

WYBRANE ASPEKTY ZARZĄDZANIA WIEDZĄ W PROCESIE PROJEKTOWANIA PARAMETRÓW PÓL EKSPLOATACYJNYCH W KOPALNIACH WĘGLA KAMIENNEGO

Roman MAGDA, Tadeusz FRANIK

Streszczenie: W pracy przedstawiono wybrane aspekty wykorzystania baz wiedzy w procesie projektowania parametrów pól eksploatacyjnych w kopalniach węgla kamiennego. We wprowadzeniu nawiązano do specyficznego charakteru procesu zarządzania wiedzą w przedsiębiorstwach górniczych, zwłaszcza w odniesieniu do pól ścianowych i pól eksploatacyjnych. Następnie scharakteryzowano techniczno-ekonomiczny model pola eksploatacyjnego uwzględniający strukturę przestrzenną, techniczną i czasową procesu wydobywczego oraz strumienie wpływów i wydatków związanych z jego realizacją. Wykorzystanie tego modelu w praktyce górniczej wymaga posiadania odpowiedniej bazy wiedzy, której ogólny zarys scharakteryzowano w końcowej części pracy.

Słowa kluczowe: zarządzanie w górnictwie, projektowanie elementów kopalń, optymalizacja pól eksploatacyjnych, baza wiedzy, zarządzanie wiedzą.

1. Wprowadzenie

Zarządzanie wiedzą to proces, w którym staramy się jak najbardziej efektywnie [1]:

- wykorzystywać to, co wiemy,
- poszukiwać i zdobywać zewnętrzne zasoby wiedzy, która jest nam potrzebna,
- dzielić się tym co wiemy z innymi uczestnikami tego procesu,
- kreować nową potrzebną nam wiedzę.

W ogólnym ujęciu, przedsiębiorstwa chcą zarządzać wiedzą w celu:

- odnalezienia wiedzy w powodzi informacji,
- retencji kompetencji – zapobiegania utracie wiedzy wraz z odejściem pracowników,
- mistrzostwa operacyjnego – ciągłego uczenia się i doskonalenia,
- podnoszenia innowacyjności – tworzenia nowych produktów i usług, przyspieszenia cyklu od powstania pomysłu do jego komercjalizacji,
- podnoszenia kwalifikacji pracowników.

Zarządzanie wiedzą w przedsiębiorstwach górniczych posiada olbrzymie znaczenie ze względu na specyfikę ich funkcjonowania. Przedsiębiorstwa górnicze posiadają skomplikowaną strukturę złożoną z elementów wzajemnie się przenikających, powiązanych licznymi uwarunkowaniami i relacjami natury technicznej, technologicznej, organizacyjnej, ekonomicznej i finansowej. Specyfika procesu wydobywczego w podziemnej kopalni węgla kamiennego, charakteryzująca się zaangażowaniem kosztownego wyposażenia technicznego, wysokimi nakładami finansowymi na prowadzenie robót górniczych, wysokimi kosztami wynagrodzeń, itp., wymaga z punktu widzenia zapewnienia odpowiedniego poziomu efektywności ekonomicznej procesu wydobywczego, aby w procesie projektowania robót górniczych (inwestycyjnych i produkcyjnych) uwzględnić

optymalne wykorzystanie w danych warunkach geologiczno-górnicych kosztownego majątku produkcyjnego i posiadanego potencjału wykwalifikowanej załogi. Rozwój techniki komputerowej stworzył możliwości szerszego niż dotychczas zastosowania metod i modeli matematycznych w praktyce zarządzania produkcją górnicy, w tym również w procesie projektowania przyszłej eksploatacji zasobów złoża kopaliny użytecznej. Pojawiły się nowe możliwości rejestracji dużego zasobu informacji i danych o realizowanym procesie wydobywczym, stanowiącego źródło bogatej wiedzy, którą można wykorzystać do doskonalenia procesu projektowania przyszłej produkcji górnicy. Wiedzę tę można systematycznie pogłębiać w miarę upływu czasu, równocześnie poszukując i zdobywając zewnętrzne zasoby potrzebnej wiedzy. Można również dzielić się zdobytą wiedzą z innymi przedsiębiorstwami górnicy i ośrodkami naukowo-badawczymi związanymi z górnictwem oraz wykorzystywać ją w procesie kształcenia kadr górnicych.

Proces wydobywczy w podziemnej kopalni węgla kamiennego realizowany jest głównie systemem ścianowym. Pokład węgla kamiennego, przewidywany do eksploatacji tym systemem, wymaga podziału (rozcięcia) na pojedyncze pola ścianowe, wchodzące w skład większej terytorialnie jednostki, tzw. pola eksploatacyjnego. Istotnego znaczenia z punktu widzenia efektywności ekonomicznej procesu wydobywczego nabiera właściwy dobór parametrów geometrycznych i techniczno-organizacyjnych pola eksploatacyjnego i pojedynczych pól ścianowych. Można do tego celu wykorzystać gromadzony w odpowiedni sposób potencjał wiedzy, obejmujący informacje i dane o charakterze geologiczno-górnicy, techniczno-organizacyjnym i ekonomiczno-finansowym, zależności funkcyjne pomiędzy poszczególnymi wielkościami, oceny ekspertów, itp. Dla potrzeb projektowania optymalnych parametrów pola eksploatacyjnego można wykorzystać odpowiednie techniczno-ekonomiczne modele ujmujące zależności pomiędzy elementami wyodrębnionych struktur procesu wydobywczego w polu eksploatacyjnym (przestrzennej, technicznej i czasowej) oraz parametrami o charakterze ekonomiczno-finansowym.

2. Charakterystyka techniczno-ekonomicznego modelu pola eksploatacyjnego

Systematyczne działania podejmowane w ramach reformy górnictwa węgla kamiennego, wpłynęły na zmianę elementów systemu zarządzania w kopalniach i spółkach węglowych. Wyodrębniono centra kosztów i odpowiedzialności, wprowadzono oddziały rachunek kosztów, system budżetowania i controllingu, tworząc w ten sposób nowe perspektywy rozwoju metod i modeli matematycznych służących optymalizacji elementów kopalń. Szczególnie kosztochłonnym elementem struktury przestrzennej procesu wydobywczego w kopalni węgla kamiennego jest pole ścianowe, w którym realizowany jest proces eksploatacji właściwej i z którym terytorialnie związany jest odpowiedni zakres robót przygotowawczych. Zespół pól ścianowych zlokalizowanych obok siebie i wybieranych za pomocą określonego zestawu wyposażenia ścianowego można zdefiniować jako pole eksploatacyjne. Zarówno pole ścianowe jak i pole eksploatacyjne są miejscami powstawania kosztów. Możliwość dokładniejszej identyfikacji kosztów z miejscem ich powstawania stwarza nowe perspektywy badawcze, również w obszarze badań analitycznych, wspomagających projektowanie wyrobisk górnicych.

Obniżenie jednostkowego kosztu wydobycia w polu eksploatacyjnym, nawet w niewielkim stopniu, posiada duże znaczenie ze względu na wielkość wydobycia uzyskiwanego z tego elementu kopalni. Podejmowane działania restrukturyzacyjne w zakresie techniki i technologii górnicy skutkowały wzrostem koncentracji wydobycia z pojedynczych przodków ścianowych. Średnie dobowe wydobycie ze ściany sięga obecnie

poziomu 4000 t/d, a w indywidualnych przypadkach uzyskiwane wydobyte kilkakrotnie wyższe. Obniżenie kosztu jednostkowego o 1 zł/t dla jednej ściany o średnim wydobywaniu oznacza więc oszczędności rzędu miliona złotych rocznie.

W klasycznych opracowaniach dotyczących modelowania i optymalizacji pól ścianowych i eksploatacyjnych jako kryterium optymalizacji przyjmowany jest koszt jednostkowy wydobywania w polu. Najczęściej koszt ten jest odnoszony do wydobywania netto z pola, którego sumaryczną wielkość w całym okresie jego eksploatacji można oszacować wielkością zasobów przemysłowych netto w polu. Ogólnie, koszt związany jest z robotami górnymi prowadzonymi w polu, obejmującymi fazę przygotowania pola do eksploatacji, fazę eksploatacji pola oraz fazę jego likwidacji [2]. W takim ujęciu można wyodrębnić wydatki związane z:

- wykonaniem chodników przyścianowych,
- wykonaniem wcinu ścianowej,
- transportem maszyn i urządzeń do zbrojenia ścian oraz montażem wyposażenia ścianowego,
- montażem urządzeń transportu oddziałowego,
- eksploatacją właściwą,
- transportem materiałów do ścian i chodników przyścianowych,
- demontażem wyposażenia ścianowego,
- transportem maszyn i urządzeń z likwidacji ścian,
- utrzymaniem chodników przyścianowych,
- likwidacją chodników przyścianowych.

Przyjmując koszt jednostkowy jako kryterium podejmowania decyzji dotyczących optymalizacji parametrów pola ścianowego lub eksploatacyjnego można w sposób skrótowy przedstawić sposób postępowania na wybranym przykładzie, w którym dane wejściowe są podzielone na cztery grupy:

1. Dane geologiczno-górnice (np. grubość pokładu, ciężar objętościowy, wymiary wyrobisk górniczych, rozstaw odrzwi obudowy).
2. Dane techniczno-organizacyjne (np. liczba zmian produkcyjnych, obłożenie, moc i wydajność urządzeń).
3. Dane dotyczące geometrii i sposobu wybierania pól eksploatacyjnych (np. długość i wybieg ścian, wymiary filarów, kierunek i kolejność wybierania ścian).
4. Dane ekonomiczno-finansowe (np. jednostkowe koszty wynagrodzeń, materiałów, remontów, usług, amortyzacji).

W ogólnym ujęciu, w przypadku systemu ścianowego, który jest najczęściej stosowany do wybierania złóż pokładowych węgla kamiennego w Polsce, pola eksploatacyjne dzielą się na pola ścianowe, w których zlokalizowane są przodki eksploatacyjne (ściany wydobywcze). Procesy górnicze realizowane w poszczególnych polach eksploatacyjnych, mają charakter procesów typowo ruchowych, związanych bezpośrednio z masowym procesem produkcyjnym w postaci urabiania i odstawy kopaliny użytecznej. Aby masowa eksploatacja była możliwa należy wykonać i wyposażyć odpowiednie wyrobiska korytarzowe (chodniki przyścianowe i przecinkę ścianową), uzbroić ścianę, dokonać jej rozruchu a następnie kontynuować eksploatację właściwą, aż do wybrania zasobów pola ścianowego przewidzianych do eksploatacji. Po ukończonej eksploatacji w polu ścianowym należy dokonać demontażu wyposażenia ściany i chodników przyścianowych, które mogą ulec likwidacji.

Długość oraz czas użytkowania korytarzowych wyrobisk górniczych w poszczególnych polach ścianowych (chodników przyścianowych) zależy od kierunku prowadzenia ścian w polu eksploatacyjnym [3]. Rys. 1 przedstawia typowe sposoby prowadzenia ścian w polu eksploatacyjnym:

- ściany prowadzone od pochylni lub chodnika polowego w kierunku do pola - z wykonaniem obydwu chodników przyścianowych oddzielnie dla każdego pola ścianowego i ich likwidacją po wybraniu pola ścianowego (rys. 1A),
- ściany prowadzone od pochylni lub chodnika polowego w kierunku do pola – z utrzymywaniem jednego z chodników przyścianowych wybranego pola ścianowego dla potrzeb eksploatacji sąsiedniego pola (rys. 1B),
- ściany prowadzone przemiennie w kierunku od i do pola (rys. 1C),
- ściany prowadzone w kierunku od pola do pochylni lub chodnika polowego (rys. 1D).

Struktura czasowa eksploatacji pola składa się z elementarnych odcinków czasu, uwzględniających zależności pomiędzy realizacją poszczególnych czynności. Analizując następstwo w czasie wykonywanych robót w polu ścianowym można wyodrębnić:

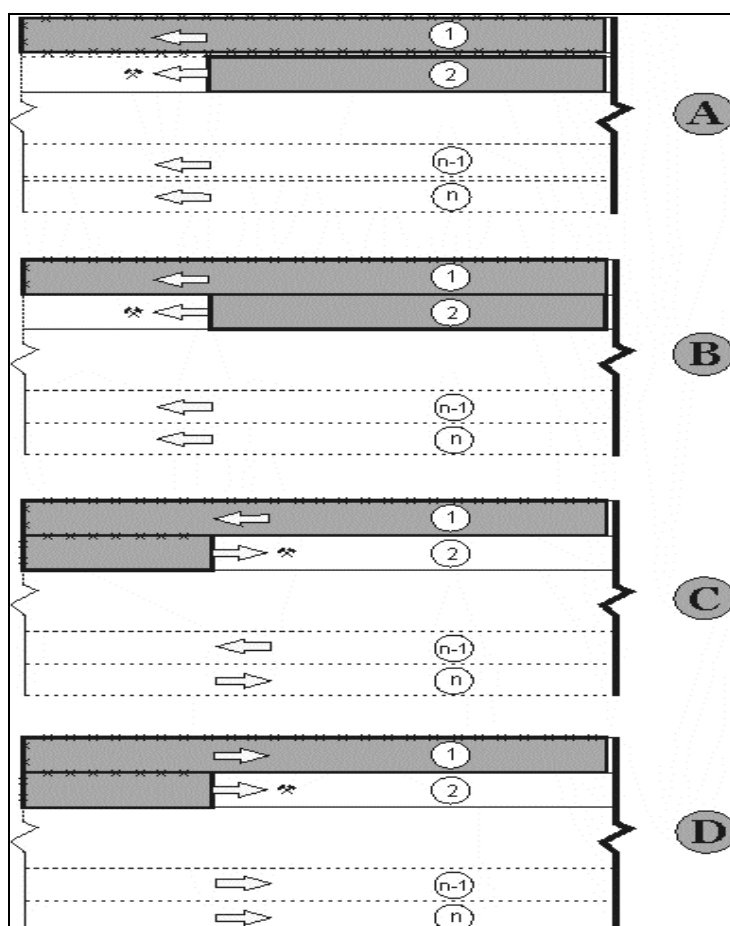
- czas wykonania chodników przyścianowych na odcinku umożliwiającym wykonanie przecinki ścianowej i zbrojenie ściany przy kierunku eksploatacji ścian do pola,
- czas wykonania chodników przyścianowych na całym wybiegu pola ścianowego przy kierunku eksploatacji ścian od pola,
- czas wykonania przecinki ścianowej,
- czas montażu wyposażenia ścianowego,
- czas eksploatacji właściwej,
- czas demontażu wyposażenia ścianowego.

Analityczne metody modelowania i optymalizacji pól ścianowych i eksploatacyjnych polegają na wyprowadzeniu odpowiednich wzorów opisujących czasoprzestrzenne zależności pomiędzy wielkościami wpływającymi na kształtowanie się poszczególnych wydatków, postępem ścian, wydobyciem netto ze ścian oraz zasobami przemysłowymi netto w polu. Wielokrotnie wielkości związane z oszacowaniem określonych wydatków są przyjmowane na podstawie przeliczeń wielkości ewidencjonowanych w kopalniach. Oszacowanie takie jest mniej lub bardziej dokładne, w zależności od dostępu do danych źródłowych oraz obszerności zbiorów tych danych. Wprowadzenie oddziałowego rachunku kosztów, wyodrębnienie centrów kosztów i wprowadzenie controllingu umożliwiło stworzenie bardziej dokładnego modelu analitycznego procesu wydobywczego w polu eksploatacyjnym, który może stanowić skuteczne narzędzie badawcze dla potrzeb optymalizacji parametrów pola [4].

Wobec olbrzymiej ilości informacji i danych dotyczących parametrów geologiczno-górniczych, techniczno-organizacyjnych oraz ekonomiczno-finansowych, dotyczących procesu wydobywczego realizowanego w polach ścianowych i eksploatacyjnych, celowe jest gromadzenie ich w odpowiednio utworzonych bazach danych. Stanowią one podstawę tworzenia bazy wiedzy, z której można byłoby pozyskiwać wiedzę niezbędną do projektowania optymalnych parametrów pól ścianowych i eksploatacyjnych.

Rejestrowanie informacji i danych powinno być realizowane na bieżąco, w miarę postępu frontu eksploatacyjnego. Z olbrzymiej ilości informacji i danych, należy wyselekcjonować te, które potrzebne będą w procesie projektowania kolejnych pól ścianowych i eksploatacyjnych. Dla segregacji informacji i danych może być wykorzystana

wiedza ekspertów o dużym doświadczeniu praktycznym, zatrudnionych nie tylko w dziale przygotowania produkcji, ale również w innych jednostkach organizacyjnych kopalni. W miarę postępu frontu eksploatacyjnego pozyskiwana jest również nowa wiedza, zwłaszcza dotycząca rozpoznania warunków geologiczno-górnicznych zalegania złoża, a w szczególności występowania zagrożeń naturalnych.



Rys. 1. Typowe schematy rozmieszczenia pól ścianowych w polu eksploatacyjnym

3. Wykorzystanie bazy wiedzy w procesie projektowania parametrów pola eksploatacyjnego

Tworząc bazę wiedzy dla potrzeb projektowania parametrów pola eksploatacyjnego należy przemyśleć:

- jaka wiedza jest nam potrzebna?,
- jaką wiedzę posiadamy?,
- gdzie powinniśmy szukać niezbędnej wiedzy?,
- jak efektywnie dzielić się wiedzą?,
- jak wykorzystywać w pełni naszą wspólną wiedzę?,

- jak zachowywać wiedzę dla przyszłych zespołów, jaką wiedzę warto zachowywać?

W celu utworzenia bazy wiedzy dla potrzeb projektowania parametrów pola eksploatacyjnego można wykorzystać niektóre wyniki badań zrealizowanych w Katedrze Ekonomiki i Zarządzania w Przemśle AGH nad opracowaniem zintegrowanego systemu wspomagania zarządzania produkcją w kopalniach węgla kamiennego [5].

Podstawowe elementy tego systemu to:

- opracowanie zasad tworzenia baz danych o procesach produkcyjnych realizowanych w przeszłości oraz ich parametrach i wskaźnikach techniczno-ekonomicznych i ekonomiczno-finansowych – podsystem „hurtownia danych”,
- opracowanie zasad tworzenia baz danych o częściach złoża przewidywanych do eksploatacji w przyszłości – podsystem „model złoża”,
- opracowanie zasad generowania zbioru wariantów przyszłych robót górniczych – podsystem „warianty”,
- opracowanie zasad modelowania i symulacji robót górniczych z uwzględnieniem aspektów niepewności i ryzyka – podsystem „modelowanie i symulacja”,
- opracowanie zasad optymalizacji w procesie zarządzania produkcją – podsystem „optymalizacja”,
- opracowanie zasad monitorowania realizacji przyjętych rozwiązań w systemie zarządzania produkcją – podsystem „monitorowanie”,
- opracowanie systemu wizualizacji dostosowanego do potrzeb sformułowanych przez organ decyzyjny – podsystem „wizualizacja”.

Elementy systemu są połączone w taki sposób, aby możliwe było nadążne uaktualnianie baz danych i dokonywanie korekt w zakresie projektowanych wariantów, jeśli wystąpią zmiany o istotnym znaczeniu.

W ogólnym ujęciu, hurtownię danych można podzielić na:

- bazę danych i informacji o procesie wydobywczym realizowanym w przeszłości,
- dane i informacje o możliwych do zastosowania rozwiązaniach techniczno-organizacyjnych, które nie znajdują się w bazie danych i informacji z przeszłości.

Utworzenie zbioru wariantów prowadzenia robót górniczych wymaga aktywnego zaangażowania zespołu odpowiedzialnego za przygotowanie produkcji. Na podstawie wiedzy i doświadczenia praktycznego członków zespołu, ich znajomości zasad realizacji robót górniczych, na podstawie danych i informacji o warunkach geologiczno-górniczych, o możliwym do zastosowania i dostępnym wyposażeniu technicznym, o systemie organizacji pracy, o możliwych powiązaniach logistycznych, o realizacji procesów składających się na całość procesu wydobywczego, może powstać odpowiedni zbiór wariantów możliwych do realizacji w danych warunkach. Zbiór ten powinien uwzględniać dostępny zasób wyposażenia technicznego i dostępny potencjał załogi. Zbiór wariantów prowadzenia robót górniczych w polach eksploatacyjnych można utworzyć uwzględniając wzajemne kombinacje w zakresie lokalizacji pól w obszarze górniczym, parametrów geometrycznych pól i przodków, kierunku wybierania pól w pokładzie, kierunku prowadzenia ścian w polu, wyposażenia technicznego oraz systemu organizacji pracy.

Aby można było zastosować model z przeszłości do symulacji przyszłych robót należy wcześniej określić zasady grupowania różnych obiektów z punktu widzenia ich porównywalności. W tym celu można wykorzystać metody taksonomiczne wspierane ankietowaniem ekspertów z zakresu przygotowania produkcji.

Koncepcje i projekty przyszłej eksploatacji górniczej opracowywane są przez zespoły skupione w działach przygotowania produkcji. Powinny one uwzględniać w swej pracy

myślenie systemowe, mistrzostwo osobiste, modele myślowe, budowanie wspólnej wizji oraz zespołowe uczenie się – dyscypliny, które Peter M. Senge [6] uznał jako mające wpływ na sukces przedsiębiorstwa na rynku. W procesie uczenia się należy wykorzystać możliwości jakie dostarcza współczesna technika komputerowa. W cyklu uczenia się istotnego znaczenia nabierają bazy danych o realizowanych robotach górniczych w polach eksploatacyjnych. Bogaty materiał zebrany w bazach danych może posłużyć w procesie uczenia się i doskonalenia przyszłej produkcji. Sprawne i skuteczne wykorzystanie tych informacji, przy zapewnieniu właściwej atmosfery i motywacji w pracy, może prowadzić do podniesienia efektywności pracy zespołu. Członkowie zespołu przygotowania produkcji powinni systematycznie uczyć się wykorzystując opracowaną bazę wiedzy i jednocześnie ją poszerzać [7].

Proces zdobywania i utrwalania wiedzy towarzyszył człowiekowi od momentu, gdy stał się istotą rozumną, zdolną do analizy poznawanego zasobu wiedzy o otaczającym go świecie, a z czasem do twórczego jej wykorzystania. Podstawowy cykl uczenia się polega na planowaniu, wdrożeniu, uzyskaniu wyników, ich analizie i ocenie dającej podstawę do refleksji na przyszłość. W tym celu wykorzystuje się informację zwrotną i podejmuje nową wersję rozwiązania, która rozpoczyna kolejny cykl uczenia się. Proces uczenia się jest więc procesem cyklicznym. W każdym przypadku, na podstawie już posiadanej wiedzy, może powstać pewien pomysł (idea, plan), który zostanie wdrożony do praktyki a jego realizacja poddawana wnikliwej obserwacji, aby po dokonaniu analizy i oceny wyników jego wdrożenia dokonać refleksji na jego temat, w wyniku której może powstać nowy, lepszy pomysł dający bardziej skuteczne rozwiązanie. Dzięki obserwowanemu w ostatnich okresie rozwojowi techniki komputerowej oraz narastającej możliwości jej wykorzystania do gromadzenia i przetwarzania danych i informacji, człowiek ma ułatwiony wybór i wykorzystanie nagromadzonej i ciągle uzupełnianej wiedzy. Rozwój techniki komputerowej umożliwia monitorowanie i umieszczanie w odpowiednio opracowanych bazach danych informacji i danych o przebiegu realizowanego procesu produkcyjnego. Bazy te mogą służyć dokonywaniu analizy, wyciąganiu odpowiednich wniosków na przyszłość, korygowaniu ewentualnych nieprawidłowości, unikaniu powtarzania tych samych błędów a raczej powtarzanie sukcesów. Tworzenie baz danych dla potrzeb uczenia się musi spełniać warunek adekwatności obserwacji do podjętej problematyki oraz wartości poznawczej informacji potrzebnej do doskonalenia rozwiązań w ramach tej problematyki.

Posiadanie bazy wiedzy dla potrzeb projektowania parametrów pól eksploatacyjnych w kopalniach węgla kamiennego, systematycznie uzupełnianej w miarę uzyskiwania nowych informacji i danych, ma istotne znaczenie dla efektywnego funkcjonowania branży górnictwa węgla kamiennego.

4. Zakończenie

Ze względu na powszechną dostępność techniki komputerowej współczesne przedsiębiorstwo górnicze ma możliwość gromadzenia i przetwarzania relatywnie dużej ilości informacji i danych w celu ich wykorzystania w procesie projektowania elementów kopalń. Najważniejszymi z punktu widzenia realizacji procesu wydobywczego elementami kopalń są pola ścianowe i pola eksploatacyjne, w których realizowany jest podstawowy proces wydobywania kopaliny użytecznej. Cechą charakterystyczną tego procesu jest duża zmienność warunków geologiczno-górniczych, ze swej istoty niepowtarzalnych, o dużym stopniu niepewności. Wynika stąd potrzeba ciągłego doskonalenia wiedzy członków zespołu zajmującego się przygotowaniem produkcji. Użytecznym dla nich narzędziem jest

baza wiedzy zawierająca te spośród informacji i danych, które mogą oni wykorzystać w procesie projektowania przyszłej eksploatacji a w szczególności przy projektowaniu optymalnych parametrów pól ścianowych i eksploatacyjnych.

W niniejszej pracy przedstawiono wybrane aspekty zarządzania wiedzą w procesie projektowania parametrów pól eksploatacyjnych w kopalniach węgla kamiennego, w dostosowaniu do opracowanego uprzednio techniczno-ekonomicznego modelu tego pola. Wskazano na istotne znaczenie systematycznego procesu uczenia się członków zespołu przygotowania produkcji i uzupełniania bazy wiedzy w miarę uzyskiwania nowych informacji i danych. Wskazano również na możliwość uzupełniania bazy wiedzy o rezultaty badań ekspertów z innych jednostek organizacyjnych kopalni. Badania te są realizowane najczęściej w postaci ankiet, które następnie są odpowiednio opracowywane pod kątem wiedzy potrzebnej dla zespołu przygotowania produkcji. Bazy wiedzy mogą służyć dokonywaniu wielowątkowych analiz, wyciąganiu odpowiednich wniosków na przyszłość, korygowaniu ewentualnych nieprawidłowości, unikaniu powtarzania tych samych błędów i wykorzystywaniu dobrych rozwiązań. Na przykładzie bazy wiedzy opracowanej dla pola eksploatacyjnego można tworzyć podobne rozwiązania dla projektowania innych elementów strukturalnych kopalni węgla kamiennego.

Praca naukowa finansowana ze środków budżetowych na naukę w latach 2010-2013 jako projekt badawczy N N524 468939.

Literatura

1. Mierzejewska B.: Zarządzanie wiedzą w nowoczesnej organizacji. Szkoła Główna Handlowa, Warszawa, 2010.
2. Magda, R., Franik, T.: Optymalizacja wybranych parametrów pola eksploatacyjnego. Gospodarka Surowcami Mineralnymi, zeszyt 3, Kraków, 1989.
3. Magda R., Franik T.: Planning and design of rational parameters of longwall panels in underground hard coal mines. Gospodarka Surowcami Mineralnymi, zeszyt 4/2, Kraków, 2008, s. 107-117.
4. Magda R.: Zastosowanie modelowania matematycznego i techniki komputerowej w projektowaniu robót górniczych w kopalni węgla kamiennego. Gospodarka Surowcami Mineralnymi, zeszyt 3, Kraków, 2004, s. 101-110.
5. Magda R. i Zespół: Zintegrowany system wspomagania zarządzania produkcją w kopalniach węgla kamiennego. Wyd. UWN-D, AGH, Kraków, 2008.
6. Senge P.: Piąta dyscyplina, teoria i praktyka organizacji uczących się. Oficyna Ekonomiczna, Kraków, 2003.
7. Magda R., Głodzik S., Jasiewicz J., Woźny T.: Wspomaganie procesu uczenia się w projektowaniu produkcji górniczej. Szkoła Ekonomiki i Zarządzania w Górnictwie, Szczyrk, 2007, s. 249-256.

Prof. dr hab. inż. Roman MAGDA
Dr inż. Tadeusz FRANIK
Katedra Ekonomiki i Zarządzania w Przemysle
Akademia Górniczo-Hutnicza
30-059 Kraków, al. Mickiewicza 30
tel.: (0-12) 617 21 37
e-mail: franik@agh.edu.pl