

Gliwice, dnia 22.11.2022 r.

Prof. dr hab. inż. gór. Piotr Strzałkowski
Wydział Górnictwa, Inżynierii Bezpieczeństwa
i Automatyki Przemysłowej
Politechniki Śląskiej

RECENZJA PRACY DOKTORSKIEJ P.T.:
„WIELOPARAMETRYCZNA OCENA ZAGROŻENIA WYRZUTAMI GAZÓW
I SKAŁ W DRAŻONYCH WYROBISKACH KORYTARZOWYCH W POKŁADACH
WĘGLA KAMIENNEGO POŁUDNIOWO-ZACHODNIEJ CZĘŚCI NIECKI
GÓRNOŚLĄSKIEJ”
AUTORSTWA PANA MARIANA ZMARZŁEGO

1. PODSTAWA FORMALNA RECENZJI

Podstawę formalną recenzji stanowi pismo z dnia 07.10.2022 r. Zastępcy Dyrektora ds. Finansowo-Ekonomicznych Głównego Instytutu Górnictwa Pani mgr Aleksandry Mraczek – Krzak.

2. OMÓWIENIE PRACY

Praca dotyczy ważnego i aktualnego zagadnienia dla praktyki górnictwa węgla kamiennego w Polsce i na świecie, jakim jest ocena zagrożenia wyrzutami gazów i skał w wyrobiskach korytarzowych drażonych w pokładach węgla kamiennego. Aktualność i waga podjętej w pracy tematyki związana jest ze wzrastającą liczbą tych niebezpiecznych dla załóg górniczych zjawisk i zagrożeń.

Praca składa się z 9 rozdziałów, spisu literatury oraz załączników.

W rozdziale 1 (Wprowadzenie), Autor podkreślił, że występowanie zjawisk wyrzutów gazów i skał jest zależne od wielu czynników, które nie są do końca rozpoznane, pomimo prowadzonych badań w wielu krajach. Pomimo rygorystycznych przepisów dotyczących prowadzenia robót górniczych zjawiska te występują i stanowią istotne zagrożenie bezpieczeństwa w kopalniach. Duży wpływ na ich występowanie ma między innymi wzrost głębokości prowadzenia robót górniczych, z czym związana jest zmiana stanu naprężeń oraz właściwości gazowe węgla w pokładach, a także występowanie zaburzeń tektonicznych.

Autor wskazał również na wpływ innych czynników na stopień zagrożenia wyrzutami gazów i skał oraz konieczność opracowania metody prognozy tego zagrożenia. Wystarczająco dokładna dla praktyki ruchowej prognoza pozwoli na właściwy dobór środków profilaktycznych.

W rozdziale 2 sformułowano cel i zakres pracy. Celem naukowym pracy było: „opracowanie wskaźnika prognozy, opartego na zbiorze czynników i parametrów opisujących właściwości fizykomechaniczne, gazowe, tektoniczne i górnicze, identyfikujące stan zagrożenia wyrzutami gazów i skał.” Jako tezę pracy podano: istnienie „zależności pomiędzy właściwościami gazowymi i fizykomechanicznymi pokładu węgla oraz górotworu otaczającego, które pozwalają na określenie prognoz, pozwalających na ocenę stanu zagrożenia występowaniem zjawisk gazogeodynamicznych (wyrzutów gazów i skał).”

W rozdziale tym Autor stwierdził, że chociaż zjawiska gazogeodynamiczne występowały w JSW w wyrobiskach korytarzowych, to zagrożenia w wybieranych ścianach nie powinny być marginalizowane.

Rozdział 3 to charakterystyka zagadnienia objętego rozprawą. W rozdziale tym scharakteryzowano występowanie zjawisk gazodynamicznych i gazogeodynamicznych w górnictwie światowym oraz w górnictwie polskim. Przedstawiono najistotniejsze wnioski wynikające z publikacji dotyczących tematyki badań. W przypadku zjawisk występujących w GZW stwierdzono, że charakteryzowały się one niską intensywnością przebiegu – niewielkimi ilościami wydzielanych się gazów i niewielką masą przemieszczonych skał do wyrobisk. Bardzo ważnym stwierdzeniem było odnotowanie 29 przypadków wystąpienia zjawisk w czasie drażenia wyrobisk korytarzowych, na 30 zjawisk zaobserwowanych ogółem. Odniesiono się również do wpływu nadkładu mioceńskiego na stopień zagrożenia wyrzutami gazów i skał.

W dalszej części rozdziału przedstawiono hipotezy wyjaśniające przyczyny występowania wyrzutów gazów i skał oraz scharakteryzowano obowiązujący stan prawny dotyczący tych zjawisk. Wspecyfikowano również wskaźniki używane w prognozie bieżącej wg Rozporządzenia z 2013 r. i w prognozie rzeczoznawcy dla pokładów zakwalifikowanych do I kategorii zagrożenia wyrzutami gazów i skał.

W rozdziale 4 Autor omówił normatywne parametry używane do prognoz, określając ich wpływ na ocenę zagrożenia wyrzutami gazów i skał na podstawie literatury, doświadczeń praktycznych z kopalń GZW i co cenne – stanowiska Doktoranta przedstawionego na podstawie własnych doświadczeń praktycznych.

Rozdział 5 to omówienie wielkości charakteryzujących warunki geologiczno – górnicze wraz z oceną ich wpływu na zagrożenie wyrzutami gazów i skał. Wyniki analiz przeprowadzone w oparciu o doświadczenia praktyczne doprowadziły Autora do zaproponowania bezwymiarowego wskaźnika predyspozycji gazowej węgla do wyrzutu, jako stosunku wartości metanośności węgla w pokładzie do oznaczonej pojemności sorpcyjnej. Na podstawie doświadczeń z Ruchu „Zofiówka” Autor dokonał oszacowania przedziałów wartości wskaźnika odpowiadających poszczególnym stopniom zagrożenia wyrzutami gazów i skał. Wprowadził on tym sposobem podział na pokłady: niezagrożone zjawiskami wyrzutowymi,

o potencjalnej możliwości wystąpienia wyrzutów oraz o dużym prawdopodobieństwie wystąpienia tych zjawisk. Rozdział ten kończy podsumowanie, w którym Autor m.in. stwierdził, że spośród normatywnych parametrów oceny zagrożenia wyrzutami gazów i skał wykluczyć można wychód zwiercin, świadczący raczej o zagrożeniu tąpnięciami. Doszedł również do wniosku, że omówione parametry podzielić można na trzy grupy:

- Parametry, które można wykluczyć przy prowadzeniu dalszych analiz. Zaliczono do nich: wstrząsy górotworu, kąt tarcia wewnętrznej i kohezję.
- Parametry istotne, o których brak dostatecznych informacji lub takie, które mogą być wyrażone przez inne parametry, czy wielkości. Zaliczono do nich: kąt upadu pokładów, temperaturę górotworu, wilgotność, porowatość, ciśnienie złożowe gazu, współczynnik dyfuzji i gęstość przestrzenną.
- Parametry, które winny być uwzględnione w dalszych analizach: głębokość zalegania pokładu, rodzaj skał stropowych i spągowych w otoczeniu pokładu, miąższość pokładu, wytrzymałość węgla na ściskanie, stan naprężeń górotworu w otoczeniu pokładu, wskaźnik predyspozycji gazowej węgla do wyrzutu i parametry techniczne prowadzonych robót górniczych.

Zdaniem Autora zaproponowany wskaźnik predyspozycji gazowej węgla do wyrzutu nie uwzględnia wpływu na stopień zagrożenia wyrzutami gazów i skał takich wielkości parametrów jak: temperatura górotworu, wilgotność, porowatość, ciśnienie złożowe gazu i współczynnik dyfuzji. Autor doszedł także do wniosku, że wpływ stanu naprężeń w górotworze na stopień zagrożenia zjawiskami gazodynamicznymi i gazogeodynamicznymi powinien być analizowany za pomocą wyników przestrzennego modelowania numerycznego otoczenia prowadzonych robót górniczych.

W rozdziale 6 przedstawiono ocenę stanu zagrożenia zjawiskami wyrzutami gazów i skał w ścianach. Przedstawiono w nim hipotezę wyjaśniającą warunki konieczne do wystąpienia wyrzutu gazu i skał, a w dalszej kolejności zaproponowano metodę badawczą oceny zmiany metanonośności pokładu przed frontem ściany. Badania przeprowadzono w Ruchu „Zofiówka” na przykładzie ściany F-3 w pokładzie 406/1. Metoda pozwalała na porównanie obliczonej wartości wskaźnika oceny zagrożenia wyrzutowego węgla przed frontem ściany F-3, pobranego z wykonanych otworów badawczych o długości 6 m, w których oznaczono wartości metanonośności.

Rozdział 7 poświęcony został analizie stanu naprężeń i spękań górotworu w otoczeniu drażonych wyrobisk korytarzowych. Przedstawiono w nim wyniki badań endoskopowych oraz wyniki modelowania numerycznego górotworu w przestrzennym otoczeniu wyrobisk dla różnych warunków geologiczno – górniczych. Na podstawie przeprowadzonych analiz wyciągnięto wnioski odnośnie do zasięgu strefy spękań wokół wyrobisk.

W rozdziale 8 przedstawiono autorską metodę prognozy wartości wskaźnika intensywności desorpcji w drażonych wyrobiskach. Metoda ta uwzględnia wpływ szeregu czynników na wartość prognozowanego wskaźnika. Pierwotnie Autor uwzględnił 15 czynników, a przeprowadzone analizy statystyczne pozwoliły mu na ich ograniczenie do 9, a w końcowym efekcie do 5 i 2.

W rozdziale 9 przedstawiono podsumowanie i wnioski wynikające z pracy.

3. OCENA PRACY

W pierwszej kolejności należy zauważyć, że opiniowana praca dotyczy tematyki aktualnej i ważnej dla górnictwa węgla kamiennego. Aktualność pracy związana jest ze stale zwiększającą się głębokością prowadzenia robót górniczych, co powoduje wzrost stopnia zagrożenia wyrzutami skał i gazów. Natomiast waga tematyki jest związana z tragicznymi skutkami zjawisk gazogeodynamicznych. Dobre rozpoznanie mechanizmu powstawania tych zjawisk oraz umiejętność sporządzania wysokiej jakości prognoz pozwalają na przedsięwzięcie w odpowiednim czasie właściwych środków profilaktyki, ograniczających kształtowanie się zagrożenia wyrzutami gazów i skał.

Do zalet pracy należy zaliczyć:

- Szerokie rozpoznanie literaturowe zagadnienia wraz z przedstawionymi przemyśleniami własnymi, opartymi na dużym doświadczeniu praktycznym Autora.

- Zaproponowanie oryginalnej metodyki prowadzenia badań, w ramach której uwzględniono szereg czynników determinujących zjawiska wyrzutów gazów i skał, które nie były dotąd brane pod uwagę. Metodyka ta stanowi jedno z istotnych osiągnięć przedstawionych w pracy.
- Analizy przedstawione w pracy oparte zostały na bogatym materiale doświadczalnym, obejmującym szereg istotnych informacji.
- Zastosowanie szeregu różnych narzędzi do przeprowadzonych analiz: badań in situ, modelowania numerycznego i statystycznego.
- Opracowanie sposobu oceny stanu zagrożenia wyrzutami gazów i skał w ścianach z wykorzystaniem zaproponowanego przez Autora bezwymiarowego wskaźnika predyspozycji gazowej węgla do wyrzutu. Propozycja ta stanowi również jedno z osiągnięć opiniowanej pracy.
- Przeprowadzenie dogłębnej i profesjonalnej analizy statystycznej, w wyniku której Autor zaproponował wzory empiryczne pozwalające na obliczenie wartości wskaźnika intensywności desorpcji, uwzględnianego w ocenie stopnia zagrożenia wyrzutami gazów i skał w prognozie bieżącej, zgodnie ze stosownym Rozporządzeniem z 2013 r. Stanowi to najistotniejsze osiągnięcie pracy i zarazem dowód na prawdziwość przedstawionej tezy.

Chociaż ogólnie pracę należy ocenić wysoko, Autor nie ustrzegł się pewnych błędów i niedoskonałości przy jej formułowaniu. Należy do nich zaliczyć:

- Brak precyzji komentarza do rys. 6.1. Wymaga on gruntownego przeredagowania i poprawienia. Autor pisze w nim, że rozpatruje wypadkową sił i następnie podaje, że sumuje naprężenia i siły. Podaje również, że siła reakcji R jest wypadkową wytrzymałości strefy odprężonej (a nie skał w niej zawartych) i siły tarcia. Czytelnik oczywiście wie, co Autor miał na myśli, lecz z formalnego punktu widzenia opis jest błędny. Ponadto σ_z jest składową pionową naprężenia, a nie poziomą. Rozdział 6 wykracza poza zakres pracy. Nasuwa się zatem pytanie, czy zamieszczanie rozdziału 6 w pracy było zasadne.
- W pracy rozpatrywano szereg wielkości fizycznych, jak również wielkości zaproponowanych przez Autora. W moim odczuciu celowym byłoby zamieszczenie

wykazu oznaczeń wraz z podstawowymi wyjaśnieniami znaczenia wielkości proponowanych przez Autora. Ułatwiłoby to czytelnikowi zapoznanie się z pracą.

- W opiniowanej pracy, jak z resztą w każdej, znaleźć można pewne błędy pisarskie, lecz moim zdaniem, nie jest rolą recenzenta zamieszczanie ich w opinii.

Powyższe nieścisłości nie wpływają na wartość merytoryczną pracy, lecz w przypadku przygotowania jej do publikacji powinny zostać poprawione.

Ponadto po zapoznaniu się z pracą nasuwa się pytanie natury ogólnej, na udzielenie na nie odpowiedzi prosiłbym Autora. Mianowicie materiał, który został wykorzystany obejmował wprawdzie szereg przypadków, lecz pochodził z terenu jednej Kopalni – Ruchu „Zofiówka”. Czy Autor uważa, że opracowane wzory empiryczne mogą być stosowane również w innych warunkach geologiczno – górniczych, czy też w innych warunkach zastosowana być powinna tylko zaproponowana metodyka badań i na tej podstawie podane inne zależności empiryczne?

4. PODSUMOWANIE I WNIOSEK KOŃCOWY

Na podstawie przedstawionej wyżej opinii o pracy należy stwierdzić, co następuje:

- Praca świadczy o dużej wiedzy i doświadczeniu praktycznym jej Autora. Podkreślić należy Jego dobrą znajomość zagadnienia i łatwość w operowaniu narzędziami służącymi do prowadzenia analiz naukowych (oprogramowaniem do analiz numerycznych i statystycznych).
- Opiniowana rozprawa doktorska mieści się w dyscyplinie naukowej: Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka.
- Praca wnosi istotny wkład do nauki górniczej, a jej główne osiągnięcia zostały wskazane w poprzednim punkcie niniejszej recenzji. Teza pracy została udowodniona.
- Rozprawa spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim w myśl Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2003 nr 65 poz. 595 z późniejszymi zmianami).

Mając na względzie powyższe wnoszę do Wysokiej Rady Głównego Instytutu Górnictwa o podjęcie dalszych czynności związanych z dopuszczeniem rozprawy do publicznej obrony.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke, positioned to the right of the main text.