

Komputerowe systemy wspomagające zarządzanie maszynami górniczymi w Kopalniach Węgla Kamiennego

Data wpłynięcia do Redakcji: 06/2021

Data akceptacji przez Redakcję do publikacji: 12/2021

2021, volume 10, issue 1, pp. 34-45

Witold Biały

ORCID ID: 0000-0003-2318-0230

Politechnika Śląska, **Poland**



Streszczenie: Komputerowe systemy wspomagające zarządzanie eksploatacją maszyn i urządzeń oraz utrzymaniem ruchu w przedsiębiorstwach, z powodzeniem znalazły zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu. Na przestrzeni ostatnich lat systemy te ulegały istotnym przeobrażeniom. Nieuchronnym wydaje się również, wprowadzenie tych systemów do obsługi maszyn urabiających w kopalniach węgla kamiennego, gdyż utrzymanie ciągłości ruchu generuje wysokie koszty produkcji. W przypadku ich wdrożenia, systemy te pozwolą na optymalizację zapasów magazynowych, części i materiałów, zaopatrzenia, usług zewnętrznych oraz prac konserwacyjno-naprawczych. Wykorzystanie systemu wspomagającego zarządzanie maszynami górniczymi, umożliwi również lepsze, bardziej efektywne wykorzystanie pracowników. W wyniku tych działań, skrócony zostanie czas potrzebny na przygotowanie i realizację napraw, co przełoży się bezpośrednio na efekty ekonomiczne kopalni.

Słowa kluczowe: utrzymanie ruchu, kopalnia węgla kamiennego, systemy wspomagające

ORGANIZACJA PRAC OBSŁUGOWO-NAPRAWCZYCH

W polskich kopalniach węgla kamiennego utrzymanie ruchu maszyn górniczych realizowane jest przez dwa podmioty (rys. 1) [1, 2, 3, 4, 5]:

- przez użytkownika danej maszyny (kopalnię);
- przez wytwórcę tej maszyny.

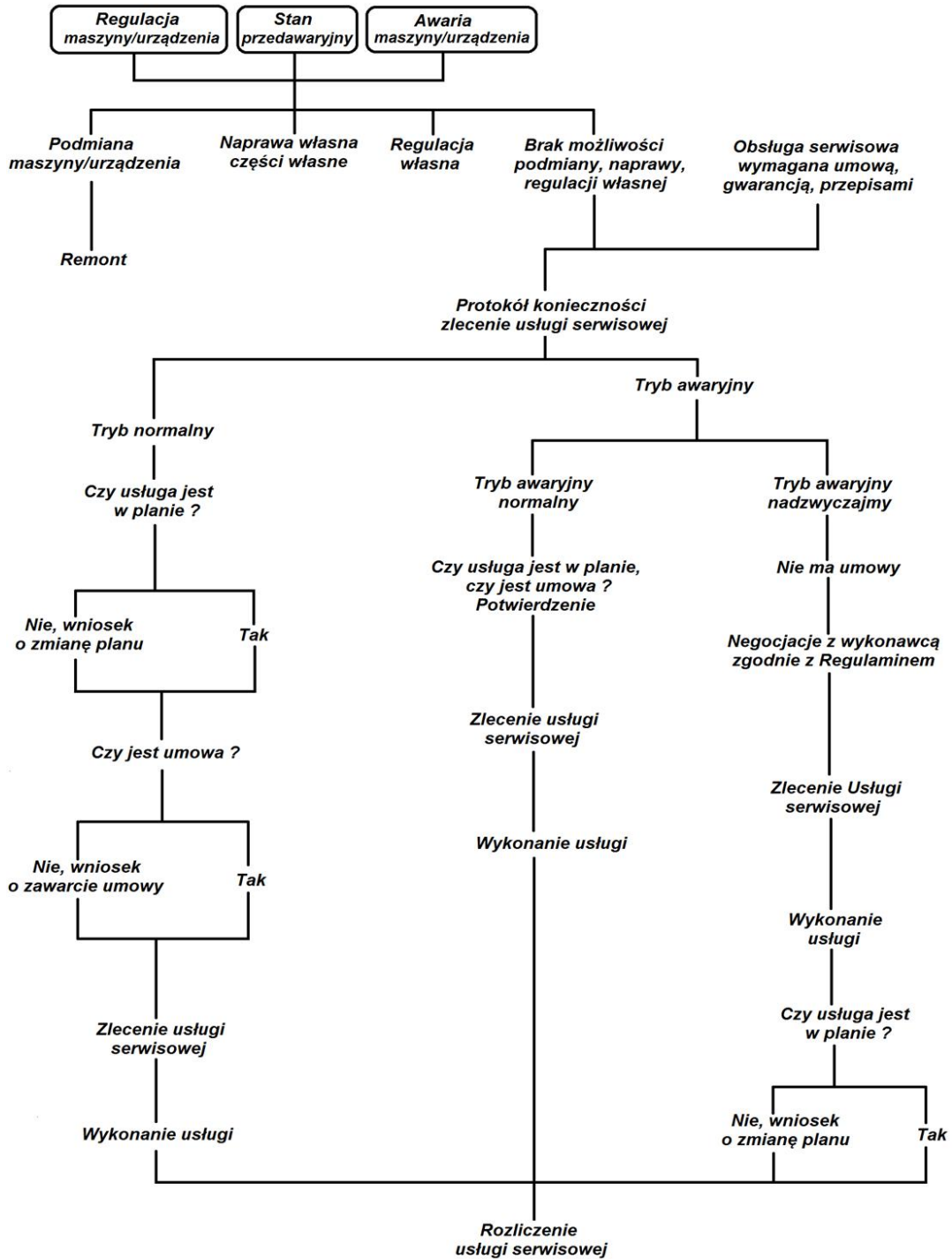
TYPE OF ACTIVITIES	GUARANTEE	AFTER GUARANTEE
<i>Cyclic carried out operations</i>	<i>User/coal mine</i>	<i>User/coal mine</i>
<i>Non-cyclic carried out operations "where appropriate"</i>	<i>User/coal mine (with the agreement of the manufacturer)</i>	<i>User/coal mine</i>
	<i>Manufacturer</i>	<i>Manufacturer</i>

← Service repairs

Rys. 1 Czynności w okresie gwarancyjnym i pogwarancyjnym

Działania z zakresu utrzymania ruchu (realizowane cyklicznie), mają charakter konserwacyjny i kontrolny – nie przewiduje się cyklicznej realizacji napraw. Powyższe działania realizowane są siłami własnymi kopalni, niezależnie od tego czy maszyna w momencie zaistnienia potrzeby realizacji danego działania objęta

jest gwarancją czy też nie. Inaczej przedstawia się problem niecyklicznych działań z zakresu utrzymania ruchu.



Rys. 2 Postępowanie w przypadku awarii, stanu przedawaryjnego lub niezbędnej regulacji urządzenia

Organizacja prac obsługowo-naprawczych w polskich kopalniach węgla kamiennego opiera się na procedurach, których celem jest zapewnienie skutecznych i zgodnych z obowiązującymi przepisami oraz wytycznymi działań, pozwalających na utrzymanie sprawności maszyn i urządzeń górniczych.

Przedmiotem procedur jest określenie kierunków, metod oraz osób realizujących działania, podejmowane dla utrzymania sprawności ruchowej maszyn i urządzeń pracujących w ciągach technologicznych, przy braku możliwości wyłączenia ich z ruchu, celem przeprowadzenia remontu.

Procedury uwzględniają także konieczność współpracy z podmiotami zewnętrznymi, w ramach zawieranych umów serwisowych.

W chwili zaistnienia zdarzenia (awarii), tworzone jest zgłoszenie serwisowe, na podstawie którego następuje kontakt telefoniczny z firmą realizującą zgłoszenia serwisowe (pracownik podaje zakres awarii, przyczyny jej wystąpienia, informacje na temat potencjalnych uszkodzeń, sprzętu niezbędnego do usunięcia awarii). Do 24 godzin od zgłoszenia telefonicznego, podpisane przez pełnomocników kopalni potwierdzenie wystąpienia awarii, wysyłane jest drogą elektroniczną (faxem). Następnie w ciągu 2 dni następuje rozliczenie serwisowe, które uwzględnia procedury reklamacji, gwarancji oraz zamówień.

Podobnie wygląda procedura dla zabezpieczenia pracy kombajnu. W stanie przedawaryjnym, gdy widoczne są symptomy zbliżającej się awarii, zamawiane są części zamienne, a naprawa następuje w czasie najbliższej zmiany konserwacyjnej. Schemat działania w przypadku wystąpienia awarii, stanu przedawaryjnego lub konieczności regulacji urządzenia przedstawia schemat (rys. 2).

KONSERWACJE ORAZ NAPRAWY KOMBAJNU

Harmonogram prac konserwacyjnych, regulacyjnych oraz przeglądów, musi być zgodny z zaleceniami instrukcji obsługi kombajnu i odrębnych instrukcji podzespołów maszyny. Głównymi wymogami przy realizacji prac obsługowo-naprawczych kombajnu są:

- terminowość prac – należy przestrzegać i nie przekraczać terminów wyznaczonych przez producenta,
- kompetencje personelu – wszystkie czynności obsługowo-naprawcze mogą być przeprowadzone jedynie przez odpowiednio wykwalifikowany personel techniczny,
- nadzór nad pracami – wyznaczenie nadzoru do koordynacji prac,
- zabezpieczenie terenu – prace mogą być przeprowadzone tylko na uprzednio zabezpieczonym terenie,
- zabezpieczenie kombajnu – kombajn musi być zabezpieczony przed przypadkowym przemieszczeniem oraz nieoczekiwanym ponownym włączeniem,
- stosowanie szczegółowych procedur – przy wszystkich pracach związanych z eksploatacją, przystosowaniem do warunków geologiczno-górnicych wyrobiska oraz regulacją kombajnu, jego urządzeń zabezpieczających, jak i podczas przeglądów, konserwacji czy prac naprawczych – personel techniczny musi stosować wymagane procedury włączania i wyłączania, zgodnie z instrukcją obsługi oraz z zasadami prowadzenia prac remontowych,

- stosowanie wyspecjalizowanych urządzeń – przy demontażu lub montażu dużych elementów lub całych podzespołów kombajnu, muszą być one właściwie zamocowane i zabezpieczone na urządzeniach służących do podnoszenia.
- stosowanie się do zaleceń producenta – szczegółowe zalecenia dotyczące prac obsługowo-naprawczych, takich jak:
 - oczyszczenie kombajnu przed rozpoczęciem napraw lub prac konserwacyjnych z olejów, brudu i smaru (bez użycia żrących środków czyszczących oraz strzępiącego się czyściwa),
 - zabezpieczenia przed dostępem wody i środków czyszczących wszystkich otworów, które ze względów bezpieczeństwa lub funkcjonowania muszą być osłonięte lub zamknięte przed rozpoczęciem czyszczenia maszyny, np. strumieniem wody pod ciśnieniem – szczególnie zagrożone są silniki, zespoły z aparaturą elektryczną, układy podzespołów elektronicznych i pulpity sterownicze,
 - usunięcie po zakończeniu czyszczenia wszystkich zastosowanych osłon i zaślepek,
 - kontrola szczelności korpusów i połączeń hydraulicznych,
 - sprawdzenie czy nie ma luźnych, zużytych lub uszkodzonych połączeń (wszelkie zauważone usterki należy natychmiast usunąć),
 - dokręcenie poluzowanych połączeń śrubowych (w razie potrzeby wymiana),
 - w przypadku konieczności demontażu urządzeń zabezpieczających do przeprowadzenia prac naprawczych lub remontowych, po zakończeniu tych prac muszą być natychmiast zabudowane i sprawdzone pod względem poprawnego działania,
 - usunięcie materiałów, środków i zużytych części w sposób bezpieczny dla środowiska naturalnego,
 - wykonywanie prac związanych z cięciem, spawaniem czy szlifowaniem w wyznaczonym obszarze, po uzyskaniu zezwolenia i przy zapewnieniu odpowiednich zabezpieczeń w zakresie na jaki pozwalają warunki oraz przepisy obowiązujące w kopalniach,
 - prowadzenie prac dotyczących instalacji hydraulicznych przez fachowy personel.

Prawidłowa praca oraz trwałość kombajnu zależy także od właściwego smarowania. Do smarowania kombajnu powinny być używane smary i oleje zalecane przez producenta, o których jest mowa w instrukcji obsługi. Zabronione jest natomiast mieszanie olejów różnych gatunków. Podczas smarowania i napełniania urządzenia olejem winna też być zachowana bezwzględna czystość tak, aby nie dopuścić do zanieczyszczenia oleju czy smaru węglem lub wodą. W celu zapewnienia prawidłowej eksploatacji i bezawaryjnej pracy kombajnu, należy regularnie wykonywać przeglądy okresowe. Zgodnie z wytycznymi instrukcji obsługi, wyróżniamy przeglądy codzienne, tygodniowe oraz miesięczne.

KOMPUTEROWE SYSTEMY WSPOMAGAJĄCE ZARZĄDZANIE EKSPLOATACJĄ MASZYN I URZĄDZEŃ

Komputerowe systemy wspomagające zarządzanie eksploatacją maszyn i urządzeń oraz utrzymaniem ruchu przedsiębiorstw ulegały na przestrzeni ostatnich lat istotnym przeobrażeniom. Z jednej strony był to efekt rosnących wymagań użytkowników, z drugiej zaś, rozwoju techniki komputerowej zarówno w zakresie możliwości sprzętu jak zdolności systemów operacyjnych i nowych platform działania. W sensie funkcjonalnym systemy wspomagające zarządzanie eksploatacją maszyn i urządzeń oraz utrzymaniem ruchu przedsiębiorstw rozwinęły się od prostych programów CMMs (Computerised Maintenance Management system – Skomputeryzowany System Zarządzania Utrzymaniem Ruchu), umożliwiających uporządkowanie gospodarki remontowej w zakładzie produkcyjnym, do skomplikowanych systemów wspomagających zarządzanie majątkiem przedsiębiorstwa (EAM – Enterprise Asset Management – Zarządzanie Majątkiem Przedsiębiorstwa) oraz systemów umożliwiających wspomaganie strategicznego zarządzania majątkiem (SAM – Strategic Asset Management – Strategiczne Zarządzanie Majątkiem) [5, 6, 7, 8, 9].

Rozwój systemów komputerowego wspomaganie zarządzania eksploatacją maszyn i urządzeń oraz utrzymaniem ruchu przedsiębiorstw jest ściśle związany ze specyficznymi wymaganiami użytkowników. W miarę rozwoju konieczna okazała się „specjalizacja” systemów. Zaczęły powstawać wersje dedykowane dla:

- produkcji,
- infrastruktury technicznej,
- transportu,
- infrastruktury informatycznej itp.

Różnorodność branż, produktów i wymagań spowodowała, że systemy dedykowane dla sfery produkcyjnej musiały rozwijać się także w różnych kierunkach. Pojawiły się systemy dedykowane dla różnych sektorów – wszystko w celu spełnienia wymogów technicznych i formalnych, charakterystycznych dla danej branży.

OPIS WYBRANEGO SYSTEMU KLASY CMMs

System MP2 [10] jest skomputeryzowanym systemem zarządzania utrzymaniem ruchu klasy (CMMs). Jest kompletnym pakietem oprogramowania wspomagającego zarządzanie utrzymaniem ruchu, służbami technicznymi w małych i średnich przedsiębiorstwach. Obejmuje on zarówno zagadnienia związane z bieżącym utrzymaniem ruchu jak i prowadzeniem efektywnej gospodarki konserwacyjnej. System MP2 posiada funkcjonalne narzędzia wspomagające zarządzanie majątkiem, udostępniając analizę historii serwisowej oraz strukturę poniesionych nakładów na jego utrzymanie. System zapewnia obsługę gospodarki remontowej, utrzymania ruchu, magazynu i zaopatrzenia wraz z zarządzaniem posiadanymi zasobami ludzkimi. Ponadto MP2 zapewnia wydajne i łatwe w użyciu narzędzia analiz i raportowania, udostępniając ponad 1000

predefiniowanych raportów oraz ponad 300 wykresów. Dostępne standardowo raporty i wykresy mogą być dostosowane przez użytkownika do specyficznych potrzeb przedsiębiorstwa bez wymaganej specjalistycznej wiedzy programistycznej.

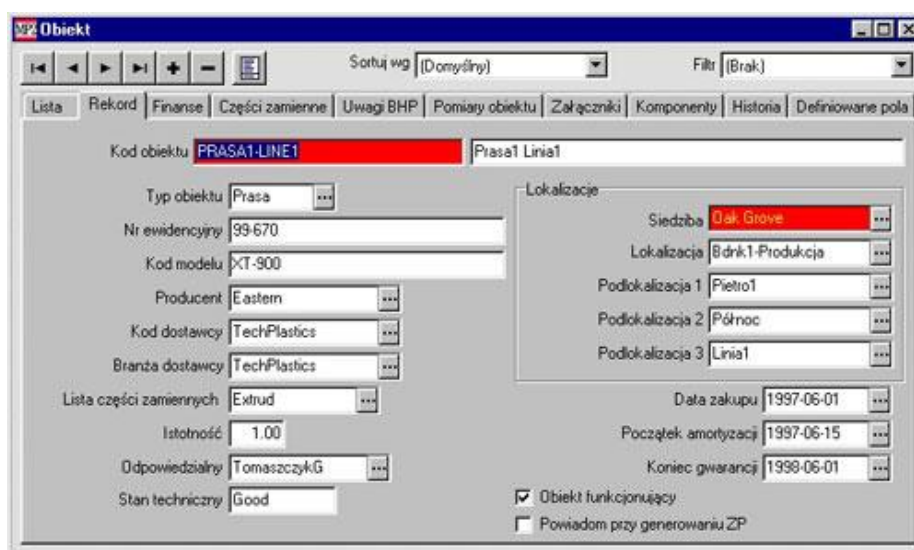
Moduły systemu MP2

System MP2 zbudowany jest modułowo i składa się z następujących elementów:

- obiekty,
- zlecenia pracy,
- planowanie,
- magazyn,
- zakupy,
- zapotrzebowania pracy,
- zasoby ludzkie,
- administracja,
- budżet.

Moduł obiekty (rys. 3)

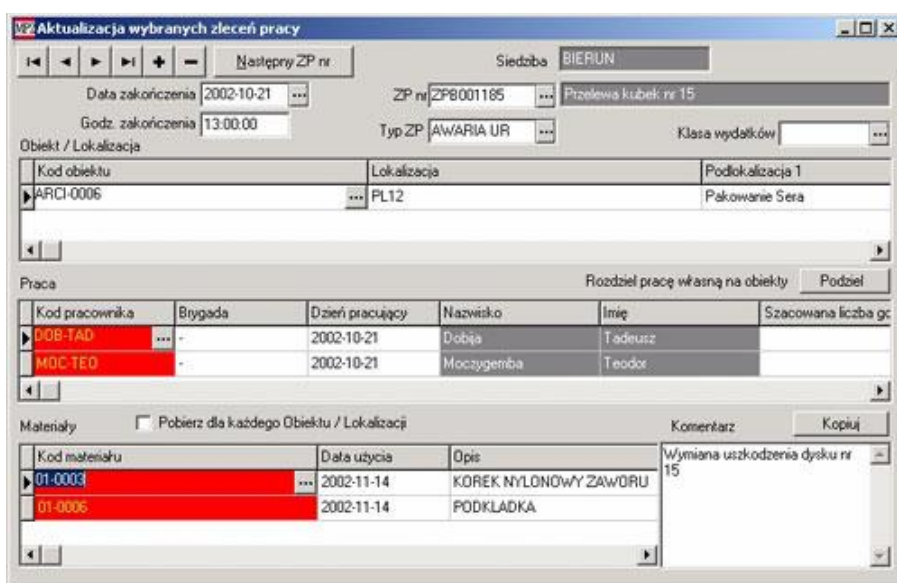
- ewidencja techniczna majątku: maszyny, urządzenia oraz pozostałe eksploatowane wyposażenie produkcyjne i nieprodukcyjne,
- szczegółowe dane techniczne o urządzeniach,
- definiowanie struktury urządzeń za pomocą interfejsu graficznego w formie drzewa. Określanie obiektów nadrzędnych i podrzędnych. Przepływ kosztów w strukturze urządzeń,
- historia eksploatacji urządzeń (wszelkie wykonane prace, przeglądy, awarie, zmiany lokalizacji),
- możliwość dołączania do obiektu dokumentacji elektronicznej: rysunki CAD, pliki typu doc oraz inne, łącznie z dokumentami skanowanymi.



Rys. 3 Widok ekranu opisującego obiekt

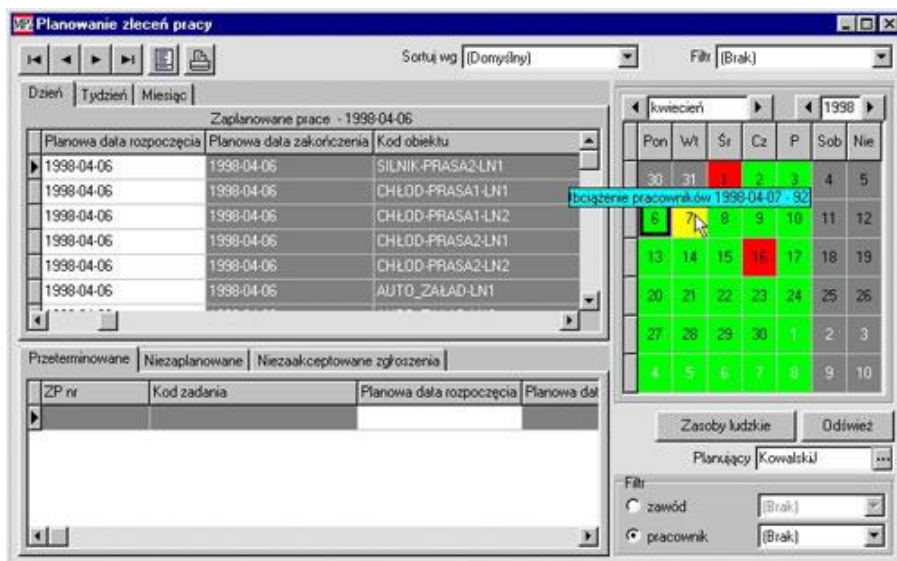
Moduł zlecenia pracy (rys. 4)

- tworzenie zleceń pracy składających się z szeregu czynności wykonywanych przez różne grupy specjalistów (grupy zawodowe). Dla każdej z czynności można określić wymagane zasoby: czasochłonność, zasoby materiałowe, usługi obce, a także instrukcje serwisowe i dowolne komentarze,
- dołączanie do kart zleceń pracy dokumentacji technicznej, schematów, pozwoleń pracy, instrukcji bezpieczeństwa itp.,
- planowanie i obsługa prac konserwacyjno-prewencyjnych,
- obsługa prac bieżących oraz awaryjnych,
- obsługa zgłoszeń serwisowych,
- analizy i raportowanie techniczne i finansowe.



Rys. 4 Okno modułu, Zlecenia pracy

Moduł planowanie (rys. 5)



Rys. 5 Planowanie zleceń pracy

- zarządzanie harmonogramem pracy personelu działu UR poprzez planowanie i nadzór wszystkich zleczonych prac,
- planowanie i optymalizowanie obciążenia pracami,
- obsługa czynności okresowych – przeglądów, inspekcji, badań itp.,
- planowanie czasowe i eksploatacyjne.

Moduł magazyn

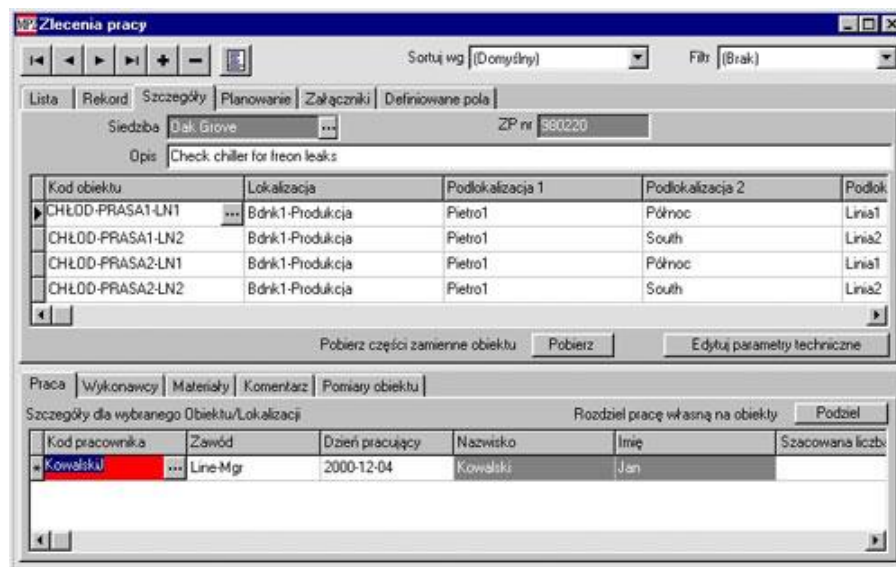
- gospodarka częściami zamiennymi i materiałami eksploatacyjnymi,
- operacje magazynowe: wydania, przyjęcia, zwroty,
- transfery, inwentaryzacja,
- analizy ABC i EOQ,
- analizy obrotu materiałowego za pomocą wykresów i raportów.

Moduł zakupy

- obsługa pełnego cyklu zaopatrzenia: zapotrzebowania, zapytania ofertowe, zamówienia,
- mechanizmy autoryzacji zakupów,
- realizacja zakupów w oparciu o zaplanowane prace i zaplanowane zużycie,
- szacowanie minimalnych stanów magazynowych - również w oparciu o analizy ABC i EOQ,
- analizy obrotu magazynowego.

Moduł zapotrzebowania (zlecenia) pracy (rys. 6)

- szybkie zgłaszanie zdarzeń wymagających interwencji: awarii, napraw itp.,
- automatyczne powiadamianie o zgłoszeniach za pomocą emaila lub SMS,
- bieżący podgląd zgłaszanych spraw – kontrola statusu realizacji itd.



Rys. 6 Okno modułu Zlecenie prac

Moduł zasoby ludzkie

- harmonogram pracy personelu technicznego,
- kartoteka pracowników ze szczegółowymi danymi o kwalifikacjach, szkoleniach itp.,
- definiowanie stawek roboczogodzin dla różnych grup zawodowych, pracowników i typów prac.

Moduł administracja

- zarządzanie uprawnieniami użytkowników,
- konfiguracja interfejsu użytkowników,
- konfiguracja struktur danych systemu oraz wielu funkcji systemowych.

Moduł budżet

- planowanie budżetów dla realizowanych zleceń pracy oraz większych przedsięwzięć,
- określanie struktury budżetu wg typów kosztów, okresów itp.,
- monitorowanie realizacji budżetów,
- analizy i raportowanie.

System MP2 jest rozwiązaniem dla przemysłowych służb utrzymania ruchu. Umożliwia zastosowanie wszędzie tam, gdzie zagadnieniem kluczowym jest zapewnienie nieprzerwanej pracy [11].

Utrzymanie ruchu jest w przemyśle sprawą o znaczeniu podstawowym. Jeżeli linia produkcyjna ulega awariom, to pociąga za sobą różnego rodzaju koszty. Poza stratami wynikającymi bezpośrednio z przestojów są to m.in. koszty utrzymania służb serwisowych, zakupu i magazynowania części oraz napraw. Dla kierownictwa organizacji istotna jest ocena kosztów utrzymania środków trwałych. Jeszcze ważniejsza może okazać się analiza przyczyn i skutków awarii. Kluczem do powodzenia działań zmierzających do redukcji kosztów utrzymania środków trwałych jest systematyczne zbieranie danych oraz ich analiza. W MP2 można zdefiniować dowolną liczbę obiektów i uporządkować je hierarchicznie – budynkowi można przypisać hale, halom konkretne maszyny lub ich grupy; w maszynach można zidentyfikować podsystemy funkcjonalne i konkretne podzespoły, np. łożyska. Każdy obiekt można opatrzyć unikalnym numerem i nazwą, a także przypisać mu plik w dowolnym formacie, np. dokumentację, zdjęcie, animację itp. Obiektowi przypisuje się cechy związane z jego eksploatacją – wytrzymałość, warunki krytyczne, terminy przeglądów okresowych i przebiegowych.

System przechowuje także historię awaryjności obiektu – daty awarii, przyczyny, skutki, koszty materiałowe i napraw. Gromadzenie danych prowadzi do powstania "bazy wiedzy" o awariach i sposobach radzenia sobie z nimi. Pozwala na przeprowadzanie szczegółowych analiz, np. porównań wytrzymałości części pochodzących od różnych dostawców, a nawet porównań efektywności pracy serwisantów. Aplikacja MP2, na podstawie zadanych parametrów i historii

awaryjności, „przewiduje”, kiedy część ulegnie awarii, i w odpowiednim czasie „podpowiada” przegląd lub wymianę. System może też określać optymalne stany magazynowe oraz automatycznie wystawiać zlecenia zakupu brakujących elementów.

W strukturę systemu MP2 wbudowano mechanizmy planowania i zarządzania pracą służb utrzymania ruchu. Zlecenia pracy można wystawić ręcznie lub automatycznie, z dowolnym wyprzedzeniem, przypisując do zadania konkretną osobę, czas i części. Mogą być one przekazywane odpowiednim osobom pocztą elektroniczną lub na pager. System MP2 nie został opracowany dla konkretnej gałęzi przemysłu. System jest na tyle uniwersalny, że może wspomagać utrzymanie dowolnego systemu, np. hotelu, elektrowni zakładu wydobywczego (kopalni węgla kamiennego) czy superkomputera.

KORZYŚCI WYNIKAJĄCE Z ZASTOSOWANIA SYSTEMU MP2 KLASY CMMs

Zastosowanie systemu klasy CMMs w przedsiębiorstwie niesie za sobą szereg korzyści. Funkcjonalność systemu pozwala na:

- ewidencję obiektów technicznych,
- zarządzanie gospodarką remontową,
- zarządzanie utrzymaniem ruchu,
- zarządzanie czynnościami serwisowymi.

Implementacja wyżej wymienionych funkcjonalności umożliwia:

- ewidencjonowanie oraz zarządzanie majątkiem trwałym przedsiębiorstwa,
- minimalizację nieplanowanych przestoju maszyn i urządzeń poprzez zapobieganie awariom,
- poprawę ciągłości produkcji,
- wydłużenie czasu eksploatacji maszyn i urządzeń,
- optymalizację zarządzania częściami zamiennymi i materiałami eksploatacyjnymi,
- planowanie i analizę kosztów obsługi zasobów.

Dzięki temu możliwe jest:

- zredukowanie kosztów produkcji przekładających się na wzrost zyskowności,
- zredukowanie kosztów magazynowania oraz transportu poprzez optymalizację stanów magazynowych,
- zredukowanie kosztów związanych z awariami i naprawami,
- wzrost zdolności produkcyjnych przedsiębiorstwa,
- wydłużenie się cyklu życia maszyn i urządzeń,
- zmniejszenie czasu przestoju spowodowanego awariami,
- poprawienie zarządzania związanego z lepszą i szybszą informacją,
- poprawienie bezpieczeństwa i zredukowanie liczby wypadków,
- zminimalizowanie nakładów pracy na tworzenie tradycyjnej dokumentacji.

Skutki przestoju maszyn są często dalekosiężne. Każda godzina przestoju przynosi wymierne straty. Jeszcze bardziej dramatyczne w skutkach mogą być zaniedbania

przy wykonywaniu przeglądów okresowych (lub wręcz ich zaniechanie), a także zlekceważenie ostrzeżeń o nieprawidłowościach.

Zbyt często awarie nie oddziałują na naszą wyobraźnię, a co za tym idzie wydają się być jedynie czymś, co niejako wpisane jest w istotę użytkowania sprzętu. Warto zatem z wyprzedzeniem przewidywać możliwość zaistnienia niektórych zdarzeń czy sytuacji, by móc im skutecznie przeciwdziałać. Trzeba przy tej okazji nadmienić, iż działy utrzymania ruchu nader często interweniują dopiero w momencie wystąpienia awarii, nie mając w zanadrzu odpowiednich części zamiennych, a nawet nie posiadając opracowanych procedur awaryjnych. W tym wypadku system CMMs wydaje się być czymś niezastąpionym i godnym zaimplementowania.

Równie ważnym aspektem związanym z utrzymaniem ruchu jest Dyrektywa Maszynowa, która nakłada na użytkowników maszyn i urządzeń nowe obowiązki związane głównie z prowadzeniem dokumentacji. Co ważne wymusza ona także znaczącą dbałość o park maszynowy. Jak pokazuje codzienność, także i w tym przypadku doskonale sprawdza się odpowiedni system CMMs.

Niemniej istotnym problemem jest właściwy dobór kombajnów do istniejących warunków geologiczno-górnictwowych, czy też górniczo-technicznych istniejących na kopalniach. Dlatego też powinno prowadzić się badania właściwości mechanicznych węgla aby prawidłowo dobierać maszyny urabiające, w celu zapewnienia właściwego wydobycia i zmniejszenia awaryjności maszyn i urządzeń stosowanych do eksploatacji pokładów węglowych [12].

LITERATURA

- [1] Biały W., Rozmus M.: Możliwości zastosowania narzędzi komputerowych w serwisowaniu maszyn górniczych. *Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa* nr 11/2005, Katowice 2005.
- [2] Puchała W., Biały W., Bobkowski G.: Kierunki rozwoju komputerowych systemów wspomagających zarządzanie eksploatacją maszyn i urządzeń. Wydawnictwo „ORGMASZ”. *Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstwa* 7/2005, Warszawa 2005.
- [3] Biały W., Bobkowski G.: Nowoczesna gospodarka remontowa jako podstawa sprawnego funkcjonowania górniczych systemów technicznych. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria: Górnictwo*, z. 260, 2004.
- [4] Kaźmierczak J., Loska A.: Wybrane problemy wdrażania komputerowych systemów wspomagających zarządzanie utrzymaniem ruchu. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria: Elektryka*, z. 46, 1998.
- [5] Loska A.: Systemy wspomagające zarządzanie utrzymaniem ruchu – stan obecny i kierunki rozwoju. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria: Organizacja i Zarządzanie*, z. 22, 2004.
- [6] Rich MacInnes, Stephen Pearce, Strategic MRO, powered by DSC, Net Results, Inc. 2002.
- [7] Loska A.: Selected organizational aspects of maintenance organization modeling. *Management Systems in Production Engineering* 4/2011, Gliwice 2011.
- [8] Loska A.: Remarks about modelling of maintenance processes with the use of scenario techniques. *Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability* 2 (14) 2012.
- [9] Maruszewska E.W.: Implementation of Enterprise Resource Planning system and change in accountant's role – Polish perspective. *Management Systems in Production*

Engineering 2(6) 2012.

[10] http://www.e2000.com.pl/MP2_cechy_systemu.aspx

[11] <http://www.computerworld.pl/artykuly/282897/Dmuchac.na.zimne.html>

[12] Biały W.: The selection of optimal method determining mechanical properties of coal layers. *Management Systems in Production Engineering* 4/2011. ISSN 2083-5280.

Computer Systems Supporting the Management of Mining Machines in Hard Coal Mine

Abstract: Computer systems which support the management of equipment use and maintenance in enterprises have been successfully applied in many branches of industry. Over the last years these systems have become considerably transformed. Also their use in the operation of winning machines in hard coal mines seems inevitable, as productive maintenance generates high production costs. If implemented, these systems will enable the optimization of stocks, parts and materials, supply, outsourcing and maintenance-repair works. The application of a system for supporting the management of mining equipment will also enable a more effective use of employees. As a result, the time needed for the preparation and repairs will be shortened, which will directly translate into the economic results of a mine.

Keywords: maintenance, hard coal mine, support systems

dr hab. inż. Witold Biały, prof. PŚ.

ORCID ID: 0000-0003-2318-0230

Politechnika Śląska

ul. Roosevelta 26, 41-800 Zabrze, **Poland**

e-mail: Witold.Bialy@polsl.pl