

## Komputerowe systemy CMMs wspomagające eksploatację maszyn i urządzeń górniczych

### Computer maintenance managing systems (CMMs) in mining machinery and equipment exploitation

Witold Biały<sup>1</sup>, Grzegorz Bobkowski<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Politechnika Śląska Gliwice, Wydział Organizacji i Zarządzania, Katedra Podstaw Systemów Technicznych 41-800 Zabrze, ul. Roosevelta 26, e-mail: Witold.Bialy@polsl.pl

<sup>2</sup> Politechnika Śląska Gliwice, Wydział Górnictwa i Geologii, Instytut Mechanizacji Górnictwa 44-100 Gliwice, ul. Akademicka 2a, e-mail: g.bobkowski@pa-nova.com.pl

**Słowa kluczowe:** CMMs, zakłady górnicze, kopalnie węgla kamiennego

#### Abstrakt

Komputerowe systemy CMMs (*Computer Maintenance Management systems*) wspomagające zarządzanie eksploatacją maszyn i urządzeń oraz utrzymaniem ruchu przedsiębiorstw, z powodzeniem znalazły zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu. Istnieje możliwość wprowadzenia i praktycznego wykorzystania tych narzędzi w zakładach górniczych (kopalniach węgla kamiennego). Wprowadzenie systemu klasy CMM w kopalniach węgla kamiennego winno zapewnić ciągłość pracy eksploatowanych maszyn i urządzeń, a tym samym obniżyć koszty, w wyniku wydłużenia czasu pracy tych maszyn i urządzeń.

**Key words:** CMMs, mining companies, coal mines

#### Abstract

Computer Maintenance Management systems (CMMs) in mining machinery and equipment exploitation as well as management of constant company activity have been successfully applied in various industrial areas. There is a real possibility of introduction and practical application of these tools in mining companies (coal mines). The introduction of CMM system in coal mines should secure the constant activity of the machinery and equipment resulting in reduction of exploitation costs as a results of prolonged working time of these devices.

## Wstęp

Zadaniem każdej organizacji jest stworzenie zasad i reguł, według których można osiągnąć określony porządek. Dotyczy to również organizacji utrzymania ruchu jako specjalnie wyodrębnionego pionu organizacyjnego w przedsiębiorstwie. Działania realizowane w ramach takiej organizacji w większości przedsiębiorstw produkcyjnych polegają na rozwiązywaniu różnorodnych problemów wynikających z procesu produkcyjnego. Poprzez poprawę efektywności eksploataowania, która w praktyce przekłada się na wzrost (wydłużenie) zdatności urządzeń, ograniczenie awarii i przestojów maszyn i urządzeń oraz właściwą organizację i realizację prac obsługowych i konserwacyjnych,

możliwe jest utrzymanie ciągłości produkcji, zwiększenie wydajności i poprawa jakości produkowanych wyrobów, a także ograniczenie kosztów eksploatacji maszyn i urządzeń, a co za tym idzie – ograniczenie kosztów produkcji i produktu.

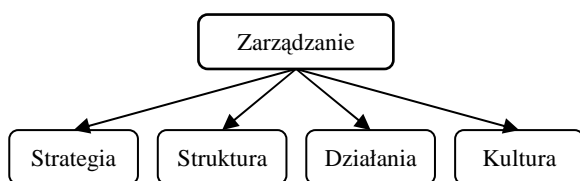
W tym zakresie pomocne są istniejące i funkcjonujące rozwiązania w postaci odpowiednich narzędzi informatycznych. Współczesne układy techniczne w bardzo wielu sytuacjach wykorzystują oferowane na rynku systemy wspomagające zarządzanie utrzymaniem ruchu (np. systemy klasy CMMs – *Computer Maintenance Management systems*). Systemy te wspomagają zarządzanie procesami eksploatacyjnymi w zakresie zapewnienia utrzymania obiektów eksploatacji objętych działaniem systemu w stanie zdatności, poprzez szeroko

zakrojone działania o charakterze technicznym, organizacyjnym i ekonomicznym.

### Podstawy zarządzania eksploatacją i utrzymaniem ruchu systemów technicznych

Zarządzanie eksploatacją można określić jako zestaw działań (obejmujący planowanie, organizowanie, kierowanie, motywowanie i kontrolowanie) prowadzonych w oparciu o przyjętą strategię eksploatacyjną, realizowanych w ramach odpowiednich struktur (organizacyjnych, decyzyjnych i informacyjnych) i wykonywanych z zamiarem osiągnięcia celów, wynikających z polityki eksploatacyjnej, w sposób sprawny i skuteczny. Informacje wynikające z tej definicji można uporządkować według modelu zarządzania (rys. 1), którego wykorzystanie w wersji ogólnej (nieukierunkowanej na określoną dziedzinę) zakłada [1]:

- 1) określenie strategii rozumianej jako zbiór cech stanowiących kryteria podejmowania decyzji;
- 2) istnienie struktur, w ramach których realizowane są działania zarządcze;
- 3) realizację działań zarządczych, obejmujących: planowanie i podejmowanie decyzji, organizowanie i realizowanie, motywowanie wykonawców i kontrolowanie realizacji zadań;
- 4) uwzględnienie właściwej kultury działań.



Rys. 1. Ogólny model obszarów i zadań związanych z realizacją funkcji zarządczych

Fig. 1. General model of fields and tasks connected with realization of management functions

Odnosząc przedstawiony ogólny model obszarów i zadań związanych z realizacją funkcji zarządczych do zarządzania utrzymaniem ruchu można przyjąć, że identyfikacja i opis modelu powinny w tym przypadku obejmować:

- 1) zdefiniowanie założeń strategii eksploatacyjnej, czyli określenie sposobu podejmowania i prowadzenia prac w świetle przyjętej polityki eksploatacyjnej;
- 2) analizę struktur, czyli rozpoznanie i opis struktury organizacyjnej, decyzyjnej oraz struktury przepływu informacji zarówno dla organizacji bezpośrednio zajmującej się zarządzaniem utrzymaniem ruchu, jak i w powiązaniu z odpowiednimi strukturami nadrzędnymi i zewnętrznymi;

- 3) analizę funkcji i działań, czyli zdefiniowanie obszarów zadaniowych w zakresie utrzymania ruchu systemów technicznych, określenia środków i sposobów realizacji ww. zadań, a także określenia metod kontroli realizacji tych zadań.

Uzupełnieniem przedstawionych elementów / obszarów, które można rozpatrywać jako „techniczną” sferę zarządzania utrzymaniem ruchu, jest kultura zarządzania stanowiąca czynnik „humanizujący”, wpływający na jakość realizacji poszczególnych zadań. Jednakże ze względu na charakter (techniczny) tej pracy, kultura zarządzania nie będzie tutaj szerzej rozpatrywana (nie będzie stanowiła osobnego zagadnienia).

Przedstawione zadania, wynikające z ogólnego modelu zarządzania, dotyczą szerokiego zakresu działań organizacyjno-technicznych o różnym stopniu złożoności, zależnym od cech analizowanego systemu oraz konieczności szczegółowości opisu modelu takiego systemu. Opis ten, wynikający z identyfikacji i klasyfikacji poszczególnych cech, powinien być dokonany z uwzględnieniem zbioru zasad, charakteryzujących wzorcową organizację utrzymania ruchu. Do zasad tych należą:

- 1) zasada celowości – organizacja utrzymania ruchu musi być zgodna z ogólnym celem przedsiębiorstwa;
- 2) zasada efektywności ekonomicznej – priorytetem jest rentowność przedsiębiorstwa jako całości, nie zaś działu utrzymania ruchu;
- 3) zasada równowagi – nadmiar uregulowań organizacyjnych zmniejsza elastyczność działania, ich niedobór prowadzi do braku określenia odpowiedzialności za podejmowane decyzje i realizowane zadania. Optymalnie powinno być tyle organizacji ile tylko potrzeba, tak mało, jak tylko jest to możliwe;
- 4) zasada koordynacji – zadania z zakresu utrzymania ruchu muszą być rozsądnie podzielone na zadania podstawowe i zadania uboczne, z uwzględnieniem właściwego priorytetowania.

### Możliwości wykorzystania systemów klasy CMMs w zakładach górniczych

Komputerowe systemy wspomagające zarządzanie eksploatacją maszyn i urządzeń oraz utrzymaniem ruchu w przedsiębiorstwach z powodzeniem znalazły zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu. Jedną z wielu możliwości wykorzystania takich narzędzi jest ich wprowadzenie i praktyczne zastosowanie w zakładzie górniczym. Optymalizacja procesów remontowych i modernizacja złożonych systemów, np. energomechanicznych, 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. W przypadku wdrożenia, system taki pozwala na optymalizację w zakresie:

- zapasów magazynowych,
- części i materiałów,
- zaopatrzenia,
- usług zewnętrznych,
- prac konserwacyjno-naprawczych,

co przekłada się na efekty ekonomiczne przedsiębiorstwa.

Utrzymanie ciągłości ruchu w kopalniach węgla kamiennego generuje wysokie koszty produkcji. Wprowadzenie systemu klasy CMMs w kopalniach węgla kamiennego powinno zapewnić ciągłość pracy eksploatowanych maszyn i urządzeń, a tym samym obniżyć koszty zmienne przedsiębiorstwa w wyniku wydłużenia czasu pracy tych maszyn i urządzeń [2, 3].

Podstawą sprawnego i skutecznego zarządzania utrzymaniem ruchu istniejących układów technicznych zakładów górniczych jest optymalne wykorzystanie systemów informacyjnych. Szczególnie uwidacznia się to w procesie eksploatacji układów złożonych (takich jak ciąg urabiająco-odstawczy w kopalni węgla kamiennego), w przypadku których każda informacja stanowiąca podstawę decyzji dotyczy bardzo szerokiego i różnorodnego obszaru zagadnień. Podejmowanie racjonalnych decyzji w tak specyficznym środowisku jest możliwe tylko wówczas, gdy jesteśmy w stanie uwzględnić wiele aspektów tej różnorodności. Narzędziem usprawniającym działanie służb utrzymania ruchu na terenie kopalni jest funkcjonujące rozwiązanie w postaci systemu klasy CMMs, obejmujące swym zasięgiem pełny zakres zadań realizowanych w ramach utrzymania ruchu. Systemy te sygnalizują konieczność dokonywania czynności obsługowo-konserwacyjnych o charakterze prewencyjnym, ilościowe i terminowe zabezpieczenie zasobów eksploatacyjnych (narzędzia, części zamienne, materiały eksploatacyjne, sprzęt specjalistyczny) dla potrzeb działań obsługowo-naprawczych. Ponadto możliwym jest szybkie zgłaszanie, a więc i natychmiastowe podejmowanie działań wynikających z sytuacji awaryjnych, w rezultacie: optymalizacja i minimalizacja czasu niezbędnego na obsługę oraz zarządzanie dokumentacją realizowanych zadań.

Wdrażając system CMMs w przedsiębiorstwie górniczym, poza dokonaniem oceny technicznej poszczególnych systemów, należy [2, 3, 4]:

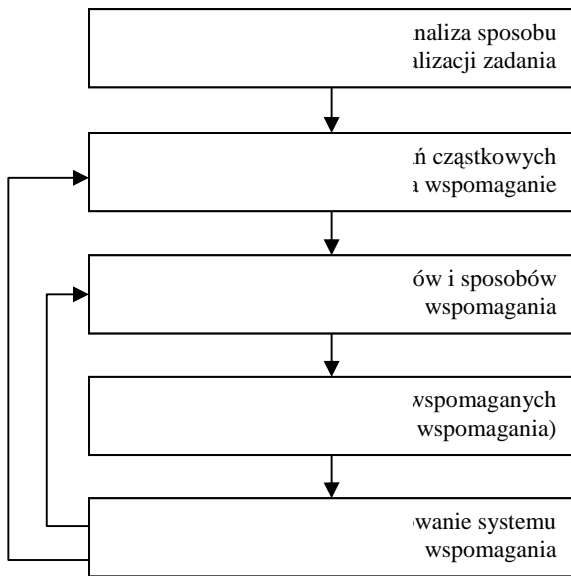
- 1) rozpoznać dostępne środki informatyczne w przedsiębiorstwie, jak sieci komputerowe, oprogramowanie i bazy danych, sprzęt komputerowy i systemy operacyjne o wymaganych przez systemy CMMs parametrach technicznych;
- 2) uwzględnić możliwości integracji wdrażanego systemu CMMs z istniejącymi już w przedsiębiorstwach górniczych systemami informatycznymi (np. księgowymi, płacowymi, personalnymi, gospodarki magazynowej itp.);
- 3) określić strukturę obiegu informacji technicznej w przedsiębiorstwie górniczym na poziomie służb utrzymania ruchu kopalni oraz ich powiązania ze strukturami nadrzędnymi (i zewnętrznymi).

Pierwsze dwa punkty dotyczą wyposażenia informatycznego Zakładu Górniczego. Kopalnie posiadają systemy informatyczne, które umożliwiają poszerzenie ich o kolejne moduły. Natomiast punkt trzeci stanowi 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 wydobywania, z możliwością późniejszego dopasowania do całej struktury technicznej kopalni [4, 5, 6]. Określone powyżej uwarunkowania użytkowe w połączeniu ze wskazanymi obszarami wspomaganie mogą stanowić podstawę dla projektu wdrożenia systemu wspomaganie. Projekt taki powinien uwzględniać całościowy obraz metody, od określenia warunków początkowych jej zastosowania, poprzez przedstawienie realizowanego zgodnie z tą metodą schematu postępowania, do zidentyfikowania uzyskanych wyników (rys. 2).

Istotnym składnikiem projektu wdrożeniowego jest szczegółowe rozpoznanie struktur i działań stanowiących przedmiot wspomaganie. Rozpoznanie takie powinno poprzedzać podjęcie decyzji „narzędziowych”, a jego wynik może być podstawą do przekształcania struktur i działań optymalizujących wspomaganie podmiot oraz dostosowujących jego własności i właściwości do wymagań systemu wspomaganie [4, 6].

W chwili obecnej najbardziej zaawansowane systemy umożliwiają rozszerzenie działania na wiele zakładów jednego przedsiębiorstwa rozsiadanych niejednokrotnie po świecie (globalnie, miejscowo), wiele języków, stref czasowych, walut rozliczeniowych itp. Instalacje tego typu dają moż-



Rys. 2. Schemat procesu budowy systemu wspomagającego wybrane zadania inżynierskie  
 Fig. 2. Schematic diagram of the construction process of computer system assisting some chosen engineering work

Możliwość optymalizowania zarządzania majątkiem w zakresie całej organizacji. Bez względu na wielkość organizacji (przedsiębiorstwa) możliwe jest poprawienie dostępności i działania majątku generującego dochód. Przy użyciu systemów wspomagających zarządzanie można skrócić czas i obniżyć koszty konserwacji, a także zagwarantować dostęp niezbędnych części przy równoczesnym obniżeniu zapasów oraz poprawie zaopatrzenia i usprawnieniu

organizacji kontraktów zewnętrznych [4].

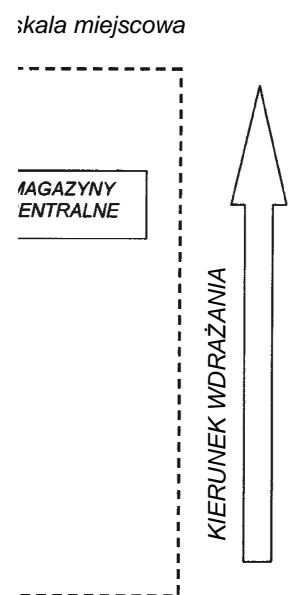
Komputerowe systemy wspomagające zarządzanie eksploatacją maszyn i urządzeń oraz utrzymaniem ruchu przedsiębiorstw rozwinęły się nie tylko pod względem funkcjonalnym (szersze pole działania), ale istotny okazał się także rozwój skalowalności systemów.

Zastosowanie systemów informatycznych może więc dotyczyć pojedynczego zakładu, jak i szeregu przedsiębiorstw wchodzących w skład większej grupy, np. kompanii / holdingu / spółki.

Wdrażanie systemu CMMs jest możliwe w skali miejscowej (ciąg urabiająco-odstawczy w pojedynczym zakładzie) i skali globalnej (zarządzanie organizacjami rozproszonymi). Ta dogodna funkcja dotyczy możliwości centralizacji lub decentralizacji miejsca gromadzenia i przetwarzania informacji (danych) zgodnie ze strategią przedsiębiorstwa w ramach stworzonej jednej bazy.

Możliwość wykorzystania narzędzia informatycznego w postaci systemu CMMs poprzez spójne prowadzenie prac dla wszystkich zależnych organizacji wchodzących w skład jednego organizmu (kompania / holding / spółka) przedstawione zostało na rysunku 3.

System pozwala na definiowanie dowolnej liczby organizacji i / lub zakładów oraz umożliwia wybór sposobu zarządzania na poziomie przedsiębiorstwa, organizacji lub oddziału odrębnie w odniesieniu do założeń organizacyjno-ekonomicznych



(systemy kont, waluta bazowa, sprawozdania finansowe), jak i danych operacyjnych (kooperanci, podatki, zlecenia robót itp.). Takie rozwiązanie pozwala na sprawniejsze zarządzanie częściami zamiennymi, zasobami ludzkimi i wyposażeniem wchodzącym w skład majątku ruchomego przedsiębiorstwa.

### Miejsce wdrożenia systemu CMMs w zakładzie górniczym

Na podstawie przeprowadzonej analizy górniczych systemów stwierdzono, że największą awaryjnością charakteryzuje się kompleks ścianowy. Z przeprowadzonej analizy wynika, że w ciągu urabiająco-odstawczym awariom najczęściej ulega kombajn oraz przenośnik.

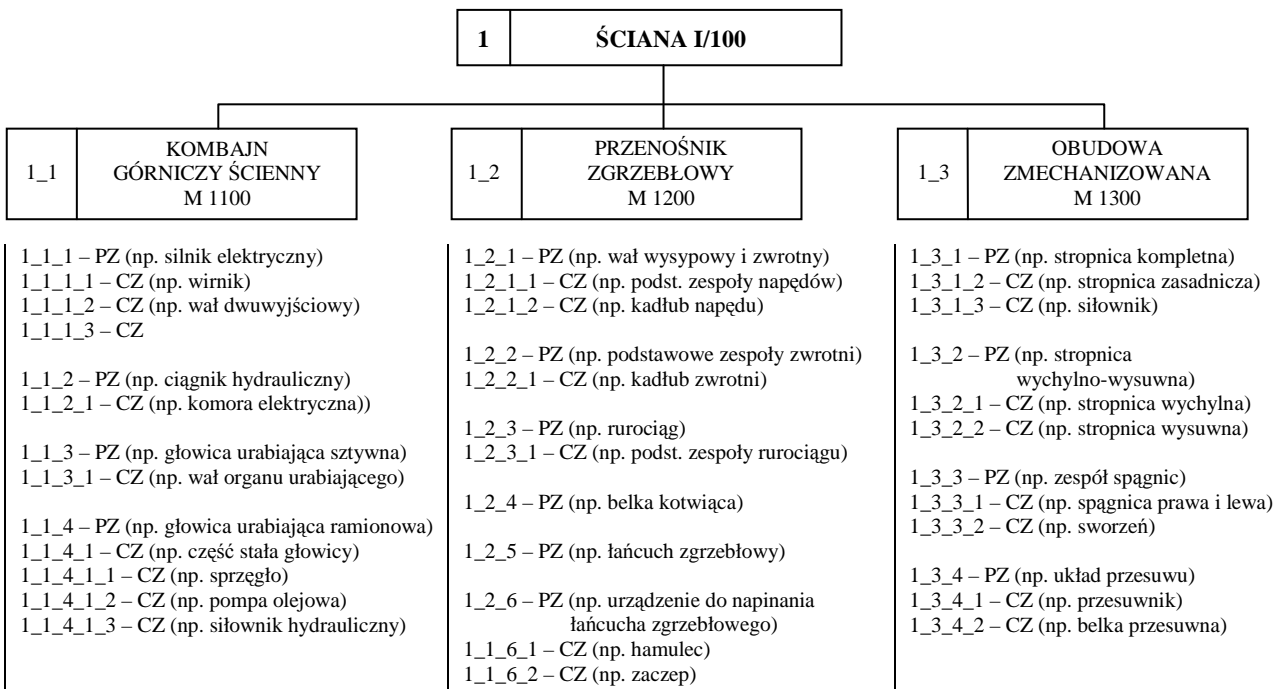
Rozpoczęcie wdrażania systemu CMMs metodą multi-site należałoby rozpocząć od kompleksu ścianowego.

Przyjmując założenie, że pierwszym miejscem wdrożenia systemu CMMs będzie ściana wydobywcza, przedstawiono przykładowe wyposażenie ściany I/1000 w sposób zhierarchizowany, przypisując maszynom, zespołom, podzespołom i elementom unikalne kody pozwalające na identyfikację i śledzenie lokalizacji maszyn i urządzeń (rys. 4). Dla poszczególnych elementów ściany przedstawiono schemat ogólny, natomiast dla obudowy zmechanizowanej – szczegółowy schemat hierarchiczny (rys. 5).

### Podsumowanie

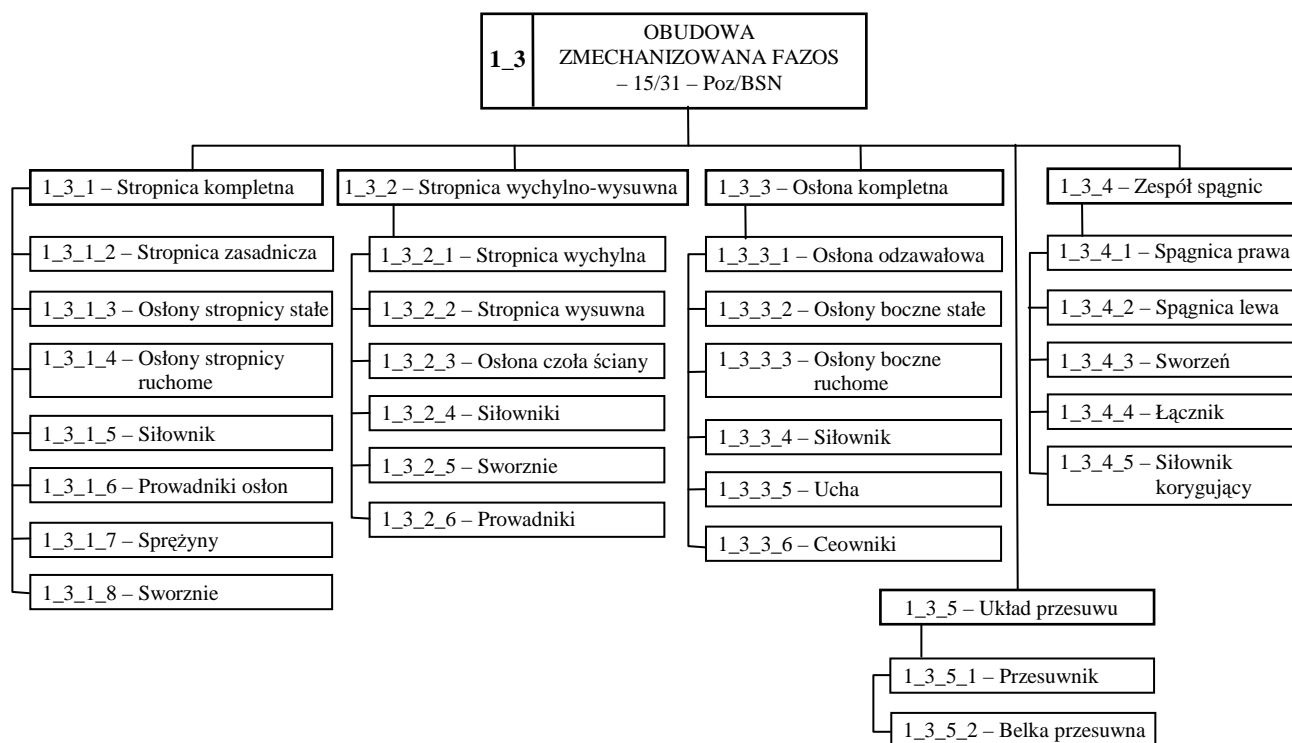
Służby utrzymania ruchu w zakładach górniczych działają w oparciu o typową strategię eksploatacji według ilości wykonanej pracy. Strategia ta stanowi podstawę systemu obsługi planowo-zapobiegawczych, w efekcie czego pomijana jest prewencja, która jest istotnym kryterium w ocenie stanu technicznego obiektów eksploatacji.

Zastosowanie strategii CMMs w gospodarce remontowej zakładu górniczego powinno przynieść efekty w postaci uporządkowania wszystkich czynności związanych z eksploatacją maszyn i urządzeń górniczych biorących udział w procesie wydobywania. Bez względu na wielkość organizacji możliwe jest zoptymalizowanie zarządzania majątkiem w zakresie całej organizacji. Przy użyciu systemów wspomagających zarządzanie można skrócić czas, obniżyć koszty konserwacji, a także zagwarantować dostępność niezbędnych części zamiennych przy równoczesnym obniżeniu zapasów oraz poprawę zaopatrzenia i usprawnienie organizacji kontraktów zewnętrznych. Efektywność zarządzania utrzymaniem ruchu w zakładach górniczych jest możliwa przy jednoczesnym zagwarantowaniu trzech podstawowych warunków uwzględniających: racjonalny wybór systemu wspomagającego, jego odpowiednie wdrożenie oraz odpowiedni proces użytkowania systemu.



Rys. 4. Wyposażenie ściany I/1000

Fig. 4. Elements of equipment of I/1000 longwall



Rys. 5. Schemat hierarchiczny odbudowy zmechanizowanej  
 Fig. 5. Hierarchic diagram of mechanized lining

**Bibliografia**

1. LOSKA A.: Bazy danych we wspomaganii zarzadzania eksploatacją maszyn i urządzeń. Rozprawa doktorska, Gliwice 2002.
2. BIAŁY W., BOBKOWSKI G.: Możliwości wykorzystania narzędzi komputerowych w gospodarce remontowej kopalń węgla kamiennego. Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa nr 4 (411) 2005.
3. BOBKOWSKI G., SKOĆ A.: Możliwość poprawy trwałości maszyn i urządzeń górniczych w wyniku wprowadzenia komputerowych systemów CMMs. Monografia zbiorowa pod red. A. Skocia: Zagadnienia Trwałości w Projektowaniu, Badaniach i Eksploatacji Elementów Maszyn, Gliwice 2003.
4. KONDERLA J.: Komputerowe systemy CMM wspomaganii eksploatacją maszyn – strategia wdrażania. Praca dyplomowa. Politechnika Śląska, Gliwice 2005.
5. BIAŁY W., ROZMUS M.: Możliwości zastosowania narzędzi komputerowych w serwisowaniu maszyn górniczych. Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa nr 12(419) 2005.
6. HELEBRANT F., JURMAN J., FRIES J.: Maintenance of machines from the point of view of modern functional operation. *Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstwa* nr 7, Warszawa 2005.

*Recenzent:*  
 dr hab. inż. Zbigniew Matuszak  
 profesor Akademii Morskiej w Szczecinie