

Katowice, 14-12-2018

dr hab. inż. Adam Lurka, prof. GIG  
Główny Instytut Górnictwa  
Katowice, Plac Gwarków 1

## **Recenzja**

Rozprawy doktorskiej mgr Tomasza Małysa na temat: „Zastosowanie metody georadarowej i tomografii elektrooporowej do rozwiązywania wybranych problemów geologiczno-górnicznych w kopalniach KGHM Polska Miedź S.A.”

### **1. Podstawa recenzji**

Niniejszą recenzję opracowałem na zlecenie Dziekana Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie - pismo z dnia 04-10-2018 – dostarczone wraz z rozprawą doktorską jak w tytule recenzji. Rozprawa ujęta jest na 171 stronach druku komputerowego formatu A4. Spis literatury obejmuje 81 pozycji oraz 7 odnośników do stron internetowych.

### **2. Treść rozprawy**

Część merytoryczna pracy ujęta jest w 5 rozdziałach, w których kolejno Doktorant wprowadza w problematykę rozprawy, omawia stan zagadnienia w oparciu o analizę literatury przedmiotu, precyzuje trzy tezy i cel pracy oraz przedstawia krytyczną analizę stosowanych technik elektrycznych i elektromagnetycznych do zastosowań w górnictwie podziemnym. W części merytorycznej opisane zostały podstawy teoretyczne metody georadarowej - GPR, tomografii elektrooporowej - ERT, metody konduktometrycznej, aparatury pomiarowej oraz stosowanej metodyki badań. Metoda georadarowa, tomografia elektrooporowa oraz w mniejszym zakresie profilowania elektromagnetyczne konduktometrem zostały wykorzystane przez Doktoranta do rozwiązania trzech postawionych uprzednio problemów, a mianowicie: do rozpoznania stref spękań wokół wyrobisk, do okonturowania

stref podwyższonej mineralizacji polimetalicznej w złożu miedzi oraz do detekcji w złożu soli porwaków i brekcji anhydrytowej z poziomu otworów wyprzedzających.

Rozdziały 1 i 2 omawiają problematykę badań elektrycznych i elektromagnetycznych w górnictwie podziemnym z uwzględnieniem obecnego stanu wiedzy w tym zakresie. Doktorant przedstawia tutaj geologiczno-górniczne i techniczne problemy związane z prowadzeniem badań elektrycznych i elektromagnetycznych w górnictwie podziemnym odwołując się do danych literaturowych zebranych na przestrzeni ponad dwudziestu lat w kopalniach na całym świecie. Dostrzega przy tym, że współczesne górnictwo oczekuje od metod geofizycznych prognoz dotyczących zarówno warunków prowadzenia eksploatacji, jak i możliwości występowania zagrożeń, a także wpływu eksploatacji na środowisko naturalne. Nawiązuje też wstępnie do możliwości zastosowania technik GPR i ERT w podziemnym górnictwie rud zauważając, że aplikacje tych technik mimo wielu lat badań są ciągle w początkowej fazie rozwoju. Doktorant dostrzega tutaj też podstawowy problem, że badania takie odbywać się muszą w trudnych warunkach kopalnianych, co niesie za sobą całą serię problemów praktycznych do rozwiązania i dlatego metody ERT i GPR w górnictwie podziemnym niosą w sobie nadal duży potencjał nowatorski. Rozdział 3 przedstawia kompendium wiedzy na temat podstaw teoretycznych, zasad działania i budowy sprzętu dla wykorzystywanych w pracy metod elektrycznych i elektromagnetycznych. Przedstawiono tutaj zarówno matematyczne równania elektromagnetyzmu, czyli równania Maxwella, falowe równania dla fal elektromagnetycznych jak również podano uproszczony opis zjawiska tłumienia tych fal. Przedstawione podstawy teoretyczne znajdują też przełożenie na konkretne wykorzystanie praktyczne i dlatego razem z opisem teoretycznym Doktorant podaje wartości analizowanych parametrów takich jak przenikalność elektryczna, elektryczna przewodność właściwa, elektryczna oporność właściwa, prędkość propagacji i współczynnik tłumienia fali elektromagnetycznej dla spotykanych w górnictwie podziemnym ośrodków jak piaskowiec, dolomit, anhydryt, wapień czy łupek. Parametry te stanowią bazę dla wszystkich wykorzystanych dalej w pracy metod elektrycznych i elektromagnetycznych. W rozdziale 3 omówiono także bazę aparaturową dla prowadzonych badań, w których użyto georadaru ProEx szwedzkiej firmy MALA



GeoScience z antenami o częstotliwościach 500 MHz, 250 MHz, 100 MHz oraz 50 MHz, urządzenia do badań elektrooporowych LUND Imaging System szwedzkiej firmy ABEM w wariantach z krótkimi elektrodami oraz z kotwami ekspansywnymi oraz wykorzystano wspomagająco konduktometry EM-31 oraz EM-38 kanadyjskiej firmy Geonics. Rozdział 3 przedstawia krótko schemat inwersji danych ERT i cyfrową obróbkę danych georadarowych wraz z omówieniem zasięgów głębokościowych i pojęcia rozdzielczości tych metod. Kwintesencja pracy zawarta jest w rozdziale 4, gdzie przedstawiono i przeanalizowano przeprowadzone na szeroką skalę dołowe badania elektryczne i elektromagnetyczne w kopalniach KHGM Polska Miedź S.A. „Polkowice-Sieroszowice” oraz „Rudna”. Pierwsza część rozdziału 4 odnosi się do detekcji stref podwyższonej porowatości i stref spękań z użyciem metody georadarowej i tomografii elektrooporowej i jest realizacją celu pracy wynikającego z pierwszej tezy rozprawy. Badania prowadzone były na trzech poligonach badawczych: w oddziale G-12 kopalni „Polkowice-Sieroszowice”, w oddziale G-12 kopalni „Rudna” oraz w oddziale G-24 kopalni „Rudna”. Wyniki badań w każdym z oddziałów zakończono syntetycznymi wnioskami odnoszącymi się oddzielnie do wyników badań georadarem oraz wyników badań metodą tomografii elektrooporowej. Generalnie Doktorant stwierdza, że technika georadarowa GPR dostarczyła pozytywnych wyników podczas detekcji stref spękań i stref podwyższonej porowatości. Natomiast technika tomografii elektrooporowej ERT pozwoliła na określenie stref spękań i stref podwyższonej porowatości z mniejszą rozdzielczością niż metoda georadarowa GPR. Druga część rozdziału 4 odnosi się do wyznaczenia okonturowania stref podwyższonej mineralizacji polimetalicznej w złożu miedzi z użyciem metody georadarowej, tomografii elektrooporowej i metody konduktometrycznej i jest realizacją celu pracy wynikającego z drugiej tezy rozprawy. Badania prowadzone były na dwóch poligonach badawczych: w rejonie pochylni A5F oraz z rejonu upadowej D2 kopalni „Polkowice-Sieroszowice”. Przed przystąpieniem do właściwych badań elektrycznych i elektromagnetycznych na wstępie wykonano badania laboratoryjne na próbkach skalnych pobranych z miejsc wytypowanych do badań dołowych, przy czym istotnymi z punktu widzenia badań GPR i ERT były trzy parametry: względna przenikalność elektryczna, oporność elektryczna i przewodność elektryczna. Doktorant słusznie dostrzega konieczność

powiązania zmienności powyższych parametrów, istotnych z punktu widzenia badań elektrycznych i elektromagnetycznych, z procentową zawartością miedzi oraz dwóch dodatkowych pierwiastków żelaza oraz ołowiu. Po omówieniu badań laboratoryjnych na próbkach następuje analiza i omówienie wyników badań georadarowych, tomografii elektrooporowej oraz konduktometrycznych, gdzie poszukiwany jest raczej jakościowy związek między zawartością miedzi, żelaza oraz ołowiu a badanymi parametrami dla trzech wykorzystanych w pracy metod geofizycznych. Podobnie jak poprzednio wyniki badań w każdym z dwóch wybranych poligonów pomiarowych kończą się syntetycznymi wnioskami odnoszącymi się oddzielnie do wyników badań georadarem, metodą tomografii elektrooporowej oraz konduktometrem. Doktorant stwierdza, że: badania konduktometrem dobrze korelują się z informacjami o procentowej zawartości metali w próbkach, badania georadarem pozwalają na określenie stref podwyższonej mineralizacji polimetalicznej a metoda tomografii elektrooporowej pozwala określać strefy wskazujące albo na podwyższone okruszcowanie złoża albo zawodnionych stref spękań w górotworze.

Trzecia część rozdziału 4 odnosi się do detekcji brekcji i porwaków anhydrytowych w złożu soli kamiennej i jest realizacją celu pracy wynikającego z trzeciej tezy rozprawy. Badania prowadzone były w kopalni „Polkowice-Sieroszowice” w wyselekcjonowanych wyrobiskach z użyciem metody georadarowej zastosowanej w samych wyrobiskach oraz specjalnie przygotowanych otworach wokół tych wyrobisk. Badania otworowe wykonano antenami bistatycznymi o charakterystyce dookólnej i częstotliwości 100 MHz utrudniającymi lokalizację przestrzenną potencjalnych anomalii. Nie mniej jednak Doktorant stwierdza, że technika georadarowa w otworach dostarczyła pozytywnych wyników pozwalających na wskazanie na radargramach stref pochodzących od porwaków i brekcji anhydrytowej zalegającej w soli. Natomiast georadarowe badania w wyrobiskach pozwalają na detekcję anhydrytu zalegającego w soli kamiennej.

Pracę zakończono całą serią praktycznych wniosków ujętych w podsumowującym rozdziale 5, które potwierdzają wysunięte przez Doktoranta trzy tezy rozprawy, że zastosowanie metody georadarowej i tomografii elektrooporowej pozwala na detekcję stref spękań, okonturowanie stref

podwyższonej mineralizacji polimetalicznej oraz detekcję brekcji anhydrytowej i porwaków anhydrytowych występujących w złożu soli kamiennej.

### **3. Merytoryczna opinia rozprawy**

#### **3.1. Ocena wyboru tematu rozprawy**

Temat rozprawy doktorskiej mgr Tomasza Małysa odnosi się do wykorzystania wybranych trzech geofizycznych metod elektrycznych i elektromagnetycznych do rozwiązania trzech górniczych problemów, a mianowicie: rozpoznania stref spękań wokół wyrobisk, określenia stref podwyższonej mineralizacji polimetalicznej w złożu miedzi oraz detekcji w złożu soli porwaków i brekcji anhydrytowej.

Trzy powyższe problemy górnicze są zagadnieniami trudnymi do jednoznacznego rozwiązania i mającymi już pewną historię w naukach górniczych. Dlatego każda próba wnosząca nowy wkład do rozwiązania tych problemów powinna być przyjęta z uznaniem. Niejednokrotnie wykazano na drodze empirycznej i teoretycznej, że parametry takie jak przenikalność elektryczna, elektryczna przewodność właściwa, elektryczna oporność właściwa i prędkość propagacji fali elektromagnetycznej może charakteryzować mechaniczne i fizykomechaniczne cechy skał. Doktorant podjął w dużym stopniu nowatorskie badania empiryczne w kierunku zastosowania geofizycznych technik elektrycznych i elektromagnetycznych z użyciem specjalistycznej aparatury pomiarowej do znalezienia jakościowego i w pewnym stopniu ilościowego związku między geofizycznymi parametrami charakteryzującymi badany górotwór a mechanicznymi i chemiczno-fizycznymi parametrami charakteryzującymi tę samą część ośrodka skalnego.

Temat rozprawy podjęty przez Doktoranta wymaga zarówno szerokiego zakresu wiedzy, jak też determinacji jej poszerzenia poza zakres określony kierunkiem studiów oraz dużej systematyczności i dużego nakładu pracy.

#### **3.2. Sposób realizacji pracy**

W oparciu o własne badania i studium literatury Doktorant przedstawił stosunkowo szeroką analizę czynników geologiczno-górniczych wpływających

na zmienność geofizycznych parametrów takich jak przenikalność elektryczna, elektryczna przewodność właściwa, elektryczna oporność właściwa i prędkość propagacji fali elektromagnetycznej prowadzącą w konsekwencji do rozwiązania trzech zagadnień badawczych, a mianowicie: rozpoznania stref spękań wokół wyrobisk, określenia stref podwyższonej mineralizacji polimetalicznej w złożu miedzi oraz detekcji w złożu soli porwaków i brekcji anhydrytowej. W zakresie tematu rozprawy autor przeprowadził dobry przegląd literatury obejmujący 81 pozycji, w którym znaczna część obejmuje literaturę anglojęzyczną. Rdzeń pracy Doktoranta w głównej mierze opiera się na przeprowadzeniu na szeroką skalę dołowych pomiarów i badań elektrycznych i elektryczno-magnetycznych w kopalniach KHGM Polska Miedź S.A. „Polkowice-Sieroszowice” oraz „Rudna” i sformułowaniu całej serii praktycznych wniosków sformułowanych jako oddzielne punkty w rozdziale 5 pracy. Wnioski te pełnią rolę oryginalnego przewodnika dotyczącego możliwości wykorzystania wybranych trzech rodzajów metod elektrycznych i elektromagnetycznych do rozwiązania trzech praktycznych problemów geologiczno-górnich w kopalniach podziemnych.

Autor systematycznie wprowadza w problematykę obejmującą zakres zagadnień związanych z tematyką pracy rozpoczynając od omówienia wybranych zagadnień geofizycznych, które mogą zostać wykorzystane do rozwiązywania konkretnych problemów geomechanicznych i górniczych w podziemnych kopalniach rud miedzi w rejonie Legnicko-Głogowskiego Zagłębia Miedziowego. Następnie przedstawia podstawy działania różnych typów aparatów geofizycznych i związanych z nimi metod interpretacji i analizy danych w kontekście korzyści, jakie ze sobą niosą w rozwiązywaniu postawionych problemów badawczych. Doktorant słusznie dostrzega w pracy problem ograniczonego zasięgu głębokościowego i ograniczonej rozdzielczości wykorzystywanych metod. Są to generalnie negatywne zjawiska z jakimi mamy do czynienia podczas prowadzenia samych pomiarów jak i w trakcie analizy i interpretacji uzyskanych danych geofizycznych. Oznacza to z kolei, że dana metoda geofizyczna może odwzorowywać szczegółowo relację między danymi wejściowymi oraz wyjściowymi, ale tylko w ograniczonym zakresie. Aby temu przeciwdziałać Doktorant wykorzystuje różnego rodzaju konfiguracje sprzętowe, jak na przykład różne typy stosowanych anten georadarowych czy

różne sekwencje pomiarowe dla metody tomografii elektrooporowej. Są to standardowe procedury stosowane powszechnie w procesie interpretacyjno-pomiarowym dla tych metod geofizycznych.

Doktorant stawia niejawnie hipotezę, że istnieje relacja między mierzonymi parametrami elektrycznymi i elektromagnetycznymi charakteryzującymi górotwór kopalniany a mechanicznymi i chemiczno-fizycznymi parametrami charakteryzującymi tę samą część ośrodka skalnego.

Etap eksperymentalno-badawczy pracy dotyczy wybranych rejonów eksploatacyjnych dwóch kopalń KGHM, gdzie w latach 2011, 2012 i 2015 prowadzono pomiary, badania i analizy z wykorzystaniem metody georadarowej, metody tomografii elektrooporowej i metody konduktometrycznej. W pierwszym etapie badań na podstawie danych georadarowych oraz elektrooporowych zarejestrowanych na 3 poligonach Doktorant dokonuje ich analizy i skuteczności wykorzystania do detekcji stref spękań i stref podwyższonej porowatości. Badania Doktoranta koncentrują się tutaj na sformułowaniu jakościowych wniosków wiążących badane parametry geofizyczne ze strefami spękań i podwyższonej porowatości. W drugim etapie badań na podstawie danych konduktometrycznych, georadarowych oraz elektrooporowych zarejestrowanych na 2 poligonach Doktorant formułuje jakościowe wnioski wiążące badane parametry geofizyczne z podwyższonymi strefami okruszczenia złoża. Wreszcie w trzecim etapie badań następuje finalne podsumowanie określające jakościowe związki między parametrami geofizycznymi z pomiarów georadarem a brekcji i porwaków anhydrytowych w złożu soli kamiennej wykonane na 2 poligonach badawczych.

Należy podkreślić, że Doktorant dokonał praktycznego sprawdzenia możliwości detekcyjnych wybranych metod elektrycznych i elektromagnetycznych potwierdzając duży potencjał aplikacyjny badanych metod geofizycznych. Jest to niewątpliwie oryginalny wynik pracy Doktoranta. Praca kończy się serią syntetycznych wniosków i pozytywnym stwierdzeniem na temat możliwości zastosowania wybranych metod geofizycznych do rozwiązywania postawionych zagadnień praktycznych dla górnictwa miedzi.

### **3.3. Uwagi krytyczne i pytania.**

Recenzowana praca doktorska zawiera elementy, które stanowią oryginalny i własny wkład Doktoranta. Niemniej jednak praca zawiera też pewne niedociągnięcia przedstawione poniżej w postaci uwag i pytań.

- Na stronie 10 z jednej strony jest zdanie „Celem badań była próba wykrycia m.in. spękań i szczelin o rozmiarach rzędu milimetrów” a chwilę później zdanie „Teoretycznie, rozdzielczość metody wynosi  $\frac{1}{4}$  długości fali, a więc stosując antenę o częstotliwości 400 MHz można rozpoznać pęknięcie wypełnione powietrzem, o rozwarciu powyżej ok. 0,2 m”. Te dwa stwierdzenia stoją raczej w opozycji do siebie, chyba, że Doktorant może to w jakiś sposób wyjaśnić?

- Na stronie 17 we wzorze (3.4) dla równań Maxwella w ośrodkach bezstratnych nie powinien występować człon z sigma

- Na stronie 18 przed wzorami (3.7) i (3.8) pada stwierdzenie, że „Równanie falowe (tj. wektorowe równanie Helmholtz’a) wyprowadzone z równań Maxwella...” . Równanie falowe dla fal elektromagnetycznych, wbrew tej sugestii, to nie jest równanie Helmholtza, które nie zawiera pochodnych czasowych w przeciwieństwie do równania falowego

- Na stronie 18 przed we wzorach (3.9) - (3.13) jest kilka błędów. Po pierwsze gamma to stała zespolona propagacji, a nie wektor w trójwymiarowej przestrzeni i nie może być wprowadzany jako iloczyn wektorowy z wektorami pola elektrycznego i magnetycznego. Po drugie jeśli spełnione są wzory (3.11) i (3.12) to wtedy z (3.9) i (3.1) wynika, że E i H są zerowe. Proszę o krótkie wyjaśnienie

- Na stronie 19 poniżej wzoru (3.19) podano zdanie, że „Z zależności (3.19) wynika, że tłumienie fali e-m rośnie wraz ze wzrostem częstotliwości...”. Jest to prawda tylko w przypadku, gdy współczynnik dobroci jest stały, co nie zawsze jest spełnione

- Na stronie 25 podano zdanie, że „Wraz z głębokością rozdzielczość pozioma będzie spadać”. Jest raczej odwrotnie, czyli, że z głębokością rozdzielczość pozioma rośnie

- Na stronie 29 występuje błąd literowy. Zamiast wyrażenia „przeprowadzenie interpelacji jakościowej” powinno być przeprowadzenie interpretacji jakościowej



- Na stronie 30 występuje błąd literowy. Zamiast wyrażenia „Procedura służyła do wsuwania losowego, niskoamplitudowego szumu pochodzenia aparaturowego” powinno być: Procedura służyła do usuwania losowego, niskoamplitudowego szumu pochodzenia aparaturowego

- Na stronie 30 podano zdanie „W zależności od rodzaju zakłóceń pojawiających się na radargramach stosowano filtrację częstotliwościową realizowaną jako filtry dolno- lub górno- lub pasmowo-przepustowe lub jako filtr wycięciowy”. Czy Doktorant może podać więcej informacji na temat stosowanych filtrów częstotliwościowych, jak rodzaj użytego filtra oraz zakres jego częstotliwości?

- Na stronie 31 podano zdanie „Na radargramach nie stosowano procedur migracyjnych...”. Migracja jest ważnym elementem w badaniach sejsmiki refleksyjnej służącym generalnie do przesunięcia granic odbijających do ich prawdziwej pozycji w przestrzeni. Jakie jest zdanie Doktoranta na temat wprowadzenia procedur migracyjnych w badania georadarowych?

- Na stronie 41 występuje błąd literowy. Zamiast wyrażenia „poziomy pomiarowe nie odpowiadają rzeczywistym głębokością” powinno być: poziomy pomiarowe nie odpowiadają rzeczywistym głębokościom

- Na stronie 46 podane zdanie, że „wyniki pomiarów ERT z wykorzystaniem kotwi ekspansyjnych (tj. długich elektrod) powinny być porównywalne w skali jakościowej z wynikami uzyskanymi na tym samym profilu wykonanymi przy użyciu standardowych, krótkich elektrod.” Nie bardzo jasne jest stwierdzenie, że wyniki powinny być porównywalne w skali jakościowej. Proszę wyjaśnienia, co Doktorant miał na myśli?

- W rozdziale 4.6 znajduje się krótki opis inwersji tomografii elektrooporowej. Niestety brak jest odniesienia się do analizy błędów w tym problemie inwersyjnym, co jest dość istotne z punktu widzenia uzyskanej dokładności odwzorowań metodą tomografii elektrooporowej. Czy Doktorant może wypowiedzieć na temat analizy błędów we wszystkich stosowanych w doktoracie metodach?

- Na rysunkach 4.17 – 4.22 w opisie rysunków podano, że jest to korelacja względnej stałej dielektrycznej z zawartością Cu w badanych próbkach. Nie jest to jednak korelacja tych dwóch zmiennych i w opisie powinno raczej być użyte słowo zmienność lub rozkład

- Rysunki 4.31 i 4.32 pokazują dane pomiarowe i pewne krzywe, które prawdopodobnie są krzywymi regresyjnymi. W tekście jednak brak jest informacji na ten temat i jak te krzywe uzyskano, obliczono?

Wymienione uwagi i pytania nie pomniejszają niezaprzeczalnego i istotnego wkładu własnego Doktoranta i służą jedynie do wskazania możliwości dalszych badań lub wprowadzenia drobnych korekt w ewentualnych publikacjach wyników tej pracy.

### **3.4. Ogólna ocena dysertacji**

Doktorant w sposób przekonujący udokumentował na praktycznych przykładach podziemnych badań i analiz z użyciem metod elektrycznych i elektromagnetycznych rozwiązania trzech praktycznych problemów geologiczno-górnich odnosząc się przy tym do sytuacji górniczych na poligonach badawczych w dwóch wybranych kopalniach KGHM Polska Miedź S.A.

Doktorant przeprowadził nowatorskie badania empiryczne w kierunku zastosowania metody georadarowej, metody tomografii elektrooporowej oraz metody konduktometrycznej i specjalistycznej aparatury pomiarowej do znalezienia jakościowego i w ograniczonym zakresie ilościowego związku między geofizycznymi parametrami charakteryzującymi badany górotwór a jego mechanicznymi i chemiczno-fizycznymi cechami.

Udokumentowanie rozwiązania trzech ważnych problemów geologiczno-górnich w kopalniach rud miedzi, a mianowicie wyznaczania stref spękań wokół wyrobisk, określenia stref podwyższonej mineralizacji polimetalicznej w złożu miedzi oraz detekcji w złożu soli porwaków i brekcji anhydrytowej różnych warunków geologiczno-górnich na wybranych podziemnych poligonach jest ważnym osiągnięciem badawczym Doktoranta. Podjęty kierunek badań jest bardzo istotny dla praktycznej strony wykorzystania uzyskanych wyników i znajduje zastosowanie podczas eksploatacji złóż w górnictwie miedziowym wymagając jednocześnie dalszych, intensywnych dociekań.

#### 4. Wnioski

Przeprowadzona analiza rozprawy doktorskiej mgr Tomasza Małysa na temat: „Zastosowanie metody georadarowej i tomografii elektrooporowej do rozwiązywania wybranych problemów geologiczno-górnich w kopalniach KGHM Polska Miedź S.A.” pozwala na stwierdzenie, że Doktorant twórczo zastosował swoje oryginalne rozwiązanie polegające na wykorzystaniu wybranych trzech metod elektrycznych i elektromagnetycznych do rozpoznania stref spękań wokół wyrobisk, określenia stref podwyższonej mineralizacji polimetalicznej w złożu miedzi oraz detekcji w złożu soli porwaków i brekcji anhydrytowej wykonując pomiary i badania geofizyczne na rzeczywistych poligonach pomiarowych w dwóch kopalniach KGHMA Polska Miedź S.A. Wyniki tych badań poszerzają wiedzę na temat rozwiązywania zagadnień geologiczno-górnich w górnictwie podziemnym. Należy podkreślić, że podjęte w pracy problemy to zagadnienia bardzo trudne, a zarazem potrzebne licznym przedsiębiorcom działającym w przemyśle górnym zarówno w kraju jak i na świecie. Rozprawa Doktoranta świadczy o umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej oraz o tym, że posiadał on ogólną wiedzę teoretyczną i praktyczną w zagadnieniach geofizyki górniczej.

Uwzględniając powyższe stwierdzam, że rozprawa doktorska Pana mgr Tomasza Małysa spełnia wymagania ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym i wnoszę o dopuszczenie Doktoranta do dalszych czynności przewodu doktorskiego.

