

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr. inż. Lucjana Świerczka pt.:

" *NOWA METODA WYKORZYSTANIA WSKAŹNIKA GRAHAMA DO OCENY STANU ZAGROŻENIA POŻAROWEGO W REJONACH ŚCIAN INERTYZOWANYCH AZOTEM* "

1. Przedmiot i podstawa formalna opracowania recenzji

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska pt.: „*Nowa metoda wykorzystania wskaźnika Grahama do oceny stanu zagrożenia pożarowego w rejonach ścian inertyzowanych azotem*”, przygotowana przez mgr. inż. Lucjana Świerczka w Głównym Instytucie Górnictwa w Katowicach.

Recenzję pracy doktorskiej opracowano na podstawie uchwały Rady Naukowej Głównego Instytutu Górnictwa oraz zlecenia podpisanego przez prof. dr hab. inż. Stanisława Pruska, Dyrektora Głównego Instytutu Górnictwa pismem o numerze NOP/48/2023 z dnia 21 kwietnia 2023 roku.

2. Dane bibliograficzne o pracy

Oceniana rozprawa doktorska została napisana pod kierunkiem dr. hab. inż. Stanisława Trenczka, prof. GiG. Rozprawa zawiera stronę tytułową, stronę z podziękowaniami i spis treści oraz 136 ponumerowanych stron tekstu w tym: 41 tablic, 43 rysunki, przy czym w pracy nie zamieszczono spisu tabel i rysunków. Kolejne strony pracy zawierają 11-stronny załącznik stanowiący kod zapisu programu komputerowego w języku Python wykorzystywany do tworzenia i szkolenia sztucznej sieci neuronowej. Do wydruku pracy nie dołączono streszczenia.

Tekst pracy składa się z 7 rozdziałów tekstu głównego oraz rozdziału 8 stanowiącego spis literatury. Spis literatury zawiera 121 międzynarodowych publikacji naukowych, w tym również 5 prac Doktoranta (autorskich i współautorskich).

3. Ogólna charakterystyka rozprawy

W rozdziale pierwszym przeprowadzono dyskusję sposobów oceny zagrożenia pożarami endogenicznymi pokładów, oddziałów wydobywczych i ścian eksploatacyjnych koncentrując się w efekcie na wczesnym wykrywaniu pożarów endogenicznych zgodnie z obowiązującymi przepisami górnictwymi według Rozporządzenia Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładach górniczych (Dz.U. z 2017r. poz. 1118 z późn. zm.), nazwanymi w dalszej części recenzji RME.

Na tej podstawie, w rozdziale 2 wskazano na istotny problem związany z interpretacją kryterium wskaźnika Grahama podczas stosowania inertyzacji zrobów ścian eksploatacyjnych i otamowanych rejonów. Słusznie wskazano, że wykorzystując inertyzację zrobów za pomocą azotu dochodzić może do zaburzeń wskaźnika Grahama, który opracowany został ponad 100 lat temu, kiedy techniki inertyzacji zrobów nie były stosowane. Wskazując na konieczność weryfikacji interpretacji wskaźnika Grahama, sformułowano tezy o możliwości wykorzystania wskaźnika w takich przypadkach oraz możliwości oceny zagrożenia

pożarowego w oparciu o sztuczną sieć neuronową. Podano cele utylitarne rozprawy doktorskiej oraz przedstawiono strukturę pracy, która stanowi swego rodzaju streszczenie pracy.

W rozdziale trzecim przeprowadzono analizę wskaźnika Grahama w kontekście możliwości występowania przypadków niewiarygodnych związanych z udziałem tlenu i azotu w pobieranych próbach gazowych. Wykorzystując wyniki pomiarów 2777 prób gazowych ze zrobów ścian i zza tam izolacyjnych przeprowadzono analizę statystyczną wiarygodności wskaźnika Grahama. Wykorzystując przebieg funkcji zmian ubytku tlenu we wzorze na wskaźnik Grahama podzielono próbę statystyczną na dwie podgrupy dla określenia skrajnych wartości przedziału lewostronnego (minimalnych wartości mianownika w analizowanym wzorze) i przedziału prawostronnego (maksymalnych wartości mianownika). W ten sposób wyznaczono wartości skrajne odpowiadające odpowiednio wartościom mianownika 0,207 i 5,737. Udowodniono zatem, że w tym przedziale mianownika, wskaźnik Grahama będzie dawał wiarygodne wyniki na poziomie prawdopodobieństwa wynoszącym co najmniej 95%. Wyniki tej części pracy zostały opublikowane w Przeglądzie Górniczym w 2015 roku, a autorami tej publikacji są Stanisław Słowik i Lucjan Świerczek.

W rozdziale czwartym doktorant analizuje wpływ zwiększonych stężeń azotu w pobieranych próbach gazowych na kształtowanie się wartości wskaźnika Grahama. W tym celu wykorzystano wyniki precyzyjnych analiz chromatograficznych z rejonów czterech ścian eksploatacyjnych, w których stosowano inertyzację zrobów. Azot był podawany do ścian, gdyż występował podwyższony stan zagrożenia pożarowego. Baza tych wyników posłużyła do porównania z wynikami pomiarów w ścianach, w których nie prowadzono inertyzacji. W zbiorze danych ze ścian bez inertyzacji zrobów odrzucono wartości odstające (zastosowano regułę dwóch sigm) i wyselekcjonowano 32463 przypadki prób gazowych ze stężeniem azotu poniżej 80% i wskaźnikiem Grahama poniżej wartości 0,0025. W zbiorach danych ze ścian z prowadzoną inertyzacją zrobów wyselekcjonowano podzbiory ze wskaźnikiem poniżej 0,0025. Porównanie średnich wartości stężeń w ścianach z zagrożeniem pożarowym ze stężeniami w tzw. „próbie bazowej” wykazało zaniżenie wskaźnika Grahama. Wykazano również, że odrzucenie przypadków kiedy mianownik wzoru na wskaźnik Grahama przekraczał wartość 5,7 również nie było wystarczające do analizowania wartości wskaźnika Grahama na podstawie prób gazowych pobieranych ze zrobów poddawanych inertyzacji azotem. Słusznie stwierdzono, że wyznaczone granice mianownika wzoru na wskaźnik Grahama mogą być niewystarczające w przypadku próbek powietrza pobranych z miejsc, gdzie stosuje się inertyzację przy użyciu azotu.

Biorąc pod uwagę wyniki badań statystycznych z rozdziału czwartego podjęto próbę opracowania dodatkowych kryteriów dla wskaźnika Grahama, które powinny być stosowane w przypadku, gdy próbka powietrza zawiera azot w ilości większej bądź równej 80%. W tym celu w rozdziale 5 przeprowadzono dodatkowe badania statystyczne. Przeprowadzono analizę stężeń gazów istotnych wydzielających się w procesie samozagrzewania węgla, tj.: etylenu, propylenu, acetylenu, tlenku węgla i wodoru. Przygotowano dwa zbiory danych dzieląc wyniki prób gazowych na pochodzące ze ścian bez podawania azotu do zrobów (Grupa I – stężenie N_2 w próbach gazowych poniżej 80%) i ścian z inertyzacją azotem („Grupa II – stężenie N_2 w próbach gazowych równe lub większe od 80%). Sformułowano wniosek o konieczności dodatkowych kryteriów dla wskaźnika Grahama w przypadku inertyzacji atmosfery zrobowej, a według wymienionego wskaźnika stężenia gazów zawarte w tej próbce nie wskazują na występowanie zagrożenia pożarem endogenicznym. Wyniki tych badań opublikowane zostały przez doktoranta w Archiwum Górnictwa w roku 2021. W wyniku powyższych badań podano warunki wykorzystywania wskaźnika Grahama jeżeli stężenie azotu w próbach gazowych przekracza 80%, ale mianownik wskaźnika mieści się we wcześniej wyznaczonym przedziale. Warunki te dotyczą konieczności analizy

chromatograficznej w zakresie wykrywania stężeń niektórych gazów wydzielających się w procesie samozagrzewania węgla: etylenu, propylenu, acetyleny, tlenku węgla oraz wodoru. Jeśli wartości tych gazów są poniżej określonych wartości, wskaźnik Grahama może być interpretowany w zakresie oceny zagrożenia pożarem endogenicznym. W przeciwnym wypadku należy wykorzystać inne metody oceny stanu zagrożenia, np. zaproponowaną w kolejnym rozdziale metodę wykorzystywania sztucznych sieci neuronowych.

W rozdziale szóstym zaprezentowano nowe podejście do problemu niewiarygodnych wartości wskaźnika Grahama, oparte na teorii sztucznych sieci neuronowych. Objąsniiono sposób tworzenia perceptronu wielowarstwowego, który przystosowano do określania stanu zagrożenia pożarem endogenicznym. Przeanalizowano rezultaty analizy dokładności dopasowania wyników pochodzących z różnych topologii opracowanych sieci neuronowych. Pod koniec tego rozdziału przedstawiono porównanie poziomów zagrożenia pożarowego wyznaczonego przy pomocy wskaźnika Grahama oraz wybranej sztucznej sieci neuronowej. Wykazano, że wytrenowana sieć neuronowa może służyć do oceny zagrożenia pożarami endogenicznymi i zaproponowano kryteria takiej oceny.

Tekst pracy kończy rozdział 7 zatytułowany jako podsumowanie, w którym podano tok postępowania dla nowej metody oceny stanu zagrożenia pożarami endogenicznymi w rejonach niepoddawanych i poddawanych inertyzacji azotem w oparciu o sztuczną sieć neuronową. Sprecyzowano wytyczne w zakresie możliwości rozbudowy sztucznej sieci neuronowej o inne kryteria oceny.

4. Ocena merytoryczna

Należy stwierdzić, że treść rozprawy i jej problematyka jednoznacznie mieszczą się w dziedzinie nauk inżynierjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Problematyka wczesnego wykrywania pożarów endogenicznych jest niezmiernie istotna z uwagi na bezpieczeństwo pracy oraz potencjalne straty materialne w wyniku konieczności otamowania rejonu ściany po zaistnieniu pożaru. Pozwala to na dobór środków prewencji pożarowej w celu niedopuszczenia do rozwoju procesu samozagrzewania i samozapalenia węgla.

Temat rozprawy doktorskiej związany jest z zakresem stosowalności wskaźnika Grahama, który ma szczególnie istotne znaczenie dla prawidłowej interpretacji stanu zagrożenia pożarem endogenicznym w zrobach czynnej ściany eksploatacyjnej lub w otamowanym rejonie.

Istotą recenzowanej pracy jest opracowanie metody wykorzystywania wskaźnika Grahama dla oceny stanu zagrożenia pożarowego przy stosowaniu inertyzacji azotem. Doktorant określił zakres wiarygodności wskaźnika Grahama dla takich przypadków poprzez wyznaczenie zakresu mianownika we wzorze na wskaźnik. Nazwany i zdefiniowany „przedział wiarygodności wskaźnika Grahama” jest istotnym osiągnięciem doktoranta. Co prawda, w międzynarodowych publikacjach naukowych podawane są zakresy stosowalności wskaźnika Graham jednakże, zastosowana metodyka badawcza dla wyznaczenia skrajnych wartości mianownika wzoru na wskaźnik Grahama jest oryginalnym rozwiązaniem.

Drugim znaczącym osiągnięciem doktoranta jest zaproponowanie metody oceny stanu zagrożenia pożarowego dla prób gazowych pobieranych z rejonów podlegających inertyzacji azotem. Jeżeli obliczony na podstawie składu gazów wskaźnik Grahama znajduje się w „przedziale wiarygodności” i wskazuje stan braku zagrożenia pożarowego (wg interpretacji w RME) przy zawartości azotu w próbce powyżej 80%, to należy sprawdzić warunki stężeń gazów istotnych (etylen, propylen, acetylen, tlenek węgla). Jeżeli stężenia nie przekraczają określonych wartości i wartość wskaźnika Grahama mieści się w „przedziale wiarygodności mianownika” to można uznać brak stanu zagrożenia pożarem endogenicznym. W

przeciwnym razie należy określać stan zagrożenia w oparciu o inne, znane metody lub o zaproponowaną metodę z wykorzystaniem sieci neuronowej.

W wyniku analiz 24 różnych konfiguracji sztucznych sieci neuronowych, Doktorant zaproponował sieć z dwuwarstwową topologią posiadającą 18 neuronów w każdej warstwie ukrytej. Nauczoną sieć neuronową przetestował na niewykorzystywanych w trakcie uczenia przypadkach wyników stężeń gazów, odrębnie dla wyników pozyskanych z rejonów poddawanych i niepoddawanych inertyzacji azotem. Udowodnił, że sieć neuronowa pozwala interpretować stan zagrożenia pożarami endogenicznymi na podstawie prób gazowych, według których wskaźnik Grahama byłby niewiarygodny. Dla interpretacji wyników sztucznej sieci neuronowej zaproponował podobne kryteria zagrożenia pożarami endogenicznymi w zrobach ścian lub w otamowanych rejonach jak sprecyzowane w RME dla wskaźnika Grahama. Tym samym należy stwierdzić, że założone dwie tezy:

1. Istnieje możliwość opracowania kryteriów stosowania wskaźnika Grahama dla zwiększenia wiarygodności oceny stanu zagrożenia pożarem endogenicznym w rejonach ścianowych, w których stosuje się azot do inertyzacji;
 2. Możliwe jest wyznaczanie stanu zagrożenia pożarowego w oparciu o sztuczną sieć neuronową, stopniując to zagrożenie analogicznie do wskaźnika Grahama;
- zostały udowodnione.

Cele utylitarne pracy zostały osiągnięte, gdyż opracowano zasady stosowania wskaźnika Grahama dla zwiększenia wiarygodności oceny stanu zagrożenia pożarem endogenicznym, podano kryteria oceny stanu zagrożenia pożarowego w przypadku stosowania inertyzacji azotem oraz opracowano metodę predykcji tego stanu zagrożenia opartą na sztucznej sieci neuronowej.

5. Uwagi o charakterze dyskusyjnym

- Na stronie 8 Autor słusznie stwierdza, że wskaźnik Grahama ... *w obowiązujących przepisach (Rozporządzenie Ministra Energii, 2016) - jest jedynym skategoryzowanym narzędziem do oceny stanu zagrożenia pożarowego występującego w zrobach ścian oraz za tamami izolacyjnymi*. Należy o tym pamiętać, gdyż na niektórych stronach dysertacji pojawia się uogólnienie o ocenie zagrożenia pożarem endogenicznym w rejonach ścianowych czy rejonach ścian eksploatacyjnych. Również tytuł rozprawy zawiera takie uogólnienie. Oczywiście jest to uproszczenie i autor poprzez rejon ściany rozumie zroby lub otamowane rejon, co wielokrotnie podkreśla w treści pracy powołując się na wykorzystywane wyniki pomiarów. Niemniej jednak, takie uogólnienie może prowadzić do błędnych interpretacji oryginalnych i istotnych wyników rozprawy doktorskiej. Do oceny zagrożenia pożarowego ścian eksploatacyjnych analizuje się dodatkowe, inne warunki, a praca dotyczy oceny zagrożenia pożarowego w zrobach czynnych ścian i otamowanych rejonach.
- Wskaźnik Grahama dla oceny procesu samozagrzewania węgla w zrobach ścian eksploatacyjnych jest znany. Jednakże w pracy doktorskiej wskazane byłoby podanie jego definicji wynikającej z procesu niskotemperaturowego utleniania węgla, co pozwoliłoby dokładniej zobrazować fizyczne znaczenie mianownika, a tym samym odnieść się do wartości stałej 0,265 oraz wpływu dokładności wprowadzanych wartości stężeń poszczególnych gazów na dokładność wyniku wskaźnika. Wartości stężeń trzech gazów we wskaźniku Grahama są wykorzystywane z różną dokładnością, a sama wartość wskaźnika, zgodnie z przepisami górnictwymi (RME) podawana powinna być do 4 miejsca po przecinku. W tym kontekście zaokrąglenie wartości skrajnych zakresu mianownika do dziesiątych części na podstawie stwierdzenia, że takie postępowanie jest znane z literatury światowej (str. 32 i 35),

wydaje się mało wiarygodne. Ma to istotne znaczenie w dalszej metodyce badawczej, gdzie określano dodatkowe kryterium wiarygodności wskaźnika Grahama, którym jest 80% stężenia azotu w próbach gazowych pobieranych z rejonów, w których stosowano inertyzację azotem. Być może należałoby jednoznacznie określić poziom dokładności wyników pomiarów stężeń gazów w nowej metodzie wykorzystywania wskaźnika Grahama, jeżeli wykorzystuje się wyniki analizy chromatograficznej gazów.

- Wydaje się istotnym aby zwrócić uwagę na sposób oceny zagrożenia pożarowego na podstawie wyników prób gazowych. W tablicach 6.2-6.9 kryteria oceny według nowej metody z wykorzystywaniem sieci neuronowej dla pojedynczych prób gazowych wykazują inny stan zagrożenia niż według kryteriów wskaźnika Grahama. Pobór próby gazowej ze zrobów lub zza tam izolacyjnych obarczony jest pewnym błędem pomiarowym. Oznaczenie stężenia gazów w próbach gazowych określane jest z kolei innym, znanym błędem metody. Czy w opinii doktoranta ocena realnego stanu procesu samozagrzewania węgla na podstawie wyników jednej próby gazowej może być podstawą do podejmowania decyzji o konieczności zastosowania środków profilaktyki pożarowej (tablica 6.1)?
- Istotą dowodzenia postawionych tez jest wykorzystanie danych w postaci wyników pomiarów stężeń gazów w próbach gazowych pobieranych ze zrobów ścianowych i zza tam izolacyjnych. W pracy brakuje uporządkowania wykorzystywanych danych oraz podania źródła ich pochodzenia. Nie podano z ilu ścian i w jakich kopalniach pobierano te próby, a ma to istotne znaczenie w analizie wskaźnika Grahama. W rozdziale 3 wykorzystany został zbiór danych 2777 wyników precyzyjnych analiz chromatograficznych próbek powietrza z dokładnością stężeń czterech gazów (O_2 , N_2 , CH_4 , CO) do dziesiątych części stężenia objętościowego O_2 , N_2 i CH_4 oraz stężenia CO do dziesięciotysięcznej wartości. W rozdziale 4.2 wykorzystano z kolei zbiór 36239 przypadków stężeń gazów (tab.4.1) o innej dokładności stężeń niż w rozdziale 3. Zbiór ten nazwany „próbą bazową” również nie został szerzej scharakteryzowany, a służył do porównania z wynikami stężeń gazów z czterech dokładnie scharakteryzowanych ścian. Z kolei w rozdziale 5 wykorzystano zbiór 9624 przypadków. Jak wykazano na stronie 49 „*posłużono się obszerną bazą danych zawierającą wyniki analiz chromatograficznych próbek powietrza pobieranych z różnych rejonów wydobywczych kopalń węgla kamiennego.*” W końcu w rozdziale 6 wykorzystano zbiór 93705 przypadków prób gazowych do uczenia sieci neuronowej, a do jej testowania wybrano losowo 78 przypadków dla każdego kryterium zagrożenia pożarowego, czyli 312 przypadków prób gazowych, które nie były wykorzystywane do uczenia sieci neuronowej. Pojawia się zatem pytanie czy wszystkie wykorzystywane zbiory zawierały te same pojedyncze przypadki danych? Jaki wpływ ma przyjmowanie różnych wielkości zbiorów danych (w tym sposób selekcji danych) o różnych dokładnościach stężeń na uzyskiwane wyniki i precyzowanie wniosków.
- Wniosek 2 na stronie 44 oraz drugi warunek wyszczególniony na stronie 49 wymagają komentarza dotyczącego roli azotu w procesie samozagrzewania węgla. Również wpływ stężeń metanu jako gazu inertnego oraz dwutlenku węgla jako produktu samozagrzewania węgla w próbach gazowych powinny być zasygnalizowane w kontekście wiarygodności wskaźnika Grahama.
- W rozdziałach 4 i 5 przyjęto założenie o rozdzieleniu zbiorów danych według kryterium stężenia azotu na poziomie 80%, co ma swoją konsekwencję w opracowanym algorytmie nowej metody i algorytmów przedstawionych na

rysunkach 5.5 i 6.28. To założenie wymagałoby dokładniejszego uzasadnienia. Czy zmiana kryterium podziału próby statystycznej na 81% lub 79% stężenia azotu nie wpłynęłaby na zmianę wiarygodności wskaźnika Grahama i kryteriów w algorytmie nowej metody (rys. 5.5 i 6.28) ?

- Koniunkcja granicznych wartości stężeń gazów istotnych w modelu na rysunku 5.5 jednoznacznie wyklucza interpretację wskaźnika Grahama w przypadku przekroczenia którejkolwiek wartości. Takie założenie wraz z przyjętymi wartościami granicznymi stężeń gazów istotnych powinno być szerzej wyjaśnione lub wprost odniesione do innych badań naukowych.

6. Uwagi redakcyjne

- Forma pracy jest właściwa dla rozpraw doktorskich w dziedzinie nauk inżyniersko-technicznych. Układ pracy jest przejrzysty i dobrze skomponowany. Nieco trudności sprawia lektura rozdziału 6 z uwagi na zbyt dużą moim zdaniem, liczbę rysunków jakości dopasowania sieci neuronowych (26 rysunków) i liczbę tablic (26 stron tablic) w tekście tego rozdziału. Nie są one zbędne, ale korzystniej byłoby zamieścić je w załącznikach.
- Język rozprawy jest właściwy dla prac naukowych co wskazuje na dobre przygotowanie doktoranta do pracy naukowej i przygotowywania publikacji naukowych. Błędów korektorskich jest mało, chociaż się zdążają: np.: tytuły tablic 3.5-3.6 9 (str. 28), „pop przecinku” (str. 35). Również zdarzają się błędy językowe lub niewłaściwe określenia, terminy, np.: „występowanie zapowietrzonych próbek powietrza”, „analiza matematyczna wzoru”, „inercja” zamiast inertyzacja, „ $m^3/\text{godz.}$ ” zamiast m^3/h . Nie mają one znaczenia dla wysokiej oceny merytorycznej rozprawy doktorskiej.
- Wykresy na rysunkach od 3,7 do 3,8 są z kolei zbędne, gdyż metodyka badawcza w rozdziale 3 nie zakładała analizowania stężeń gazów istotnych. Stężeń tych gazów nie podano w przyjętym zbiorze danych pomiarowych i nie miały one wpływu na wyznaczenie granic wiarygodności mianownika wzoru na wskaźnik Grahama.
- Dobór i wykorzystanie pozycji bibliograficznych są poprawne ze względu na zrozumienie istoty rozprawy doktorskiej, wykorzystanie metod badawczych oraz interpretacji uzyskiwanych wyników; chociaż w zakresie kształtowania się wskaźnika Grahama w procesie samozagrzewania się węgla można by było je uzupełnić o pracę prof. Henryka Bystronia w Archiwum Górnictwa z roku 1997.
- Dokumentacja oprogramowania *Statistica* powinna znaleźć się w wykazie bibliograficznym.

7. Podsumowanie

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Lucjana Świerczka jest wartościowym dziełem i ma istotne znaczenie praktyczne oraz duży potencjał wdrożeniowy. Opracowana metoda oceny stanu zagrożenia pożarowego w zrobach ścian zawałowych i w przestrzeniach otamowanych z inertyzacją wnosi istotny wkład w rozwój profilaktyki zagrożenia pożarami endogenicznymi. Jednocześnie praca doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego w zakresie interpretacji wskaźnika Grahama oraz jego wykorzystywania. Dobór metod badawczych dla udowodnienia postawionych tez jest uzasadniony pod względem merytorycznym. Wnioski są poprawnie formułowane na podstawie przeprowadzonej dyskusji wyników badań.

Na podstawie przeprowadzonej recenzji stwierdzam, że Doktorant osiągnął postawiony cel badawczy. Wymienione uwagi oraz kwestie dyskusyjne nie negują oryginalności

przeprowadzonych badań, która jest wystarczającą podstawą do sformułowania wniosku końcowego.

8. Wniosek końcowy

Na podstawie przedstawionej przez mgr. inż. Lucjana Świerczka rozprawy doktorskiej pt.: „*Nowa metoda wykorzystywania wskaźnika Grahama do oceny stanu zagrożenia pożarowego w rejonach ścian inertyzowanych azotem*” stwierdzam, że rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i wykazuje umiejętność Doktoranta do samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Jednocześnie Doktorant wykazuje się ogólną wiedzą teoretyczną w dyscyplinie „inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka”.

W związku z powyższym uważam, że przedłożona do oceny rozprawa spełnia wymogi opisane w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku - „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” i wnioskuję do Rady Naukowej Głównego Instytutu Górnictwa w Katowicach o jej dopuszczenie do publicznej obrony i wyróżnienie pracy.

