

UDZIAŁ PRACOWNIKÓW KATEDRY EKONOMIKI I ZARZĄDZANIA W PRZEMYSŁE AGH W BADANIACH NAD EFEKTYWNOŚCIĄ I PRODUKTYWNOŚCIĄ PRZEDSIĘBIORSTW GÓRNICZYCH

Roman MAGDA

Streszczenie: Katedra Ekonomiki i Zarządzania w Przemysle – jednostka, która aktualnie funkcjonuje w strukturze organizacyjnej Wydziału Górnictwa i Geoinżynierii AGH – posiada długoletnie tradycje w zakresie realizacji prac naukowo-badawczych w ramach problematyki związanej z ekonomiką i zarządzaniem w przemyśle wydobywczym. W niniejszym artykule przytoczono najistotniejsze rezultaty badań nad efektywnością i produktywnością przedsiębiorstw górniczych zrealizowanych w tej Katedrze w ostatnim okresie.

Słowa kluczowe: efektywność i produktywność przedsiębiorstw górniczych, wspomaganie procesu podejmowania decyzji, zarządzanie produkcją górniczą, ekonomika górnictwa.

1. Wprowadzenie

Katedra Ekonomiki i Zarządzania w Przemysle funkcjonuje w strukturze organizacyjnej Wydziału Górnictwa i Geoinżynierii Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie i prowadzi działalność naukową w obszarze i dziedzinie nauk technicznych, w dyscyplinie naukowej „górnictwo i geologia inżynierska”, a od 2012 r. również w dyscyplinie „inżynieria produkcji”. W okresie od początku funkcjonowania Katedry pod obecną nazwą, tj. w latach 2000-2015, pracownicy naukowcy Katedry opublikowali 58 książek, 222 fragmentów książek, 561 artykułów oraz 398 referatów. W tym okresie 13 pracowników Katedry uzyskało stopień doktora, 7 – stopień doktora habilitowanego a 2 osoby – tytuł profesora nauk technicznych. Prace habilitacyjne pracowników Katedry [1,2,4,7,9,13,14], które powstały w tym okresie, są opublikowane w serii wydawniczej AGH „Rozprawy, Monografie”.

Wg stanu na dzień 25.01.2016 r. Katedra Ekonomiki i Zarządzania w Przemysle AGH liczy ogółem 26 pracowników, w tym: 2 profesorów tytularnych, 6 adiunktów posiadających stopień naukowy doktora habilitowanego, 9 adiunktów posiadających stopień naukowy doktora, 4 starszych wykładowców i 5 pracowników nie będących nauczycielami akademickimi.

Fakt funkcjonowania Katedry Ekonomiki i Zarządzania w Przemysle w ramach struktury organizacyjnej Wydziału Górnictwa i Geoinżynierii AGH w oczywisty sposób wpływa na podejmowaną problematykę badawczą. Dotyczy ona głównie przemysłu wydobywczego, zagadnień ekonomiki i organizacji górnictwa oraz szeroko rozumianego zarządzania w górnictwie, a w ostatnim okresie w coraz to większym stopniu – inżynierii produkcji górniczej.

Produkcja górnicza jest produkcją specyficzną, polega na wydobywaniu kopaliny użytecznej nagromadzonej w masywie górotworu ustabilizowanym przez miliony lat siłami

natury i rządzącym się swoimi prawami [11]. Procesowi wydobywania immanentnie towarzyszą niepewność i ryzyko wynikające z losowego charakteru tego procesu. Zwłaszcza dotyczy to kopalń podziemnych, gdzie proces produkcji górniczej posiada szereg specyficznych cech, które wyraźnie odróżniają go od innych rodzajów produkcji, np. produkcji wytwórczej. Niepewność i ryzyko wynikają z niepełnego rozpoznania rzeczywistych warunków naturalnych zalegania złoża, z występowania zagrożeń naturalnych (gazowych, pyłowych, pożarowych, tąpniowych, wodnych i innych), ze zmiennych warunków rynkowych, ekonomiczno-finansowych i społeczno-politycznych. Produkcja górnicza jest również specyficzna w ujęciu mikroekonomicznym, bowiem strukturę kosztów produkcji górniczej charakteryzuje wysoki udział kosztów stałych, w kopalniach węgla kamiennego sięgający nawet do 80% ogółu kosztów. W proces produkcyjny zaangażowane są kapitałochłonne techniczne środki produkcji. Zapewnienie wysokiej efektywności i produktywności przedsiębiorstw górniczych stanowi podstawowy warunek bezpiecznego ich funkcjonowania w systemie gospodarczym kraju, zapewnienia miejsc pracy wielu górnikom, dostarczania gospodarce niezbędnych surowców mineralnych i zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego kraju.

Niniejszy artykuł ma na celu scharakteryzowanie problematyki naukowo-badawczej podejmowanej przez pracowników Katedry Ekonomiki i Zarządzania w Przemysle AGH, która w znacznej mierze dotyczy efektywności i produktywności przedsiębiorstw górniczych. Ze względu na ograniczenia objętościowe prezentacja ta ma bardzo skrótowy charakter.

2. Wybrane rezultaty badań podejmowanych w Katedrze Ekonomiki i Zarządzania w Przemysle AGH w zakresie problematyki związanej z efektywnością i produktywnością przedsiębiorstw górniczych

Większość prac naukowo-badawczych zrealizowanych w ostatnich kilkunastu latach w Katedrze Ekonomiki i Zarządzania w Przemysle AGH w zakresie dotyczącym efektywności i produktywności przedsiębiorstw górniczych była wykonana w ramach projektów badawczych, celowych i rozwojowych zleconych przez Komitet Badań Naukowych, Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, a także w ramach badań statutowych.

Z ogólnej liczby 16 projektów, zrealizowanych po 2000 r., do projektów obejmujących problematykę efektywności i produktywności przedsiębiorstw górniczych można zaliczyć następujące projekty:

1. Racjonalizacja modelu i wielkości kopalni węgla kamiennego w nawiązaniu do uwarunkowań gospodarczych początku XXI wieku (projekt badawczy KBN Nr 9 T12A 007 18).
2. Opracowanie skomputeryzowanego systemu optymalizacji projektowania robót przygotowawczych i eksploatacyjnych w górniczej grupie kapitałowej (projekt celowy KBN Nr 6 T12 2002 C/05958).
3. Wykorzystanie nowoczesnych koncepcji wspomagania decyzji dla poprawy efektywności zarządzania zakładem górniczym i spółką węglową (projekt badawczy KBN Nr 4 T12A 005 27).
4. Opracowanie zintegrowanego systemu zarządzania produkcją w kopalniach węgla kamiennego (projekt badawczy własny KBN Nr 4 T12A 064 30).

5. Analiza możliwości poprawy efektywności ekonomiczno-finansowej kopalń odkrywkowych skalnych surowców drogowych (projekt badawczy własny MNiSzW Nr NN 524 003 32/1529)
6. Opracowanie systemu informatycznego wspomaganie zarządzania technicznymi środkami produkcji w górnictwie węgla kamiennego (projekt rozwojowy MNiSzW Nr R 09 003 03).
7. Realizacja strategii przedsiębiorstwa górnictwa węgla kamiennego z zastosowaniem Balanced Scorecard (projekt badawczy własny MNiSzW Nr NN 524 361738)
8. Opracowanie podstaw systemu doradczego wspomagającego planowanie robót przygotowawczych i eksploatacyjnych w kopalniach węgla kamiennego (projekt badawczy własny MNiSzW Nr NN 524 468939).

W wyniku realizacji tych projektów powstało wiele publikacji w postaci książek, monografii naukowych, artykułów w czasopismach specjalistycznych oraz referatów opublikowanych w materiałach konferencyjnych. Najważniejsze pozycje bibliograficzne w których można znaleźć informacje o rezultatach tych projektów to [3,5,6,8,10,11,12]. Charakterystyka wszystkich wymienionych powyżej projektów zajęłaby zbyt dużo miejsca, poniżej ograniczono się jedynie do scharakteryzowania dwóch wybranych projektów.

System komputerowy, opracowany i wdrożony w ramach projektu celowego pt.: „Opracowanie skomputeryzowanego systemu optymalizacji projektowania robót przygotowawczych i eksploatacyjnych w górnictwie grupie kapitałowej”, powstał we współpracy z Katowickim Holdingiem Węglowym S.A. i Centralnym Ośrodkiem Informatyki Górnictwa S.A. Koncepcja systemu została opracowana w Katedrze Ekonomiki i Zarządzania w Przemśle AGH, oprogramowanie opracowano w Centralnym Ośrodku Informatyki Górnictwa S.A. a wdrożenie zrealizowano w jednej z kopalń węgla kamiennego Katowickiego Holdingu Węglowego S.A. System był przeznaczony do wspomaganie procesu projektowania robót przygotowawczych i eksploatacyjnych. Dzięki zastosowaniu metody optymalizacji wykorzystującej sieci stochastyczne oraz zaawansowaną technikę komputerową opracowany system umożliwiał w większym niż uprzednio stopniu podejmowanie decyzji o wyborze optymalnego wariantu prowadzenia robót przygotowawczych i eksploatacyjnych z uwzględnieniem aspektów niepewności i ryzyka, charakterystycznych dla procesu wydobywczego w podziemnej kopalni węgla kamiennego.

Przedmiotem praktycznego wdrożenia był system optymalizacji projektowania robót przygotowawczych i eksploatacyjnych o nazwie SPRG (System Projektowania Robót Górniczych) wraz z opracowaną dla potrzeb jego funkcjonowania bazą danych o nazwie PROPER obejmującą dane i informacje o warunkach górnictwo-geologicznych i techniczno-organizacyjnych robót przygotowawczych i eksploatacyjnych prowadzonych w przeszłości. Baza PROPER mogła być uaktualniana na bieżąco wraz z postępem robót górniczych. Baza zawierała również statystyki opisowe i rozkłady prawdopodobieństwa parametrów używanych w stochastycznym modelu prowadzenia robót przygotowawczych i eksploatacyjnych (dotyczyły one przede wszystkim kosztów, postępów maszyn urabiających, czasów postoju, przerw związanych z remontami, oraz innych wielkości o charakterze losowym).

Opracowany system optymalizacji projektowania robót przygotowawczych i eksploatacyjnych uwzględniał zadania produkcyjne przyjęte w planie techniczno-ekonomicznym górnictwa grupie kapitałowej. Dla zadań przyjętych w taki sposób opracowany system umożliwiał poszukiwanie efektywnego rozwiązania projektowego

z punktu widzenia kryteriów sformułowanych w kategoriach ekonomicznych, jak np. przewidywany wynik jednostkowy na sprzedaży (akumulacja jednostkowa), rozumiany jako różnica pomiędzy wartością oczekiwaną ceny a wartością oczekiwaną jednostkowego kosztu własnego (produkcji i sprzedaży), czy też w oparciu o inne kryteria, które mogły mieć również charakter techniczny. Opracowany system służył także usprawnianiu pracy zespołu odpowiedzialnego za przygotowanie produkcji w kopalni węgla kamiennego dzięki odpowiedniemu oprogramowaniu, które skracało w istotny sposób czynności projektowe.

Oprogramowanie SPRG, działające w konwencji klient-serwer, składało się z następujących głównych, współdziałających ze sobą części:

- oprogramowania służącego wprowadzaniu i edycji danych archiwalnych i bieżących dotyczących robót górniczych poprzez przeglądarkę i odpowiednie formatki,
- oprogramowania do symulacji wariantów projektowych przy różnych algorytmach prognozowania zapisywanych w postaci sieci stochastycznej – wyniki symulacji mogły być prezentowane jako funkcje czasu lub całkowane,
- wspólnej dla obu programów bazy danych o nazwie PROPER,
- integracji w zakresie informacji kosztowych i produkcyjnych z systemem SZYK funkcjonującym w Centralnym Ośrodku Informatyki Górnictwa S.A.

System SPRG korzystał z szerokiego spektrum informacji powstającej w różnych działach kopalni, w tym zwłaszcza: Mierniczo-Geologicznym, Inwestycji i Przygotowania i Ekonomiki Produkcji, Dyspozytora Ruchu.

Najogólniej działanie programu SPRG polegało na:

- ciągłym rejestrowaniu danych opisujących obiekty produkcyjne,
- połączeniu się raz na miesiąc z bazą SZYK, pobraniu danych ewidencyjnych, kartotekowych i ich przeliczeniu do postaci wykorzystywanej w systemie,
- dialogu z projektantem dla ustalenia wariantów,
- projekcji bieżącego stanu na czas najbliższy,
- uruchomieniu kroków (pętli) symulacji, która przebiegała według sieci czynności, z zapisem wartości dla kolejnych przyjętych jednostek czasu (dzień, tydzień lub miesiąc), kolejno dla wszystkich wariantów, przy założonych opcjach obliczeniowych,
- zatrzymaniu procesu symulacji gdy dane były niekompletne oraz po wyczerpaniu się wariantów i zadanych opcji,
- losowaniu i powtarzaniu obliczeń w trakcie procesu symulacji w przypadku opcji ze zdarzeniami lub parametrami o charakterze losowym, zgodnie z metodą Monte Carlo,
- prezentacji wyników – w funkcji czasu oraz sumy wartości analizowanych i parametrów oceny taksonometrycznej, przy czym wyniki symulacji można było powtarzać bez zapisu, usuwać w całości lub części lub przechowywać po zagregowaniu.

W ramach projektu badawczego pt.: „Opracowanie zintegrowanego systemu zarządzania produkcją w kopalniach węgla kamiennego” podjęto wielowątkowe prace badawcze zmierzające do opracowania systemu wspomagania zarządzania produkcją w kopalniach węgla kamiennego, złożonego z wielu podsystemów uszeregowanych w następującej kolejności:

- hurtownia danych o procesach produkcyjnych realizowanych w przeszłości oraz ich parametrach i wskaźnikach techniczno-organizacyjnych i ekonomiczno-finansowych – podsystem „hurtownia danych”,
- baza danych o częściach złoża przewidywanych do eksploatacji w przyszłości – podsystem „model złoża”,
- możliwy do praktycznej realizacji zbiór wariantów przyszłych robót górniczych – podsystem „warianty”,
- modelowanie i symulacja robót górniczych z uwzględnieniem aspektów niepewności i ryzyka – podsystem „modelowanie i symulacja”,
- optymalizacja w procesie zarządzania produkcją z uwzględnieniem kryteriów technicznych i ekonomicznych – podsystem „optymalizacja”,
- monitorowanie realizacji przyjętych rozwiązań w systemie zarządzania produkcją – podsystem „monitorowanie”,
- wizualizacja dostosowana do potrzeb sformułowanych przez zarząd przedsiębiorstwa górniczego – podsystem „wizualizacja”.

Hurtownia danych obejmuje dane i informacje, uaktualniane nadążnie, zbierane dla potrzeb zasilania opracowanego systemu niezbędnymi do modelowania produkcji górniczej informacjami i danymi wejściowymi.

Baza danych geologiczno-górnich o częściach złoża przeznaczonych do przyszłej eksploatacji stanowi podstawę do budowy cyfrowego modelu złoża postaci 3D, który może być wykorzystany do modelowania projektowanych wyrobisk górniczych przewidywanych do wykonania w określonym horyzoncie czasowym (mogą to być rozwiązania wielowariantowe). Model ten powinien umożliwić wykonywanie cyfrowych map i modeli strukturalnych złoża, przekrojów geologicznych, map miąższości pokładów oraz map parametrów jakościowych pokładów, itp.

Wykorzystując hurtownię danych oraz bazę danych geologiczno-górnich o częściach złoża przeznaczonych do przyszłej eksploatacji można proces wspomaganie decyzji w zakresie zarządzania produkcją górniczą podzielić na następujące etapy:

1. utworzenie zbioru wariantów prowadzenia robót górniczych z wykorzystaniem bazy danych geologiczno-górnich o częściach złoża przeznaczonych do przyszłej eksploatacji,
2. utworzenie sieciowego modelu robót górniczych,
3. symulacja przebiegu robót górniczych w przestrzeni i w czasie, z jednoczesnym określeniem rozkładów prawdopodobieństwa przyjętych kryteriów oceny rozwiązań projektowych, np z zastosowaniem metody Monte Carlo,
4. optymalizacja jedno- lub wielokryterialna, uwzględniająca aspekty niepewności i ryzyka,
5. przyjęcie określonego rozwiązania przez zarząd przedsiębiorstwa górniczego,
6. monitorowanie realizacji przyjętego rozwiązania, połączone z systematycznym uzupełnianiem hurtowni danych.

Zbiór wariantów prowadzenia robót górniczych można utworzyć wykorzystując dane i informacje o warunkach geologiczno-górnich, o możliwym do zastosowania i dostępnym wyposażeniu technicznym, o systemie organizacji pracy, o możliwych powiązaniach logistycznych, o realizacji procesów składających się na całość procesu produkcyjnego. Powinien on uwzględniać dostępny zasób technicznych środków produkcji i dostępny potencjał załogi. Może być generowany w oparciu o wzajemne kombinacje obejmujące lokalizację pól eksploatacyjnych w obszarze górniczym, parametrów

geometrycznych pól i przodków, kierunku wybierania pól w pokładzie, kierunku prowadzenia ścian w polu, wyposażenia technicznego oraz systemu organizacji pracy.

Zbiór wariantów prowadzenia robót górniczych może być odwzorowany za pomocą modeli sieciowych, natomiast symulacja stochastyczna przebiegu robót górniczych w przestrzeni i w czasie oraz związanych z nimi strumieni przychodów i kosztów może być realizowana z użyciem metody Monte Carlo.

Funkcjonowanie kopalń w warunkach rynkowych dyktuje pewne ograniczenia odnośnie do poziomu wydobywania, które nie powinno przekraczać pułapu wynikającego z możliwości sprzedaży ujętej w biznes-planie i planie techniczno-ekonomicznym. Wykorzystując metody taksonomiczne można dobrać rozwiązanie spełniające określone warunki zgodności z założeniami przyjętymi w tych planach. Wykorzystując metodę GERTS można przykładowo dokonać oceny prawdopodobieństwa dotrzymania odpowiednich warunków i oszacować poziom ryzyka proponowanych rozwiązań.

Kryteria optymalizacji mogą mieć charakter techniczny i/lub ekonomiczny, w zależności od potrzeby mogą być sformułowane w różny sposób. Np. z punktu widzenia wykorzystania produkcyjnych środków trwałych można przyjąć maksymalizację współczynnika efektywności środków produkcyjnych. Do oceny wariantów projektowanych rozwiązań w dłuższym horyzoncie czasowym można przyjąć podstawowe kryteria, jakie stosuje się w rachunku oceny ekonomicznej efektywności inwestycji, jak np. maksymalizację wartości zaktualizowanej netto (NPV), maksymalizację wewnętrznej stopy zwrotu (IRR), w krótszym horyzoncie – np. wynik finansowy ze sprzedaży. Można również przyjąć inne kryteria, jak np. maksymalizację wydajności, minimalizację pracochłonności, itp., a także dokonać optymalizacji wielokryterialnej, przyjmując szereg kryteriów i przypisując im odpowiednie rangi, a także wykorzystać podejście ewolucyjne.

W zależności od potrzeb sformułowanych przez zarząd przedsiębiorstwa górniczego można opracować odpowiedni system wizualizacji prowadzenia robót górniczych w czasie i w przestrzeni, wraz z projekcją obserwowanych wielkości i parametrów. System powinien być interaktywny, uwzględniać możliwość ingerencji na bieżąco i możliwość szybkiego uzyskania rozwiązania przy zmianie jakiegokolwiek parametru.

Po przyjęciu określonego rozwiązania przez zarząd przedsiębiorstwa górniczego system powinien umożliwiać monitorowanie na bieżąco realizacji przyjętego rozwiązania, porównywanie wielkości otrzymywanych w praktyce z wielkościami wcześniej założonymi. Wnioski wynikające z takiej analizy porównawczej powinny być uwzględnione przy dalszym doskonaleniu systemu w celu otrzymywania rozwiązań najbardziej zbliżonych do rzeczywistości. W ten sposób zamyka się pewien cykl w procesie „uczenia się” i można zainicjować kolejny cykl doskonaląc opracowany system.

Pracownicy Katedry uczestniczyli również w realizacji projektu europejskiego: „Kopalnia przyszłości” (Smart Mine of the Future – WP 13 The Attractive Workplace – Criteria and guidelines for the design of attractive and safe mines). Projekt był realizowany wspólnie z KGHM Polska Miedź S.A. i dotyczył w szczególności zakresu prac zidentyfikowanych jako: „Holistyczna, ekonomiczna ocena różnych poziomów automatyzacji, określająca ekonomiczne ramy dla automatyzacji górnictwa podziemnego, na potrzeby projektu „Smart Mine of the Future”. Celem podjętych prac było wskazanie obszarów i mierników pozwalających zdefiniować poziom automatyzacji procesów w przedsiębiorstwie górniczym w świetle aspektów polityki zrównoważonego rozwoju opartego na akceptowalności finansowej, społecznej i środowiskowej.

Pracownicy Katedry realizowali również liczne prace naukowo-badawcze w ramach działalności statutowej. W ramach tej problematyki realizowano w 2015 r. temat badawczy

zatytułowany ogólnie: „Wybrane problemy ekonomiki, zarządzania i modelowania procesów w przemyśle wydobywczym”. Temat ten był podzielony na pięć zadań badawczych zatytułowanych:

1. Techniczno-ekonomiczne modelowanie i optymalizacja w projektowaniu inżynierskim dla potrzeb przemysłu wydobywczego.
2. Zarządzanie kopalniami i spółkami w świetle zastosowania innowacyjnych rozwiązań.
3. Metody analizy i optymalizacji procesu produkcyjnego w przodkach ścianowych kopalń węgla kamiennego.
4. Uwarunkowania kosztów działalności przedsiębiorstw górniczych.
5. Zarządzanie i efektywność w przemyśle górniczym.

W 2015 r. pracownicy Katedry opublikowali 38 pozycji bibliograficznych opisujących wybrane rezultaty badań statutowych.

3. Zakończenie

Prezentacja w pełnym zakresie rezultatów prac naukowo-badawczych pracowników Katedry Ekonomiki i Zarządzania w Przemysle AGH dotyczących tematyki związanej z efektywnością i produktywnością przedsiębiorstw górniczych zajęłaby zbyt wiele miejsca dlatego ograniczono się jedynie do przedstawienia jej ogólnego zarysu i przytoczenia najistotniejszych informacji o rezultatach wybranych projektów, które tej tematyki dotyczyły w najszerszym zakresie. Badania związane z efektywnością i produktywnością przedsiębiorstw górniczych są w dalszym ciągu kontynuowane w Katedrze Ekonomiki i Zarządzania w Przemysle AGH.

Praca dofinansowana przez MNiSzW – umowa statutowa Nr 11.11.100.693

Literatura:

1. Bąk P.: Prognozowanie wielkości i kosztów wydobycia węgla energetycznego na potrzeby planowania techniczno-ekonomicznego w spółce węglowej. Kraków: Wydawnictwa AGH, 2012.
2. Brzywczy E.: Metoda modelowania i optymalizacji robót eksploatacyjnych w wielozakładowym przedsiębiorstwie górniczym. Kraków: Wydawnictwa AGH, 2012.
3. Brzywczy E., Magda R., Franik T., Kęsek M., Napieraj A., Woźny T.: Podstawy systemu doradczego wspomagającego planowanie robót przygotowawczych i eksploatacyjnych w kopalniach węgla kamiennego. Kraków: Wydawnictwa AGH, 2013.
4. Fuksa D.: Metoda oceny wpływu zmiennego zapotrzebowania odbiorców węgla kamiennego na efektywność funkcjonowania wielozakładowego przedsiębiorstwa górniczego. Kraków: Wydawnictwo AGH, 2012.
5. Gałaś Z. (red.): Analiza możliwości poprawy efektywności ekonomiczno-finansowej kopalń odkrywkowych skalnych surowców drogowych. Kraków: AGH Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, 2009.
6. Jasiewicz J., Głodzik S., Magda R., Woźny T.: Zasady funkcjonowania systemu informatycznego wspomagającego zarządzanie technicznymi środkami produkcji w grupie kopalń węgla kamiennego w ujęciu technicznym i organizacyjnym /W: Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej 2009/ Kraków, 2009.

7. Kęsek M.: Zastosowanie wybranych metod eksploracji danych w systemie wspomagającym zarządzanie produkcją w kopalni węgla kamiennego. Kraków: Wydawnictwa AGH, 2013.
8. Kowal B.: Model strategicznej karty wyników dla spółki węglowej. Kraków: Wydawnictwa AGH, 2010.
9. Kustra A., Zarządzanie kosztami w cyklu życia projektu geologiczno-górniczego. Kraków: Wydawnictwa AGH, 2013.
10. Magda R., Woźny T., Kowalczyk B., Głodzik S., Gryglik D.: Racjonalizacja modelu i wielkości kopalni węgla kamiennego w warunkach gospodarczych początku XXI wieku. Kraków: AGH Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, 2002.
11. Magda R., Brzychczy E., Franik T., Głodzik S., Kęsek M., Woźny T.: Zintegrowany system wspomagania zarządzania produkcją w kopalniach węgla kamiennego. Kraków: AGH Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, 2008.
12. Sierpińska M. (red.): Wykorzystanie nowoczesnych koncepcji wspomagania decyzji dla poprawy efektywności zarządzania zakładem górnictwem i spółką węglową. Kraków: Wydawnictwa AGH, 2007.
13. Snopkowski R.: Metoda identyfikacji rozkładu prawdopodobieństwa wydobycia uzyskiwanego z przodków ścianowych kopalń węgla kamiennego. Kraków: Wydawnictwa AGH, 2000.
14. Trzaskuś-Żak B.: Zarządzanie należnościami wspomagane metodami matematycznymi na przykładzie wybranej kopalni. Kraków: Wydawnictwa AGH, 2013.

Prof. dr hab. inż. Roman MAGDA
Katedra Ekonomiki i Zarządzania w Przemysle
Wydział Górnictwa i Geoinżynierii
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza
30-059 Kraków, al. Mickiewicza 30
tel./fax: (0-12) 617 21 81
e-mail: magda@agh.edu.pl