

Seweryn TCHÓRZEWSKI
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Zarządzania i Administracji

Marian PONIEWIERA
Politechnika Śląska
Wydział Górnictwa i Geologii
Instytut Eksploatacji Złóż

PLANOWANIE PRODUKCJI W KOPALNI WĘGLA KAMIENNEGO Z WYKORZYSTANIEM INFORMACJI ZGROMADZONYCH W SYSTEMACH GIS

Streszczenie. Planując produkcję węgla kamiennego, musimy przygotowywać z wieloletnim wyprzedzeniem informacje o przewidywanych do realizacji zadaniach związanych z robotami górniczymi, zakupami wyposażenia czy też właściwą produkcją. Wiarygodność informacji dotyczącej wielkości zasobów oraz jakości węgla, który ma być eksploatowany, stanowi jedną z kluczowych informacji, jakie są niezbędne dla prawidłowego funkcjonowania kopalni węgla kamiennego.

PLANNING OF PRODUCTION IN COAL MINING WITH USING INFORMATION COLLECTED IN GIS SYSTEMS

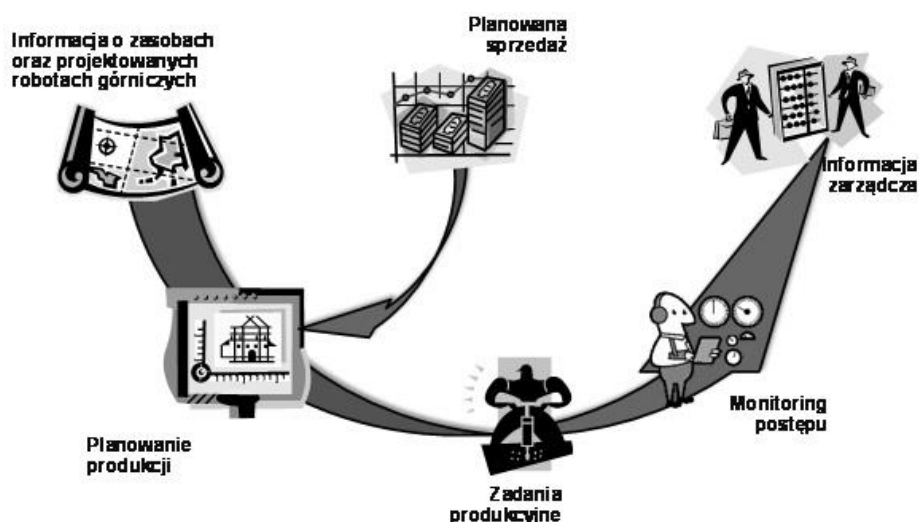
Summary. While planning production of coal we have to prepare information connected with planned mining works, buying of proper equipment or proper production of coal with advance of many years. Credibility of information containing the size of resources or the quality of coal, which is to be exploited, is vital for coal mine to function properly.

1. Wprowadzenie

Realizacja zadań górniczych w każdej z kopalń węgla kamiennego, jakie prowadzą działalność w Polsce, wymaga od pracowników operacyjnych, managerów zgromadzenia

oraz przetworzenia znacznej liczby różnego rodzaju informacji. Informacje te pochodzą z różnych źródeł i różnie są ich treść oraz forma. W konsekwencji przygotowanie jednolitej oraz spójnej informacji dotyczącej planowanych do realizacji działań wymaga dużego wkładu pracy, koordynowania wysiłku wielu osób.

Cały proces związany z koordynacją działań planistycznych (rys. 1) rozpoczyna się od zebrania danych dotyczących potencjału złoża oraz technicznych możliwości jego eksploatacji, a jednocześnie gromadzone są informacje dotyczące możliwości zbytu węgla. Jako efekt procesu koordynowania tych dwóch elementów uzyskujemy uzgodnienie informacji odnoszących się do właściwego procesu produkcyjnego – robót górniczych oraz eksploatacyjnych, które z kolei stanowią bazę dla monitoringu działań prowadzonych przez kopalnię.



Rys. 1. Proces przetwarzania głównych informacji planistycznych w kopalni węgla kamiennego
Fig. 1. Processing of major planning information in the coal mine

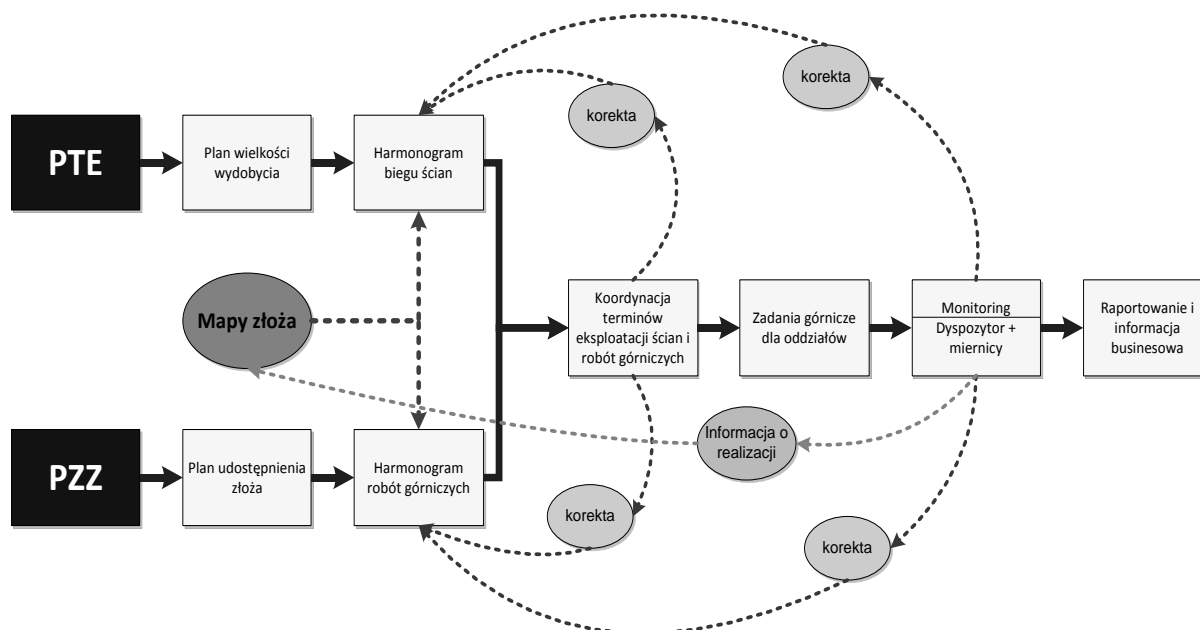
Źródło: Opracowanie własne.

Dzięki tak zgromadzonym oraz przetworzonym informacjom możliwe jest podejmowanie decyzji zarządczych, a w szczególności decyzji dotyczących planowania sprzedaży oraz inwestycji, będących w przypadku kopalń często działaniem obejmującym perspektywę wieloletnią.

Szczególnego znaczenia w tym kontekście nabiera proces zbierania oraz przetwarzania informacji dotyczących dostępnego potencjału produkcyjnego, na który składają się informacje techniczne (o dostępnym oraz potrzebnym wyposażeniu) oraz informacje górnicze (o udostępnionych oraz niezbędnych do udostępnienia partiach złoża). W dalszej części artykułu bardziej szczegółowo omówione zostaną elementy składające się na system gromadzenia informacji górniczo-geologicznej oraz możliwości wykorzystania narzędzi informatycznych do usprawnienia tego procesu.

2. Integrowanie informacji planistycznych

Proces tworzenia informacji planistycznych jest działaniem okresowym, ale i długotrwałym (rys. 2). Przez okresowość rozumiemy z jednej strony konieczność przygotowywania podstawowego dokumentu planistycznego, niezbędnego i wymaganego przez prawo, jakim jest Plan Ruchu Kopalni, opracowywany w dwuletnich okresach czasu, a z drugiej strony konieczność corocznego weryfikowania przyjętego planu działań z uwagi na wyniki, jakie zostały w kopalni uzyskane, oraz zmiany, jakie zaszły w otoczeniu kopalni.



Rys. 2. Proces planowania oraz monitorowania robót górniczych w kopalni węgla kamiennego

Fig. 2. Process of planning and monitoring mine works in a coal mine

Źródło: Opracowanie własne.

Z kolei długotrwałość działań planistycznych wynika z konieczności uwzględnienia w procesie planowania wielu zróżnicowanych informacji, które należy ze sobą skoordynować. Do informacji tych zaliczymy z jednej strony warunki biznesowe – reprezentowane przez Plan Techniczno-Ekonomiczny (PTE), wskazujący na oczekiwany poziom wydobycia węgla o określonych parametrach handlowych, a z drugiej strony warunki górniczo-geologiczne – reprezentowane przez Plan Zagospodarowania Złoża (PZZ), dokument pozwalający na udostępnienie oraz eksploatację węgla o ustalonych parametrach jakościowych.¹

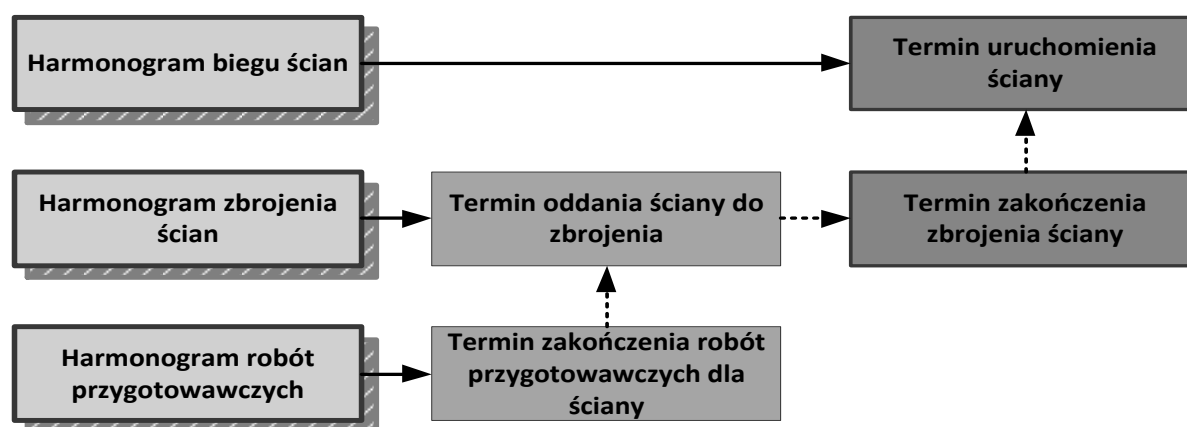
¹ Tchórzewski S.: Raport z realizacji zadania „Analiza procedur tworzenia planów i monitorowania produkcji oraz robót górniczych stosowanych w kopalniach węgla kamiennego w Polsce” w ramach projektu nr 0967/R/T02/2010/1. Zabrze 2011 r. Praca niepublikowana.

Z uwagi na częstą wielowariantowość planów biznesowych oraz górniczych, dojście do jednego, spójnego i skoordynowanego planu działań, zawierającego informacje o poszczególnych zadaniach górniczych (wykonaniu wyrobisk, przezbrajaniu ścian, eksploatacji poszczególnych parcel), jest procesem iteracyjnym oraz wymagającym poświęcenia dużej ilości czasu (3 – 4 miesiące). Aby zmniejszyć ryzyko powstawania błędów wynikających z przetwarzania tak dużej liczby danych, należy z jednej strony w sposób ciągły prowadzić kontrolę właściwego procesu planowania, z drugiej zaś wskazane jest stosowanie zintegrowanych rozwiązań informatycznych, pozwalających na dotarcie do odpowiednich danych i informacji szybko oraz z małą liczbą możliwych do popełnienia błędów.

Właściwy proces planowania robót górniczych sprowadza się z kolei do skoordynowania trzech realizowanych jednocześnie działań (rys. 3). Są nimi:

- planowanie produkcji węgla – gdzie planowaniu podlegają terminy uruchomienia poszczególnych ścian i zakończenie ich eksploatacji, wielkość postępów frontu, jakość węgla, wyposażenie dla poszczególnych ścian itp.,
- planowanie zbrojenia ścian – gdzie planowaniu podlegają terminy dostarczania i montażu wyposażenia dla poszczególnych ścian,
- planowanie wykonania wyrobisk górniczych – gdzie planowaniu podlegają terminy rozpoczęcia i zakończenia wykonywania wyrobisk górniczych, ilości i jakości pozyskiwanego tą drogą węgla, zapotrzebowania na materiały i wyposażenie itp.

W konsekwencji działań planistycznych tworzony jest zbiór harmonogramów zawierających informacje niezbędne dla skoordynowania terminów tych działań.



Rys. 3. Podstawowe zależności pomiędzy głównymi procesami związanymi z planowaniem produkcji w kopalni

Fig. 3. Basic dependences between main processes connected with coal extraction

Źródło: Karbownik A., Kosiński Z.: Komputerowe wspomaganie planowania robót górniczych w kopalni. Materiały konferencyjne „Szkoła eksploatacji podziemnej”, 1997; s. 749-762.

3. Gromadzenie danych geologicznych w systemach map cyfrowych

Zgodnie z art. 69 ust. 1 Ustawy *Prawo geologiczne i górnicze* „przedsiębiorca jest zobowiązany posiadać dokumentację mierniczo-geologiczną i uzupełniać ją w miarę postępu robót górniczych”. Numeryczny Model Złoża wspomaga wykonanie tej dyrektywy, gdyż umożliwia: pozyskanie, zgromadzenie i przetworzenie niezbędnych do optymalnego i bezpiecznego projektowania informacji, prowadzenie robót górniczych oraz modelowanie: struktury jakości złoża, sieci wyrobisk górniczych, warunków hydrogeologicznych, skutków robót górniczych w górotworze i na powierzchni terenu.

Numeryczny Model Złoża ułatwia sporządzenie, przechowywanie, przetwarzanie i aktualizację tej dokumentacji. Do jego zbudowania niezbędne jest posiadanie odpowiedniej infrastruktury technicznej – sprzętu, oprogramowania – oraz dysponowanie odpowiednią liczbą osób przygotowanych do jego obsługi. O użyteczności takiego systemu decyduje jakość wprowadzanych do niego danych. Czym większa dokładność wykonanej mapy, tym większa możliwość wykorzystania jej do sporządzania bezpośrednio na niej różnorodnych obliczeń. Dlatego ważniejsze obiekty, szczególnie w rejonach, gdzie prowadzona jest eksploatacja, powinny być wprowadzane na mapę ze współrzędnych (rys. 4).



Rys. 4. Przykładowy fragment mapy złoża

Fig. 4. Example part of map of deposit

Źródło: Opracowanie własne.

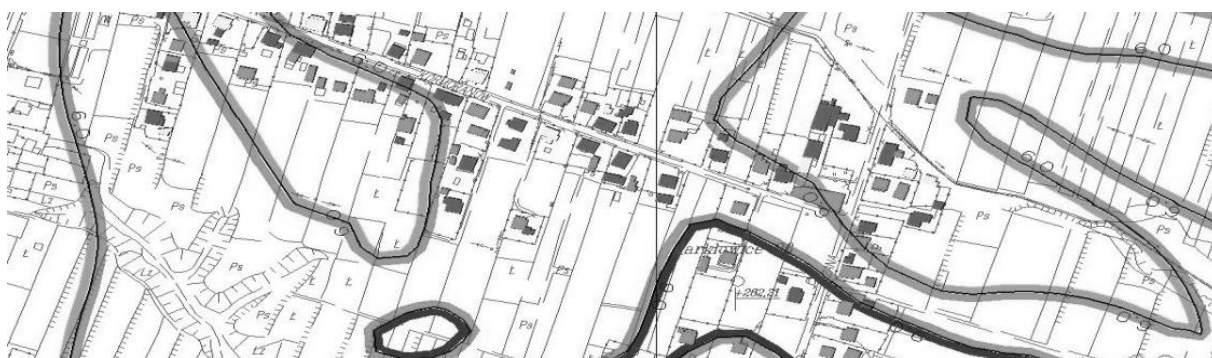
System Informacji o Przestrzeni Górniczej powinien umożliwić utrzymanie jednego modelu złoża i jednego zestawu danych oraz zapewnić dostęp do nich z dowolnego komputera wchodzącego w skład Systemu. Powinna także istnieć możliwość wykonywania pracy przez wielu użytkowników równocześnie, z tym, że każdemu użytkownikowi zostaną

nadane odpowiednie do charakteru pracy uprawnienia i będzie on przez System jednoznacznie identyfikowany. System musi oczywiście gwarantować pełne bezpieczeństwo administrowania danymi, umożliwiać ich archiwizowanie oraz posiadać zabezpieczenia przed przypadkową lub celową ingerencją w jej zawartość.

Wchodzące w skład Systemu bazy danych muszą być bazami połączonymi relacyjnie i umożliwiać gromadzenie oraz przetwarzanie danych opisujących: zasoby węgla i metanu, jako kopaliny towarzyszącej, warunki geologiczno-inżynierskie, warunki hydrogeologiczne i jakość wód podziemnych, warunki geotermiczne, punkty osnów geodezyjnych, zagrożenia naturalne, wyrobiska górnicze i otwory wiertnicze. Istotne jest, aby obiekty modelu złoża były ze sobą powiązane. Na podstawie wprowadzonych do Systemu kolejnych danych geologicznych model przestrzenny złoża powinien automatycznie się aktualizować.

Mapy numeryczne są często mapami obiektowymi (z odwołaniem do baz danych) sporządzonymi na podstawie dokumentów kartograficznych (mapy podstawowe wyrobisk górniczych i przekrojów geologicznych, profile otworów i wyrobisk) oraz wyników pomiarów geodezyjnych i geologicznych udokumentowanych w dziennikach pomiarowych.

Celem stosowania Numerycznego Modelu Złoża jest prowadzenie górniczych map podstawowych, przeglądowych i specjalnych w formie cyfrowej, w tym również tworzenie przekrojów geologicznych, kart otworowych, profilów otworów i wyrobisk górniczych. System map powinien dawać możliwość wygenerowania dowolnej mapy tematycznej w wybranej skali oraz sporządzenia profili podłużnych i poprzecznych. Wynikowe dokumenty kartograficzne muszą być zgodne z obowiązującymi w Polsce przepisami prawnymi i normami (rys. 5).



Rys. 5. Przykładowy fragment mapy osiadań terenu

Fig. 5. Example part of map of land subsidence

Źródło: Opracowanie własne.

Zastosowane technologie i narzędzia powinny pozwalać na stworzenie przestrzennego modelu złoża wspomaganego procedurami ułatwiającymi jego kontrolę i wizualizację, liczącymi objętość, interpolującymi warstwy.

Przestrzenny model złoża powinien umożliwiać:

- modelowanie struktur stratygraficzno-litologicznej i tektonicznej złoża oraz warunków hydrogeologicznych i geologiczno-inżynierskich w złożu, w którym prowadzone są roboty górnicze,
- obliczenie zasobów węgla kamiennego według zadanych kryteriów,
- wyszukiwanie parceli zasobowych o określonych parametrach, charakteryzujących ilość i jakość zasobów.

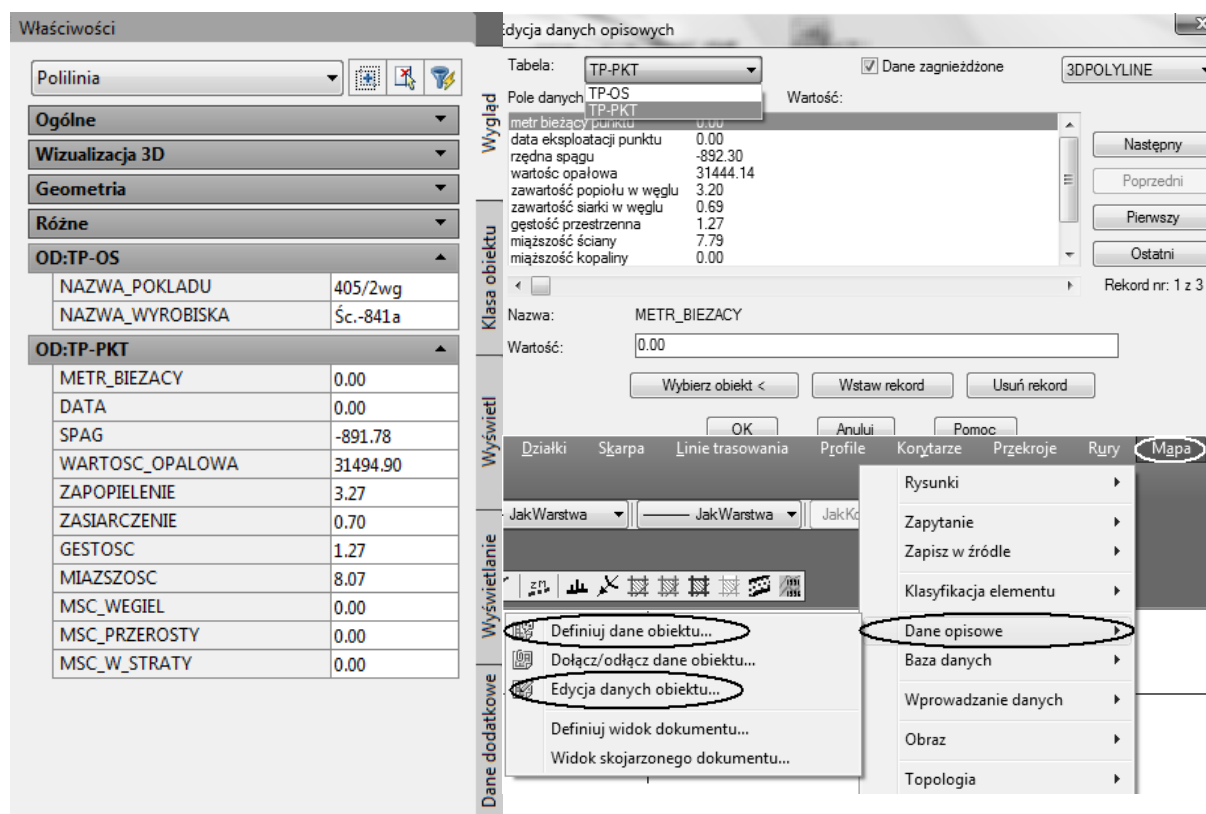
System powinien umożliwiać importowanie i eksportowanie danych ewidencyjnych oraz map i ich fragmentów w standardowych formatach (m.in. XML, DXF, SHAPEFILE). Musi istnieć możliwość włączenia do wdrażanego Systemu numerycznych map powierzchni pozyskanych z zasobów państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego (format Ewmapa, Geo-info, dgDialog). System powinien być zintegrowany z systemami wspierającymi procesy produkcyjne (harmonogramowanie prac, projektowanie wentylacji, monitoring zagrożeń, łączność alarmowo-rozgłoszeniowa, przeróbka węgla).

4. Wykorzystanie map cyfrowych do planowania produkcji węgla

Wprowadzenie, w ciągu ostatnich kilkunastu lat, nowej technologii, jaką są mapy cyfrowe, z jednej strony stawia przed organizacjami nowe wymagania, lecz z drugiej strony daje do dyspozycji narzędzie o niespotykanych do tej pory możliwościach. Wymagania odnośnie tych systemów zostały przybliżone na poprzednich stronach.

Jak wskazano w punkcie 2, proces planowania produkcji wymaga skoordynowania wielu informacji dotyczących planowanych, wykonywanych, utrzymywanych oraz likwidowanych wyrobisk. Tradycyjny sposób wykorzystania tych informacji to ręczne przenoszenie danych (wprowadzanie do systemów planistycznych) pomiędzy mapami papierowymi lub cyfrowymi a excell'em – pełniącym funkcję podstawowego narzędzia planistycznego. Taki sposób działania obarczony jest typowymi problemami związanymi z możliwością popełnienia błędu wynikającego z realizacji tego procesu w sposób ręczny oraz naturalnej skłonności ludzi do ograniczania ilości informacji, jakie są manualnie przenoszone pomiędzy systemami.

Opisanie wyrobisk parametrami, takimi jak geometria, wyposażenie, geologia czy bezpieczeństwo środowiska, jest w stosowanych obecnie systemach informatycznych standardem. Często systemy te pozwalają na przypisanie bardzo szczegółowych elementów opisowych (rys. 6 oraz rys. 7).



Rys. 7. Przykładowy zestaw danych opisujących punkt na mapie

Fig. 7. A sample set of data describing a point on the map

Źródło: Opracowanie własne.

5. Podsumowanie

Planowanie robót górniczych w kopalni węgla kamiennego jest procesem wymagającym dostępu do zróżnicowanych informacji o charakterze geologicznym, technicznym czy organizacyjnym. Bez ciągłego dostępu do danych opisujących planowane do eksploatacji złoża, projektowanie oraz planowanie robót górniczych stają się działaniami co najmniej trudnymi oraz uciążliwymi. Już sam proces wyboru lokalizacji eksploatacji obarczony jest koniecznością zgromadzenia wiarygodnych danych o ilości oraz jakości węgla, a te informacje na etapie projektowania często obarczone są błędem wynikającym z braku rzeczywistego rozpoznania danego obszaru.

Stosowanie zintegrowanych narzędzi informatycznych wspierających proces planowania robót górniczych staje się zatem codzienną koniecznością, wymuszającą stosowanie coraz bardziej rozwiniętych oraz wyrafinowanych rozwiązań z obszaru CAD oraz GIS, ale dających zarazem szansę na ułatwienie pracy planistycznej dzięki łatwości w dostępie do danych

i informacji niezbędnych dla realizacji statusowych działań przypisanych do działów przygotowania produkcji w kopalni.

Publikacja opracowana oraz finansowana ze środków NCBiR w ramach realizacji projektu nr 0967/R/T02/2010/10.

Bibliografia

1. Karbownik A., Kosiński Z.: Komputerowe wspomaganie planowania robót górniczych w kopalni. Materiały konferencyjne „Szkoła eksploatacji podziemnej”, 1997; s. 749-762.
2. Poniewiera M.: Raport z realizacji zadania „Analiza i ocena stosowanych rozwiązań informatycznych w zakresie projektowania produkcji oraz robót górniczych z wykorzystaniem map cyfrowych” w ramach projektu nr 0967/R/T02/2010/1. Zabrze 2011 r. Praca niepublikowana.
3. Tchórzewski S.: Raport z realizacji zadania „Analiza procedur tworzenia planów i monitorowania produkcji oraz robót górniczych stosowanych w kopalniach węgla kamiennego w Polsce” w ramach projektu nr 0967/R/T02/2010/1. Zabrze 2011 r. Praca niepublikowana.

Abstract

The process of creating planning information is both periodical and long-term. Because of often multivariety of business and mining plans, achieving one, solid and coordinated schedule of works, containing information of separate mining tasks (creating excavations, reinforcing of faces, exploiting of separate plots) is both an iterative and time-consuming (3 – 4 months) process. To reduce the risk of occurring mistakes connected with analyzing such big amount of data, following two basic rules is vital. First of all you have to control planning process constantly. Secondly using integrated IT systems allows to gain suitable data and information without delay and with minimum number of possible mistakes. This article is to present basic elements of integrated system of planning mining works.