

Katowice, 15.06.2021 r.

dr hab. inż. Marek Rotkegel, prof. GIG
Główny Instytut Górnictwa
pl. Gwarków 1
40-166 Katowice

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr. inż. Adama Ratajczaka zatytułowanej „Geotechniczne uwarunkowania ochrony skrzyżowania ściana – chodnik za pomocą kotwienia”

1. Podstawa recenzji

Podstawą wykonania niniejszej recenzji jest pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka pana prof. dra hab. inż. Andrzeja Rusina z dnia 14.04.2021 roku o numerze RIE-BD/4/246/2020/2021 oraz umowa nr UMC/1121/2021 z dnia 16.04.2021 roku. Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgra inż. Adama Ratajczaka pt. „Geotechniczne uwarunkowania ochrony skrzyżowania ściana – chodnik za pomocą kotwienia”, zrealizowana pod kierunkiem promotora dra hab. inż. Stanisława Dużego i promotora pomocniczego dra inż. Piotra Głucha.

2. Uzasadnienie celowości podjęcia tematu

Efektywne prowadzenie eksploatacji podziemnej węgla kamiennego systemem ścianowym wymaga dopracowania procesu w wielu aspektach. Jednym z istotniejszych jest sposób zabezpieczenia skrzyżowania ściana – chodnik. Jest to miejsce, w którym z jednej strony występuje zwiększone obciążenie obudowy wywołane ciśnieniem eksploatacyjnym, a z drugiej – obudowa poddawana jest pewnym zabiegom, które niewątpliwie obniżają jej parametry podpornościowe. Jest to przede wszystkim demontaż łuków ociosowych odrzwi na odcinku umożliwiającym przesunięcie przenośnika, pracę kombajnu i wejście do ściany. Z uwagi na to, dla utrzymania stateczności wyrobiska konieczne jest zastosowanie dodatkowych elementów wzmacniających obudowę - stojaków, podciągów czy kotwi. Szczególnie popularnym zabiegiem jest przykotwienie obudowy. Przemawia za tym przede wszystkim poprawa warunków pracy załogi, między innymi przez eliminację budowy podciągów i stojaków oraz zapewnienie odpowiednich przestrzeni ruchowych w rejonie skrzyżowania oraz poprawa efektywności cyklu produkcyjnego. O wadze odpowiedniego zabezpieczenia skrzyżowania świadczy też duża liczba wypadków zaistniałych w tym rejonie.

Zagadnienia te zauważył Doktorant i podjął się realizacji przedmiotowej pracy, a przede wszystkim określenia zasad doboru parametrów przykotwienia odrzwi obudowy wraz z technologią jej wykonania. Wykorzystał przy tym badania i obserwacje dołowe, badania stanowiskowe oraz prowadził analizę ryzyka utraty stateczności skrzyżowania.

Mając na uwadze powyższe można uznać, że podjęcie tego tematu przez Doktoranta było celowe i przemyślane, a tematyka rozprawy jest aktualna i w pełni uzasadniona szczególnie w aspekcie zmniejszenia kosztów utrzymania skrzyżowania ściana - chodnik, a przy tym zapewnienia odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa załóg górniczych.

3. Ogólna charakterystyka pracy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska składa się z dziewięciu ponumerowanych rozdziałów, streszczenia w języku polskim i angielskim oraz spisu literatury. Jakość prezentacji graficznej danych i wyników analiz oceniam bardzo wysoko, rysunki są czytelne, wykonane starannie, a fotografie wyraźne, co jest często trudne do osiągnięcia w warunkach dołowych.

W rozdziale pierwszym Doktorant zawarł krótkie wprowadzenie do prezentowanej dalej tematyki, zasygnalizował wybrane zagadnienia związane z zabezpieczeniem skrzyżowania ściana - chodnik.

W rozdziale drugim Doktorant zawarł cel i tezę pracy oraz przedstawił jej zakres. Jako cel pracy przyjął określenie warunków geotechnicznych wpływających na skuteczność stosowania niskiego kotwienia dla zabezpieczenia chodników przyścianowych w strefie wpływu czynnego frontu eksploatacyjnego. Natomiast tezę sformułował następująco: „Istnieje możliwość określenia podstawowych warunków geotechnicznych dla ochrony (utrzymania) skrzyżowania ściana - chodnik przy pomocy kotwienia”. W rozdziale tym Doktorant wyszczególnił zakres prac, które prowadził dla udowodnienia postawionej tezy. Są to analizy budowy geologicznej i właściwości górotworu, pomiary konwergencji chodników, pomiary zasięgu strefy spękań w stropie wybranych chodników oraz badania laboratoryjne odrzwi. Ponadto w zakresie pracy znalazło się sformułowanie zasad stosowania kotwienia obudowy skrzyżowania ściana – chodnik.

Rozdział trzeci stanowi przegląd metod utrzymania skrzyżowania ściana – chodnik. Doktorant opisał w nim wybrane aspekty prowadzenia eksploatacji bezwnekowej, podał rozkład obciążeń w rejonie wyrobiska ścianowego oraz podział sposobów wzmocnienia skrzyżowania ściana - chodnik. Rozróżnił przy tym trzy podstawowe sposoby zabezpieczenia skrzyżowania – z wykorzystaniem sekcji obudowy zmechanizowanej w chodniku podścianowym, sposób tradycyjny z wykorzystaniem stojaków i podciągów oraz z zastosowaniem obudowy kotwowej. W dalszej części przedstawił sposób doboru obudowy dla tradycyjnego zabezpieczenia skrzyżowania według zasad opracowanych w Instytucie Eksploatacji Złóż Politechniki Śląskiej w 2000 roku oraz podał przykład takiego wzmocnienia w KWK „Knurów-Szczygłowice”. Ponadto w skrócie Autor przedstawił przykład wzmocnienia skrzyżowania za pomocą sekcji obudowy zmechanizowanej. Nieco szerzej zajął się natomiast problemem wzmocnienia skrzyżowania ściana – chodnik z wykorzystaniem kotwienia, rozróżniając kotwienie niskie, wysokie i mieszane. W dalszej części rozdziału Autor dokonał przeglądu metod prognozowania stateczności chodników przyścianowych, przytaczając liczne pozycje literaturowe krajowe i zagraniczne.

Rozdział czwarty stanowi obszerny przegląd parametrów górotworu wokół analizowanych wyrobisk. Przegląd ten poprzedzony został zbiorem metod wyznaczania tych parametrów (zasięgu strefy spękań, wytrzymałości skał na ściskanie i rozciąganie, wskaźnika podzielności rdzenia RQD, wskaźnika szczelinowatości SP), a zakończony zestawieniem zbiorczym wszystkich analizowanych przypadków. Należy tu zwrócić uwagę na znaczną liczbę (15 wyrobisk) przeanalizowanych przez Doktoranta przypadków zastosowania niskiego kotwienia w chodnikach przyścianowych w KWK „Knurów-Szczygłowice” od 2003 roku. Dla każdego z nich Autor wyznaczył strefę spękań w oparciu o model prof. Kłeczka oraz dobrał długości kotwi. Z tego rozdziału można wnioskować, że w analizowanych wyrobiskach występowały korzystne warunki dla wzmocnienia skrzyżowania ściana – chodnik za pomocą niskiego kotwienia.

W kolejnym (piątym) rozdziale, również obszernym, Autor opisał badania dołowe prowadzone w trzech chodnikach, obejmujące badania penetrometryczne, pomiary konwergencji wyrobiska i rozwarstwień skał stropowych oraz badania endoskopowe. Również w tych przypadkach Doktorant wyznaczył zasięg strefy spękań i określił wymagane długości kotwi. Podsumowaniem tego rozdziału jest zestawienie porównawcze wszystkich analizowanych wyrobisk – 15 z rozdziału czwartego i 3 z rozdziału piątego.

Rozdział szósty dotyczy badań stanowiskowych odrzwi ŁP i ŁPSp w stanie usztywnionym, podatnym, podatnym z zabudowanymi dwiema parami kotwi oraz podatnym z zabudowanymi dwiema parami kotwi i ze zdemontowanym łukiem ociosowym. Wyniki tych badań stanowią ciekawy materiał dotyczący nośności różnych wariantów odrzwi o różnej wielkości (5500x3800 i 6200x3500), wykonanych z kształtownika V32 z odmiennych gatunków stali.

W rozdziale siódmym Autor zaproponował zasady doboru parametrów przykotwienia odrzwi obudowy wraz z technologią obejmujące 9 kroków. Poszczególne etapy obejmują kolejno: wykonanie badań penetrometrycznych, obliczenie zasięgu strefy spękań, jego weryfikację na drodze badań endoskopowych, określenie minimalnej długości i rodzaju kotwi, obliczenie ciężaru skał działającego na obudowę, określenie liczby i nośności kotew, ustalenie współczynnika bezpieczeństwa utrzymania skrzyżowania ściana – chodnik oraz kontrolę obudowy przykotwionej.

Rozdział ósmy dotyczy oceny ryzyka utraty stateczności skrzyżowania ściana – chodnik z uwzględnieniem zmienności warunków geologiczno-górnictwowych. W rozdziale tym Autor przybliżył zagadnienie projektowania obudowy i oceny ryzyka z wykorzystaniem metod probabilistycznych oraz przyjął klasyfikację warunków utrzymania stateczności wyrobisk korytarzowych i stopni ryzyka jej utraty opracowaną przez prof. Dużego. W dalszej części rozdziału Doktorant ocenił ryzyko ze względu na długość kotwi, nośność kotwi oraz nośność obudowy odrzwiowej wraz ze wzmocnieniami. W końcowej części rozdziału Autor zaprezentował histogramy prawdopodobieństwa niespełnienia powyższych warunków dla analizowanych osiemnastu przypadków wyrobisk. Szczególnie interesujący jest wynikowy histogram prawdopodobieństwa wystąpienia stanu niebezpiecznego w poszczególnych analizowanych wyrobiskach z zaznaczonymi stopniami ryzyka (Rys. 8.14).

W ostatnim numerowanym rozdziale (dziewiątym) Autor podsumował swoje działania i sformułował wnioski pracy. Stwierdził między innymi, że przykotwienie odrzwi wpłynęło na zmniejszenie zaciskania chodnika, na poprawę bezpieczeństwa pracy i na podniesienie parametrów obudowy. Ponadto Doktorant zebrał parametry geotechniczne określające możliwość stosowania niskiego kotwienia w warunkach kopalń węgla kamiennego.

Ostatni, nienumerowany rozdział stanowi spis literatury obejmujący 137 pozycji z Polski i ze świata - do 4 pozycji (90, 91, 107 i 132) nie znalazłem odwołania w tekście.

Przyjęty przez Autora układ rozprawy i zawartość poszczególnych rozdziałów oceniam pozytywnie.

4. Uwaga formalna

Na wstępie, jeszcze przed zasadniczą częścią rozprawy, Doktorant zamieszcza klauzulę, że informacje zawarte w niniejszej pracy stanowią tajemnicę przedsiębiorstwa (JSW SA). W związku z publicznym przebiegiem obrony pracy należy liczyć się z upublicznieniem prezentowanych wyników badań, co może być

w sprzeczności z ww. zapisem. Ponadto praca będzie złożona w Bibliotece Politechniki Śląskiej, co również wiąże się z dostępem do zawartych w niej danych. Moim zdaniem należy te kwestie wyjaśnić i uzgodnić z Pracodawcą (JSW SA) czy zawarte prace dane rzeczywiście stanowią tajemnicę przedsiębiorstwa.

5. Uwagi merytoryczne

W rozdziale czwartym i piątym Doktorant scharakteryzował górotwór w miejscach prowadzenia badań i analiz. Moim zdaniem brakuje tu graficznej prezentacji tych miejsc w postaci map lub przynajmniej schematów pokazujących rozmieszczenie otworów badawczych (penetrometrycznych i endoskopowych), położenie stanowisk pomiarowych na tle chodników przyścianowych i ściany. Pozwoliło by to na łatwiejsze zorientowanie się w lokalizacji prowadzonych badań.

W rozdziale czwartym w kilku miejscach pojawił się chyba pewien skrót myślowy. Mianowicie Autor stwierdził, że zasięg strefy spękań wyznaczył w oparciu o badania penetrometryczne (pkt. 4.2.3.; 4.2.4.; 4.2.5.; 4.2.8.; 4.2.10.; **4.2.11.**; 4.2.12.; 4.2.13.; 4.2.14.). Raczej, zasięg strefy obliczył na podstawie danych z badań penetrometrycznych wykorzystując model prof. Kłeczka. **Jeżeli jest inaczej to proszę o wyjaśnienie.**

W rozdziale piątym brakuje moim zdaniem porównania zasięgu strefy spękań obliczonego przez Autora z wyznaczonym w trakcie badań endoskopowych i skorelowanym z odległością od frontu eksploatacji. Było by to zapewne ciekawe zestawienie analiz.

W rozdziale piątym Doktorant przedstawił przebieg i wyniki badań stanowiskowych różnych wariantów odrzwi. Badania prowadził na odrzwiach ŁP10/V32/4/A ze stali S480W oraz ŁPSp-V32/4/6,2x3,5 ze stali S560W. Są to niewątpliwie interesujące badania, a wyniki pozwalają wyciągnąć wiele ciekawych wniosków. Niestety przyjęty schemat obciążenia odrzwi, nieco odbiegający od zapisów norm PN-G-15000/05 i PN-G-15022 nie pozwala porównać bezpośrednio wyników badań tych odrzwi z innymi licznymi wcześniej przeprowadzonymi badaniami podobnych odrzwi. Również z uwagi na różne gabaryty badanych w ramach pracy odrzwi oraz różne gatunki stali, wyniki (nośności odrzwi) nie powinny być ze sobą bezkrytycznie zestawiane. Zastanawiać mogą też niskie wartości współczynnika k_3 (dawniej k_4) wyznaczone dla odrzwi ŁP10, które wynikają z przyjętego schematu obciążenia. Należy też zauważyć, że w badaniach kompletnych odrzwi ŁP10 i odrzwi ŁP10 ze zdemontowanym łukiem ociosowym i przykotwieniem stropnicy Autor zastosował różne schematy obciążenia (rysunek w tablicy 6.2 i Rys. 6.13.). Obliczając wskaźnik wykorzystania nośności maksymalnej odrzwi (k_3 , a dawniej k_4) ŁPSp Doktorant zestawiał ze sobą parametry różnych odrzwi – nośność odrzwi ŁPSp podatnych z przykotwieniem stropnicy z nośnością usztywnionych odrzwi ŁPSp bez kotwi. Takie zestawienie może mylić czytelnika. **Bardzo proszę Doktoranta o komentarz i wyjaśnienie tych kwestii.**

Ponadto na stronie 146 Doktorant napisał, że w wyniku większej nośności zsuwnej odrzwi ograniczone zostają rozwarstwienia górotworu, a tym samym uzyskuje się lepszą współpracę obudowy z górotworem (co jest oczywiście prawdą), „uzyskuje się wówczas trójosiowy stan naprężenia w wyłomie wyrobiska związany ze zmianą pracy skał otaczających wyrobisko, zwiększeniu ulega wytrzymałość skał”. **Proszę Autora o wyjaśnienie, co miał na myśli oraz ewentualnie jakie działania w układzie obudowa-górotwór mogą powodować zwiększenie wytrzymałości skał.**

We wnioskach do rozprawy Doktorant zestawiał parametry geotechniczne określające możliwość stosowania niskiego kotwienia w warunkach kopalń węgla kamiennego. W punktach 9b, 9c i 9d określił przybliżone wartości tych parametrów – wskaźnika szczelinowatości SP, wskaźnika RQD i liczby spękań. **Czy dla innych wartości tych parametrów (korzystniejszych) stosowanie niskiego kotwienia jest niemożliwe do zastosowania, nieuzasadnione ekonomicznie, czy też z innych względów nie powinno być stosowane.**

Uprzejmie proszę Doktoranta o ustosunkowanie się do wymienionych powyżej problemów (zaznaczonych przez pogrubienie) podczas publicznej dyskusji na rozprawę.

6. Uwagi redakcyjne

Pomimo dużej staranności jaką wykazał się Doktorant przy opracowaniu rozprawy nie udało się uniknąć pewnych nieścisłości, błędów redakcyjnych, stylistycznych oraz tzw. literówek. Poniżej zamieszczam wykaz tych, które dostrzegłem w tekście.

- 5⁵ (tzn. strona 5, wiersz 5 od góry) – słowo „stosowania” jest moim zdaniem zbędne,
- 5⁶ – powinno być: „Praca obejmuje”,
- 5¹¹ – powinno być: „analizę właściwości mechanicznych”,
- 5¹⁴ – powinno być: „W rozdziale piątym opisano badania endoskopowe”,
- 5¹⁷ - powinno być: „zawiera pełną analizę”,
- 5²⁰ - powinno być: „warunków pracy w tym rejonie”,
- 5₅ (tzn. strona 5, wiersz 5 od dołu) – lepiej będzie: „zawiera ocenę ryzyka ze względu na wybrane parametry”,
- 7₆ – lepiej brzmi: „pozwala na bezproblemową likwidację”,
- 9¹² – dla uściślenia: „sięgać znacznie ponad”,
- 10³ - powinno być: „eksploatacyjne związane”,
- 10⁴ - powinno być: „ich skrzyżowań ze ścianą”,
- 11₃ – lepszym zwrotem będzie: „Zapewnienie stateczności skrzyżowania ściana-chodnik realizowane”,
- 17₉ – powinno być: „jest wystąpienie”,
- 18¹ – Zamiast zwrotu „wypięcie” lepiej używać „demontaż”,
- 18₈ – lepiej brzmi: „Kotwienie realizowano za pomocą jarzm”,
- 20² - powinno być: „przykotwienie jedną parą kotwi”,
- 21₁ – zwrot „obudowa mieszana” najczęściej stosowany jest względem obudowy podporowo-kotwowej, można pominąć ten zwrot i pozostanie wtedy: „stosując tzw. kotwienie mieszane”,
- 22³ – jak wyżej,
- 23⁴ - powinno być: „powietrza ze ścianą”,
- 24¹⁵ - powinno być: „wraz ze ścianą”,
- 25 - Rys. 3.14. - zbyt małe rysunki legendy,
- 27₁₂ - powinno być: „Biliński et al. 1992”,
- 31 – Rys. 4.1. – niespójne oznaczenia długości kotwi oraz niejednoznaczny sposób oznaczenia kąta nachylenia kotwi (~70°),
- 32 i 33 – Do schematów badania próbek należy przywołać odpowiednie normy,
- 33₄ - powinno być: „badania właściwości”,
- 36₁₁ - powinno być: „ŁP9/A” (zgodnie z normą),
- 36₂ – lepiej brzmi: „umożliwiających demontaż łuków”,
- 38₁₀ - powinno być: „ŁP9/V29/A” (zgodnie z normą),
- 40³ - powinno być: „sklasyfikować górotwór jako o niskiej”,

40₁₁ - powinno być: „ŁP10/V32/A”,
 42₉ - powinno być: „ŁP10/V32/A”,
 44¹ - powinno być: „otworu penetrometrycznego”,
 45⁴ - powinno być: „ŁP10/V32/A”,
 45⁶ - powinno być: „prognozowaną energię”,
 47² i 49² - powinno być: „ŁP10/V32/A”,
 49¹⁵ - powinno być: „Parametry (warunki) geotechniczne”,
 52₁₃ - powinno być: „i G_p – 31/11”,
 53³ i 55³ - powinno być: „ŁP10/V32/A”,
 57₁₂ - powinno być: „ŁP10/V32/4/A”,
 59₁₆ - powinno być: „ŁP10/V32/A”,
 61¹⁶ - powinno być: „ŁP10/V32/4/A”,
 81₁ - powinno być: „niskiego kotwienia”,
 85² i 85⁴ - powinno być: „ze wzmocnieniem”,
 87₁₀ - powinno być: „ze zwiększonym”,
 90 Tabela 5.6 – Proponuję zamienić zwrot „Szczelina / Pęknięcie o grubości” na „Szczelina / Pęknięcie o rozwarciu”,
 93⁶ i 93²⁰ - powinno być: „Liszkowski, Stochlak 1976”,
 94¹⁶ - powinno być: „sumarycznego rozwarcia”,
 96₁₆ - powinno być: „ŁP10/V32/A”,
 101 i 102 Tabela 5.11. i Tabela 5.12. – jak Tabela 5.6,
 110₅ - powinno być: „wciąganie wskaźników do otworu”,
 116¹⁷ - powinno być: „i pomiarów”,
 120¹⁴ - powinno być: „średnią wytrzymałością”,
 120²⁰ - powinno być: „przez jej przykotwienie”,
 121¹⁶ - powinno być: „Na podstawie zapisów PN-B/86-02480 na odcinku instalowania kotwi można określić skały”,
 122² - powinno być: „osadzenia”,
 123₄ - powinno być: „skrzyżowania ściana-chodnik”,
 126¹³ – lepiej brzmi: „ze zdemontowanym łukiem”,
 135 Tabela 7.3 wiersz 3 - powinno być: „Robocza nośność”,
 135₃ - lepiej brzmi: „ze zdemontowanym łukiem”,
 137₃ - powinno być: „również reakcję podłoża”,
 138¹ - powinno być: „Praktycznie”,
 141 Tabela 6.4 wiersz 4 - powinno być: „Średnia wartość nośności”,
 146 Tabela 6.6 wiersz 3 - powinno być: „Robocza nośność”,
 146₁₅ - powinno być: „w dużej mierze”,
 146₅ - powinno być: „stawiane obudowom”,
 146₁ – lepiej brzmi: „ze zdemontowanym łukiem ociosowym”,
 150₃ - powinno być: „Świadczy to o celowości”,
 151⁴ - lepiej brzmi: „ze zdemontowanym łukiem ociosowym”,
 152¹ - powinno być: „zapewnia przeniesienie obciążenia”,
 154⁵ - powinno być: „wyznaczoną strefą spękań”,
 154₅ - powinno być: „głębokość lokalizacji wyrobiska”,
 156 – niespójne oznaczenia ciężaru objętościowego skał we wzorze 7.3 i legendzie,
 156₇ - powinno być: „wynikającego”,
 157₁₀ - powinno być: „Optymalnym sposobem”,
 158¹³ - powinno być: „kontroli posiadania”,
 158₁₄ – lepiej brzmi: „Optymalnie średnica otworu”,
 162₄ - powinno być: „ryzyka utraty”,

164³ - powinno być: „prawdopodobieństwo awarii z uwagi na i-tą właściwość”,
165⁷ - powinno być: „prawdopodobieństwo bezpieczeństwa konstrukcji obudowy kotwowej z uwagi na długość kotwi”,
166⁴ - powinno być: „bezpieczeństwa konstrukcji z uwagi na długość kotwi”,
168⁹ - powinno być: „bezpieczeństwa konstrukcji z uwagi na nośność kotwi”,
171 Rys. 8.3. – jednakowe żółte kolory w legendzie,
180 Rys. 8.14 – błędny opis pionowej osi,
182¹⁵ - powinno być: „Świadczy to o celowości”,
182¹⁷ - powinno być: „a tym samym o poprawie stateczności”,
182²⁴ – lepiej brzmi: „w sposób bezpieczny demontować łuki ociosowe”,
182²⁶ - powinno być: „do nośności pełnych odrzwi”.

Ponadto Autor w kilku miejscach rozprawy używa sformułowania „ochrona skrzyżowania”. Moim zdaniem to obudowa skrzyżowania zapewnia ochronę, zabezpiecza załogę i maszyny przed oddziaływaniem górotworu. Dlatego właściwszym wydaje się zwrot „zapewnienie stateczności skrzyżowania” lub „wzmocnienie skrzyżowania” czy też „wzmocnienie obudowy skrzyżowania”.

7. Podsumowanie

W przedstawionej do recenzji pracy Doktorant wykazał się umiejętnością samodzielnego prowadzenia badań, formułowania celów badawczych, właściwego wnioskowania i rozwiązywania zagadnień teoretycznych i eksperymentalnych. Autor wykorzystał przy tym wiele narzędzi badawczych i wykazał się dużą wiedzą z zakresu pracy.

Biorąc pod uwagę powyższe, stwierdzam, że przedstawiona do oceny praca mgr. inż. Adama Ratajczaka pt.: „Geotechniczne uwarunkowania ochrony skrzyżowania ściana – chodnik za pomocą kotwienia” spełnia wymagania określone w Ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2003 Nr 65 poz. 595, z późn. zm.) i stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, wykazuje wiedzę Kandydata w dyscyplinie naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. **W związku z powyższym wnioskuję do Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Śląskiej o dopuszczenie rozprawy doktorskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego i publicznej obrony.**

