

3

ZASTOSOWANIE NARZĘDZI INFORMATYCZNYCH DO BADANIA EFEKTYWNOŚCI WYKORZYSTANIA MASZYN GÓRNICZYCH

3.1 WPROWADZENIE

Dynamiczny rozwój informatyki, jako nauki zajmującej się przewarżaniem informacji oraz opracowywaniem systemów do przetwarzania informacji spowodował, że w wielu obszarach gospodarczych zaczęto praktycznie wykorzystywać osiągnięcia tej dyscypliny. To praktyczne zastosowanie ułatwiają także coraz bardziej dostępne i łatwiejsze w obsłudze narzędzia informatyczne wspomagające proces przetwarzania i zarządzania informacją i wiedzą. Narzędzia te to głównie sprzęt informatyczny, programy komputerowe oraz środki służące do transmisji danych. Zgodnie z [7] operowanie informacją rozumiane jest jako wspomagany narzędziowo proces tworzenia (w tym zamiany wszelkich form informacji na postać cyfrową i odwrotnie), przechowywania, przetwarzania, wymiany (transmisji), wyszukiwania, udostępniania i korzystania z informacji. Mamy w tym przypadku do czynienia z informacją rozumianą jako forma uporządkowanej energii lub materii. Z drugiej strony obserwujemy ogromne zapotrzebowanie gospodarki na informację. Te dwa czynniki powodują, iż coraz powszechniej wykorzystuje się w praktyce narzędzia informatyczne, do wspomagania procesu zarządzania przedsiębiorstwami.

W prezentowanym opracowaniu przedstawiono przykład zastosowania narzędzi informatycznych w postaci baz danych, hurtowni danych oraz platformy informatycznej do analizy stopnia wykorzystania maszyn w przemyśle wydobywczym. Wydaje się, że właśnie narzędzia informatyczne stwarzają ogromną szansę do obiektywnej diagnostyki posiadanych zasobów technicznych, a w dalszej kolejności do poprawy efektywności tej branży. W pracy skoncentrowano się na analizie efektywności wykorzystania dwóch maszyn górniczych wchodzących w skład zmechanizowanego kompleksu ścianowego (kombajnu oraz przenośnika ścianowego). Ze względu na dużą ilość pozyskiwanych danych o pracy tych maszyn, do ich archiwizacji, obróbki analitycznej oraz wizualizacji i raportowania postanowiono wykorzystać narzędzia informatyczne. Dodatkowo w pracy omówiono poszczególne narzędzia wykorzystane w tym procesie (baza danych, hurtownia danych oraz platforma informatyczna). Uzyskane wyniki potwierdziły słuszność założonych celów. Niezależność pozyskanych danych od subiektywnych odczuć pracowników oraz ich dalsza obróbka analityczna, umożliwiły uzyskanie wiarygodnych informacji

o stopniu wykorzystania tych maszyn. Jednocześnie uniwersalność opracowanych narzędzi stwarza możliwości ich szerszego wykorzystania w branży górniczej oraz innych systemach produkcyjnych.

3.2 CHARAKTERYSTYKA STOSOWANYCH NARZĘDZI INFORMATYCZNYCH

Jak już wcześniej wspomniano głównymi narzędziami informatycznymi wykorzystywanymi w procesie szeroko rozumianej „obróbki danych” są bazy danych, hurtownie danych oraz platformy informatyczne.

Definiując pojęcie bazy danych należy najpierw odnieść się do pojęć pokrewnych. W tym aspekcie istotne znacznie mają terminy danych, informacji i wiedzy. Dane są liczbami, symbolami i znakami, natomiast gdy przypisze im się określone znaczenie (sens) stają się informacjami, które można wykorzystywać w różnych celach. Natomiast wiedza jest zbiorem wiarygodnych informacji o rzeczywistości oraz umiejętności korzystania z danych oraz informacji. Zatem w odniesieniu do baz danych, dane gromadzi się w celu uzyskania z nich jak najwięcej informacji, które uzupełnione o umiejętności ich wykorzystania stają się wiedzą. Zakłada się, że współczesne społeczeństwa powinny opierać się na wiedzy, a zarządzanie wiedzą stanowi proces kreowania rzeczywistości w oparciu o posiadane zasoby. Wg [1], zarządzanie wiedzą jest procesem, przy pomocy którego organizacja generuje bogactwo w oparciu o swoje intelektualne lub oparte o wiedzę aktywa organizacyjne. Można więc przyjąć, że w przypadku eksploatacji maszyn pierwszym ogniwem całego procesu zdobywania wiedzy jest pozyskiwanie wiarygodnych danych o parametrach ich pracy. Po pozyskaniu tych danych, np. z systemów automatyki przemysłowej, konieczne jest podjęcie szeregu działań, aby z tych danych uzyskać określone informacje, a później wiedzę. Jednym z podstawowych narzędzi wykorzystywanych w tym procesie są bazy danych.

Bazy danych są narzędziami do gromadzenia i przechowywania dużych ilości danych według określonego modelu i do zarządzania tymi danymi. Bazę danych można zdefiniować więc jako zbiór danych zapisanych w określony sposób w strukturach zgodnych z modelem danych [18]. Bazę można też pokreślić jako skomputeryzowany system przechowywania rekordów [4]. Innymi słowy, baza danych jest rodzajem komputerowego zbioru kartotek magazynujących duże ilości różnego typu danych, które są zorganizowane w określony specyficzny sposób, zgody z przyjętym modelem bazy danych. Stanowi ona modelowe ujęcie wycinka rzeczywistości, który jest przedmiotem zainteresowania określonych organizacji, instytucji czy osób i reprezentuje fakty w formie możliwej do ich przetwarzania. Natomiast obiekty, które są istotne dla danego fragmentu rzeczywistości, stanowiące część tych baz danych są nazywane klasami lub encjami [17].

Dzięki bazom danych tworzy się i zarządza danymi, które zapisane są w systemie komputerowym zgodnie z przyjętą strukturą opisaną przez schemat bazy danych. Elektroniczny system zarządzania bazami danych stanowić może wiele programów, np. Access czy Fox Pro. Programy te służą do utrzymywania danych w jednym miejscu, ułatwiają do nich dostęp, porządkują je zgodnie z wybranymi kryteriami, umożliwiają wprowadzenie zmian formy w jakiej dane są prezentowane, grupowania, dołączania,

modyfikowania, uzupełniania, usuwania danych oraz dokonywania obliczeń. Budowa baz danych umożliwia korzystanie z nich przez różne osoby. Użytkownicy wprowadzają i przetwarzają dane (modyfikują, usuwają nieaktualne dane, wyszukują, itp.), natomiast osoba pełniąca funkcję administratora zapewnia dostęp użytkownikom do danych oraz odpowiada za odzyskanie danych w przypadku problemów z systemem informatycznym. Cały ten zespół komponentów tworzy system informatyczny.

Cechami charakteryzującymi bazy danych jest ich trwałość, rozmiar oraz złożoność danych. Dane w bazach danych przechowywane są w tabelach, które są układem wierszy, czyli rekordów, oraz kolumn, czyli pól. Dla każdego pola określa się typ, który zależy od wartości (tekstowej lub liczbowej), jakie są w nim przechowywane. W celu łączenia danych z różnych tabel tworzy się tzw. relacje i wówczas mamy do czynienia z relacyjną bazą danych [13]. Poza relacyjnymi bazami danych, w których podstawową relacją jest wspólny parametr, czyli pole tabeli, wyróżnia się inne rodzaje baz. Struktura hierarchicznej bazy danych przypomina graf, w którym węzły odpowiadają poszczególnym rekordom. Rozproszona baza danych składa się z modułów posiadających system obsługi wszelkich transakcji, czyli zapytań lub specjalnego programu z odwołaniem do języka zapytań. Baza danych o otwartych powiązaniach obsługiwana jest przez programy, których polecenia w stosunku do danej bazy danych są przekształcane przez sterowniki na dany rozkaz w taki sposób, by był on zrozumiały przez daną bazę i następnie, by wynik takiej operacji mógł dotrzeć do danego programu. Ostatnim rodzajem baz danych są bazy obiektowe, które składają się z obiektów, czyli kombinacji danych i związanych z nimi procedur [9].

W praktyce okazało się, że w wielu przypadkach bazy danych nie są w stanie spełnić wymagań stawianych przez przedsiębiorstwa lub systemy obsługi danych. W takich przypadkach bazy danych stawały się częścią bardziej zaawansowanego narzędzia informatycznego, jakim jest hurtownia danych.

Hurtownia danych jest tematycznie zorientowanym, zintegrowanym, uporządkowanym, spójnym, nieulotnym i zmiennym w czasie zbiorem danych, który tworzy się na podstawie baz danych oraz danych pochodzących z zewnątrz [6, 8]. Tematyczne zorientowanie oznacza, że dane w hurtowni stanowią pewien opis fragmentu rzeczywistości, w której funkcjonuje dane przedsiębiorstwo. Zintegrowanie polega na tym, że dane pochodzą z wielu różnych źródeł, co powoduje, że w celu dalszego ich użytkowania muszą być odpowiednio zintegrowane. Dobra integracja danych umożliwia wysoką jakość pracy hurtowni. Nieulotność związana jest z tym, że raz dostarczone dane do hurtowni nie ulegają żadnym zmianom. Hurtownia może być uzupełniana nowymi danymi, ale dane historyczne nie są w żaden sposób modyfikowane. Niezmiennność polega na tym, że w hurtowni zawarte są także dane historyczne. Bardzo istotny jest również zakres czasowy hurtowni, ponieważ umożliwia analizę trendów i pokazuje ewolucję rzeczywistości. Hurtownia umożliwia stworzenie przekrojowego obrazu działalności danego przedsiębiorstwa, który wykorzystuje się do wspomagania procesów podejmowania decyzji [6, 8]. Zasada funkcjonowania hurtowni polega na tym, że dostarczane w odpowiednim czasie do hurtowni dane są dostępne dla użytkowników, którzy mogą czerpać z niej informacje wykorzystywane np. do podjęcia najbardziej korzystnej decyzji [5].

Hurtownię danych można zatem zdefiniować jako specjalistyczną bazę danych, która służy do celów analitycznych i integruje dane pochodzące z baz danych. Warto podkreślić, że dane w hurtowni danych nie są tylko zwykłą kopią danych z baz. Struktura hurtowni danych projektowana jest w sposób niezależny od struktury baz danych z powodu innego zastosowania i celu. Ponadto dane w hurtowni podlegają przetwarzaniu przez aplikacje analityczne, które wykorzystuje się do wspomaganie procesu podejmowania decyzji.

W hurtowniach danych możliwe jest dokonywanie analizy dużej ilości danych, wyznaczanie trendów, identyfikowanie zasobów przynoszących największe korzyści lub straty, weryfikowanie postawionych hipotez, itp. Można więc przyjąć, że hurtownia danych jest zaawansowanym narzędziem informatycznym służącym do obróbki dużych ilości danych. W kolejnych etapach dane zamieniane są w informacje, a następnie w wiedzę. Scenariusz wykorzystywany jest także przy wyznaczaniu efektywności maszyn górniczych. Główne zadania jakie realizowane są w hurtowni danych, to [3, 10]:

- przechowywanie danych,
- integracja danych,
- hierarchizacja danych,
- dostęp do potrzebnych w danym momencie danych,
- porządkowanie danych według wybranych kryteriów,
- szybka zmiana formy prezentacji danych,
- pozyskanie oryginalnych zestawów danych,
- grupowanie danych,
- dokonywanie obliczeń,
- raportowanie i prezentacja.

Przy budowie hurtowni danych konieczne jest zdefiniowanie i stworzenie trzech podstawowych modeli, a mianowicie: modelu pojęciowego, logicznego i fizycznego hurtowni. Modelowanie na tych trzech poziomach dotyczy wszystkich elementów hurtowni danych (centralnej hurtowni, procesów ETL, hurtowni tematycznych, i innych). Poziomy te można scharakteryzować następująco [10, 13, 20]:

- model pojęciowy,
- model logiczny
- oraz model fizyczny.

Model pojęciowy to opis struktury, zawartości i przeznaczenia hurtowni danych przeprowadzony na poziomie pojęciowym, tzn. z punktu widzenia celów biznesowych, przy użyciu nazw z języka naturalnego specjalistycznego, właściwego dla danej organizacji. Model pojęciowy może np. określić, że konieczne jest gromadzenie pewnych informacji o maszynach, definiuje też pojęcie "maszyna" i wskazuje również na biznesowe cele zaplanowanych analiz.

Model logiczny to opis odwołujący się do elementów logicznych baz danych i procesów hurtowni, a więc kolumn, tablic, relacji itp. Opis na poziomie logicznym przypomina typowy projekt bazy danych wykonany np. w języku UML.

Model fizyczny to opis parametrów mających na celu optymalizację działania hurtowni danych, takich jak indeksowanie, partycjonowanie, kopiowanie danych, a także takich elementów, jak sprzęt komputerowy, sieć, systemy archiwizujące, rozmieszczenie poszczególnych zasobów logicznych, itp.

Należy podkreślić, że hurtownia danych tworzona jest zgodnie z oczekiwaniami klienta, co oznacza, że każda hurtownia jest wyjątkowa i dopasowywana do zapotrzebowania. Ponadto hurtownia nie może być traktowana jako coś samodzielnego, oddzielnego, osobnego i niepowiązanego z niczym. Hurtownia bowiem wiąże się z systemami informacyjno-decyzyjnymi w danym przedsiębiorstwie. Musi ona być zbudowana i wykorzystana w konkretnym celu, związanym z podjęciem decyzji, ponieważ samo posiadanie danych nie wiąże się z żadnymi korzyściami i będzie jedynie stanowiło inwestycję-porażkę [5]. Hurtownia danych posiada wiele cech charakterystycznych. Po pierwsze, dane są przechowywane w dużym horyzoncie czasowym. Ponadto, optymalizacja utrzymywania danych dokonywana jest z uwzględnieniem odpowiadania na zapytania opracowane przez analityków i zarządzających. Hurtownia zapewnia także jednolitość danych, pomimo, iż często pochodzą one z różnych źródeł [12].

Kolejnym narzędziem, które w jeszcze większym stopniu integruje dane, a jednocześnie zapewnia praktycznie ciągłe ich wzbogacanie i modyfikacje oraz dostęp do nich są platformy informatyczne. Ma to szczególnie istotne znaczenie w zakresie wspierania i doskonalenia procesów zarządzania w organizacji.

Platformy informatyczne są tworzone w sposób, który zależy od ich celu i przeznaczenia. Z tego powodu trudno jest jednoznacznie zdefiniować pojęcie platformy informatycznej. Można przyjąć, że jest to dowolny sprzęt komputerowy lub oprogramowanie używane do uruchamiania aplikacji lub usługi. Przykładowo, platforma aplikacyjna składa się ze sprzętu, systemu operacyjnego i skoordynowanych programów, które wykorzystują zbiór instrukcji dla konkretnego procesora lub mikroprocesora. W takim przypadku platforma stanowi podstawę zapewniającą poprawne wykonanie kodu obiektowego [19].

W omawianym przypadku zastosowania narzędzi informatycznych do badania efektywności wykorzystania maszyn górniczych, platforma ma określone zadania i cele, które są ściśle związane z problematyką eksploatacji badanych maszyn.

W prezentowanym przykładzie platforma informatyczna (zwana także platformą OEE), rozumiana jest jako zbiór powiązanych z sobą komponentów technik i technologii informatycznych, z obszaru infrastruktury sprzętowej i teleinformatycznej oraz programowej, decydujących łącznie o możliwości uzyskania założonych efektów implementacyjnych metodyki OEE w warunkach górnictwa podziemnego [2, 15, 16]. Na platformę, w tym przypadku, składają się więc:

- środki umożliwiające pozyskanie danych automatyki przemysłowej z maszyn;
- hurtownia danych, zasilana danymi automatyki przemysłowej cyklicznie lub w trybie on-line, stanowiąca miejsce alokacji danych surowych automatyki przemysłowej oraz środowisko ich weryfikacji, standaryzacji i przetworzenia do postaci istotnej z punktu widzenia stosowania metodyki OEE;

- oprogramowanie umożliwiające realizację procesów zarządzania i przetwarzania danych w hurtowni danych;
- relacyjna baza danych, gdzie składowane są końcowe rezultaty przetwarzań danych w hurtowni i gdzie są składowane istotne dla stosowania OEE informacje z systemów produkcyjno-technicznych stosowanych w przedsiębiorstwie górnictwym;
- zbudowane oprogramowanie użytkowe, pracujące na relacyjnej bazie danych, będące systemem wsparcia zarządzania procesami produkcyjnymi przy wykorzystaniu metodyki OEE;
- niezbędne zasoby sprzętowe, teleinformatyczne, oprogramowanie systemowe i narzędziowe umożliwiające budowę, utrzymanie i funkcjonowanie całości platformy.

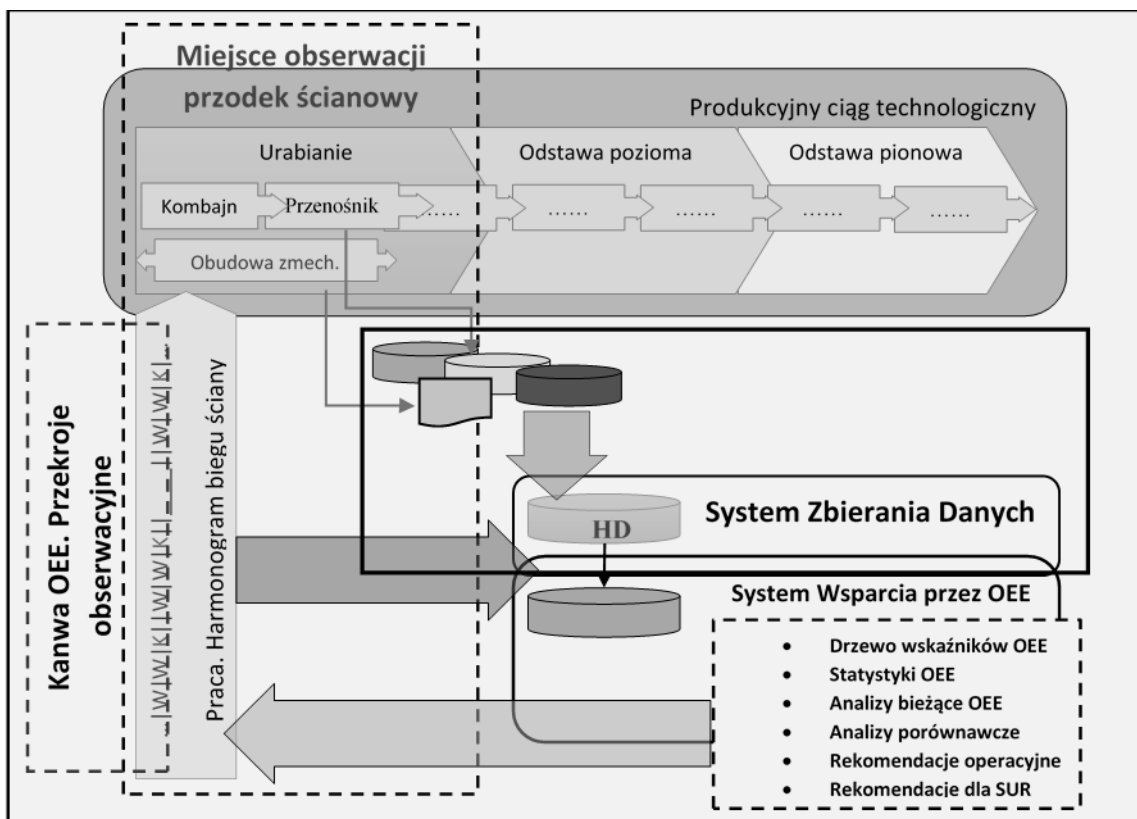
Celem zbudowania platformy informatycznej było wspomaganie procesu analizy efektywności wykorzystania maszyn w górnictwie oraz w innych branżach. Rozwiązanie to ma za zadanie pozytywnie wpłynąć na skuteczność identyfikacji przyczyn przerw w pracy maszyn górniczych i docelowo poprawić ich efektywność. Platforma ponadto ma służyć do wsparcia procesu implementacji modelu OEE, w celu oceny wykorzystania maszyn górniczych. Platforma opiera się na hurtowni danych, dzięki której archiwizuje się, synchronizuje i obrabia analitycznie dane pochodzące z systemu automatyki przemysłowej dotyczące parametrów pracy maszyn. Praca platformy powinna przyczynić się do dokonania skutecznej i wiarygodnej oceny efektywności początkowej wykorzystania maszyn, a następnie do dalszego monitorowania tej efektywności. Skutkiem tego, możliwe będzie dokonywanie oceny wprowadzanych zmian na bieżąco. Analiza efektywności wykorzystania maszyn będzie dotyczyć także identyfikacji struktury oraz przyczyn wszelkich przerw w ich pracy.

3.3 PRZYKŁAD ZASTOSOWANIA NARZĘDZI INFORMATYCZNYCH DO BADANIA EFEKTYWNOŚCI MASZYN GÓRNICZYCH

Omówione narzędzia informatyczne umożliwiają skuteczną analizę pracy urządzeń, a w szczególności maszyn roboczych. Badaniami objęto maszyny wchodzące w skład zmechanizowanego kompleksu ścianowego. W pracy skoncentrowano się na analizie pracy kombajnu ścianowego i przenośnika ścianowego. Są to maszyny mające bardzo istotny wpływ na efektywność procesu eksploatacji. Kombajn ścianowy odpowiedzialny jest za odspojenie skały od górotworu, a przenośnik ścianowy za transport urobionego górotworu z wyrobiska ścianowego. Obie maszyny tworzą więc pierwsze ogniwo w łańcuchu wyposażenia technicznego wykorzystywanego w procesie podziemnej eksploatacji węgla. Podstawą analizy pracy obu maszyn były parametry diagnostyczne zarejestrowane przez systemy automatyki przemysłowej. Celem analizy było wyznaczenie efektywności wykorzystania maszyn. Jako model podstawowy, w oparciu o który dokonano analizy przyjęto model efektywności całkowitej (OEE, Overall Equipment Effectiveness), który stanowi ilościowe narzędzie strategii (TPM, Total Productive Maintenance) [2, 15, 16].

Zgodnie z tym modelem efektywność badanych maszyn wyznacza się w trzech obszarach ich pracy. W obszarze dostępności, wydajności oraz jakości uzyskanego produktu.

W analizowanym przypadku, opracowane systemy informatyczne wykorzystano głównie do wyznaczenia dostępności badanych maszyn. Wynika to z faktu, iż rejestrowane przez system automatyki przemysłowej dane umożliwiają bardzo precyzyjne i wiarygodne wyznaczenie ich dostępności. W zakresie wydajności w nieco mniejszym zakresie wykorzystano dane z tego systemu. Natomiast w przypadku jakości produktu danymi wejściowymi do modelu były informacje pozyskane z zakładu przeróbczego oraz laboratorium badania jakości urobku. Na podstawie tych danych określono wskaźnik jakości urobku. Na rys. 3.1 przedstawiono schemat ideowy funkcjonowania i wykorzystania modelu OEE do analizy pracy maszyn górniczych.

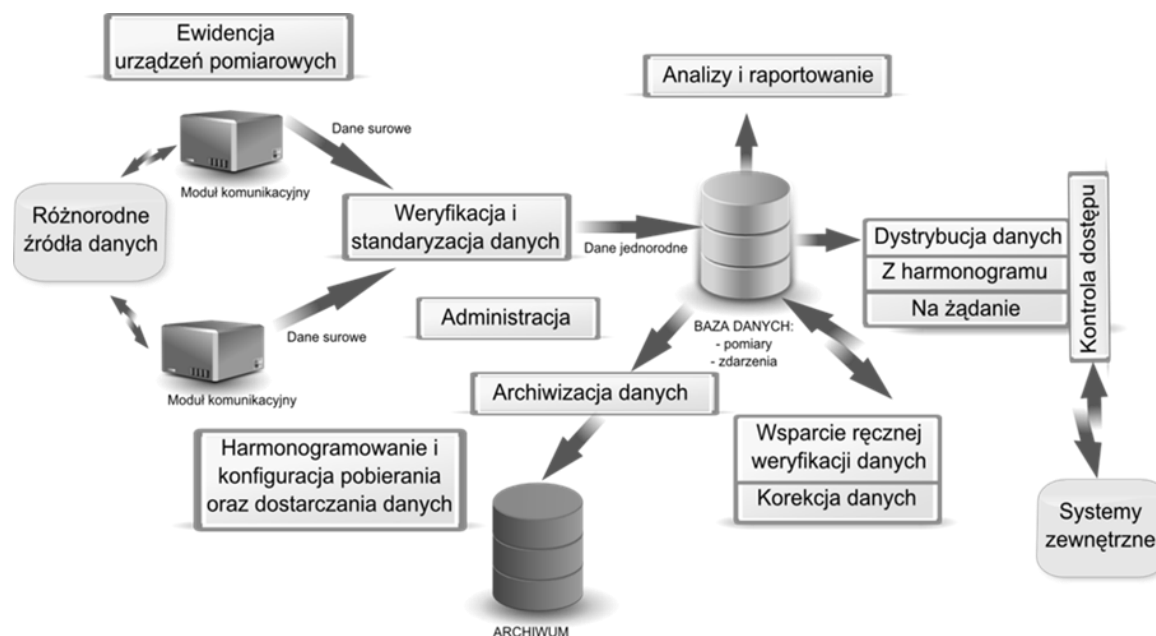


Rys. 3.1 Schemat ideowy funkcjonowanie i wykorzystania modelu OEE do analizy pracy maszyn górniczych

Źródło: opracowanie własne

Do zarządzania całym układem informatycznym, a w szczególności pozyskanymi danymi zastosowano system OpenEye [21]. Narzędzie to wykorzystuje elementy systemu nadzorującego przebieg procesu technologicznego typu SCADA. Zbudowane jest z szeregu narzędzi umożliwiających szybką analizę danych oraz wizualizację uzyskanych wyników. System OpenEye zawiera wbudowane środki wizualizacji i współpracuje z dowolnymi relacyjnymi bazami danych typu Oracle, MS SQL oraz PostgreSQL. OpenEye zapisuje dane pomiarowe w tzw. magazynie danych w postaci profili obiektów (szablonów tabel bazy danych). Magazyn ten posiada możliwość partycjonowania zapisu danych w bazie danych umożliwiając zarządzanie ilością i wydajnością systemu w definiowanym okresie

czasu (np. tydzień, miesiąc). Umożliwia także odpięcie i archiwizację określonych okresów czasowych z poziomu narzędzi bazodanowych. Plusem takiego rozwiązania jest szybko działający system nawet po upływie wielu lat. Na rys. 3.2 przedstawiono schemat przepływu danych w systemie OpenEye.



Rys. 3.2 Przepływ danych w systemie OpenEye

Źródło: [21]

Zastosowanie zaawansowanych narzędzi informatycznych umożliwiło przeprowadzenie analizy parametrów pracy badanych maszyn. Analizując dostępność kombajnu ścianowego skoncentrowano się na dwóch perspektywach czasowych. Jako pierwszą przyjęto czas trwania zmiany roboczej, a jako drugą czas wykonania jednego cyklu pracy kombajnu. W badanej ścianie prowadzono jednokierunkowe urabianie. Przyjęcie takiej technologii urabiania umożliwiło identyfikację cyklu urabiania, który objął fazy zawrębiania, urabiania i jazdy powrotnej (manewrowej). Analiza prędkości posuwu kombajnu i jego położenia w wyrobisku ścianowym, a także natężeń prądów pobieranych przez silniki kombajnu oraz silniki przenośnika ścianowego umożliwiła wyznaczenie dostępności tych maszyn. W tab. 3.1 przedstawiono wyniki analizy efektywności wykorzystania obu badanych maszyn dla jednego tygodnia ich pracy (15 zmian roboczych).

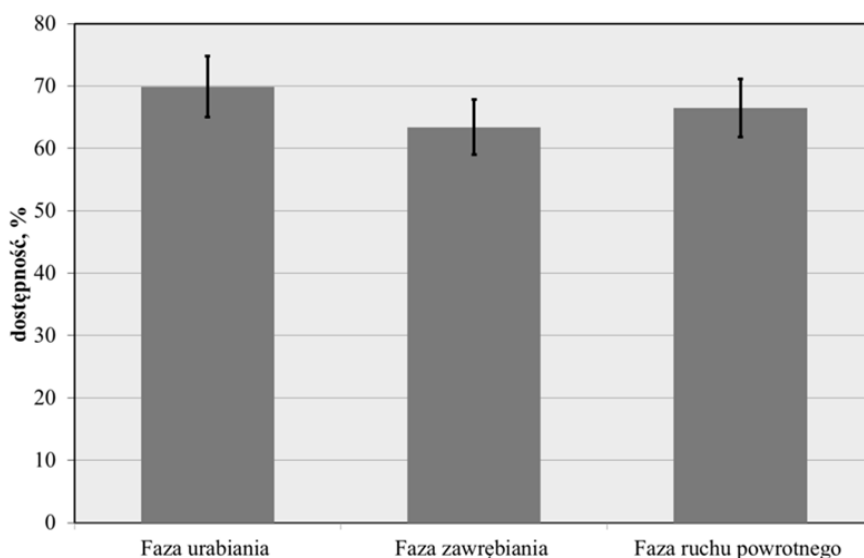
Zgodnie z zastosowanym modelem OEE, miarą efektywności wykorzystania maszyn jest wskaźnik efektywności (wskaźnik OEE). Jest on iloczynem wskaźników cząstkowych dostępności, wydajności i jakości produktu [2,15, 16]. W tab. 3.1 ujęto także średnie wartości wskaźników wyznaczonych dla poszczególnych zmian roboczych w badanym okresie czasu oraz wartości maksymalne i minimalne dla badanych zmian. Przedstawiono także wartości wskaźników dla zestawu obu maszyn traktowanych jako system techniczny o strukturze szeregowej.

Tab. 3.1 Wartości wskaźników cząstkowych i wskaźnika OEE badanych maszyn dla analizowanego czasu

	Dostępność	Wydajność	Jakość	OEE	OEE max	OEE min
	%	%	%	%	%	%
Kombajn ścianowy	66,6 ±5,0	79,9±6,9	94,0	50,6±5,4	61,9	43,3
Przełoźnik ścianowy	69,6±4,8	80,4±6,0	94,0	52,6±4,5	63,8	45,3
Zestaw	68,11±5,0	80,2±6,4	94,0	51,3±5,1	63,8	43,3

Źródło: opracowanie własne

Analizę efektywności wykorzystania badanych maszyn przeprowadzono także w perspektywie ich cyklu urabiania. Czas badania obejmował podobnie jak w perspektywie zmianowej 15 zmian roboczych. Ze względu na fakt, iż trudno oszacować wydajność oraz jakość urobku badanych maszyn w poszczególnych fazach ich pracy, to analizie poddano tylko dostępność kombajnu w poszczególnych fazach cyklu jego pracy. Na rys. 3.3 przedstawiono średnie wartości dostępności kombajnu w tych fazach.



Rys. 3.3 Średnie wartości dostępności kombajnu dla poszczególnych faz jego cyklu

PODSUMOWANIE

Przedstawiona w artykule tematyka ma bardzo istotne znaczenie praktyczne. Szczególnie dla przedsiębiorstw z branży górniczej, dla których poprawa efektywności wykorzystania posiadanych zasobów technicznych może decydować o przyszłości. Przy obecnym stanie techniki zasadnym wydaje się szersze wykorzystanie narzędzi informatycznych do wspomagania procesu zarządzania wiedzą i utrzymania ruchu w tych przedsiębiorstwach. Przedstawiony w pracy przykład potwierdza słuszność tych założeń. Tylko wiarygodne dane oraz jak najbardziej obiektywny sposób ich analizy umożliwiają pozyskanie odpowiedniej wiedzy koniecznej do poprawy stopnia wykorzystania maszyn górniczych. Uzyskane dane wskazują bowiem, że stopień ten obecnie nie jest zadowalający.

Opracowane i zaprezentowane w pracy narzędzia informatyczne są uniwersalne i z powodzeniem mogą zostać wykorzystane także do oceny eksploatacyjnej badanych

maszyn przy zastosowaniu innych modeli. Takimi modelami mogą być np. model niezawodnościowy oraz model organizacyjno-technicznego KPI [14]. Wykorzystanie tych modeli w połączeniu z prezentowanymi narzędziami umożliwi pozyskanie jeszcze większej ilości informacji, które mogą mieć bardzo istotne znaczenie dla kierownictwa przedsiębiorstwa (kopalni), jak i dla służb utrzymania ruchu. Pozyskana wiedza może wpłynąć na skuteczną optymalizację procesu zarządzania parkiem maszynowym i poprawić kondycję finansową przedsiębiorstw tej branży. Pozyskana informacja oraz wiedza może stanowić podstawę do osiągnięcia założonych celów eksploatacyjnych, takich jak [11]:

- wydłużanie czasu efektywnej pracy eksploatowanych obiektów technicznych;
- skracanie czasu odnawiania zdadności eksploatacyjnej obiektów przy równoczesnym polepszaniu jakości odnawiania;
- zwiększanie trwałości i niezawodności obiektów eksploatacji;
- zmniejszanie zużycia materiałów eksploatacyjnych (paliwa, oleje, smary, inne nośniki energii itp.);
- optymalizację gospodarki częściami zamiennymi;
- optymalizację przepływu informacji w systemie technicznym;
- kształcenie specjalistów w zakresie eksploatacji;
- formułowanie zaleceń i kryteriów "eksploatacyjnych" dla procesów projektowania i konstruowania oraz wytwarzania środków technicznych;
- usprawnianie warunków użytkowania obiektów technicznych;
- polepszanie bezpieczeństwa pracy pracowników;
- ograniczenie zagrożeń środowiska wywoływanych przez użytkowanie obiektów technicznych.

Zasadnym, zatem wydaje się dalsze doskonalenie procesu pozyskiwania i obróbki danych o stanie eksploatowanych maszyn. Uniwersalność opracowanych narzędzi oraz przedstawionej metodyki stwarza także możliwości rozszerzenia jej stosowalności w branży górniczej oraz w innych obszarach produkcji.

PODZIĘKOWANIA

Niniejszy artykuł jest wynikiem realizacji projektu badawczego nr PBS3/B6/25/-2015 pt. „Wykorzystanie metody efektywności całkowitej dla poprawy efektywności pracy maszynowych kompleksów ścianowych w procesie eksploatacji węgla kamiennego”, realizowanego w latach 2015-2017 i finansowanego przez NCBiR.

LITERATURA

1. W.R. Bukovitz, R.L. Williams. *The Knowledge Management Fieldbook*, London: Financial Times – Prentice Hall, Pearsons Education Ltd., 1999.
2. J. Brodny, K. Stecuła, M. Tutak. „Application of the TPM strategy to analyze the effectiveness of using a set of mining machines.” w: SGEM, Conference Proceedings, Book1 Vol. 2, 65-72 pp. DOI: 10.5593/SGEM2016/B12/S03.009, Albena 2016.

3. J. Celko. *Joe Celko's Data & Databases: Concepts in Practice*, San Francisco, CA: Morgan Kaufmann, 1999.
4. C. Date. *Wprowadzenie do systemów baz danych*. Warszawa: WNT, 2000.
5. H. Dudycz. „Przyczyny nieudanych wdrożeń hurtowni danych w przedsiębiorstwie.” R. Knosala (red.) *Komputerowo zintegrowane zarządzanie*, Warszawa: WNT t. 1, 2003.
6. H. Garcia-Molina, J.D. Ullman, J. Widom. *Database System Implementation*. Prentice Hall, 2000.
7. W. Gogołek, Z. Nowakowski. *Technologia informacyjna bez tajemnic*. Warszawa: Mi-kom, 2002.
8. W.H. Inmon, C. Imhoff, R. Sousa. *Corporate Information Factory*. Wiley Computer Publishing 2001.
9. J. Jagielski. *Inżynieria wiedzy*. Zielona Góra; Uniwersytet Zielonogórski, 2005.
10. M. Jarke, M. Lenzerini, Y. Vassiliou, P. Vassiliadis. *Hurtownie danych. Podstawa organizacji i funkcjonowania*. Warszawa: WSiP, 2003.
11. J. Kaźmierczak. *Eksploatacja systemów technicznych*. Gliwice: Politechnika Śląska, 2000.
12. M. Kopczewski. „Hurtownie danych narzędziem wspomagającym procesy decyzyjne w zarządzaniu”. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach, Administracja i Zarządzanie*, nr 100, 2014.
13. M. Kopertowska-Tomczak. *ECDL Bazy danych, Moduł 5*. Warszawa: PWN, 2009.
14. A. Loska. „Przegląd modeli ocen eksploatacyjnych systemów technicznych”. R. Knosala (red.) *Komputerowo zintegrowane zarządzanie*. T. 2. Opole: Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, 2011, s. 37-46.
15. W. Mazurek. *Wskaźnik OEE – Teoria i praktyka*. wydanie II 2014 Neuron. Pobrano z: www.neuron.com.pl [Dostęp: 12.11.2015].
16. S. Nakajima. *Introduction to TPM. Total Productive Maintenance*. Portland Oregon: Productivity Press, 1988.
17. Z. Płoski. *Słownik Encyklopedyczny – Informatyka*. Wrocław: Europa, 1999.
18. A. Ptasznik. *Wszechnica Informatyczna: bazy danych. Podstawy projektowania i implementacji baz danych*. Warszawa: Warszawska Wyższa Szkoła Informatyki, 2010.
19. M. Rouse. „Virtualization - Platform.” *Techtarget Network*. Pobrano z: <http://search.servervirtualization.techtarget.com/definition/platform> [Dostęp: 11.01.2017].
20. Ch. Todman. *Projektowanie hurtowni danych*. Warszawa: WNT, 2003.
21. Wasko. *Dokumentacja systemu OpenEye*. Pobrano z: <https://www.wasko.pl/monitorowanie-i-kontrola-instalacji-przemyslowych/openeye-scada> [Dostęp: 02.2017].

ZASTOSOWANIE NARZĘDZI INFORMATYCZNYCH DO BADANIA EFEKTYWNOŚCI WYKORZYSTANIA MASZYN GÓRNICZYCH

Streszczenie: W celu obiektywnego i wiarygodnego wyznaczenia efektywności maszyn konieczne jest wykorzystanie danych rejestrowanych przez systemy automatyki przemysłowej. Obecnie systemy te są bardzo rozbudowane i rejestrują bardzo wiele parametrów pracy maszyn. Głównie dane te wykorzystuje się do diagnostyki pracy tych maszyn. W opracowaniu przyjęto, że dane te będą stanowiły podstawę do wyznaczenia efektywności maszyn. Duża ilość tych danych wymaga zastosowania odpowiednich narzędzi informatycznych do ich archiwizacji, synchronizacji oraz obróbki analitycznej. W artykule omówiono podstawowe narzędzia, które można wykorzystać w tym procesie oraz przedstawiono przykład ich praktycznego zastosowania. Narzędziami tymi są bazy danych, hurtownie danych oraz platformy informatyczne. Natomiast praktyczne ich wykorzystanie przedstawiono na przykładzie kombajnu ścianowego i przenośnika ścianowego.

Słowa kluczowe: efektywność maszyn, baza danych, platforma informatyczna, model OEE

APPLICATION OF IT TOOLS TO STUDY THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF MINING MACHINES

Abstract: In order to objectively and reliably determine the effectiveness of machines, it is necessary to use data recorded by the industrial automation systems. At present, these systems are very expanded and register many parameters of the machines' work. This data is used mainly to diagnose the work of these machines. The paper assumes that this data will be the basis for determining the effectiveness of machines. A large amount of this data requires the use of the appropriate IT tools for archiving, synchronizing and analytically processing. The article discusses the basic tools which can be used in this process and shows an example of their practical use. These tools are databases, data warehouses and IT platforms. Their practical use is presented in the example of a longwall shearer and armoured face conveyor.

Key words: effectiveness of machines, data warehouses, IT platforms, OEE model

Dr hab. inż. Jarosław BRODNY,
Prof. nzw. w Pol. Śl
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 26-28, 41-800 Zabrze
e-mail: Jaroslaw.Brodny@polsl.pl

Mgr Kinga STECUŁA
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 26-28, 41-800 Zabrze
e-mail: Kinga.Stecula@polsl.pl

Mgr inż. Dorota PALKA
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 26-28, 41-800 Zabrze
e-mail: Dorota.Palka@polsl.pl

Data przesłania artykułu do Redakcji: 02.07.2017
Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 16.07.2017