości;
- co następnie umożliwia:

- 1) określenie stanu technicznego maszyny w czasie bieżącym na podstawie wyników badań diagnostycznych. Umożliwia ono kontrolę stanu i lokalizację uszkodzeń w przypadku stanu niezdatności maszyny.
- 2) przewidywanie stanu maszyny w czasie przyszłym na podstawie niepełnej historii wyników badań diagnostycznych. Umożliwia ono oszacowanie czasu niezawodnego

użytkowania maszyny lub wartości wykonanej przez nią w przyszłości pracy.

- 3) określenie stanu maszyny w czasie przeszłym na podstawie niepełnej historii wyników badań diagnostycznych, co umożliwi oszacowanie stanu maszyny w przeszłości.



Rys.1. Schemat realizacji rozpoznawania stanu maszyn w systemie obsługiwanian [5]

Główne zadania, które można sformułować przy rozwiązywaniu problematyki rozpoznawania stanu maszyn to [5]:

- a) sformułowanie celu diagnozowania, prognozowania i genezowania stanu maszyny;
- b) zmiana stanu maszyny w czasie eksploatacji;
- c) opis stanu maszyny za pomocą cech stanu oraz zależność pomiędzy cechami stanu i parametrami diagnostycznymi;
- d) rozwiązanie zadania diagnozowania stanu;
- e) rozwiązanie zadania prognozowania stanu;
- f) rozwiązanie zadania genezowania stanu.

2. SŁUŻBY UTRZYMANIA RUCHU W PRZEDSIĘBIORSTWIE

2.1. Rola i zadania służb utrzymania ruchu

Na utrzymanie ruchu w przedsiębiorstwie składa się wiele różnych czynników, których prawidłowe funkcjonowanie jest niezbędne do sprawnego działania procesów zachodzących wewnątrz przedsiębiorstwa. Sprawne utrzymanie ruchu poprawia jego efektywność i przyczynia się do polepszenia jego kondycji finansowej. Obszar utrzymania ruchu jest bardzo ważny w świetle działania całej firmy, ponieważ jest odpowiedzialny między innymi za generowanie kosztów przez nią ponoszonych [1]. Dlatego też, w przedsiębiorstwach, odpowiednie służby odpowiadające za utrzymanie ruchu powinny tak realizować swoje funkcje, aby wyposażenie (pojazdy) było cały czas sprawne, zdolne do eksploatacji, przy czym koszty ponoszone na utrzymanie tej sprawności, mieściły się w granicach opłacalnych ekonomicznie [4].

O efektywności przedsiębiorstwa decyduje przede wszystkim stan techniczny posiadanych maszyn – pojazdów. Mimo coraz większego nacisku na prawidłowy nadzór eksploatacji wykorzystywanych urządzeń, planowanie i realizacja czynności mających polepszać jakość przedsiębiorstwa wciąż nie są wystarczające. Dzieje się tak głównie ze względu na duże wykorzystanie maszyn, a to zmniejsza czas na przeprowadzanie wymaganej konserwacji oraz napraw. Drugą sprawą jest natomiast zbyt skromne finansowanie tych działań. Przy nadzorze pojazdów zazwyczaj nie zapewnia

się jednocześnie minimalnych kosztów przestoju, napraw, remontów czy zakupu części zamiennych i wynagrodzenia pracowników, które są ponoszone ze względu na niezbędną obsługę techniczną i serwisowanie pojazdów.

Specyfikacja techniczna, która ujednocila normy systemów jakości branży motoryzacyjnej - ISO/TS 16949:2009 - określa wymagania wobec systemu jakości dla produktów z zakresu projektowania, opracowywania, produkcji, instalacji, serwisowania w przemyśle motoryzacyjnym. Poza tym istnieją także indywidualne wymagania klienta, które są brane pod uwagę przez poszczególnych producentów pojazdów [4].

Główne cele stawiane przed systemami, odpowiadającymi za utrzymanie ruchu w przedsiębiorstwie, to:

- osiągnięcie pożądanej jakości usług,
- maksymalne wydłużenie okresu użytkowania wyposażenia (pojazdów), uzasadnione ekonomicznie,
- utrzymywanie warunków bezpiecznej eksploatacji,
- maksymalizacja efektywności maszyn (pojazdów),
- minimalizacja kosztów ponoszonych przez przedsiębiorstwo, poprzez wykluczenie przestoju, przerw w świadczeniu usług [5].

Analizując jakiegokolwiek przedsiębiorstwo, zwłaszcza transportowe, należy skupić się na systemach eksploatacji maszyn (pojazdów) w nim stosowanych. W zbiorze tych procesów, szczególnie ważne są procesy zapewniające zachowanie zdolności [7]. Ich podział znajduje się na poniższym schemacie:



Rys. 2. Podział procesów zapewniania zdolności na podsystemy [7]

Zasadniczym celem, który stawia się przed Służbami Utrzymania Ruchu (SUR) jest jak najbardziej efektywna realizacja powyższych procesów. Zadaniem tych służb jest więc utrzymywanie stanu zdolności zadaniowej pojazdów oraz przywracanie tego stanu w momencie wystąpienia uszkodzenia. Służby Utrzymania Ruchu odpowiadają za to, aby maszyny znajdowały się w odpowiednim stanie technicznym oraz w ciągłej gotowości do realizowania zadań. Zapewniają także bezpieczne realizowanie procesów usługowych [7].

Zadania, które powinny spełniać służby utrzymania ruchu, to:

- realizowanie przyjętych strategii eksploatacji, obsługa techniczna maszyn,
- identyfikacja, lokalizacja i usuwanie uszkodzeń,
- identyfikacja, analiza i ograniczanie intensywności zużycia fizycznego maszyn (pojazdów) oraz monitorowanie i usuwanie skutków tego zużycia,
- zbieranie danych o stanach maszyn [7].

Powyższe zadania jednoznacznie wskazują, że efektywna ekonomicznie i technicznie oraz przede wszystkim skuteczna realizacja procesów zapewniania zdolności przez służby utrzymania

ruchu, wpływa na bezpieczeństwo użytkownika pojazdów (maszyn) oraz na ich jak najbardziej efektywne wykorzystanie [7].

Zaniedbywanie wymaganych przeglądów, ich niepoprawne lub nieterminowe przeprowadzanie, zazwyczaj prowadzą do awarii pojazdów, te natomiast przynoszą olbrzymie straty dla przedsiębiorstwa. Sprawia to, że sumienne wykonywanie wszystkich czynności obsługowych i naprawczych oraz sprawne działanie służb utrzymania ruchu, ale także samych operatorów (kierowców) jest bardzo ważne. W celu uniknięcia awarii i przestojów, należy każdorazowo poddawać wnikliwej analizie przyczyny oraz następstwa podobnych wydarzeń oraz zwracać uwagę na konkretną sytuację, w której miały one miejsce [3].

3. TECHNIKI INFORMATYCZNE W PROCESIE ZARZĄDZANIA UTRZYMANIEM RUCHU

Do wspomaganie podsystemu utrzymania ruchu w przedsiębiorstwach stosowane są programy komputerowe typu CMMS (Computerised Maintenance Management Systems). Pozwalają one w jednym miejscu gromadzić informacje o uszkodzeniach, procesach eksploatacji realizowanych w danym przedsiębiorstwie oraz na układanie harmonogramów obsługi, napraw, przeglądów okresowych i prewencyjnych, a także ich kolejkiowanie [1].

Mimo tego, że są to jedne z najbardziej złożonych systemów pod względem informatycznym, coraz więcej firm decyduje się na wdrażanie systemów CMMS do procesu funkcjonowania przedsiębiorstwa, ponieważ powszechnie stosowane systemy typu ERP (Enterprise Resource Planning) są efektywne tylko w momencie, kiedy przedsiębiorstwo pracuje niezawodnie, zgodnie z planem. Problem występuje wówczas, gdy zachodzą pewne zaburzenia lub problemy z realizacją założonych planów produkcyjnych. Najpowszechniejsze jest właśnie oprogramowanie, które służy do zarządzania remontami i utrzymaniem maszyn, wspomagające działanie SUR [3].

Najczęściej spotykane funkcje systemów CMMS, to [3]:

- zarządzanie naprawami i remontami,
- zarządzanie częściami zamiennymi i gospodarką materiałową,
- tworzenie oraz kontrola zakupów,
- planowanie harmonogramów przeglądów,
- zbieranie oraz analiza danych na temat utrzymania urządzeń,
- koordynacja działań Działu Utrzymania Ruchu,
- optymalizacja magazynu części zamiennych,
- monitoring działań Służb Utrzymania Ruchu,
- analiza kosztów.

Funkcje te pozwalają systemom na całkowite sprostanie wymaganiom dotyczącym utrzymania ruchu, stawianym przez przedsiębiorstwa.

Obecnie systemy CMMS dostosowywane są do każdego klienta, przez analizę jego indywidualnych potrzeb. Spotykane są systemy dla firm małych, średnich, dla dużych przedsiębiorstw, z prostą strukturą organizacyjną lub bardzo rozbudowaną, dla potrzebujących najprostszymi rozwiązań, ale również dla tych wysoko skomplikowanych. Omawiane systemy wyposażone są w moduły, które są odpowiedzialne za różne obszary przedsiębiorstwa. Kluczowa jest ich integracja z najważniejszymi składnikami w przedsiębiorstwie. Najczęściej stosowane moduły to magazyn części zamiennych, zamówienia na części i materiały, ewidencja bieżących prac (np. awarii) czy zarządzanie pracami prewencyjnymi [3].

Komputerowe wspomaganie procesu zarządzania systemem eksploatacji

Do zarządzania procesem eksploatacji zazwyczaj używa się następujących systemów:

- ARETICS

- CMMS Maszyna
- AGILITY
- MAXIMO
- SUR-FBD
- EUROTRONIC
- TETA-CONSTELLATION
- PREKION
- PLAN - 9000

System MAXIMO

Poniżej został szczegółowo omówiony system MAXIMO firmy MRO Software (PSDI). Obecnie firma ta została przejęta przez IBM, dzięki czemu razem z IBM Tivoli do dyspozycji przedsiębiorców wydana została platforma do kompleksowego zarządzania każdym typem majątku czy usług.

System ten jest narzędziem, które wspomaga zarządzanie eksploatacją, utrzymaniem ruchu, od przygotowywania zleceń robót, przez planowanie prac, aż do spraw logistycznych, związanych z uzupełnianiem zasobów, zarządzaniem gospodarką magazynową [2]. Bez wątplenia jedną z jego wielu zalet jest możliwość przygotowywania harmonogramów dla różnych zadań dzięki jednemu z modułów (MAXIMO Scheduler). Jest to system uniwersalny, prosty w obsłudze nawet dla mniej doświadczonych użytkowników. Można go modyfikować dowolnie dla własnych potrzeb.

System MAXIMO składa się z dwunastu połączonych ze sobą za pomocą bazy SQL modułów, które działając wspólnie, pozwalają na przejrzyste i logiczne grupowanie danych z każdego obszaru [2].

Moduły, których składa się system to [8]:

- Moduł **Zlecenia Robót** – który pomaga zrealizować wszelkie czynności związane z przygotowywaniem, wykonywaniem i rozliczaniem zadań naprawczych, obsługowych i konserwacyjnych.
- Moduł **Konserwacja Zapobiegawcza** – wspomagający planowanie oraz wykonywanie czynności naprawczych planowo – zapobiegawczych.
- Moduł **Inwentarz** – który pozwala zarządzać materiałami do napraw i konserwacji oraz częściami zamiennymi.
- Moduł **Wyposażenie** – za jego pośrednictwem można śledzić koszty napraw, prowadzić historię napraw lub awarii urządzeń, rejestrować wyniki pomiarów diagnostycznych czy tworzyć dokumentację urządzeń - pomaga więc zarządzać środkami trwałymi.
- Moduł **Zakupy** – przygotowywanie i realizowanie wszelkich procedur zakupowych.
- Moduł **Plany Pracy** – w którym można komponować schematy realizowania napraw, opisy działań wykonywanych podczas określonych zadań – zaczynając od czynności przygotowawczych przez opis działań łącznie z przewidywanym czasem i kosztami ich realizacji.
- Moduł **Zatrudnienie** – gdzie znajdują się wszystkie informacje o pracownikach odpowiedzialnych za naprawy.
- Moduł **Kalendarze** – pozwalający na różne sposoby określać czas pracy pracowników oraz urządzeń, co wpływa na obniżanie kosztów napraw.
- Moduł **Zasoby** – w którym znajdują się dane odnośnie umów i zleceń zawartych z firmami zewnętrznymi oraz narzędzi używanych podczas obsługi i napraw.
- Moduł **Aplikacje Własne** – pozwalający komponować własne tablice, tabele dowolnymi informacjami, ekrany aplikacji.
- Moduł **Setup** – pozwala konfigurować system na własne potrzeby – dotyczy to na przykład zmian w raportach czy nadawania uprawnień innym użytkownikom.
- Moduł **Narzędzia** – łączący w sobie trzy różne aplikacje, które pozwalają zarządzać bazami danych w języku SQL, zmieniać

wygląd i zawartość ekranów, okien i formularzy oraz archiwizować dane.

PODSUMOWANIE

Bezustannie rosnące wymagania klientów generujących potrzebę transportową, kierowane w stronę jakości obsługi, stwarza konieczność nie tylko ograniczania kosztów, ale również ciągłego postępu technologicznego związanego z eksploatacją pojazdów, poszukiwania jak najbardziej optymalnych metod zarządzania swoją firmą na każdym jej szczeblu.

Kluczową rolę w każdym przedsiębiorstwie pełni prawidłowo funkcjonujący system utrzymania ruchu. Zachowanie ciągłości ruchu, ograniczenie przestoju, awarii generujących olbrzymie koszty, jest sprawą niezwykle ważną, ale też bardzo pracochłonną i wymagającą wielu specjalistów. Mimo tego, zalecane jest poświęcenie szczególnej uwagi na dobór odpowiedniej strategii eksploatacji maszyn, urządzeń funkcjonujących w danym przedsiębiorstwie. Dobrze funkcjonujący system jest gwarancją, że inwestycje ponoszone w firmie się zwrócą, będzie ona przynosić zyski, a awarie, przestoje, będą na tyle rzadkie, że nie będą generować znaczących strat dla firmy.

Dzięki ciągłemu postępowi technologicznemu, wciąż udoskonalają się dostępne obecnie programy komputerowe wspomagające zarządzanie systemem eksploatacji, utrzymaniem ruchu. Są one bez wątpienia dużym ułatwieniem, ponieważ pozwalają na szybkie przetwarzanie, analizę uzyskiwanych danych, co przyspiesza podejmowanie kluczowych decyzji wpływających na jakość finalnego produktu przedsiębiorstwa – którym w tym wypadku jest usługa transportowa.

BIBLIOGRAFIA

1. Landowski B.: *Metoda oceny informatycznych systemów wspomagających służby utrzymania ruchu*, [w:] „Studia i materiały Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedzą” red. dr hab. inż. Waldemar Bojar prof. UTP, PSZW, Bydgoszcz 2011, s. 190-203.
2. Pawlak M., Woźnicka K.: *System MAXIMO jako narzędzie wspomagania procesu eksploatacji w przedsiębiorstwie produkcyjnym*. XVI Konferencja „Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji”, Zakopane – luty 2013.
3. Rybińska M., Sekieta M.: *Komputerowe wspomaganie zarządzania utrzymaniem ruchu*, [w:] „Komputerowo zintegrowane zarządzanie – T.2.”, Opole 2009, s. 369 – 376.
4. Walczak M.: *System utrzymania ruchu czynnikiem przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstwa*, [w:] „Historia i perspektywy nauk o zarządzaniu. Księga pamiątkowa dla uczczenia jubileuszu 40-lecia pracy naukowo-dydaktycznej prof. zw. dra hab. Arkadiusza Potockiego” red. B. Mikuła, Fundacja Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków 2012, s. 411-422.
5. Wilczarska J.: *Genezowania stanu technicznego w procesie eksploatacji maszyn*. Rozprawa doktorska. Bydgoszcz, 2008.
6. Żółtowski B.: *Podstawy diagnozowania maszyn*. Wyd. UTP, Bydgoszcz, 2011.
7. Żółtowski B., Landowski B., Przybyliński B.: *Projektowanie eksploatacji maszyn*. Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji - Państwowego Instytutu Badawczego, 2012.
8. Żółtowski M.: *Komputerowe wspomaganie zarządzania systemem eksploatacji w przedsiębiorstwie produkcyjnym*. [w:] *Komputerowo Zintegrowane Zarządzanie*, Tom II, Monografia pod redakcją naukową Ryszarda Knosali, Polskie Towarzystwo Zarządzania Produkcją, Opole 2011 str. 617-627.

SYSTEM MANAGEMENT OF THE APPLICABILITY IN A TRANSPORT ENTERPRISE

Abstract

Total providing for the applicability machines is a problem in every enterprise. In the enterprise correctly functioning services of the plant maintenance and their organization are a basic part of the correctly applying system of supervising and the regeneration of the park of machines. Two basic factors, enjoying considerable influence to the effectiveness of functioning of these services, it their appropriately selected organizational structure and the scope of responsibilities and liabilities, but also the information system. At present adopting computer techniques in enterprises is universally used. They are an indelible part of management systems. These systems are a team of methods and devices which let the accumulation and verifying documents and the data processing on essential for the business administration information

Autorzy:

dr inż. **Joanna Wilczarska** – Uniwersytet Technologiczno - Przyrodniczy w Bydgoszczy,
 dr inż. **Tomasz Kałaczyński** - Uniwersytet Technologiczno - Przyrodniczy w Bydgoszczy,
 mgr inż. **Ewa Kuliś** – Uniwersytet Technologiczno - Przyrodniczy w Bydgoszczy,
 mgr inż. **Andrzej Sadowski** - Uniwersytet Technologiczno - Przyrodniczy w Bydgoszczy,
 mgr inż. **Sylwia Kmieć** – absolwentka Wydziału Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Technologiczno - Przyrodniczy w Bydgoszczy