

dr. hab. inż. Barbara Kowal, prof. AGH
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
Wydział Inżynierii Lądowej i Gospodarki Zasobami
Katedra Ekonomiki i Zarządzania w Przemysle
bkowal@agh.edu.pl

Kraków, 27.09.2021

RECENZJA

rozprawy doktorskiej **mgra inż. Łukasza Matuszka** pt.:

Nowa metoda planowania wielkości produkcji w kopalni węgla kamiennego

opracowanej pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Mariana Turka (promotor)

i dra inż. Zbigniewa Lubosika (promotor pomocniczy)

1. Podstawa recenzji

Niniejsza recenzja została opracowana na zlecenie Rady Naukowej Głównego Instytutu Górnictwa, na podstawie pisma Zastępcy Dyrektora Głównego Instytutu Górnictwa w Katowicach Pani mgr Aleksandry Mraczek-Krzak z dnia 23 lipca 2021 r. (NSR/201/2021).

2. Ocena trafności wyboru i aktualności tematyki rozprawy

Wielkość wydobywania ze ścian jest trudna do zaplanowania, tym bardziej, że osiągnięte wyniki uzależnione są od wielu czynników głównie tych naturalnych (warunki geologiczno-górnictwa, które nie do końca zawsze są rozpoznane), jak i organizacyjno-technicznych. Postoje powodowane przez różnego rodzaju zakłócenia powodują zmianę/y w planowanej wielkości wydobywania, a dokładniej wpływają na zmniejszenie wielkości produkcji. Ponieważ zakłócenia są nieprzewidywalne zatem trudno jest je uwzględnić przy tworzeniu planów. Wynikająca stąd niewiedza i brak możliwości przewidzenia niektórych zdarzeń wpływa na niepewność warunków w jakich prowadzona jest ściana. Dlatego tworzenie planów, planowanie wielkości produkcji w kopalniach węgla kamiennego nabiera ogromnego znaczenia.

Plan jest kluczowym dokumentem prowadzenia działalności górniczej. Właściwie sporządzony plan umożliwi sprawniejsze funkcjonowanie podmiotu oraz ograniczenie

zagrożeń, jakie mogą pojawić się w przyszłości. Stworzenie dobrego planu (Planu Techniczno-Ekonomicznego) wymaga jednak koordynacji i współpracy z wieloma działami przygotowującymi plany cząstkowe niezbędne do powstania planu rocznego. Dobrze przemyślana i opracowana procedura planistyczna PTE zapewnia właściwą realizację planów przez cały okres. Czego wymiernym efektem może być brak konieczności wprowadzania korekt do realizowanego planu PTE w danym roku.

Planowanie wielkości produkcji stanowi przedmiot niewielu rozważań prezentowanych w publikacjach. Tym bardziej rozprawa doktorska mgr inż. Łukasza Matuszka, stanowiąc próbę wzbogacenia metodyki planowania, jest wartościowa zarówno z punktu widzenia naukowego, jak i aplikacyjnego. Podjęcie przez Doktoranta badań nad opracowaniem nowej metody planowania wielkości produkcji w kopalni węgla kamiennego uważam za trafne i uzasadnione. A zaproponowane rozwiązanie postawionego w pracy problemu badawczego można postrzegać jako próbę wypełnienia istniejącej w tym zakresie luki metodologiczno-empirycznej. Wybór tematyki oceniam pozytywnie, mieści się ona w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, spełnia oczekiwania stawiane dysertacjom doktorskim.

3. Przedmiot recenzji – ocena formalna

Przedmiotem recenzji jest przedłożona rozprawa doktorska mgr Łukasza Matuszka pt. *Nowa metoda planowania wielkości produkcji w kopalni węgla kamiennego*, napisana pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Mariana Turka oraz promotora pomocniczego dra inż. Zbigniewa Lubosika.

Treść rozprawy została przedstawiona łącznie na 199 stronach, składają się na nią: streszczenie w języku angielskim, dziesięć rozdziałów uporządkowanych zgodnie z zasadami hierarchizacji treści typowymi dla prac naukowych, zestawienie literatury (198 pozycji), spis rysunków (19), spis tabel (16) oraz spis załączników (21).

Zestawienie literatury jest dość obszerne i obejmuje 198 pozycji, zarówno w języku polskim (166), jak i w języku angielskim (32). Stanowią je pozycje aktualne i reprezentatywne dla tematu dysertacji, niejednokrotnie stanowiące badania i opracowania innych naukowców w tej samej dyscyplinie naukowej. Bardzo obszerną część rozprawy stanowią załączniki, mieszczące się aż na 95 stronach i zawierające: przebiegi procesu produkcyjnego w ośmiu ścianach, statystyki opisowe regresji wraz z parametrami strukturalnymi dla czterech modeli dla każdej z analizowanych ścian, histogramy rozkładu parametrów α_1 i α_0 dla każdego modelu w ośmiu ścianach oraz wyniki przeprowadzonej symulacji produkcji w badanej kopalni. Należy

dodać, iż zawarte w niej opracowanie graficzne wzbogaca walory poznawcze prezentowanych treści.

W pracy wyróżnić można dwie części:

- teoretyczną, obejmującą: wstęp, w którym zwrócono uwagę na istotę planowania jako jednego z najważniejszych elementów zarządzania przedsiębiorstwem górniczym, a także trudność związaną z zaplanowaniem wielkości wydobycia wynikającą ze zmiennych i niepewnych warunków geologiczno-górnich w jakich realizowany jest proces produkcyjny w kopalni węgla kamiennego oraz zawodności układów techniczno-organizacyjnych powodujących zakłócenia w prowadzeniu ścian, cel i zakres pracy (rozdział 2), przegląd literatury z zakresu tematu pracy (rozdział 3), omówienie procesu produkcji i sposobów jego planowania oraz monitorowania w kopalni węgla kamiennego (rozdział 4),

- badawczą, zawierającą charakterystykę przebiegu procesu produkcyjnego w analizowanych ścianach wraz z charakterystykami i przyjętymi założeniami (rozdział 5), modele prognostyczne przebiegu procesu produkcji dla każdej ze ścian (rozdział 6), wyznaczenie zdolności wydobywczej ścian z wyszczególnieniem urabiania jedno- i dwukierunkowego (rozdział 7), budowę ogólnego modelu prognozowania wielkości wydobycia (rozdział 8), opracowanie autorskiej propozycji nowej metody (algorytmu) planowania wielkości produkcji w kopalni węgla kamiennego (rozdział 9) oraz wnioski końcowe.

Strona formalna pracy nie budzi zastrzeżeń, wręcz przeciwnie, stanowi walor recenzowanej dysertacji. Struktura pracy jest poprawna. Została przygotowana i zredagowana z dużą starannością i nakładem pracy, co potwierdza duży zasób wiedzy Doktoranta w przedmiotowych obszarach mieszczących się w dyscyplinie naukowej górnictwo i geologia inżynierska (obecnie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka).

4. Ocena merytoryczna

Rozdział pierwszy przedstawia uzasadnienie celowości podjęcia tematu. Dokonano w nim charakterystyki procesu planowania stanowiącego istotny element w zarządzaniu każdym przedsiębiorstwem, a w szczególności przedsiębiorstwem górniczym. Ze względu na „niepełne rozeznanie i z natury zmiennie warunki geologiczno-górnice” oraz różnych zakłóceń techniczno-organizacyjnych planowanie wielkości wydobycia nie jest proste. Niepewność wystąpienia zakłóceń w prowadzeniu ścian uniemożliwia uwzględnienie wszystkich istotnych czynników w procesie planowania wielkości wydobycia w celu utrzymania jego rytmiczności.

Skutkiem takiej sytuacji jest plan odbiegający od rzeczywistości, co przekłada się na wynik ekonomiczny przedsiębiorstwa górniczego. Słaba skuteczność dotychczasowego procesu planowania wielkości produkcji ze względu na wspomniane czynniki, a także ze względu na stosowane sposoby budowania planów (doświadczenie i opinie osób uczestniczących w procesie planowania), stała się podstawą do podjęcia próby opracowania nowej metody planowania wielkości produkcji w kopalni węgla kamiennego. Doktorant kończąc ten rozdział stawia bardzo interesujące pytanie badawcze: „*czy lepiej opracować plan wykonalny, który nie jest racjonalny, czy plan racjonalny, który nie będzie wykonalny?*”.

W rozdziale drugim przedstawiono cel i zakres pracy. Rola kopalni w strukturze przedsiębiorstwa górniczego jest niezmiernie istotna. Z jednej strony wysokie oczekiwania co do parametrów wydobywanego węgla, z drugiej wysoka koncentracja wydobycia powodują, że w obecnych warunkach funkcjonowania kopalń ważne jest jak najbardziej dokładne i precyzyjne wyznaczenie wielkości wydobycia uzyskiwanej ze ściany. Plan wydobycia kopalni musi być dopasowany do planu sprzedaży w ujęciu ilościowym oraz jakościowym. Na podstawie własnych obserwacji, badań literaturowych oraz przeglądu dotychczas stosowanych metod w planowaniu wielkości produkcji w kopalni (w ścianie) sformułowano problem badawczy. Istotę tego problemu stanowią dwa elementy:

- dotychczasowa praktyka górnicza dotycząca procesu planowania i uruchamiania eksploatacji pokładu lub jego części, której podstawą było „*zarządzanie intuicyjne*”,
- luka badawcza w zakresie metod planowania wielkości wydobycia uwzględniających czynniki ryzyka.

Wobec powyższego określono cel główny pracy: **opracowanie metody ilościowej wspomagającej proces planowania wielkości produkcji w przedsiębiorstwie górniczym wydobywającym węgiel kamienny.**

Metoda ta w założeniu łączy dotychczasowy sposób planowania wielkości produkcji oparty na metodach jakościowych wykorzystujących doświadczenie i intuicji osób uczestniczących w procesie planowania oraz opinie ekspertów czy instytucji, z nowym elementem w postaci metod ilościowych uwzględniających modele prognostyczne i analizę ryzyka. Metoda oparta jest na analizie przeszłych danych dotyczących rzeczywistych uwarunkowań przebiegu górniczego procesu produkcyjnego i prognozuje realną wielkość produkcji jaka możliwa jest do uzyskania z wyrobiska ścianowego.

Poza celem głównym pracy w rozprawie nie określono wprost celów cząstkowych, które byłyby z nim zbieżne, aczkolwiek Doktorant pisze: „*W celu zrealizowania mojej pracy został ustalony jej następujący przebieg (...)*” charakteryzując kolejne etapy pracy, które składają się na cele badawcze dysertacji, a w szczególności:

- zidentyfikowanie oraz opracowanie zestawu czynników wpływających na przebieg procesu produkcyjnego w ścianach i zbadanie zależności między nimi,
- opracowanie ogólnego modelu usprawniającego proces planowania wielkości produkcji w kopalni węgla kamiennego poprzedzonego skonstruowaniem generatora przewidującego wystąpienie zdarzeń losowych (awarii) oraz opracowaniem algorytmu służącego wyznaczeniu nominalnej zdolności wydobywczej ściany,
- opracowanie narzędzia do planowania i oceny ryzyka niewykonania planu.

Z powyższego wynika zarówno:

cel naukowy pracy: **potrzeba opracowania nowej metody planowania produkcji w kopalni węgla kamiennego wspomagającej proces tworzenia planu wielkości wydobycia poprzez uwzględnienie czynników ryzyka mających bezpośredni wpływ na przebieg procesu produkcyjnego,**

oraz **cel użyteczny**: **opracowanie narzędzia do planowania i oceny ryzyka niewykonania planu.**

Rozdział trzeci stanowi przegląd literatury oraz autorskie rozważania na temat zakresu ryzyka w procesie produkcyjnym w kopalni, modelowania i czynników wpływających na wielkość produkcji, z uwzględnieniem czynników geologiczno-górnictwowych oraz techniczno-organizacyjnych. Występowanie różnego typu zagrożeń w znacznym stopniu wpływa na postęp ścian, prowadzenie kosztownych i nieraz długotrwałych działań związanych z usunięciem zagrożenia, co powoduje obniżenie koncentracji ścian i konieczność wprowadzania korekt do planów wydobywczych. Skutkuje to spadkiem efektywności produkcji i ograniczeniem uzyskiwanego wyniku ekonomicznego. Badania literaturowe oparto na krajowej, jak i zagranicznej literaturze naukowej.

W rozdziale czwartym Doktorant dokonał zestawienia spojrzenia teoretycznego dotyczącego sposobu planowania produkcji z praktyką. Na bazie opracowań i publikacji naukowców Doktorant wskazał, iż planowanie produkcji w kopalniach węgla kamiennego,

Bjelo-el

ze względu na szereg uwarunkowań zewnętrznych i wewnętrznych, jest procesem złożonym. Wymaga sporządzenia odpowiednich dokumentów, celowe jest prowadzenie planowania strategicznego (wieloletniego), rocznego w postaci planu PTE i miesięcznego (zadania produkcyjne na dany miesiąc). Stanowi ono sformalizowany proces podejmowania decyzji, którym towarzyszy niepewność i ryzyko związane z różnymi czynnikami wpływającymi na wielkość produkcji (opisane szerzej w rozdziale trzecim). Identyfikacja ryzyka jest ważna, gdyż wpływa na dobór odpowiedniej strategii prowadzenia robót, zaś ocena stanu zagrożenia powinna się odbywać w sposób ciągły zarówno w trakcie procesu planowania, jak i w miarę postępów eksploatacji. Analiza dotychczas stosowanych sposobów planowania produkcji wykazała, iż podstawą do tego procesu jest projekt zagospodarowania złoża wraz ze sporządzonym na jego podstawie planie ruchu. Planowanie odbywa się na podstawie procedur Międzynarodowej Organizacji Normalizacyjnej ISO. Oznacza to, że rozpoczęcie tworzenia planu produkcji na kolejny rok ma miejsce w drugiej połowie roku poprzedzającego rok planistyczny. Bazą do planowania jest prognoza wykonania wydobycia i robót w roku bieżącym. Musi być ona *„zawsze ściśle powiązana z poziomem zdolności produkcyjnej najsłabszego ogniwa produkcyjnego w całym ciągu technologicznym”*. Dodatkowymi dokumentami wspierającymi proces planowania wielkości wydobycia w kopalni są harmonogramy, w tym: harmonogramy robót przygotowawczych, harmonogramy zbrojeń, biegu i likwidacji ścian oraz harmonogramy wyposażania ścian w podstawowe maszyny i urządzenia. Pokazują one realne zagrożenia dla terminowego rozpoczęcia i zakończenia robót. W sytuacji gdy występują zagrożenia, założenia w planie PTE są na bieżąco modyfikowane (wprowadza się korekty planu). W praktyce harmonogramy tworzone są przy wykorzystaniu komputerowego systemu Szyk2, opracowanego przez COIG. Doktorant nadmienił również, iż złożoność problematyki wymusza potrzebę współpracy z jednostkami naukowo-badawczymi, które to wspomagają kadrę zarządzającą w podejmowaniu decyzji. Przeprowadzona analiza pozwoliła Doktorantowi sformułować następujący wniosek: **„w kopalniach węgla kamiennego charakteryzujących się wysoką kapitałochłonnością produkcji i specyficznymi warunkami prowadzenia eksploatacji, popelnienie błędów już na etapie planowania może mieć fatalne skutki dla całego przedsiębiorstwa”**. Dlatego też kluczowym elementem procesu produkcyjnego jest jego monitorowanie, które również wspierane jest przez specjalny moduł informatyczny opracowany przez COIG. Ciągła obserwacja parametrów pracy maszyn i urządzeń pozwala na zidentyfikowanie czynników powodujących zakłócenia, awarii czy postojów ciągów technologicznych, a także na bieżącą regulację procesów wydobywczych. Tworzone w procesie monitorowania raporty i analizy

powinny być wykorzystywane do doskonalenia parametrów procesu wydobywczego w kopalni.

Rozdział piąty stanowi analizę przebiegu procesu produkcyjnego, który został zrealizowany w latach 2014-2018. Podstawą do przeprowadzenia obserwacji były raporty dyspozytorskie stanowiące dokumentację ruchową kopalni, które dostarczyły Doktorantowi wiarygodnych informacji o charakterze każdego czynnika ryzyka. Do klasyfikacji czynników ryzyka przyjęto: prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia, czas trwania zdarzenia oraz skutki jakie to zdarzenie powoduje (straty wydobywania). Analizie poddano osiem ścian (oznaczonych od A do H) różniących się parametrami, wyposażeniem i organizacją pracy. Wyodrębnionych zostało łącznie 3540 zmian wydobywczych. Doktorant w sposób właściwy wybrał tylko te zmiany, które w największym stopniu odzwierciedlały przebieg procesu produkcyjnego, odrzucając zmiany w okresach rozruchu ścian oraz przygotowania ścian do likwidacji. Dane pozyskane z raportów dyspozytorskich są szczegółowe i dotyczą organizacji pracy, czasu pracy kombajnu, uzyskiwanych wyników (wielkość wydobywania węgla na zmianie wydobywczej) oraz czynników wpływających na przebieg procesu produkcyjnego (awarie). Ostatnia grupa danych jest dość obszerna i obejmuje podział na: awarie górnicze (19 rodzajów), awarie elektryczne (8 rodzajów), awarie maszynowe (4 rodzaje), zwalczanie zagrożeń naturalnych (1 rodzaj) oraz inne (2 rodzaje). Przebiegi procesu produkcyjnego przedstawiono w formie tabelarycznej dla każdej ściany (załączniki 1 do 8).

W rozdziale szóstym przedstawiono istotę celu budowy modelu prognostycznego, dokonano analizy współzależności między zmiennymi przy wykorzystaniu współczynnika korelacji Pearsona, a następnie wykorzystując analizę regresji zbudowano po cztery modele, wyrażone w postaci funkcji liniowej z jedną zmienną, dla każdej z analizowanych ścian wydobywczych. Efektem badań zawartych w tym rozdziale było uzyskanie łącznie 32 równań przedstawiających następujące zależności:

Model 1: zależność czasu pracy kombajnu (t_{kb}) od czasu trwania awarii (t_{aw})

Model 2: zależność wielkości wydobywania (W) od czasu trwania awarii (t_{aw})

Model 3: zależność wielkości wydobywania (W) od czasu pracy kombajnu (t_{kb}) – bez wyrazu wolnego

Model 4: zależność wielkości wydobywania (W) od czasu pracy kombajnu (t_{kb}) – z wyrazem wolnym

W dalszej części pracy na podstawie zidentyfikowanych wcześniej czynników ryzyka w postaci awarii obliczono prawdopodobieństwo wystąpienia konkretnego rodzaju awarii jakie miały miejsce podczas analizowanego przebiegu produkcyjnego. Na podstawie oszacowanego prawdopodobieństwa i funkcji losowych Doktorant zbudował generator zdarzeń losowych, służący symulowaniu prawdopodobieństwa wystąpienia awarii w przyszłości. Przeprowadzono symulacje wystąpienia awarii dla tysiąca zmian wydobywczych (Tabela 6.4. prezentuje wyniki dla pierwszych i ostatnich dwudziestu symulacji), a następnie obliczono prawdopodobieństwo ich wystąpienia (zasymulowanych awarii).

W rozdziale siódmym omówiono przyjęty sposób wyznaczania zdolności wydobywczej ścian. W toku postępowania Doktorant wykorzystał do obliczeń nominalny postęp i nominalną zdolność wydobywczą ściany na zmianę, wyszczególnił urabianie calizny węglowej w systemie jedno- i dwukierunkowym. W arkuszu kalkulacyjnym opracował narzędzie do obliczania nominalnego postępu i nominalnej zdolności wydobywczej, co jest podstawą planowania wydobycia w kopalni.

Rozdział ósmy zawiera autorską propozycję podejścia w celu zbudowania ogólnego modelu prognostycznego dla wielkości produkcji w kopalni węgla kamiennego. Dla potrzeb opracowania nowej metody Doktorant wyszczególnił dwa etapy:

- pierwszy, w ramach którego podjął próbę zastąpienia wyznaczonych wcześniej ośmiu równań regresji dla każdego modelu (Model: 1, 2, 3 i 4) jednym równaniem. W tym celu wykorzystał metodę bootstrapową, która umożliwiła mu dodatkowe oszacowania wartości parametrów wcześniej zbudowanych modeli. Niezbędne symulacje wykonano w programie R z wykorzystaniem zaimplikowanej biblioteki boot, która wykonuje procedurę próbkowania z danego zbioru danych określoną liczbę razy (wykonano 10 000 bootstrapowych repetycji). Dla każdego modelu sporządzono osiem wykresów (8 ścian, A-H), wyznaczono 90-procentowe przedziały ufności i wyznaczono dla każdego modelu ogólny model przedstawiający odpowiednie zależności.

- drugi, w którym zbudował jeden model prognostyczny uwzględniający parametry wyrobiska ścianowego oraz ryzyko towarzyszące eksploatacji górniczej. Wykorzystane w rozdziale 7 wzory na wyznaczenie nominalnej wydajności zmianowej ściany nie uwzględniały zmiennych opisujących ryzyko towarzyszące eksploatacji górniczej. Pozwoliło to Doktorantowi zauważyć, iż przy założeniu że na zmianie wydobywczej nie wystąpiła awaria ($t_{aw} = 0$), czyli proces produkcyjny przebiegał bez zakłóceń (pozytywny scenariusz wydarzeń),

nominalna wydajność zmianowa ściany równa się maksymalnemu wydobyciu, jakie może być uzyskane na danej zmianie wydobywczej. Do budowy jednego równania, wyznaczającego wielkość produkcji w wyrobisku ścianowym wybrano model opisujący zależność wielkości wydobycia od czasu trwania awarii (Model 2). Rozważania Doktoranta pozwoliły mu na stwierdzenie, iż w sytuacji gdy nie wystąpi żadne zdarzenie losowe (awaria) oczekiwać należy wydobycia maksymalnego. Ostateczna postać modelu prognozowanej wielkości produkcji wyznaczana jest na podstawie parametrów eksploatowanego pokładu, wyposażenia technicznego ściany, czasu pracy w wyrobisku ścianowym i ryzyka jakie towarzyszy eksploatacji górniczej (obliczonego w rozdziale 6).

W rozdziale dziewiątym opisano i przedstawiono schemat budowy ilościowej prognozy wielkości produkcji, wspomagającej dotychczasową metodę planowania w kopalni węgla kamiennego, wykorzystującą jedynie metody jakościowe. W założeniach opracowana autorska metoda uwzględnia:

- dotychczasowy schemat planowania produkcji,
- rzeczywiste uwarunkowania procesu produkcyjnego i specyfikę podziemnej eksploatacji złóż,
- analizę ryzyka, jakie towarzyszy eksploatacji pokładu,
- oparta jest na prawdopodobieństwie wystąpienia zdarzeń losowych.

Proces budowania prognozy ilościowej wielkości wydobycia węgla kamiennego przedstawił Doktorant w ośmiu etapach, na które składają się:

1. sformułowanie zadania prognostycznego (zaplanowanie wielkości produkcji ze ściany),
2. określenie przesłanek prognostycznych (wskazano czynniki ryzyka wywierających bezpośredni wpływ na prognozowane zjawisko, uzupełnienie budowanej prognozy o te czynniki spowoduje, że prognoza będzie dokładniejsza),
3. zebranie, obróbka statystyczna i analiza danych prognostycznych (analiza ryzyka w obiekcie, utworzono bazę danych obejmującą informacje o robotach eksploatacyjnych prowadzonych w przeszłości, wybrano zmiany wydobywcze, dokonano analizy zmian w celu zidentyfikowania czynników powodujących zakłócenia w przebiegu procesu produkcji),
4. wybór metody prognozowania (zbudowano modele opisujące przebieg procesu produkcyjnego, zbudowano generator stymulujący wystąpienie awarii w przyszłości),

5. konstrukcja prognozy (zbudowano modele prognostyczne odwzorowujące prawidłowości zachodzące w przeszłości i zakładający ich występowanie w przyszłości, skonstruowano arkusz kalkulacyjny, w który wbudowano generator zdarzeń losowych),
6. ocena dopuszczalności prognozy,
7. zastosowanie prognozy (wykonanie symulacji przebiegu procesu produkcyjnego dowolną ilość razy i wyznaczenie prognozowanej wielkości wydobywania ze ściany, wykorzystanie skonstruowanego arkusza kalkulacyjnego),
8. ocena trafności prognozy.

Zaproponowane przez Doktoranta podejście prognostyczne, umożliwiające integrację metod ilościowych prognozowania z ocenami ekspertów wydaje się być ciekawym rozwiązaniem na wspomaganie korygowania planów produkcyjnych (są bardziej dokładne), opracowania planów wielkości produkcji (kombinacja metod ilościowych i jakościowych powoduje, iż prognozy są bardziej obiektywne, unika się ich obciążania tylko danymi z przeszłości i są bardziej elastyczne), korygowania planów budowanych z wykorzystaniem metod ilościowych (poprawa dokładności planów).

Doktorant przedstawił również przykład przeprowadzenia symulacji za pomocą opracowanej metody planowania wielkości produkcji w ujęciu zmianowym, uwzględniającej ryzyko związane z planowaniem produkcji. W efekcie tych symulacji uzyskuje się informację (pracownicy biorący udział w procesie planowania wielkości produkcji) z jakiej wielkości ryzykiem jest związane wyznaczenie wielkości produkcji na określonym poziomie, jaka jest proponowana wielkość wydobywania dobowego w zależności od przyjętego układu pracy oraz ocenę ryzyka na podstawie przyjętej (lub narzuconej) wielkości produkcji.

Dodatkowo zbadano trafność realizacji zaplanowanych wielkości wydobywania w badanej kopalni w latach 2014-2018. Znajomość wyników uzyskanych w rzeczywistości pozwoliła na porównanie ich z wynikami jakie uzyskano przy zastosowaniu nowej metody. Dokonano oceny jakości prognoz oraz ich przydatności. W celu przeprowadzenia symulacji przyjęto założenia: liczbę jednocześnie dostępnych ścian wraz z ich parametrami odpowiadającymi stanowi rzeczywistemu oraz organizację pracy (dziewięć lub dziesięć brygad ścianowych rozdzielanych na czynne ściany; w jednym wyrobisku ścianowym mogą być zatrudnione maksymalnie cztery brygady ścianowe; maksymalnie czterozmianowy układ pracy). Przeprowadzono 1000 symulacji przebiegu dni produkcyjnych. Średnią wartość przyjęto jako prognozowaną wielkość wydobywania. Zestawienie zasymulowanej wielkości wydobywania nową metodą i rzeczywistych

wielkości wydobycia pozwoliło na przedstawienie odchylenia od prognozy. Przeprowadzona analiza pokazała, iż:

- budowanie planów wydobywczych nową metodą pozwala uzyskać lepszą dokładność od planowania produkcji dotychczasowym sposobem,
- nowa metoda znacznie lepiej wyznaczyła wyniki uzyskiwane w poszczególnych miesiącach dla czterech z pięciu analizowanych lat np. była dokładniejsza dla 9 m-cy w 2014 roku czy dla 11 m-cy w 2015, a w styczniu 2018 nowa metoda wręcz idealnie wyznaczyła wielkość (odchylenie zaledwie -0,13%), wyjątkiem był rok 2016 gdzie dokładność obu metod była porównywalna,
- w miesiącach, w których stary sposób planowania był produkcji był bardziej dokładny w wyznaczaniu prognozy wydobycia, nowa metoda symulowała bardzo zbliżone wyniki,
- biorąc pod uwagę cały analizowany okres planowanie wielkości wydobycia według nowej metody było zdecydowanie trafniejsze i dokładniejsze niż dotychczasowy sposób planowania.

Propozycję Doktoranta dotyczącą usprawnienia procesu planowania wielkości produkcji w kopalniach węgla kamiennego należy uznać za oryginalną naukowo ze względu na połączenie metod jakościowych z ilościowymi, w szczególności analizę ryzyka jakie towarzyszy procesom eksploatacji oraz prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzeń losowych, w proponowanym modelu.

Wobec powyższego, z przeprowadzonej analizy wynika, iż opracowany model umożliwia planowanie wielkości produkcji w kopalni węgla kamiennego w bardziej racjonalny sposób, powodując większą jego realność do wykonania. Zdecydowanie wypełnia lukę badawczą w zakresie procesów planowania realizowanych w kopalniach węgla kamiennego.

Ciekawym uzupełnieniem opracowanej metody byłoby przedstawienie wymiaru ilościowego, czyli wpływu na wynik ekonomiczny, o czym Doktorant kilkakrotnie wspominał w dysertacji.

5. Uwagi krytyczne i kwestie dyskusyjne

Analiza rozdziałów przedstawionej rozprawy umożliwiła mi sformułowanie następujących pytań i spostrzeżeń:

- Kilukrotnie w pracy Doktorant nadmienia, że niewłaściwie sporządzony plan (odbiegający od rzeczywistości) przekłada się na mniejsze wydobycie, a tym samym na wynik ekonomiczny przedsiębiorstwa górniczego. Czy takie stwierdzenie mógłby Doktorant poprzeć konkretnymi przykładami? Czy Doktorant może to zbadać?

- Przy omawianiu czynników wpływających na przebieg procesu produkcyjnego przyjęto założenie, że są nimi awarie (wyróżniono 5 grup: górnicze, elektryczne, maszynowe, zwalczanie zagrożeń naturalnych oraz inne). Jednym z najważniejszych czynników, ze względu na rodzaj prowadzonej działalności górniczej wydają się być zagrożenia naturalne. Dlaczego Doktorant w tej właśnie grupie wyszczególnił tylko profilaktykę metanową (str. 36/37, Tabela 5.2., poz. 32)?

- przedstawione w Tabeli 7.1. (str. 54) obliczenia dotyczące wyznaczenia nominalnej wydajności zmianowej dotyczą której ściany? Dlaczego pokazał Pan obliczenia dla tylko jednej ściany? Brakuje mi informacji na temat uzyskanych wyników. Bardzo interesujące z poznawczego punktu widzenia byłoby pokazanie zestawienia obliczeń dla wszystkich analizowanych ścian A-H.

- Podczas budowy modelu prognostycznego, w etapie pierwszych określono ogólne modele dla każdej z czterech rozpatrywanych zależności, natomiast etap drugi stanowi próbę zbudowania ogólnego modelu. Czy Doktorant mógłby doprecyzować dlaczego Model 2 uznał za najwłaściwszy i na nim oparł swoje dalsze badania?

- Z poprzednim pytaniem wiąże się kolejna kwestia dyskusyjna dotycząca wystąpienia awarii w przyszłości. Niektóre awarie mogą być powiązane ze sobą – czy model uwzględnia taką sytuację?

- W jakim stopniu zaproponowana metoda planowania produkcji w kopalni węgla kamiennego jest metodą uniwersalną? Czy jej zastosowanie w innych kopalniach wymaga dostosowania? Jeśli tak, to w jakim zakresie?

- nie wszystkie podane w pracy wzory mają nadane numery np. na str. 47, 52, 53, 56, 57, 62, 63,

- w tego typu pracy naukowej nie stosuje się formy pierwszej osoby liczby pojedynczej, lecz formy bezosobowej np. posłużyłem się – posłużono się, uzyskałem – uzyskano, założyłem – założono itd.,

- w pracy brak odniesienia do następujących pozycji z bibliografii: poz. 49 - Gajdzik B. (2015), poz. 66 – Jaszczuk M., Siwiec J. (1997), poz. 79 – Karbownik A., Wodarski K. (2005), poz. 128 – Przybyła H. (1989) oraz poz. 160 – Stecuła K., Brodny J. (2017b).

Uwagi szczegółowe:

- str. 7 – „Dane wyjściowe do pracy...” – miały być chyba wejściowe,
- str. 8 – zmienna Y to zmienna objaśniana, nie objaśniająca,
- str. 14 – w podrozdziale 3.3. w przypisach jest [Franik, 2009], natomiast w spisie literatury jest Franik 2009a oraz 2009b,
- str. 20 – w podrozdziale 3.3.2. w przypisach jest [Siwiec, 1997], natomiast w spisie literatury nie widnieje taka pozycja, to samo tyczy się pozycji [Jaszczuk, Gajdzik, 2015], natomiast w spisie znajdują się pozycje nie cytowane w pracy (poz. 49 – Gajdzik, 2015 oraz poz. 66 – Jaszczuk, Siwiec, 1997),
- str. 25 – w podrozdziale 4.1. w przypisach jest [Karbownik, Kowal, Kowal, 2004, 2007], natomiast w spisie literatury nie widnieje taka pozycja, to samo tyczy się pozycji [Wodarski, 2005], wydaje się, że chodziło o następujące pozycje: [Karbownik, Tchórzewski, 2004, 2007] – poz. 75 i 76 oraz [Karbownik, Wodarski, 2005] – poz. 79,
- str. 37 - część Tabeli 5.2 została przniesiona na tą stronę, zatem należałoby podać jeszcze raz Tabela 5.2. Cd.,
- str. 39 – w ostatnim akapicie podrozdziału 6.1 podane są przypisy [Gładysz, Mercik, 2007] oraz [Magda, 2009], których nie ma w bibliografii,
- str. 40 – brak odwołania w tekście do wzoru 6.1,
- str. 43 – tabeli nie można uzyskać,
- str. 47 - zamiast ; przed zapisem $\log()$ powinien być :
 - brak numerów nadanych równaniom,
- str. 49 - pod Tabelą 6.4. – brak źródła,
- str. 51 - część Tabeli 6.5 została przniesiona na tą stronę, zatem należałoby podać jeszcze raz Tabela 6.5. Cd.
- str. 52 – brak odwołania w tekście do wzoru 7.1; brak numerów pozostałych równań,
- str. 56 – brak numeru wzoru,
- str. 70 – „tabelę pn.” - powinno być pt.
- str. 71/72 – brak odwołania w tekście do rys. 9.2 i 9.3,
- str.78 – brakuje przecinka w tekście „(...) węgla mniej od tego, co wykazała symulacja...”,
- str. 81 - pod Tabelą 9.2. – brak źródła, tak samo na kolejnych stronach przy Tabelach 9.3-9.6,

- str. 149 – w kwestii ujednoczenia równań regresji dla wszystkich ścian w tabelach dla modelu 3, w równaniu regresji dla ściany A brakuje wyrazu wolnego.

6. Wniosek końcowy

Praca została przygotowana z dużą starannością i nakładem pracy, co potwierdza wysoki poziom wiedzy Doktoranta w przedmiotowym zagadnieniu mieszczącym się w dyscyplinie naukowej górnictwo i geologia inżynierska (obecnie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka). Stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oparte na oryginalnych wynikach badań własnych. Doktorant wykazał, iż posiada umiejętność samodzielnego prowadzenia badań wykorzystując odpowiednie techniki i metody badawcze. Zaproponowana metoda posiada aspekt praktyczny i z pewnością znajdzie akceptację wśród kadry zarządzającej kopalniami węgla kamiennego.

Biorąc pod uwagę merytoryczną wartość rozprawy oraz jej zakres stwierdzam, że przedłożona do oceny praca doktorska Pana mgra inż. Łukasza Matuszka pt. *Nowa metoda planowania wielkości produkcji w kopalni węgla kamiennego* spełnia wymogi określone w *Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki* (Dz. U. 2003 Nr 65 poz. 595, z późn. zm.).

Wobec powyższego, stawiam wniosek do Rady Naukowej Głównego Instytutu Górnictwa o przyjęcie rozprawy doktorskiej i dopuszczenie Pana mgra inż. Łukasza Matuszka do jej publicznej obrony.

dr hab. inż. Barbara Kowal

