

dr hab. inż. Witold BIAŁY, prof. ITG KOMAG  
Instytut Techniki Górniczej KOMAG  
ul. Pszczyńska 27, 44-101 Gliwice

Gliwice, 12.04.2023 r.

## **Recenzja rozprawy doktorskiej**

autorstwa mgr inż. Doroty PALKA, pt.:

***„Zastosowanie badań modelowych do analizy stanu zagrożenia metanowego  
w procesie produkcji górniczej”***

### **1. Wprowadzenie**

Niniejsza recenzja została opracowana w oparciu o nadesłany egzemplarz rozprawy doktorskiej przez Przewodniczącą Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna, Panią prof. dr hab. inż. Ewę Majchrzak.

Podstawą do jej opracowania jest uchwała Rady Dyscypliny: Inżynieria Mechaniczna, o której recenzent został poinformowany pismem z dnia 15.02.2023 roku.

Przewód doktorski wszczęty został dnia 15.07.2020 roku. Opinię wykonano w oparciu o art.13 ust.1 ustawy z dnia 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (t. j. Dz. U. z 2017r. poz. 1789 w związku z art. 179 ust.1 i ust.2 ustawy z dnia 3 lipca 2018r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018r. poz. 1669 z późn. zm.).

### **2. Uzasadnienie podjęcia tematu**

Problematyka bezpieczeństwa i efektywności podziemnej eksploatacji węgla kamiennego stanowi istotny i ciągle aktualny problem badawczy m. in. ze względu na złożony charakter uwarunkowań środowiskowych, w których jest prowadzona eksploatacja. Zagadnienie to, jest szeroko podejmowane w literaturze, w odniesieniu do różnych aspektów oraz problemów związanych z podziemną eksploatacją. W ten nurt wpisuje się recenzowana praca, która w zakresie kompleksowego podejścia do badania stanu zagrożenia metanowego stanowi nowe podejście, wypełniające lukę badawczą występującą

w obszarze zastosowania nowoczesnych metod badawczych do poprawy bezpieczeństwa i efektywności eksploatacji górniczej. Występowanie tej luki potwierdza przeprowadzony przez Autorkę, w bardzo szerokim zakresie przegląd literatury. Wykorzystanie metodyki systematycznego przeglądu literatury, zdecydowanie podnosi walory naukowe pracy, wskazując na bardzo dobre przygotowanie merytoryczne i metodyczne Doktorantki.

Wyniki analizy literatury oraz dokumentacji górniczej, szczególnie w zakresie występujących niebezpiecznych zdarzeń związanych z zagrożeniem metanowym oraz ich skutków, szczególnie w kwestii nieplanowanych przerw w pracy maszyn górniczych, w pełni uzasadniają podjęcie tematyki pracy.

W zakresie celowości podjęcia tematyki pracy, bardzo wysoko należy także ocenić zaproponowaną i opracowaną przez Doktorantkę metodykę badań w celu rozwiązania wskazanego problemu badawczego. Metodyka ta ma bowiem na celu wyznaczenia niebezpiecznych – z punktu widzenia zagrożenia metanowego – stref, w wyrobiskach górniczych w rejonie prowadzonej eksploatacji węgla, w oparciu o badania modelowe i wyniki pomiarów w warunkach rzeczywistych. Łączy zatem dwa fundamentalne sposoby prowadzenia badań naukowych, co świadczy o dużej wiedzy i dobrym rozeznaniu badanej problematyki przez Doktorantkę.

Warto także podkreślić, że podjęta tematyka pracy jest zarówno z naukowego jak i utylitarne punktu widzenia w pełni zasadna. Uzasadnienie części naukowej wynika z konieczności badania procesów wentylacyjnych w rejonie prowadzonej eksploatacji, z uwzględnieniem zagrożenia metanowego oraz możliwości zastosowania badań modelowych opartych na modelu strukturalnym danego rejonu, do występujących w tych procesach zjawisk. Także z utylitarne punktu widzenia podjęcie tej problematyki jest w pełni zasadne. Oczywistym jest bowiem, co zresztą podkreśla także Doktorantka, że nadrzędnym celem jest poprawa bezpieczeństwa oraz efektywności eksploatacji węgla, z punktu widzenia zagrożenia metanowego. W obecnej sytuacji gospodarczej w kraju i na świecie, w której rola i znaczenie węgla kamiennego jest bardzo duża, ten kierunek badań jest jak najbardziej słuszny i aktualny.

Uwzględniając przedstawione argumenty, stwierdzam, że podjęty przez Doktorantkę temat pracy jest ważny i bardzo dobrze wpisuje się w obecne potrzeby i trendy badawcze. Opracowana metodyka, model i przeprowadzone badania, zarówno z naukowego jaki i

praktycznego punktu widzenia stanowią oryginalne rozwiązanie problemu badawczego i wypełniają występującą w tym obszarze lukę badawczą.

### **3. Opis recenzowanej pracy**

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska pt.: *„Zastosowanie badań modelowych do analizy stanu zagrożenia metanowego w procesie produkcji górniczej”* składa się z 231 stron, 8 rozdziałów, dwa streszczenia (w języku polskim i angielskim), spisu rysunków oraz bibliografii. Spis literatury zawiera 355 pozycji krajowych i międzynarodowych. Doktorantka jest autorem lub współautorem w 10 pozycjach. Rozprawa doktorska została wykonana w sposób kompleksowy, ujmując prawidłowo przeprowadzony projekt badawczy. Struktura pracy jest przejrzysta i logiczna. Poszczególne rozdziały zachowują układ przyczynowo-skutkowy i odzwierciedlają przyjęty proces badawczy.

W rozprawie, Doktorantka skupiła się na opracowaniu metody służącej poprawie bezpieczeństwa i efektywności eksploatacji węgla kamiennego, opartej na badaniach modelowych i wynikach pomiarów w warunkach rzeczywistych. Ponadto Autorka stwierdza, że stosowanie badań modelowych i symulacji komputerowej, stanowi alternatywne podejście do badania zjawisk, których proces badania w warunkach rzeczywistych jest zbyt pracochłonny, niebezpieczny i zbyt kosztowny, a w wielu przypadkach, ze względu na niebezpieczeństwo ich realizacji praktycznie niemożliwy do przeprowadzenia. Do grupy takich zjawisk należy bez wątpienia badanie rozkładów stężeń metanu w rejonie prowadzonej eksploatacji górniczej bezpośrednio w trakcie eksploatacji. Badania modelowe mogą stanowić w takich sytuacjach alternatywę, czy też uzupełnienie częściowych badań w warunkach rzeczywistych.

W rozdziale 1 przedstawiono genezę problemu badawczego w szczególności uzasadniając zasadność stosowanej metody modelowania i symulacji komputerowej. Ponadto, wyjaśniono specyfikę prowadzonych badań wskazując na liczne zagrożenia naturalne i powiązane z nimi skutki, występujące w analizowanym środowisku.

W rozdziale 2, uzasadniając podjęcie tematu pracy, odniesiono się do najważniejszych obszarów związanych z celowością jej realizacji, a mianowicie roli i znaczenia badań

modelowych w gospodarce i nauce oraz bezpieczeństwie i efektywności procesu eksploatacji węgla w kontekście zagrożenia metanowego.

Rozdział 3 zawiera cel naukowy (poznawczy) pracy, cele użytkowe oraz zakres pracy. Ponadto Autorka podkreśla wieloaspektowość podjętego tematu oraz jego interdyscyplinarność, uzasadniając tym konieczność prowadzenia szerokiego zakresu badań, uwzględniających rozważania teoretyczne oraz badania w warunkach rzeczywistych.

W rozdziale 4 przeprowadzono analizę literatury oraz dokonano szerokiej oceny publikacji, które dotyczą zastosowania badań modelowych w górnictwie. Na podstawie przeprowadzonej kwerendy, Autorka zidentyfikowała występującą lukę badawczą w zakresie kompleksowego podejścia do badania stanu zagrożenia metanowego w rejonie prowadzonej podziemnej eksploatacji, z uwzględnieniem zrobów zawałowych, jako ośrodka przepuszczalnego oraz wykorzystania pomocniczych urządzeń wentylacyjnych oraz wyników badań w warunkach rzeczywistych, w celu poprawy stanu bezpieczeństwa w tym rejonie.

Rozdział 5 przedstawia proces podziemnej eksploatacji węgla kamiennego, a także scharakteryzowano występujące w tym procesie zagrożenia naturalne. Następnie, dokonano analizy statystyki wypadkowości górniczej w latach 2008-2021. Zdaniem Autorki przedstawione dane statystyczne potwierdziły, że najbardziej nieprzewidywalnym i niebezpiecznym zagrożeniem w trakcie podziemnej eksploatacji węgla jest zagrożenie metanowe.

W rozdziale 6 przedstawiono opracowaną metodykę oceny zagrożenia metanowego umożliwiającą wyznaczenie rozkładów stężeń metanu oraz innych parametrów fizycznych i chemicznych atmosfery kopalnianej dla rejonu eksploatacji węgla. W sposób przejrzysty i jasny przedstawiono opracowany i zrealizowany w pracy tok postępowania badawczego. Omówiono także zastosowane narzędzie badawcze, wykorzystane do przeprowadzenia zasadniczych badań. Rozdział zakończono krótkim podsumowaniem odnoszącym się do opracowanej metodyki.

W rozdziale 7 zawarto przykład zastosowania opracowanej metodyki dla rzeczywistego rejonu eksploatacji górniczej w jednej z polskich kopalń węgla kamiennego. Ocenę stanu zagrożenia metanowego dla tego rejonu przeprowadzono zgodnie z przedstawioną w rozdziale 6 metodyką. W kolejnych podrozdziałach przedstawiono

charakterystykę badanego, rzeczywistego rejonu podziemnej eksploatacji górniczej wraz z wynikami badań w warunkach rzeczywistych (7.1), model tego rejonu (7.2) oraz wyniki badań stanu zagrożenia metanowego w tym rejonie (7.3). Z kolei, w rozdziale 7.4 przedstawiono przykłady zastosowania opracowanej metodyki do badania stanu zagrożenia metanowego dla wybranych warunków wentylacyjnych. Istotnymi elementami tej części pracy było przeprowadzenie procesów weryfikacji oraz walidacji opracowanej metodyki. Rozdział zakończono syntetycznym podsumowaniem uzyskanych wyników.

Rozdział 8 zawiera podsumowanie, wnioski końcowe oraz kierunki dalszych badań.

#### **4. Ogólna ocena pracy**

Recenzowana rozprawa doktorska jest wykonana zgodnie z kanonami tworzenia rozpraw doktorskich. Doktorantka dobrze dobrała liczbę rozdziałów, zagadnienia w nich opisywane układają się w logiczną całość. Treść rozprawy została wzbogacona o liczne, w większości opracowane przez Autorkę ilustracje, wykresy i schematy, które znacznie ułatwiają zrozumienie omawianych zagadnień. Na szczególnie pozytywną ocenę zasługuje przedstawiony na 88 stronie graficzny schemat metodyki postępowania badawczego, który stanowi swoistego rodzaju „mapę” całego procesu badawczego, ułatwiającą zrozumienie i czytelność pracy. Bardzo obszerna jest także literatura, na którą powołuje się Doktorantka. Spis ten obejmuje aż 355 pozycji w językach polskim i angielskim, co niewątpliwie świadczy o dobrym rozeznaniu i przygotowaniu się doktorantki do prezentowanej problematyki. Wśród publikacji wymienionych w bibliografii, które są autorstwa/współautorstwa Doktorantki (10 pozycji), są prace opublikowane w polskich i międzynarodowych czasopismach. Należy także podkreślić poprawność powołań na uwzględnione w spisie literatury pozycje.

Niewątpliwym osiągnięciem Doktorantki są także przeprowadzone procesy weryfikacji opracowanego modelu oraz walidacji całej metodyki. Wyznaczone w wyniku tych działań rozkłady stężeń metanu w różnych płaszczyznach badanych wyrobisk oraz trajektorie prędkości przepływu powietrza stanowią bardzo cenne źródło informacji o zjawiskach wentylacyjnych zachodzących w badanym rejonie. Uzyskane wyniki jednoznacznie wskazują, że badania modelowe dają duże możliwości opisu rzeczywistych

zjawisk fizyko-chemicznych zachodzących w rejonie eksploatacji górniczej. Proces walidacji wskazał ze uzyskane wyniki są wiarygodne i mogą z powodzeniem być wykorzystane przez odpowiednie służby kopalniane do działań profilaktycznych. Opracowana metodyka i model dają zatem możliwość diagnostyki stanów wentylacyjnych w badanym rejonie oraz prognozowania takich stanów dla różnych emisji metanu w trakcie eksploatacji. Przedstawione przykłady analiz potwierdzają słuszność i prawidłowość przyjętych założeń oraz opracowanego modelu i metodyki badawczej. Ich zastosowanie umożliwiło osiągnięcie założonych celów. Także sposób prezentacji treści pracy jest logiczny i ułożony metodycznie. Poszczególne rozdziały w sposób jasny i zrozumiały wyjaśniają wprowadzane pojęcia, stosowane metody oraz przyjmowane założenia pracy.

Podsumowując stwierdzam, że praca została przygotowana w sposób metodologicznie poprawny oraz stanowi oryginalne osiągnięcie Doktorantki. Najbardziej istotnymi jej osiągnięciami jest opracowana metodyka badawcza oraz model strukturalny badanego rejonu eksploatacji górniczej. Zastosowanie metody objętości skończonych oraz uwzględnianie wyników pomiarów parametrów fizyko-chemicznych w warunkach rzeczywistych, potwierdza wysoki poziom naukowy pracy. Dotyczy to także uwzględnienia zrobów zawałowych potraktowanych jako ośrodek porowaty i przepuszczalny. Bardzo istotną zaletą pracy jest także jej użyteczny charakter, co ma szczególnie istotne znaczenie gospodarcze dla naszego kraju oraz społeczne dla regionu Górnego Śląska.

Reasumując, stwierdzam że recenzowana praca dotyczy ważnej i aktualnej tematyki i stanowi oryginalne osiągnięcie naukowe Doktorantki. Stanowi także oryginalne rozwiązanie problemu badawczego związanego z oceną stanu zagrożenia metanowego w procesie podziemnej eksploatacji górniczej.

## **5. Uwagi szczegółowe i pytania**

Najsłabszym elementem pracy jest jej część redakcyjna. Zauważyłem dużą liczbę błędów edytorskich, stylistycznych, językowych oraz odstępstwa od reguł stosowania formy bezosobowej i czasu dokonanego. Niektóre zdania wydają się zbyt wielokrotnie złożone, a formy słów są błędnie odmienione.

Te drobne uchybienia nie mają jednak większego wpływu na ocenę merytoryczną całej pracy. Natomiast lektura jej treści skłania do sformułowania następujących pytań i uwag o charakterze dyskusyjnym, które wymagają dodatkowych wyjaśnień:

1. Autorka konsekwentnie w całej pracy pisze o procesie produkcji węgla kamiennego, jednak opracowanie rozwiązanie wyraźnie wskazuje na rejon eksploatacji górniczej, czyli eksploatację. Proszę zatem o zinterpretowanie pojęć procesów produkcji oraz eksploatacji. Czy zdaniem Autorki pojęcia te można stosować zamiennie?
2. Autorka używa określenia „warunki górniczo-geologiczne”, jest to błędne, gdyż powinno się używać sformułowania geologiczno-górnictwa (Prawo geologiczno-górnictwa)
3. Jakie są potencjalne ograniczenia w stosowaniu opracowanej metodyki i modelu?
4. Jakie są możliwości praktycznego zastosowania opracowanej metodyki w kontekście bardzo zróżnicowanych warunków w jakich prowadzona jest eksploatacja górnicza?
5. Wzór 5.7, strona 83. Autorka podaje wzór na całkowitą ilość metanu, która może się wydzielić do wyrobiska eksploatacyjnego w trakcie eksploatacji. We wzorze tym jednym ze składników są ilości wydzielania się metanu z podebranych/nadebranych warstw V<sub>5</sub>, V<sub>6</sub>. Uwzględnia się tylko piaskowiec – a co jest jeżeli w stropie/spągu są inne skały? Przepuszczalność np. łupku jest inna – co wtedy?

## **6. Ocena ogólna Doktorantki, celu naukowego i formalna pracy**

Prowadzone prace wymagały sporego doświadczenia i interdyscyplinarnej wiedzy technicznej Doktorantki. Należy szczególnie zwrócić uwagę na złożoność prowadzonych analiz modelowych, które wymagają szerokiej specjalistycznej wiedzy w zakresie modelowania zjawisk fizycznych występujących w podziemnym środowisku górniczym. Doktorantka posiada wiedzę o nowoczesnych metodach badawczych i potrafi je realizować w złożonych projektach o charakterze badawczo-rozwojowym. Prezentowana praca doktorska ma dużą wartość użytkową, co jest niewątpliwie wartością dodaną. Biorąc pod uwagę całość zrealizowanej pracy pod kątem naukowym, poznawczym, stwierdzam, że Doktorantka rozwiązała problem z zakresu dyscypliny naukowej Inżynieria Mechaniczna. Należy zwrócić uwagę na fakt, że Autorka obok podejścia naukowego uwzględniła również

bardzo istotne czynniki takie jak: bezpieczeństwo i efektywność eksploatacji węgla kamiennego.

Stwierdzam, że rozprawa doktorska magistra inżyniera Doroty Palki pt.: „Zastosowanie badań modelowych do analizy stanu zagrożenia metanowego w procesie produkcji górniczej” spełnia wymogi stawiane w art. 13 ust.1 ustawy z dnia 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (t. j. Dz. U. z 2017r. poz. 1789 w związku z art. 179 ust. 1 i ust. 2 ustawy z dnia 3 lipca 2018r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018r. poz. 1669 z późn. zm.).

Wnoszę o przyjęcie niniejszej rozprawy i dopuszczenie do publicznej obrony.

Jednocześnie wnoszę o wyróżnienie pracy, ze względu na wysokie walory naukowe i użytkowe.

Z poważaniem

