

Anna DUDEK
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Ekonomii i Informatyki

ASPEKT GOSPODARKI MATERIAŁOWEJ W ROBOTACH PRZYGOTOWAWCZYCH W GÓRNICTWIE WĘGLA KAMIENNEGO

Streszczenie. W artykule przedstawiono aktualny stan dziedziny w zakresie robót przygotowawczych i udostępniających w sektorze górnictwa węglowego. Autorka opisuje szczegółowo charakterystykę wymienionych robót oraz podjęła próbę przedstawienia ich na tle gospodarki materiałowej.

ECONOMY ASPECT OF MATERIALS IN THE PREPARATORY WORK IN HARD COAL MINING

Summary. This article presents actual state of the art. Of preparatory work in hard coal mining. It also contains the comparison to material planning procedures.

1. Wprowadzenie

Obecnie wiele się mówi o sektorze górnictwa. Pomimo iż na krajowym rynku istnieje konkurencja dla pozycji węgla kamiennego jako nośnika energii pierwotnej¹, to w perspektywie najbliższych lat węgiel nadal będzie odgrywać ważną rolę w polskiej gospodarce. Wymaga to jednak dostosowania się całej działalności górniczej do wymogów ekonomii, rozwoju technologii oraz wymogów prawnych stawianych w obecnych realiach rynkowych. Dziś produkcja górnictwa nabiera całkowicie odmiennego znaczenia, niż miało to miejsce jeszcze

¹ Energia pierwotna jest to suma energii zawartej w pierwotnych nośnikach energii. Do nośników, które pozyskuje się bezpośrednio z natury, należą: węgiel kamienny energetyczny i koksowy, węgiel brunatny, ropa naftowa, gaz ziemny, drewno opałowe itp.

kilkanaście lat wcześniej. W wielu opracowaniach [2 3, 5, 6, 8, 12] dotyczących rozwoju podziemnej eksploatacji i aspektów z nią związanych widoczny staje się fakt, iż postęp technologiczny w górnictwie jest równie mocno rozwinięty co w innych obszarach gospodarki. W tym celu wykorzystywane są dziedziny naukowe, wśród których można wyróżnić: mechanikę, automatykę, informatykę, na nanotechnologii kończąc [14].

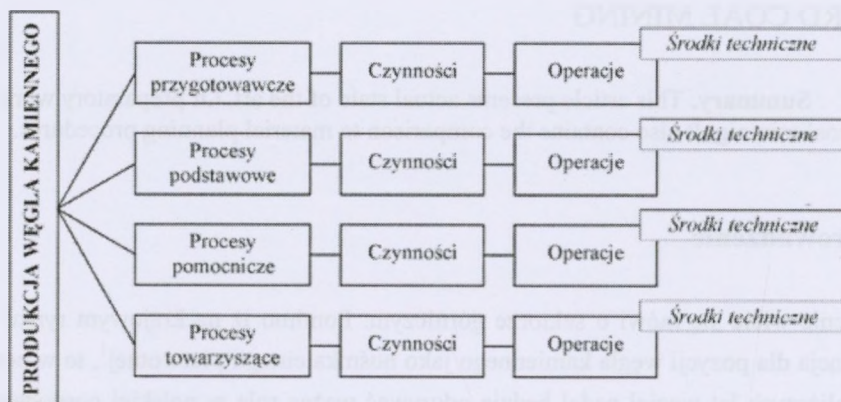
2. Roboty przygotowawcze w sektorze górnictwie

2.1. Proces produkcji węgla kamiennego i jego struktura

Struktura procesu produkcji to układ obejmujący wszelkie czynności i operacje technologiczne, w skład którego wchodzi procesy cząstkowe. Proces produkcji w górnictwie węgla kamiennego jest prowadzony celem sprzedaży odpowiedniej jakości węgla w zależności od potrzeb swoich odbiorców [1].

Produkcja węgla obejmuje procesy cząstkowe, takie jak [14]:

- procesy przygotowawcze,
- procesy podstawowe,
- procesy pomocnicze,
- procesy towarzyszące.



Rys. 1. Struktura procesu produkcji węgla kamiennego [14]

Fig. 1. The structure of the production process of coal

Procesy przygotowawcze, które są przedmiotem niniejszego artykułu, to procesy, w skład których można zaliczyć: udostępnienie złoża do wydobywania, przygotowanie podkładów do eksploatacji, a także prace związane z utrzymaniem istniejących wyrobisk². Procesy właściwe, czyli – jak podaje literatura – procesy podstawowe, to (najogólniej mówiąc) prace wybierkowe oraz roboty przeróbcze. Pierwsze polegają na szeroko rozumianej eksploatacji węgla kamiennego wraz z instalacją, utrzymaniem i, ostatecznie, demontażem wyposażenia technicznego. Prace przeróbcze natomiast to przeróbka mechaniczna wybranego węgla. Do procesów pomocniczych należą: roboty związane z zapewnieniem właściwej wentylacji i bezpieczeństwa pracy górników, transport ludzi i materiałów oraz utrzymanie gospodarki energetycznej, warsztatowo-magazynowej oraz gospodarki sprężonym powietrzem.

2.2. Struktury udostępniania złoża

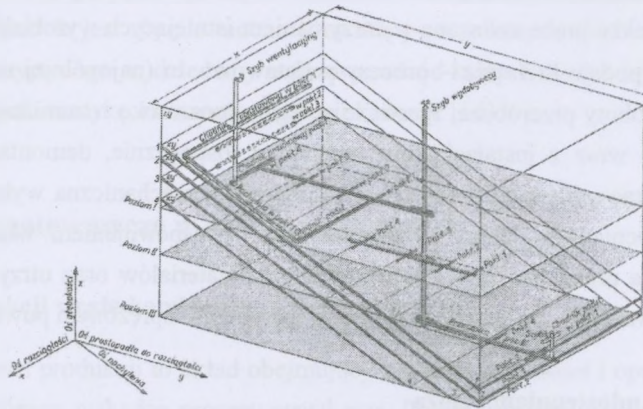
Układ szybowy wyrobiska, udostępniający z powierzchni określony poziom wydobywczy na danej głębokości, oraz wyrobiska udostępniające do poziomów i pomiędzy nimi w całości tworzą pewien układ geometryczny w przestrzeni, który w fachowej literaturze jest nazywany modelem kopalni [9]. Charakteryzuje się on liczbą i rozmiarem szybów, ich lokalizacją, wyposażeniem oraz spełnianą funkcją.

Właściwa działalność kopalni to eksploatacja podziemna, która musi być prowadzona w sposób efektywny oraz, co najważniejsze, bezpieczny. Dlatego przed stworzeniem modelu kopalni ważne jest dokonanie dokładnych analiz, na jakich głębokościach będą tworzone poziomy wydobywcze oraz jaka będzie ich liczba. Przy projektowaniu modelu należy również mieć na uwadze zapewnienie odpowiednich warunków wentylacyjnych, transportowych oraz warunków umożliwiających uruchomienie frontu eksploatacyjnego wraz z możliwością przemieszczania się. Na danym poziomie wydobywczym drążone wyrobiska udostępniające mogą być rozmieszczone równoległe do siebie, prostopadle lub usytuowane pod pewnym kątem. Wyrobiska te drążą się bezpośrednio w złożu lub poza nim (lub częściowo poza nim). Przy takim podziale można wyróżnić następujące struktury udostępniania złoża:

- złożową (rys. 2),
- kamienną (rys. 3),
- kamienno-węglową.

² Wyrobiskiem górniczym jest przestrzeń w nieruchomości gruntowej lub w górotworze powstała w wyniku robót górniczych – Ustawa z dnia 4 lutego 1994 r. Prawo geologiczne i górnicze.

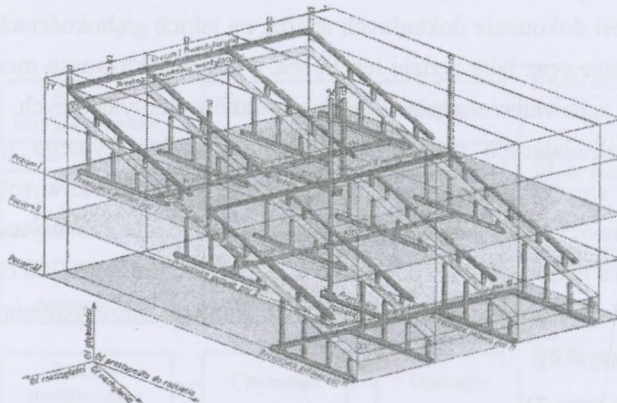
Złożowa struktura udostępniania złoża



Rys. 2. Struktura udostępniania złoża – złożowa (węglowa) [14]
 Fig. 2. The carbon structure of the coal deposits

Mimo iż przedstawiona struktura jest bardzo kosztowna w utrzymaniu, to jej wykonanie jest najszybsze i najtańsze w porównaniu z innymi strukturami.

Kamienna struktura udostępniania złoża



Rys. 3. Struktura udostępniania złoża – kamienna [14]
 Fig. 3. The stone structure of the coal deposits

Jest to struktura, w której wszystkie wyrobiska udostępniające są drążone poza złożem węgla. Najczęściej są to drążenia w skale równoległe do poziomów ze złożem. Budowa takiego modelu jest najdroższa, jednakże zapewnia najbezpieczniejsze warunki pracy przy późniejszej eksploatacji.

Kamienno-węglowa strukturę udostępniania złoża

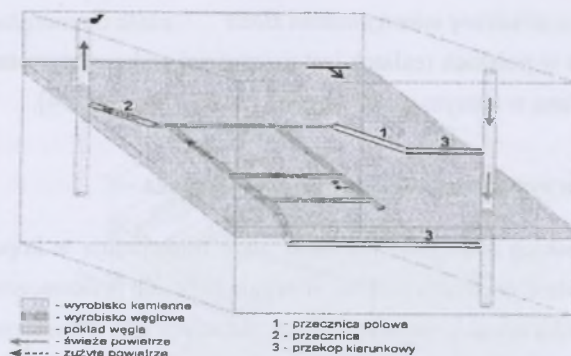
To struktura, która w polskich realiach jest najczęściej wykorzystywana. Oznacza to, że część wyrobisk jest drążona w samym złożu węgla, a część poza nim [14].

2.3. Wyrobiska przygotowawcze i udostępniania złoża

Spośród wszystkich rodzajów wyrobisk, jakie funkcjonują w kopalniach węgla kamiennego, można wyróżnić podział wyrobisk ze względu na ich przeznaczenie, i tak:

- a) wyrobiska udostępniające, których zadaniem jest wyznaczenie drogi z powierzchni do złoża, dzielimy na:
 - główne (służące do połączenia wyrobiska podziemnego z powierzchnią):
 - sztolnia – wyrobisko korytarzowe, tworzone w górotworze ze zbocza góry najczęściej poziomo w głąb góry do złoża. Charakteryzuje się małym przekrojem poprzecznym. Do jego głównych funkcji należą: odwadnianie, wentylacja, komunikacja, transport, pełni też funkcję badawczą, pilotową i wiele innych;
 - upadowa – wyrobisko utworzone w samym złożu na dwóch różnych poziomach, drążone od góry do dołu wraz z transportem realizowanym z poziomu dolnego na poziom górny;
 - szyb – wyrobisko najczęściej pionowe, o przekroju poprzecznym powyżej 4 m² i pokaźnej głębokości, wytyczające drogę z powierzchni terenu do złoża położonego w głębi ziemi. Szyby udostępniają złożo oraz są głównymi wyrobiskami komunikacyjnymi i wentylacyjnymi w kopalni;
 - podziemne, do których należą między innymi:
 - przecznica – wyrobisko poziome, wykonane w skale, łączące szyb z pokładami;
 - chodnik podstawowy – to główne chodniki transportowe, zazwyczaj wzdłuż całego pokładu;
 - przekop kierunkowy – poziome wyrobisko utworzone w skale równoległe do długości pokładów, prowadzone od przecznicy głównej do przecznicy polowych³.

³ Przekpnica polowa – łączy przekop kierunkowy z pokładami eksploatacyjnymi.



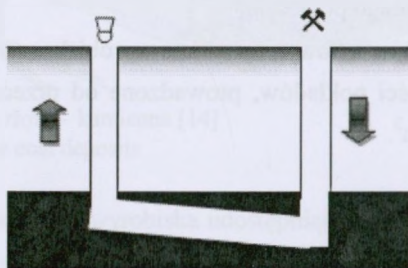
Rys. 4. Przykładowe wyrobisko udostępniające [14]

Fig. 4. Example of coal deposit

b) wyrobiska przygotowawcze:

- chodnik – wyrobisko korytarzowe tworzone poziomo, bez kontaktu z powierzchnią ziemi. Drajone są w złożu i dają urobek będący kopalinią użyteczną;
- upadowa – podobnie jak w wyrobisku głównym, jest to wyrobisko tworzone po upadzie, do celów transportowych na wyższy poziom;
- pochylnia – wyrobisko, które łączy dwa chodniki na dwóch różnych poziomach.

Wyrobiska, których zadaniem jest udostępnienie złoża, są kluczowe dla późniejszej eksploatacji. Nieoceniona jest też rola tych wyrobisk w zapewnieniu bezpieczeństwa funkcjonowania całego przedsiębiorstwa górnictwa. To właśnie za ich pośrednictwem możliwe są obieg powietrza oraz transport ludzi, materiałów i mediów w postaci wody i energii elektrycznej.



Rys. 5. Przepływ powietrza w wyrobisku podziemnym

Fig. 5. Air flow in underground mining excavation

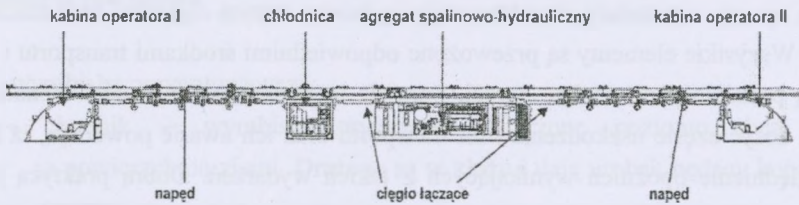
3. Gospodarka materiałowa w procesie przygotowania i udostępnienia złoża

Gospodarka materiałowa powinna być odpowiednio prowadzona przez każde działające przedsiębiorstwo. Dotyczy to przede wszystkim dużych przedsiębiorstw. Nie jest nowe stwierdzenie, iż jednym ze składowych tejże gospodarki jest zarządzanie maszynami, ich naprawa, konserwacja i serwis. Kiedy w przedsiębiorstwie jest zatrudnionych wiele osób, dodatkowo na różnych stanowiskach, a powierzchnia użytkowa jest duża, wówczas prowadzenie gospodarki materiałami nie należy do najłatwiejszych. Wymaga ogromnego nakładu pracy, szybkiego transferu informacji oraz wielu innych, ważnych czynników. Istotną rolę odgrywa tu również odpowiedni transport, gdyż w przypadku, jakim jest kopalnia węgla kamiennego, sprzęty i materiały charakteryzują się bardzo dużym ciężarem oraz znacznymi gabarytami. Wszystkie elementy są przewożone odpowiednimi środkami transportu i niejednokrotnie są podzielone na osobne części. Sprawia to dodatkowe trudności. Ponadto ciężkie warunki i dosyć częste uszkodzenia linii transportu oraz ich awarie powodują, iż konieczne jest uwzględnienie opóźnień wynikających z takich wydarzeń. Dobrą praktyką jest odpowiednio wcześniej zaplanowane wdrażanie materiałów w kolejnych rejonach eksploatacji węgla. Jednocześnie należy pamiętać, że warunki dołowe nie są w stanie pomieścić zbyt dużego składu materiałów, dlatego transporty powinny się pokrywać z zapotrzebowaniem. Kopalnie podziemne różnią się znacznie od innych przedsiębiorstw działających na rynku. Dodatkowo same kopalnie różnią się także od siebie. Różnice widać pomiędzy kopalniami odkrywkowymi a dołowymi czy miedziowymi, soli czy węgla kamiennego. Kopalnie węgla kamiennego zaliczane są do nielicznych zakładów należących do grupy pracy i warunków niezwykle trudnych. Wyzwania stawiane dyspozytorom transportu oraz kierownictwu oddziałów gospodarki maszynami i materiałami wymagają wysokiego wykształcenia pracowników oraz bardzo dobrego przepływu informacji, a także połączenia działań kolejnych oddziałów. Istotna jest zwłaszcza wymiana informacji, ponieważ to właśnie odpowiednia informacja jest podstawą do podjęcia działań zmierzających do wysłania ekipy serwisowej do urządzeń czy do dostarczania materiałów w różne rejony i do różnych oddziałów. Brak współpracy między oddziałami może doprowadzić do sytuacji, w której gospodarka materiałowa nie będzie efektywna.

Transport kopalniany, zwłaszcza jeśli dotyczy kopalni dołowych, powinien być ściśle przyporządkowany panującym w danej chwili warunkom. Uzależnieniem jest ograniczenie miejsca dostępnego zarówno dla samego transportu, jak i do składowania materiału na stacjach przeładowniczych. Ukształtowanie wydrążonych chodników oraz ich przekrój wymuszają stosowanie różnych środków transportu w zależności od danego odcinka. Pochylnie o dużym

stopniu nachylenia, niski strop czy bardzo mały, wąski przekrój chodnika to tylko niektóre z najczęściej występujących wyznaczników wyboru danego środka transportu. Mówiąc o transporcie i gospodarce materiałami, nie wolno pomijać faktu geologicznej czynności sejsmicznej i związanej z tym awaryjności kolejnych odcinków.

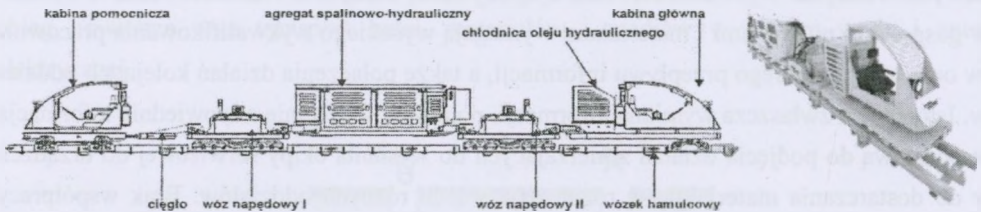
Aby późniejsza eksploatacja mogła być prowadzona dosyć płynnie, należy bardzo skrupulatnie zaplanować układ transportu materiału do ścian. W zależności od danych warunków materiał może być ładowany do wozów, kontenerów lub do specjalnych platform wyciąganych na powierzchnię. Obecnie, poza zabudowanymi torami, stosuje się podwieszane i spągowe kolejki z własnym napędem [14]. Często kolejki tego typu przy krótkich odcinkach, do 2 – 3 km, pozwalają na zmianę sposobu transportu ludzi i materiałów.



Rys. 6. Kolejka spalinowa podwieszona na szynach

Fig. 6. Petrol queue suspended on rails

Przykładem stosowanego środka transportu jest przedstawiona na rys. 6 spalinowa kolejka, podwieszona na szynach. Służy ona do transportu: ludzi, materiałów, elementów maszyn i urządzeń wykorzystywanych w eksploatacji złoża. Podobne zastosowanie ma również kolejka przedstawiona na rys. 7. Jest to kolejka spągowa zębata z napędem spalinowym.



Rys. 7. Spągowa kolejka spalinowa

Fig. 7. Petrol queue

Przy planowaniu układu transportu bywa, iż popełniane są błędy. Złe ułożenie wozów z materiałem na samym początku może skutecznie zakorkować ciągłość transportu do konkretnych rejonów nawet na kilkanaście do kilkudziesięciu godzin. Poza bezpieczeństwem ludzi przy pracy w kompetencji kierownictwa jest również: odpowiednie zamówienie materiałów, zadbanie o odpowiednią specyfikę pracy maszyn oraz zapewnienie części zamiennych

do urządzeń odpornych na duże zapylenie oraz wysokie temperatury. To wszystko jest dużym wyzwaniem dla oddziałów gospodarki materiałowej, ponieważ muszą one mieć na uwadze wysoką jakość elementów oraz ich cenę. Sporym ułatwieniem jest sytuacja, gdy produkcja bieżących materiałów jest wykonywana przez jednostki wewnętrzne kopalni przy jednoczesnym rozszerzaniu działalności na zewnętrzne warsztaty czy firmy. Kopalnie bowiem nie są – i w samym założeniu swojego profilu działalności nie mogą być – samowystarczalne. Ograniczeniem jest również możliwość składowania w magazynkach podziemnych. Ich powierzchnia rezerwowana jest dla bardzo często używanych materiałów lub takich, które będą używane awaryjnie i muszą być bardzo szybko dostarczane do rejonu wystąpienia usterki. Dostarczenie danego materiału (który jest wykorzystywany do typowego zastosowania) poza rygiorem czasu w znacznej większości przypadków nie napotyka innych trudnień.

3.1. Zastosowanie RFID w przemyśle wydobywczym

Jednym z rozwiązań, które jest coraz częściej wykorzystywane w gospodarce materiałowej kopalni podziemnej, jest użycie technologii RFID⁴. Technologia ta znajduje zastosowanie w każdej gałęzi przemysłu, począwszy od przemysłu odzieżowego do ciężkiego. Najistotniejszą zaletą rozwiązania RFID jest fakt, że informacja o statusie danego elementu (podzespołu) znajduje się nie tylko w bazie danych systemu, ale również w tagu umieszczonym na nim samym. Omawianą technologię po raz pierwszy zastosowano w kopalni „Paardekraal” w Południowej Afryce. Tamtejsze kierownictwo kopalni, chcąc, by zapanował porządek w kadrach wraz poprawą bezpieczeństwa pracy, wprowadziło znakowanie etykietami RFID osobistych lamp górników. Podjęte działania miały zapewnić szybką bieżącą informację o załodze oraz kontrolę obecności na stanowiskach pracy. Anteny, które komunikowały się tagami RFID, ulokowano w lampowni i na podszybiu kopalni. W Polsce w kopalniach węgla kamiennego pierwsze próby zastosowania RFID dotyczyły optymalizacji gospodarki maszynami i urządzeniami wydobywczymi w kopalniach. Dzięki temu możliwy stał się do rozwiązania problem z obiektywną i niezawodną identyfikacją olbrzymiej liczby elementów maszyn i urządzeń składających się na gospodarkę materiałową w zakładach górniczych. W pewnym stopniu dało to możliwość zautomatyzowania pracy górnika-operatora, jednocześnie tworząc obraz o faktycznym stanie eksploatowanych elementów [15].

⁴ RFID (ang. Radio-frequency identification) – technologia, która wykorzystuje fale radiowe do przesyłania danych oraz zasilania elektronicznego układu (etykieta RFID), stanowiącego etykietę obiektu przez czytnik w celu identyfikacji obiektu.

4. Podsumowanie

Produkcja zakładów górniczych węgla kamiennego, ze względu na jej znaczenie w gospodarce energetycznej kraju, powinna być powiązana z najnowszymi rozwiązaniami nauki i technologii. Szczególne znaczenie ma tu rozwój systemów informatycznych.

Jednym z pierwszych etapów (i najważniejszym w produkcji węgla kamiennego jest planowanie robót górniczych i sam etap udostępniania złoża. Ogólnie zagadnienie przygotowania produkcji jest procesem bardzo skomplikowanym i wymagającym wielu poprzedzających analiz. Postępy drążenia wyrobisk korytarzowych na przestrzeni lat są jednym z czynników decydujących o efektywności górnictwa węglowego. Różne technologie, w tym między innymi RFID, pozytywnie wpływają nie tylko na poprawę bezpieczeństwa górników poruszających się po przenośnikach taśmowych, ale również na funkcjonowanie gospodarki materiałowej.

Bibliografia

1. Bijańska J: Planowanie działalności inwestycyjnej kopalń węgla kamiennego. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2006.
2. Brzychczy E.: Możliwe kierunki rozwoju systemów wspomaganie planowania produkcji górniczej w przemyśle węgla kamiennego. Szkoła Eksploatacji Górniczej 2010, materiały konferencyjne, s. 1139-1147.
3. Chmielewski J., Karlikowski S., Kozek B.: Poprawa postępów drążenia wyrobisk przygotowawczych w świetle doświadczeń kopalni Lubelski Węgiel „Bogdanka” S.A. Szkoła Eksploatacji Górniczej 2009, materiały konferencyjne, s. 253-265.
4. Fitowski K., Jankowski H., Krzak Ł., Stanskiewicz J., Szczurkowski M., Warzecha M., Worek C.: System identyfikacji elementów maszyn górniczych w wykorzystaniem technologii RFID. Poznańskie Warsztaty Telekomunikacyjne, Poznań 2005.
5. Grześkowiak A.: Sposoby ograniczenia niekorzystnych oddziaływań od robót strzałkowych prowadzonych w odkrywkowych zakładach górniczych i na powierzchni terenu. „Kruszywa”, nr 3/2011, s. 30-36.
6. Jaskier B., Budziszewski Z., Dobrzyński R.: Możliwości poprawy efektywności prowadzenia robót korytarzowych w Jastrzębskiej Spółce Węglowej S.A. Szkoła Eksploatacji Górniczej 2009, materiały konferencyjne, s. 265-278.
7. Koziół A., Pieczora E., Prostański D.: Nowe rozwiązania mechaniczne dla technologii drążenia wyrobisk przygotowawczych z użyciem materiałów wybuchowych. Szkoła Eksploatacji Górniczej 2009, materiały konferencyjne, s. 279-292.

8. Kozieł A., Turek M.: Scenariusze rozwoju technologicznego przemysłu wydobywczego węgla kamiennego. Portal Gospodarczy, www.wnp.pl, 27.11.2007.
9. Magda R.: Racjonalizacja modelu i wielkości kopalni węgla kamiennego w warunkach gospodarczych początku XXI wieku. Uczelniane Wydawnictwo Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków 2002.
10. Przybyła H., Chmiela A.: Technika i organizacja w robotach przygotowawczych. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2002.
11. Rajwa S., Wrana A.: Wspomaganie decyzji w procesie przygotowania produkcji górniczej. Szkoła Eksploatacji Górniczej 2010, materiały konferencyjne, s. 1185-1189.
12. Turek M.: Eksploatacja podziemna pokładów węgla kamiennego – współczesne wyzwania. Cz. 2. Geologiczne uwarunkowania eksploatacji podziemnej pokładów węgla kamiennego. „Wiadomości Górnicze”, nr 4/2009, s. 251-262.
13. Turek M.: Natężenie robót przygotowawczych w restrukturyzacji technicznej kopalni. „Maszyny Górnicze”, nr 1/2007, s. 35-39.
14. Turek M.: Podstawy podziemnej eksploatacji pokładów węgla kamiennego. Wydawnictwo Głównego Instytutu Górnictwa, Katowice 2010.
15. Szczurkowski M.: Wytwarzanie i sterowanie polami magnetycznymi dla radiowej identyfikacji obiektów RFID oraz indukcyjnego przekazu energii. Rozprawa doktorska, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Kraków 2010.

Abstract

This paper presents the key factor for mining industry – preparation works and their influence on material requirement planning procedure in mining industry. This paper is focuses on creating actual knowledge about preparation works and showing material needed to provide adequate level of materials in coal mine. That approach causes the point of view for the author – to show combination of preparation works and level of material needed to cope with coal production in mines.