ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2004
Seria: GÓRNICTWO z. 260 Nr kol. 1649

Witold BIAŁY
Wydział Organizacji i Zarządzania, Politechnika Śląska, Gliwice
Grzegorz BOBKOWSKI
Wydział Górnictwa i Geologii, Politechnika Śląska, Gliwice

NOWOCZESNA GOSPODARKA REMONTOWA JAKO PODSTAWA SPRAWNEGO FUNKCJONOWANIA GÓRNICZYCH SYSTEMÓW TECHNICZNYCH

Streszczenie. Utrzymanie ruchu w kopalniach generuje wysokie koszty produkcji. Wprowadzenie *Computer Maintenance Management System* - CMMS w kopalniach zapewni ciągłość pracy eksploatowanych maszyn i urządzeń, umożliwi znaczne obniżenie kosztów poprzez zwiększenie czasu ich wykorzystania oraz spowoduje przedłużenie ich żywotności. Uzyskanie wymiernych efektów ekonomicznych pozwoli na znaczącą poprawę rentowności Zakładów Górniczych. System może być wykorzystany do prowadzenia diagnostyki maszyn.

MODERN MAINTENANCE ECONOMY AS A BASIS FOR THE EFFECTIVE FUNCTIONING OF MINING TECHNOLOGICAL SYSTEMS

Summary. Maintenance in coal-mines generates high production costs. Implementation of Computer Maintenance Management System – CMMS in mines secures the continuous operation of machinery and equipment, affords possibilities for a considerable cost reduction by increasing time of their exploitation and extending their technical life. Acquisition of measurable economic effects makes a considerable improvement of profitability of Mining Enterprises possible. The system can be used in rendering diagnostics of machines.

1. Wprowadzenie

W pierwszym kwartale br. górnictwo polskie, po raz pierwszy od ponad 14 lat, odniosło sukces w postaci dodatniego wyniku finansowego zarówno Jastrzębskiej Spółki Węglowej SA jak i Kompanii Węglowej SA. Jest to bez wątpienia wynik przełomu technologicznego i głębokiej restrukturyzacji przemysłu węglowego, której głównym celem było przygotowanie tego sektora przemysłu do funkcjonowania w warunkach gospodarki rynkowej. Przyczyną

wspomnianego sukcesu gospodarczego może być również gwałtowny wzrost cen surowców energetycznych, w tym węgla oraz cen stali, dla produkcji której niezbędny jest wysokogatunkowy węgiel koksujący.

Miejmy nadzieję, że trend te utrzyma się w najbliższym czasie i polskie górnictwo zyska środki finansowe dla poprawy efektywności wydobycia i uzasadnionego ekonomicznie inwestowania w nowe technologie, w tym informatyczne.

Przełom technologiczny, który nastąpił w ostatnich latach, spowodował znaczną koncentrację produkcji węgla. Jedyną technologią wydobycia węgla w Polsce jest system ścianowy. Znacznie zredukowano liczbę ścian (w samym roku 1995 o 40%, czyli o ponad 400 ścian), pozostawiając ściany o najwyższym wydobyciu. Jednocześnie pojawiły się przodki ścianowe o wydobyciu 3000-5000 t/dobę i więcej. Stało się to możliwe dzięki:

- wprowadzeniu nowej struktury organizacyjnej kopalń, znacznie usprawniającej organizację pracy,
- zwiększeniu efektywności procesów technologicznych poprzez zmianę technologii eksploatacji i wprowadzenie nowych generacji maszyn i urządzeń dla produkcji i odstawy urobku,
- wprowadzeniu nowoczesnych metod zarządzania i systemu rozliczeń, co pozwoliło na bieżące uzyskiwanie informacji o kształtowaniu się nakładów w ustalonych dla kopalń centrach kosztowych i wchodzących w ich skład oddziałach oraz dokonywanie szczegółowej miesięcznej analizy kosztów oddziałowych, a tym samym kosztów wydobycia.

Najogólniej, koszty wydobycia możemy podzielić na dwie grupy:

- ***Koszty stałe kopalni*** są to koszty ponoszone bez względu na to, czy prowadzone jest wydobycie, czy też nie. Do kosztów stałych zaliczamy: wynagrodzenia, amortyzację maszyn i urządzeń, obciążenia podatkowe i opłaty, utrzymanie pomocniczej infrastruktury technicznej, jak: wentylacja, trakcja, telekomunikacja, utrzymanie wyrobisk, nakłady ponoszone na badania geologiczne i redukcję szkód górniczych, nakłady ponoszone na bezpieczeństwo pracy.
- ***Koszty zmienne*** to koszty, których wysokość zależy wprost proporcjonalnie od rozmiarów produkcji. Do kosztów zmiennych zaliczamy bezpośrednie zużycie materiałów i energii, koszty transportu oraz koszty utrzymania ruchu w poszczególnych oddziałach kopalń.

Górnicze systemy techniczne charakteryzują się dużą złożonością i rozproszeniem na znacznym obszarze oraz ograniczeniem obszaru pracy wielkością wyrobisk podziemnych.

Wprowadzenie koncentracji wydobycia spowodowało znaczny wzrost mocy kombajnów ścianowych i przenośników dla odstawy urobku. Zainstalowane w maszynach urabiających moce często sięgają 800-1000 kW, a w przenośnikach zgrzebłowych do 500 kW. Jest to przyczyną gwałtownego zwiększenia zapylenia i temperatury w przodkach, co z kolei powoduje konieczność lepszego przewietrzania wyrobisk.

Kluczowym celem utrzymania ruchu jest zapewnienie ciągłości pracy eksploatowanych maszyn i urządzeń. Jej zakłócenie, a także zatrzymania przyczyniają się do powstawania ogromnych strat. Dlatego też powinno się przeznaczać duże środki finansowe dla poprawnego funkcjonowania tego obszaru działalności przedsiębiorstwa.

Proces ***urabiania - transportu poziomego - transportu pionowego***, z punktu niezawodności urządzeń, jest z natury systemem szeregowym. Każda awaria dowolnego ogniwa systemu powoduje wyłączenie wszystkich jego elementów.

Wydaje się zatem, że poprawa efektywności wydobycia wiąże się w znacznym stopniu z utrzymaniem w ruchu systemów technicznych kopalń.

Jednocześnie istnieje potrzeba poprawy efektywności działania systemu utrzymania ruchu, która daje możliwość zwiększania gotowości eksploatowanych systemów, jak i obniżania kosztów.

Optymalizacja procesów remontowych i modernizacja złożonych systemów, np. energo-mechanicznych, potrzebuje efektywnego narzędzia wspierającego kompleksowo realizację dużych inwestycji prowadzonych zazwyczaj w czasie czynnego procesu wydobywczego. Najlepszym narzędziem do kontroli i optymalizacji tego typu zadań jest wyspecjalizowany moduł gospodarki remontowej wkomponowany w zintegrowany komputerowy system zarządzania kopalni. Ich zastosowanie spowoduje również poprawienie bezpieczeństwa pracy, a więc redukcję części kosztów stałych łożonych na zapewnienie bezpieczeństwa.

2. Analiza awaryjności ciągu urabiania

Prześledzono awaryjność trzech ścian i odstawy do szybu w KWK „Rydułtowy". Ich wyposażenie techniczne oraz rozpatrywany okres eksploatacji zamieszczono w tablicy 1.

Tablica 1

Ściana	Wyposażenie techniczne ściany			Wyposażenie techniczne odstawy			Rozpatrywany okres eksploatacji /liczba zmian
	Obudowa zmechanizowana	Przenośnik ścianowy	Kombajn	Przenośnik podściano wy	Przenośniki taśmowe	Inne	
Ia-E1 w pokł. 620/1-2	METROL 18/37 POz/MR 125 sekcji FAZOS 15/31 Oz 16 sekcji FAZOS 12/28 Oz 10 sekcji FAZOS 15/31 BSN	Rybnik 225/750 2 x 200/65 kW 1 x 200/65 kW	KGS-440/2B 2 x 132 kW + 60 kW Zabiór 800 mm średnica organów ø1800 mm	Rydułtowy II 2 x 132 kW + kruszarka DU2-P6	Gwarek 1000 2 x 100 kW PTG 1000 90 kW PTG 1000 55 kW PTG 1000 55 kW	Odstawa urobku wozami na poz. 600 m	20.05.2002-30.09.2002 252 zmiany
XI-W1 pokł. 703/1	GLINIK 08/26 OzK 123 sekcje METROL 12/26 Oz/MR 34 sekcje METROL 12/26 Oz/MR z wys. stropnicą 2 sekcje	Halbach – Braun HB 3E74VS3D 2 x 200/65 kW + 250/85 kW	KSW-460 N 460 kW Zabiór 650 mm Średnica organów ø1500 mm	Rydułtowy II 2 x 100 kW + kruszarka DU2-P6	Przenośniki taśmowe: Gwarek 1000 2 x 75 kW Gwarek 1000 2 x 90 kW PTG 1000 90 kW	odstawa zbiorcza do poziomu 800 m	18.07.2002-30.09.2002 162 zmiany
XII-W1 w pokł. 713/1-2	METROL 08/28 POz/MR z wys. stropnicą - 1 sekcja FAZOS 15/31 BSN - 2 sekcje FAZOS 15/31 Oz - 132 sekcje METROL 15/38 POz/MR - 18 sekcji METROL 15/38 POz/MR z wys. stropnicą - 2 sekcje	Halbach Braun 4HB - 260 2 x 250/85 kW + 250/85 kW	KSW-460 N 2 x 200 kW + 60 kW Zabiór 630 mm Średnica organów ø1500 mm	Rydułtowy 2001 2 x 132 kW/45 kW + kruszarka DU2-P6	Gwarek 1200 2 x 75 kW MIFAMA 1200 2 x 90 kW	odstawa zbiorcza do poziomu 800 m	25.06.2002-30.09.2002 279 zmian

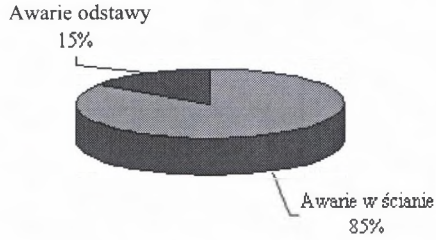
Wyniki analizy przedstawiono w tablicy 2.

Tablica 2

Ściana	Procentowy udział czasu awarii w rozpatrywanym okresie eksploatacji								
	Wartość całkowita	Awarie w ścianie				Awarie odstawy			
		Razem	Awarie mech.	Awarie el.	Awarie górn.	Razem	Awarie mech.	Awarie el.	Inne
Ia-E1 w pokł. 620/1-2	13,12%	11,03%	10,30%	0,67%	0,06%	2,09%	1,24%	0,27%	0,58%
XI-W1 w pokł. 703/1	14,68%	13,54%	6,72%	2,99%	3,82%	1,14%	0,50%	0,19%	0,45%
XII-W1 w pokł. 713/1-2	13,49%	10,38%	6,52%	3,14%	0,72%	3,11%	1,54%	1,01%	0,57%

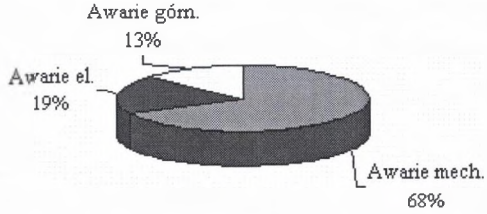
Procentowy udział czasu awarii w rozpatrywanym okresie eksploatacji na poziomie średnio 14% powoduje istotne przerwy w pracy, łącznie 97 zmian, co niewątpliwie jest przyczyną znacznych strat i wzrostu kosztów eksploatacji.

Z danych zawartych w tablicy 2 wynika, że większość awarii ma miejsce w ścianie i dotyczy kompleksu ścianowego. Rysunek 1 przedstawia średni procentowy udział awarii dla wszystkich analizowanych ścian i odstawy w rozpatrywanym okresie eksploatacji.



Rys. 1. Średni procentowy udział awarii dla wszystkich analizowanych ścian i odstawy w rozpatrywanym czasie eksploatacji
Fig. 1. Average failure percentage for all analysed walls and haulage in the anlysed exploitation time

Na rys. 2 przedstawiono średni rozkład procentowy awarii z podziałem na mechaniczne, elektryczne i górnicze w rozpatrywanych ścianach.



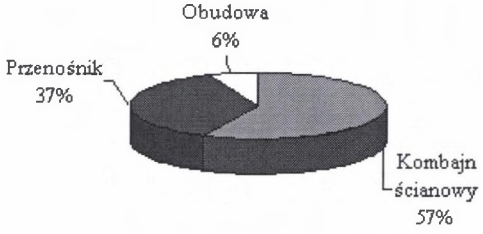
Rys. 2. Rozkład procentowy awarii z podziałem na mechaniczne, elektryczne i górnicze
Fig. 2. Percentage structure of failures divided into mechanical, electric and mining failures

Dodatkowo poddano analizie awarie w ścianie z rozbiciem na elementy kompleksu ścianowego oraz przyczyny wystąpienia awarii (tablica 3).

Tablica 3

Ściana	Kombajn ścianowy			Przenośnik			Obudowa		
	Awarie mech.	Awarie el.	Awarie górn.	Awarie mech.	Awarie el.	Awarie górn.	Awarie mech.	Awarie el.	Awarie górn.
Ia-E1 w pokł. 620/1-2	1,81%	0,51%	0,03%	8,43%	0,13%	0,01%	0,06%	0,00%	0,05%
XI-W1 w pokł. 703/1	6,06%	1,64%	0,09%	3,79%	0,31%	0,00%	0,89%	0,00%	0,76%
XII-W1 w pokł. 713/1-2	5,08%	2,82%	0,58%	1,28%	0,32%	0,00%	0,17%	0,00%	0,14%

Najwyższym stopniem awaryjności w rozpatrywanych ścianach charakteryzują się kombajny ścianowe (rys. 3).



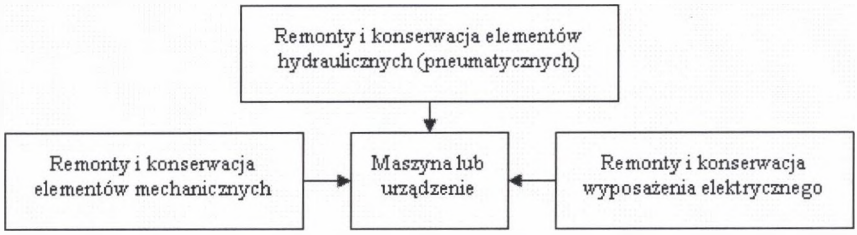
Rys. 3. Awarie w rozpatrywanych ścianach z rozbiciem na elementy kompleksu ścianowego
Fig. 3. Failures of the analysed walls for specific elements of the wall complex

3. Utrzymanie ruchu kompleksowej mechanizacji ciągu urabiania

W chwili obecnej organizacja procesów remontowych w przedsiębiorstwach górniczych odbywa się metodami tradycyjnymi, a w działaniach konserwacyjnych i naprawczych bierze udział wiele podmiotów przedsiębiorstwa, jak i firm zewnętrznych.

Każde urządzenie w kopalni podlega następującym działaniom konserwacyjno-naprawczym (rys. 4):

- remonty i konserwacja elementów mechanicznych,
- remonty i konserwacja wyposażenia elektrycznego,
- remonty i konserwacja wyposażenia hydraulicznego (pneumatycznego).



Rys. 4. Działania konserwacyjno-naprawcze dla urządzeń stanowiących wyposażenie kopalń
Fig. 4. Maintenance and repair activities for mining equipment

W działaniach naprawczych biorą udział różne oddziały kopalni i firmy zewnętrzne, w zróżnicowany sposób odpowiedzialne za utrzymanie ruchu powierzonych im maszyn i urządzeń. Działalność tych służb i firm należy w znacznym stopniu planować oraz koordynować, co w chwili obecnej, bez wprowadzenia komputerowych systemów bazodanowych, wspomagających pracę służb technicznych kopalni (Spółki, Kompanii), jest znacznie utrudnione.

4. Wprowadzenie do komputerowych systemów CMMS

System CMMS (*Computer Maintenance Management System)* oznacza system komputerowego wspomagania zarządzania utrzymaniem ruchu.

CMMS to, najogólniej ujmując, skoordynowane przetwarzanie informacji tworzących zbiór danych, uwarunkowany stałym, logicznym uporządkowaniem jego części, w celu utrzymania obiektów eksploatacji w stanie zdatności.

Rodzaj i zakres przetwarzanych informacji umożliwiają podsystemy tworzące system CMMS [3]:

– **Podsystem obiektów eksploatacji** zawiera informacje dotyczące wszystkich obiektów eksploatacji (maszyn i urządzeń) i ich wzajemnych powiązań (według trybów lokalizacji, np. mechanicznych, elektrycznych, elektromechanicznych, hydraulicznych, pneumatycznych itp.), charakterystyki i aktualny stan techniczny. Obiekty eksploatacji są rozłożone przeważnie w hierarchiczną strukturę zespołów, podzespołów i części. Istotą takiej hierarchicznej struktury jest jednoznaczna identyfikacja jego części składowych. Dana część (podzespół, zespół) może mieć tylko jeden składnik nadrzędny.

– **Podsystem planowania obsług** zawiera informacje, pozwalające na planowanie i wykonywanie cyklicznych napraw o charakterze prewencyjnym i konserwacyjnym. Zawiera plany pracy z rozbiciem na pojedyncze czynności obsługowe, ze szczegółowym

chronometrażem dla każdej z nich, wraz z przydziałem i rezerwacją pracowników o odpowiednich kwalifikacjach, rezerwacją części zamiennych i narzędzi specjalistycznych. Z informacji w nim zawartych korzysta podsystem realizacji obsług.

– **Podsystem realizacji obsług**, zadaniem którego jest: zatwierdzanie zlecenia prac, realizacja i kontrola cyklicznych obsług technicznych oraz rozliczenie kosztów: pracy, części zamiennych, materiałów i narzędzi faktycznie wykorzystanych.

– **Podsystem części zamiennych i zakupów** zarządza częściami zamiennymi wykorzystywanymi w toku prac obsługowych poprzez ich rezerwację, wydawanie z magazynu lub magazynów podręcznych, zapewnia śledzenie zapasów (w technologicznie i ekonomicznie uzasadnionym przedziale minimum - maksimum), pozwala na automatyczną realizację procedur zakupowych oraz dokonywanie transakcji inwentarzowych.

– **Podsystem harmonogramowania** umożliwia generowanie harmonogramów zadań obsługowych przy wykorzystaniu dostępności obiektów eksploatacji i personelu. Zawiera dane o charakterze technicznym i organizacyjnym, dotyczące obsługiwanych obiektów eksploatacji.

5. Wybór i wdrażanie CMMS w przedsiębiorstwach górniczych

Wdrażając system CMMS w przedsiębiorstwie górniczym, poza dokonaniem oceny technicznej poszczególnych systemów, należy:

a) rozpoznać dostępne środki informatyczne w przedsiębiorstwie, jak sieci komputerowe, oprogramowanie i bazy danych, sprzęt komputerowy i systemy operacyjne o wymaganych przez systemy CMMS parametrach technicznych,

b) uwzględnić możliwości integracji wdrażanego systemu CMMS z istniejącymi już w przedsiębiorstwach górniczych systemami informatycznymi (np. księgowymi, płacowymi, personalnymi, gospodarki magazynowej itp.),

c) określić strukturę obiegu informacji technicznej w przedsiębiorstwie górniczym na poziomie służb utrzymania ruchu kopalni oraz ich powiązania ze strukturami nadrzędnymi (i zewnętrznymi).

Punkty a i b dotyczą wyposażenia informatycznego kopalni i nie będą stanowiły problemu przy wdrażaniu systemu. Kopalnie w omawianym zakresie są już zinformatyzowane i dołożenie do istniejącego systemu informatycznego kolejnego modułu z

poziomu technik informatycznych jest możliwe. Punkt c stanowi natomiast podstawę strategii wdrażania systemu CMMS.

Wdrożenie systemów CMMS w kopalniach winno się rozpocząć od szczegółowego ustalenia wzajemnych powiązań istniejących środków technicznych biorących bezpośredni udział w procesie wydobycia, z możliwością późniejszego dopasowania do całej struktury technicznej kopalni [1].

Na podstawie przeprowadzonej w niniejszej pracy analizy awaryjności można wstępnie założyć, że pierwszy etap wdrażania systemu CMMS w kopalni winien obejmować wyposażenie techniczne ciągu urabiania obejmujące kompleks ścianowy, odstawę i odstawę zbiorczą do szybu (szybów).

Pozostałe etapy winny objąć:

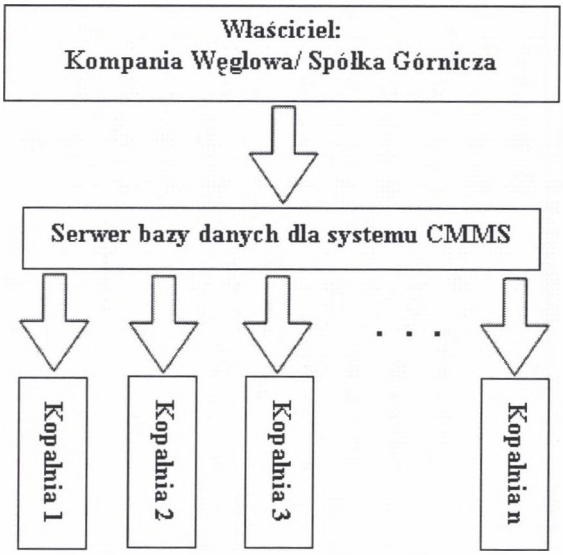
- wyposażenie techniczne oddziałów przygotowawczych wraz z odstawą,
- wyposażenie techniczne urządzeń szybowych i głównego odwadniania,
- wyposażenie techniczne urządzeń wentylacyjnych,
- zakład przeróbczy,
- w kolejności zależnej od lokalnych preferencji.

Powyższe uwagi dotyczą wdrażania systemu CMMS w poszczególnych kopalniach. Wiodące systemy CMMS (np. MAXIMO firmy MRO Software) udostępniają możliwość objęcia systemem wielu zakładów jednego przedsiębiorstwa mających różne lokalizacje (zarządzanie organizacjami rozproszonymi). Jest to funkcja dająca możliwości centralizacji lub decentralizacji miejsca gromadzenia i przetwarzania informacji, zgodnie ze strategią przedsiębiorstwa w ramach jednej bazy danych (rys. 5).

W ramach np. Kompanii Węglowej SA i Jastrzębskiej Spółki Węglowej SA, będących właścicielami większości kopalń węgla kamiennego w Polsce, możliwe będzie spójne prowadzenie prac dla wszystkich zależnych organizacji wchodzących w ich skład.

System pozwala na definiowanie dowolnej ilości organizacji i/lub zakładów oraz wybór sposobu zarządzania na poziomie przedsiębiorstwa, organizacji lub oddziału, odrębnie w odniesieniu do założeń organizacyjno-ekonomicznych (system kont, waluty bazowe, okresy finansowe), jak i danych operacyjnych (kooperanci, podatki, zlecenia robót itp.).

Pozwoli to na sprawniejsze zarządzanie wyposażeniem wchodzącym w skład majątku, częściami zamiennymi, zasobami ludzkimi czy firmami zewnętrznymi działającymi na rzecz Spółki/Kompanii.



Rys. 5. Zarządzanie organizacjami rozproszonymi
Fig. 5. Management of dispersed organizations

6. System CMMS - MAXIMO firmy MRO Software

Jednym z systemów CMMS stosowanych w przemyśle światowym, a także coraz częściej w Polsce jest **MAXIMO** amerykańskiej firmy **MRO Software**.

MAXIMO pozwala na sprawne zarządzanie poszczególnymi elementami systemu remontowego przedsiębiorstwa, począwszy od przygotowywania zleceń robót, planowania robót, planowania zatrudnienia, realizacji zakupów części i podzespołów zamiennych. Umożliwia to poprawne prowadzenie gospodarki magazynowej, uwzględniającej utrzymanie zapasów części i podzespołów na niezbędnie niskim poziomie.

Pracownicy służb remontowych mogą skutecznie i szybko zapisać w bazie danych systemu każdy przypadek uszkodzenia urządzeń, czas ich przestoju, uwzględniając wszystkie zdarzenia, w tym powtarzalne i losowe. Pozwala to na przeprowadzenie dokładnej diagnostyki stanu obiektów systemu eksploatacyjnego oraz jego awaryjności, co znacznie ułatwia podjęcie decyzji o jego remoncie czy wymianie.

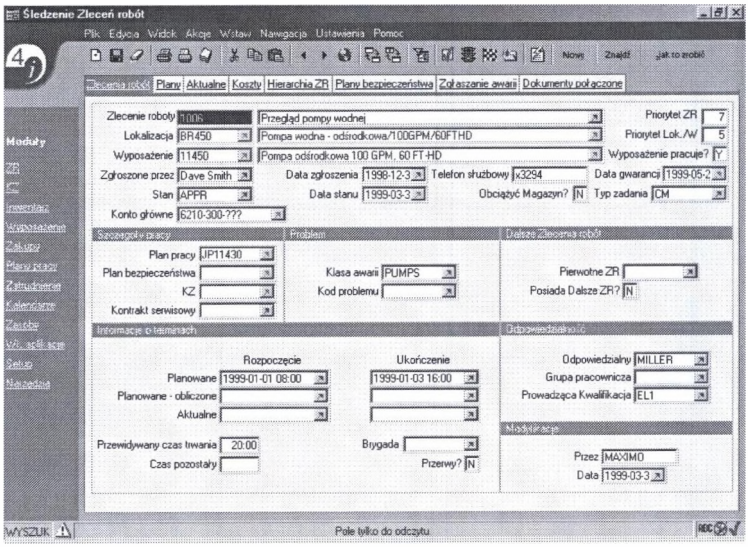
6.1. Konstrukcja systemu

System MAXIMO składa się z kilkunastu powiązanych ze sobą modułów, połączonych wzajemnie i wykorzystujących dane zawarte w bazie danych typu SQL (Structured Query

Language). Możliwe jest wykorzystywanie kilku modułów równolegle, bezpośrednie przechodzenie z jednego modułu do innego, a także uruchamianie z każdego modułu systemu MAXIMO zewnętrznych aplikacji. Poniżej zostaną omówione najważniejsze moduły.

6.2. Zlecenia robót

Zlecenia robót stanowią centralny element zarządzania eksploatacją i utrzymaniem ruchu środków technicznych.



Rys. 6. Ekran: Zlecenia robót
Fig. 6. Screen: Work orders

Moduł realizuje i koordynuje prace o charakterze zarówno obsługowym, jak i naprawczym. Umożliwia generowanie zleceń dziennych, tygodniowych, miesięcznych itp., zawierających niezbędne informacje, jak: unikalny numer zlecenia, opis czynności i przypisany im numer wyposażenia sprzętowego, ważność (priorytet zadania) oraz listę części do pobrania z magazynu. W zleceniach zawarto także okresy ewentualnych przestojów naprawczych, stan zaawansowania prac, koszty napraw przewidywane i bieżące. Moduł pozwala na bieżące śledzenie zleceń robót dla wielu maszyn i urządzeń. Typowy ekran śledzenia zleceń robót przedstawia rys. 6.

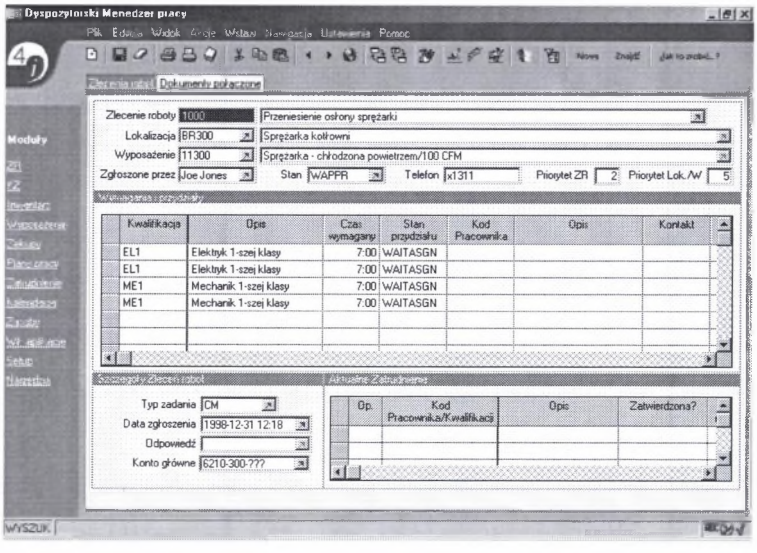
6.3. Konserwacja zapobiegawcza PM (*Preventive Maintenance*)

W wielu przypadkach istnieje konieczność powtarzania tych samych czynności, stąd moduł ten zawiera bazę naprawczą urządzeń i podzespołów w rozbiciu na poszczególne

czynności z ich szczegółowym chronometrażem (plany obsługowe i naprawcze). Możliwe jest też generowanie zleceń na podstawie danych diagnostycznych (monitoringu).

W ramach każdego wzorca możliwe jest określenie kilku planów obsługowych i naprawczych, co umożliwia połączenie wielu różnych procedur w jednym wzorcu (np. plan tygodniowy, miesięczny, kwartalny).

Rysunek 7 przedstawia typowy ekran Systemu MAXIMO, dotyczący dyspozytorskiego menadżera pracy dla modułu Konserwacji Zapobiegawczej.



Rys. 7. Ekran: Konserwacja zapobiegawcza
Fig. 7. Screen: Preventive maintenance

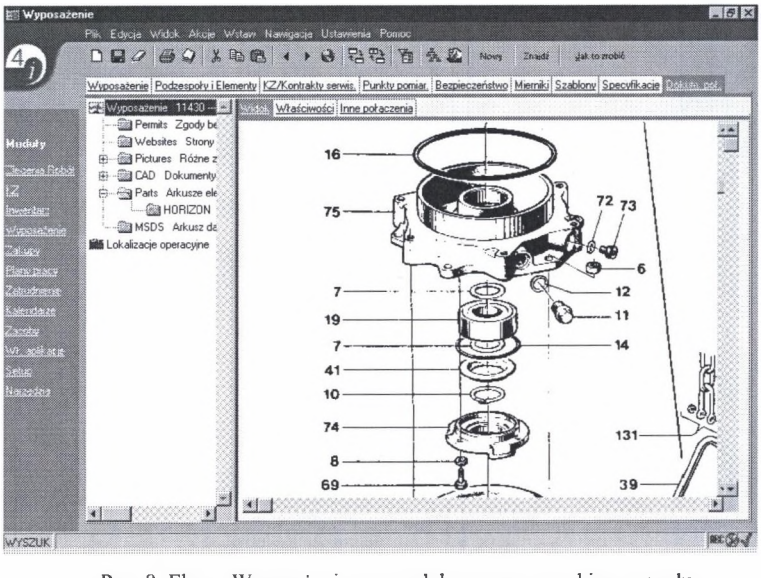
6.4. Plany pracy

Plan pracy jest szczegółowym opisem działań koniecznych dla wykonania zadania obsługowego/remontowego. Typowy plan pracy obejmuje opis czynności przygotowawczych, opis zadań do wykonania, z uwzględnieniem przewidywanych czasów realizacji, wykazy przewidywanych do wykorzystania części oraz narzędzi, które będą zastosowane w toku prac oraz wykaz pracowników wyznaczonych do realizacji poszczególnych operacji. W ramach planu pracy są także dostępne informacje, dotyczące przewidywanych kosztów związanych z realizacją poszczególnych operacji, jak i z realizacją całego zadania.

6.5. Zarządzanie aktywami

W systemie MAXIMO wiodącym modułem jest **Moduł Wyposażenie**. Zawiera rejestr wyposażenia przedsiębiorstwa niezbędny dla lokalizacji elementów technicznych wchodzących w jego skład: technologicznych, mechanicznych, elektrycznych, energetycznych, hydraulicznych itp. zapisanych w strukturze hierarchicznej. Każdy element posiada unikalny kod, pozwalający na jednoznacznie określenie jego położenia w strukturze wyposażenia. Taki sposób organizacji i opisu wyposażenia umożliwia śledzenie i minimalizację kosztów obsługi poszczególnych elementów systemu eksploatacyjnego.

MAXIMO daje możliwość identyfikowania relacji pomiędzy sprzętem a dokumentacją rysunkową. Element wyposażenia może być powiązany z wieloma dokumentami (rysunkami). Umożliwia powiązanie wielu elementów lub części sprzętu z pojedynczym rysunkiem lub dokumentem w różnorodnych formatach, jak: DWG, DXF, BMP czy PCX oraz rysunkami „eksplodowanymi" i plikami AVI. Rysunek 8 przedstawia ekran wyposażenia z wyświetlonym poglądowym rysunkiem eksplodowanym naprawianego zespołu.



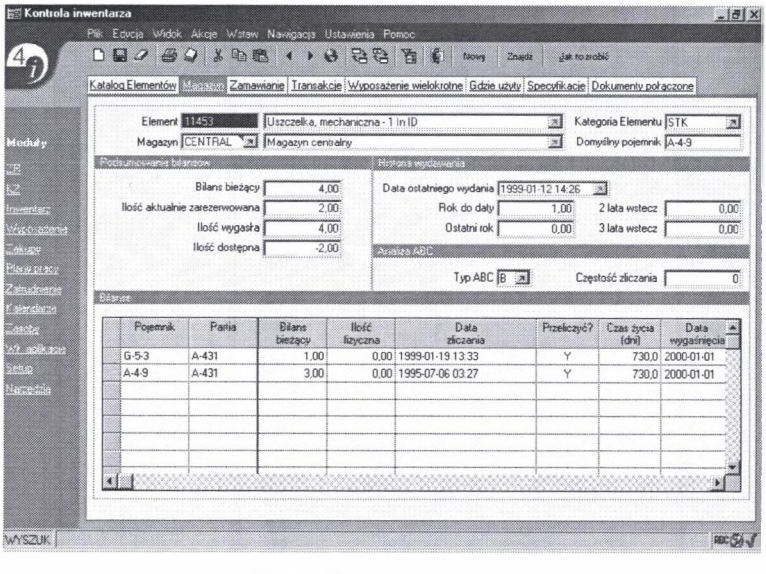
Rys. 8. Ekran: Wyposażenie wraz z dołączonym rysunkiem zespołu
Fig. 8. Screen: Resources with a drawing of an unit enclosed

Moduł pozwala również na połączenie danych tekstowych opisujących wyposażenie sprzętowe z systemami informacji przestrzennej (GIS), umożliwiającej określenie położenia danego urządzenia, np. na mapie numerycznej (cyfrowej).

Ponieważ system eksploatacyjny przez cały czas podlega modyfikacjom, moduł ten umożliwia ciągłe uaktualnianie rejestru posiadanego wyposażenia. Moduł pozwala również na monitorowanie urządzeń. Umożliwia wprowadzanie i śledzenie danych z punktów pomiarowych, co pozwala na efektywną diagnostykę urządzenia. Wykaz aktualnych punktów pomiarowych zawiera również wartości alarmowe minimalne i maksymalne dla mierzonych wielkości. Po przekroczeniu wartości granicznych następuje automatyczne wygenerowanie zlecenia wykonania robót dla przeprowadzenia określonych działań zapobiegawczych.

6.6. Zarządzanie zasobami

Gospodarka inwentarzem jest kluczowym elementem systemu zarządzania przedsiębiorstwem MAXIMO. Pozwala na monitorowanie przepływu części składowanych lub materiałów pomocniczych, jak oleje, emulgatory, elektrody spawalnicze i inne, rezerwowanie części i podzespołów dla zatwierdzonych już zleceń robót.



Rys. 9. Ekran: Kontrola inwentarza
Fig. 9. Screen: Inventory control

Moduł umożliwia prowadzenie stanów magazynowych przy założonym poziomie ilości minimalnych, po przekroczeniu których powiadamia o potrzebie zakupu lub przeprowadzenia przetargu w celu odtworzenia stanu magazynu na żądanym poziomie.

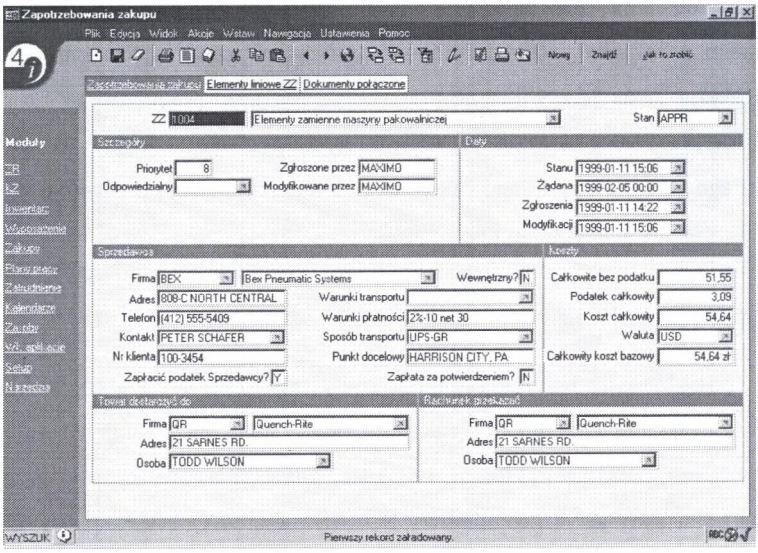
Prowadzi również rachunek przychodzących części składowanych i materiałów. Rysunek 9. przedstawia typowy ekran modułu Kontroli Inwentarza.

Z gospodarką inwentarzową związane jest także śledzenie kosztów części inwentarzowych, poprzez: koszt poprzedni, koszt przeciętny, koszt standardowy.

6.7. Zaopatrywanie (uzupełnianie zasobów)

Moduł Zaopatrzenie pozwala na automatyczne generowanie i drukowanie dokumentów Zapotrzebowań Zakupu i Poleceń Zakupu, czy też bezpośrednie wysyłanie do dostawców zamówień. Zapotrzebowania Zakupu zawierają informacje dotyczące przewidywanych zakupów i są związane z elementami, których ilość w inwentarzu jest mniejsza od minimalnej. Zapotrzebowania zakupu są tworzone automatycznie, gdy liczba określonych części spadnie poniżej dopuszczalnego minimum.

Ekran: polecenia zakupu przedstawia rys. 10.



Rys. 10. Ekran: Polecenia zakupu
Fig. 10. Screen: Purchase orders

Polecenia zakupu są dokumentami, na podstawie których można dokonać zakupu części czy materiałów pomocniczych. Każde polecenie zakupu wymaga potwierdzenia dokonania zakupu. Po potwierdzeniu i odebraniu zamówionych części w bazie dokonywana jest transakcja inwentarzowa, aktualizująca inwentarz pod względem ilości części oraz kosztów.

6.8. Pracownicy

Każde zlecenie roboty wymaga przydzielenia pracowników do zadań związanych z jego kwalifikacjami i uprawnieniami. System zatem posiada stale aktualizowany rejestr pracowników, zawierający informacje o statusie pracownika, jego kwalifikacjach, stawce godzinowej oraz szczegółowe rozliczenia przepracowanych godzin. Posiadane kwalifikacje pozwalają na tworzenie tzw. grup pracowniczych (mechanicy, hydraulicy, elektrycy, spawacze itp.), co ułatwia i przyspiesza przydzielanie pracowników do odpowiednich prac.

6.9. Kalendarze robót

Moduł Kalendarze służy do tworzenia harmonogramów dla rejestrów wyposażenia sprzętowego, rejestrów kwalifikacji i rejestrów pracowniczych. Istnieje możliwość dowolnego definiowania okresów pracy (daty/czasu rozpoczęcia i zakończenia działań z uwzględnieniem przesunięć, wakacji/urlopów oraz świąt przypadających na określone dni robocze). Pozwala to na rezerwowanie pracownika lub grup pracowników do danego, nie rozpoczętego jeszcze zlecenia robót z uwzględnieniem przestoju maszyn i urządzeń systemu eksploatacyjnego. Właściwe zaplanowanie robót i wykorzystanie pracowników pozwala na znaczne obniżenie kosztów obsługi i remontów.

6.10. Raporty i analizy

System posiada kilkadziesiąt standardowych raportów ułatwiających na co dzień prowadzenie i śledzenie remontów, wydajności pracy, kosztów obsługi i napraw, kosztów przypadających na jednostkę produkcji, wielkości zużycia, awarii, czasów przestojów itp. Posiada również własny język programowy SQR (Structured Query Request) dla tworzenia raportów niestandardowych o dowolnej treści w celu prowadzenia szerokiej gamy analiz technicznych i ekonomicznych.

6.11. Własne Aplikacje

Moduł Własne Aplikacje systemu MAXIMO pozwala tworzyć i dostosowywać na potrzeby użytkownika własne tablice w bazie danych i własne ekrany aplikacji jako uzupełnienie systemu podstawowego MAXIMO. Możliwe jest tworzenie samodzielnych tablic, umożliwiających zapis dowolnego, potrzebnego użytkownikowi rodzaju informacji.

Utworzone ekrany są dostępne z każdego innego modułu MAXIMO. Istnieje także możliwość tworzenie tabel klasyfikacji wyposażenia sprzętowego, zawierających informacje odnoszące się do określonej grupy sprzętu. Wygenerowane w tym trybie ekrany są dostępne z modułu Wyposażenie.

6.12. Menadżer Pracy

Menadżer Pracy stanowi szybkie i wygodne narzędzie do tworzenia zleceń wykonania robót, przydzielania pracowników do realizacji istotnych zadań, zarządzania zadaniami zaległymi, a także pozwala na rozliczanie zleceń pracowniczych oraz zleceń robót natychmiast po ich realizacji. Oferuje użytkownikowi dwa tryby zarządzania robotami:

- tryb dyspozytorski, opracowany na potrzeby minimalizacji przestojów sprzętu oraz niewykorzystania pracowników, jak również minimalizacji średniego czasu reagowania na pojawiające się problemy,
- tryb planistyczny, będący interakcyjnym narzędziem, skonstruowanym dla kadry kierowniczej oraz innych osób odpowiedzialnych za przygotowanie planów dziennych.

6.13. MAXIMO Workflow

MAXIMO Workflow jest zintegrowany z pozostałymi modułami MAXIMO i odgrywa ważną rolę w procesie zarządzania utrzymaniem ruchu. Składa się z trzech niezależnych modułów do tworzenia schematów, zarządzania i aktywnego uczestnictwa w przepływie informacji i dokumentów. Workflow, poza standardowymi narzędziami systemowymi do powiadamiania o informacji, wykorzystuje dodatkowo internet, intranet, sms, pager itp.

7. Korzyści płynące z zastosowania systemu MAXIMO

System MAXIMO cechuje duża elastyczność, skuteczność działania i funkcjonalność. MAXIMO spełnia zbiór wymagań, związanych z koniecznością zachowania wymogów norm serii ISO 9000. Bogata lista wdrożeń na całym świecie w różnych dziedzinach gospodarki, jak przemysł: wydobywczy, hutniczy, chemiczny, koksowniczy, papierniczy, elektryczny, maszynowy, energetyczny stawia MAXIMO na czołowym miejscu wśród programów zarządzających eksploatacją maszyn i urządzeń. Potwierdzają to raporty niezależnych firm konsultingowych Gartner Group, Inc. © [2].

Według przeprowadzonych badań użytkownicy systemu MAXIMO osiągnęli następujące wymierne korzyści [4]:

- zwiększenia wydajności pracy do 20%,
- zmniejszenia zapasów magazynowych do 30%, a w niektórych przypadkach nawet likwidacji magazynów,
- zmniejszenia czasu przestojów awaryjnych o 20%,
- zwiększenia trwałości maszyn i urządzeń do 10%,
- wzrostu mocy produkcyjnych do 30%.

8. Wnioski

1. Wprowadzenie systemu informacyjnego wspomagającego gospodarkę remontową jest podstawą funkcjonowania sprawnego i skutecznego systemu technicznego.
2. Wprowadzenie systemu CMMS pozwoli zredukować koszty utrzymania ruchu kopalni poprzez: zmniejszenie kosztów pracy, lepsze wykorzystanie części zamiennych maszyn i urządzeń, pozwalające na zmniejszenie koniecznych zapasów magazynowych, zmniejszenie liczby awarii i przestojów z tym związanych, poprawę bezpieczeństwa pracy, poprawę organizacji pracy służb technicznych.
3. Wprowadzenie systemu CMMS w ramach Kompanii Węglowej SA czy Jastrzębskiej Spółki Węglowej SA umożliwi skuteczne zarządzanie majątkiem w postaci maszyn i urządzeń stanowiących wyposażenie poszczególnych Kopalń wchodzących w ich skład, częściami zamiennymi w magazynach wielu podmiotów, jak również firmami zewnętrznymi, zakupami, zasobami ludzkimi itp.

LITERATURA

1. Bobkowski G., Skoć A.: Możliwość poprawy trwałości maszyn i urządzeń górniczych w wyniku wprowadzenia komputerowych systemów CMMS, Monografia zbiorowa pod redakcją A. Skocia: Zagadnienia trwałości w projektowaniu, badaniach i eksploatacji elementów maszyn, Gliwice 2003 .
2. www.gardner.com
3. Loska A., Kot J.: Organizacja zadań eksploatacyjnych dla potrzeb systemów komputerowego wspomagania zarządzaniem eksploatacją i utrzymaniem ruchu CMMS.

Materiały IV Szkoły Komputerowego Wspomagania Projektowania Wytwarzania i Eksploatacji, Jurata, Maj 2000 r.
4. www.mro.com.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Teodor Winkler

Abstract

Maintenance in coal-mines generates high production costs. Implementation of Computer Maintenance Management System – CMMS in mines secures the continuous operation of machinery and equipment, affords possibilities for a considerable cost reduction by increasing time of their exploitation and extending their technical life. Acquisition of measurable economic effects makes a considerable improvement of renumerativeness of Mining Enterprises possible. The paper contains a description of MAXIMO - a computerized maintenance management system for factories and industrial facilities produced by an American firm MRO Software. It is a system, composing a basis for rendering maintenance in many branches of world industry, from mining, via chemical factories, paper industry, heavy industry, engineering, electric and electronic industries, power engineering industry, as well as in other non-productive branches such as defense or health service. Application of the system in mining enterprises makes a significant cost cut possible, due to extension of operation time of machines and equipment, and extension of their technical life. Measurable economic effects thus obtained make a significant improvement of profitability of Mining Enterprises possible. The system can be used in rendering diagnostics of machines.