

Dr hab. Jerzy Sobotka, prof. UWr

Uniwersytet Wrocławski

Wrocław, 29-11-2018

Wydział Nauk o Ziemi i Kształtowania Środowiska

Instytut Nauk Geologicznych

Samodzielna Pracownia Geofizyczna

## **RECENZJA**

pracy doktorskiej mgr Tomasza Małysy p.t.:

### **ZASTOSOWANIE METODY GEORADAROWEJ I TOMOGRAFII ELEKTROOPOROWEJ DO ROZWIĄZYWANIA WYBRANYCH PROBLEMÓW GEOLOGICZNO-GÓRNICZYCH W KOPALNIACH KGHM POLSKA MIEDŹ S.A.**

#### **1. Podstawa formalna recenzji**

Recenzję rozprawy doktorskiej Pana mgr Tomasza Małysy opracowano zgodnie z postanowieniem Rady Wydziału Geologii Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH z dnia 24 września 2018 r., oraz pisma Dziekana Wydziału, Pana prof. dr hab. inż. Jacka Matyszkiewicza z dnia 04.10. 2018 (WGGiOŚ – dz. 0154-120/2018), informujące o powołaniu mnie przez Radę Wydziału WGGiOŚ na recenzenta ww. rozprawy doktorskiej.

Recenzja została wykonana zgodnie z wymogami obowiązującej Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o „stopniach i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki” wraz z późniejszymi zmianami. W oparciu o treść tej ustawy rozprawa doktorska powinna być:

*„Oryginalnym rozwiązaniem przez Doktoranta określonego zagadnienia naukowego oraz wykazać Jego ogólną wiedzę teoretyczną w danej dyscyplinie naukowej i umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej”.*

Na podstawie przeprowadzonej analizy załączonej dokumentacji Pana mgr Tomasza Małysy stwierdzam, że Jego dorobek naukowy i aktywność badawcza mieszczą się w dziedzinie **Nauk o Ziemi** (dyscyplinie naukowej Geofizyka).

## 2. Ogólna charakterystyka rozprawy

Recenzowana rozprawa została opracowana w Zakładzie Geofizyki Wydziału WGGiOŚ pod promotorstwem dr hab. inż. **Tomisława Gołębiowskiego**, Prof. Politechniki Krakowskiej.

Praca składa się z pięciu rozdziałów obejmujących: wstęp, podsumowanie, wnioski, spis oznaczeń oraz bibliografię. Zawarta jest na 171 stronach. Mieści się w tym materiał ilustracyjny - 93 rysunki, umowy z KGHM Polska Miedź S.A oraz 14 tabeli. Trzy załączniki oraz abstrakt są osobno ponumerowanymi stronami. W spisie literatury znajdują się 81 pozycji i 7 odnośników internetowych, przy czym w 5 pozycjach Doktorant jest współautorem cytowanych prac, a pozycja 26 ww. spisu występuje na tzw. Liście Filadelfijskiej i jest wysoko punktowaną.

## 3. Trafność podjęcia tematu, cel oraz zakres układu pracy

Praca ta jest poświęcona tematowi możliwości wykorzystaniu metody georadarowej i tomografii elektrooporowej (ERT) oraz uzupełniającej (ale bardzo istotnej metody geofizycznej) – konduktometrycznej (EMP).

*Cel pracy został zdefiniowany, jako: „rozpoznania okołowyrobiskowych stref spękań, jak również analiza możliwości zastosowania wybranych metod geofizycznych, w celu okonturowania stref podwyższonej mineralizacji polimetalicznej w złożu miedzi oraz analizy możliwości detekcji w złożu soli porwaków i brekcji anhydrytowej z poziomu otworów wyprzedzających”.*

Jak słusznie zaznacza Autor „rozpoznanie otworowe jest standardową techniką stosowaną w KGHM Polska Miedź S.A. do gromadzenia informacji o górotworze wokół wyrobisk górniczych oraz przed frontem eksploatacyjnym. Technika ta jest czasochłonna, pracochłonna, bardzo droga, a co najważniejsze, dostarcza jedynie ubogich informacji punktowych o badanym ośrodku geologicznym”.

Wyrobiska w złożu miedzi, prowadzone są *techniką strzałową*, co powoduje powstanie *strefy spękań*, która może jeszcze powiększać się w wyniku działania *naprężeń powybuchowych*.

Rozwiązaniem problemu tego typu może być *zastosowanie metod geofizycznych*, które są znacznie tańsze od wierceń oraz nieinwazyjne.

**Reasumując** – temat podjęty w recenzowanej pracy jest bardzo aktualny i niewątpliwie może posłużyć do podwyższenia efektywności prac rozpoznawczych, co na końcowym etapie przełoży się na efekt ekonomiczny wydobycia miedzi przez KGHM Polska Miedź S.A.

Układ pracy jest prawidłowy i dość przejrzysty, wynika logicznie z zakresu opracowania, obejmuje część literaturową, opis podstaw stosowanych metod badawczych, wyniki pomiarowe wraz z materiałami graficznymi opartymi na otrzymanych rezultatach oraz podsumowanie przeprowadzonych analiz wraz z wpływającymi z nich wnioskami.

- We **wstępie** - rozdział pierwszy (wprowadzenie) pracy doktorskiej zawarty został cel, podstawowe zadania oraz tezy rozprawy.

do podstawowych *zadań* Autor zalicza:

- rozpoznanie okołowyrębiskowych stref spękań z wysoką rozdzielczością,
- analiza możliwości zastosowania wybranych metod geofizycznych, do okonturowania stref podwyższonej mineralizacji polimetalicznej w złożu miedzi,
- analiza możliwości detekcji w złożu soli porwaków i brekcji anhydrytowej z poziomu otworów wyprzedzających.

Z kolei *tezy* pracy zostały zdefiniowane jak niżej:

- zastosowanie metody georadarowej i tomografii elektrooporowej pozwoli na detekcję stref spękań pochodzenia naturalnego i indukowanych działalnością górnictwem, zagrażających dopływem gazu lub wody do wyrobisk,
- zastosowanie proponowanych metod geofizycznych pozwoli na okonturowanie stref podwyższonej mineralizacji polimetalicznej, co w efekcie wpłynie na optymalizację procesu eksploatacji,
- zastosowanie metody georadarowej pozwoli na detekcję brekcji anhydrytowej i porwaków anhydrytowych występujących w złożu soli kamiennej, które mogą być potencjalnymi źródłami występowania siarkowodoru.

- W rozdziale **drugim** zatytułowanym „**studium literaturowe**”

omówiono najbardziej przydatne metody (według Autora) do rozwiązywania konkretnego problemu (georadarowe, tomografia elektrooporowa). Opisane zostały doświadczenia innych autorów specjalizujących się w omawianym temacie - głównie dla potrzeb górnictwa odkrywkowego.

Autor *bardzo trafnie* reasumuje, że: „przeegląd dostępnej literatury pozwala stwierdzić, iż współczesne górnictwo oczekuje od geofizyki prognoz dotyczących zarówno warunków prowadzenia eksploatacji, jak i możliwości występowania zagrożeń, a także wpływu eksploatacji na środowisko naturalne. Aplikacja techniki GPR i ERT do zastosowań w górnictwie podziemnym, a w szczególności rudnym jest w początkowej fazie rozwoju”.

- Bardzo obszerny **trzeci** rozdział – „**podstawy zastosowanych metod geofizycznych**”

opisuje podstawy fizyczne wybranych metod stosowanych w podjętych doświadczeniach (ERT, georadarowej, konduktometrycznej, jak też przytacza równania Maxwella oraz inwersje danych ERT) oraz omawia testową metodykę niektórych przeprowadzonych pomiarów.

- W podstawowym – **czwartym** rozdziale ww. pracy – „**badania dołowe**”

Zawierającym 11 podrozdziałów, w których Doktorant kolejno opisuje cele badań, zastosowaną metodykę oraz przytacza oraz dokładnie omawia wyniki przeprowadzonych prac na obszarach doświadczalnych. Rozdział ten jest bogato ilustrowany graficznie a kolejne rysunki przedstawiające otrzymane rezultaty są szczegółowo analizowane i na podstawie tej analizy są formułowane odpowiednie wnioski merytoryczne.

Autor podkreśla, że technika GPR dostarczyła pozytywnych wyników podczas detekcji stref spękań i stref podwyższonej porowatości, na podstawie uzyskanych radargramów udało się wyznaczyć zasięg strefy spękań i odspojeń w ociosach i w stropach, indukowanych działalnością górnictwem; przy relatywnie małej ilości spękań okołowytrobiskowych, które będą wypełnione gazami (tzw. „suche” spękania), a więc

nie będą tłumić fal e-m, istnieje możliwość kartowania przebiegu uskoków oraz dużych pęknięć w górotworze;

- strefy nagłego zaniku sygnałów GPR mogą wskazywać albo na obecność litego górotworu lub na występowanie „mokrych” spękań, wypełnionych materiałem tłumiącym fale e-m, tj. wodami złożowymi, kurzawką, materiałem ilastym;

- wyniki badań GPR pozwoliły na wytypowanie miejsc, w których należy wykonać wiercenia weryfikujące.

- technika ERT również pozwoliła na okonturowanie stref spękań i stref podwyższonej porowatości, lecz z mniejszą rozdzielczością niż metoda GPR;

Autor krytycznie stwierdza, że Technika ERT nie dała możliwości detekcji granicy anhydryt – dolomit, a wyniki badań GPR wskazują na pewien potencjał tej metody przy rozpoznaniu omawianej granicy.

W dalszej części rozprawy wnioskuje, że: wyniki uzyskane na podstawie tylko jednego profilu są bardzo obiecujące, lecz w pełni opracować metodykę pomiaru, przetwarzania i interpretacji danych elektrooporowych uzyskiwanych z zastosowaniem kotwi ekspansyjnych, należy przeprowadzić dalsze prace badawcze:

- (a) w różnych warunkach geologicznych,
- (b) z uwzględnieniem geometrii kotew, tj. źródła liniowe,
- (c) należy wziąć pod uwagę stopień utlenienia materiału (*kotwy wykonywane są ze stali węglowej, która rdzewieje, a nie ze stali nierdzewnej jak standardowe elektrody*),
- (d) w algorytmie inwersyjnym należy uwzględnić rzeczywiste położenie źródeł prądu w modelu antropogenicznego pobranego ze stawu osadowego „Kujawy”.

Dodatkowo, próbki odpadów wykorzystanych w eksperymentach geoelektrycznych, zostały poddane podstawowym badaniom petrofizycznym, chemicznym i mineralogicznym przy wykorzystaniu kilku zaawansowanych metod laboratoryjnych (fluorescencyjnej spektrometrii rentgenowskiej, dyfrakcji rentgenowskiej oraz nowoczesnego mikroskopu elektronowego). Otrzymane wyniki zaprezentowane zostały w postaci tabularnej oraz graficznej.

Jeżeli chodzi o metodę konduktometryczną to ograniczone wyniki jej testów wskazywały, że najlepsze rezultaty przy detekcji stref podwyższonej mineralizacji polimetalicznej powinno uzyskiwać się w przypadku małej ilości spękań obecnych w górotworze, anomalie o podwyższonej przewodności na krzywych

konduktometrycznych mogą pochodzić od stref o podwyższonym okruszcowaniu lub od tzw. „mokrych” stref spękań. Oprócz tego Autor stwierdza, że wyniki badań konduktometrem EM-31 dobrze korelowały z informacjami o procentowej zawartości metali w próbkach z ociosu, jeśli wyniki badań nie były zaburzone warunkami w wyrobiskach i spękaniami w ociosie. Anomalie o podwyższonej przewodności na krzywych konduktometrycznych oraz strefy o podwyższonej „energii” sygnałów GPR są wyraźnie widoczne na wynikach rejestracji i mogą pochodzić od stref podwyższonej mineralizacji polimetalicznej lub od tzw. „mokrych” stref spękań.

Technika ERT (RI) daje możliwość wydzielenia anomalii wysokooporowych związanych z obecnością tzw. „suchych” spękań oraz pozwala okonturować strefy niskooporowe wskazujące albo na podwyższone okruszcowanie złoża lub na obecność tzw. „mokrych” stref spękań w badanym górotworze.

Dla przeprowadzonych w laboratorium badań metodą ERT, przedstawiono wyniki inwersji dla trzech różnych cylindrycznych modeli. Dość dużą uwagę poświęcono możliwym błędom pojawiającym się w trakcie przeprowadzenia badań metodami elektrooporowymi. Podkreślono, że w obrębie otrzymanych przekrojów zaobserwować można wiele wyinterpretowanych struktur, które znajdują się w charakterystycznych miejscach przedstawionych obrazów. Najwięcej z nich zaznacza się w bliskim sąsiedztwie fizycznych granic próbka – piasek. Wszystkie te obszary mogą być związane z procesem inwersji, który, w przypadku występowania w ośrodku ostrych granic pomiędzy warstwami o wysokich kontrastach oporności właściwych, często wyinterpretowuje artefakty niemające odzwierciedlenia w rzeczywistej budowie ośrodka (tzw. banding effect). Przeanalizowano także schemat migracji zanieczyszczeń do różnych obszarów modelowych.

Na podstawie pomierzonych wartości oporności cieczy oraz otrzymanych przekrojów stwierdzono, że najwięcej zanieczyszczeń przedostaje się do dolnej warstwy piasku. Autor wnioskuje, że profilowanie elektrooporowe z dużą dokładnością odzwierciedla granice pomiędzy warstwą antropogeniczną i piaskiem, a także poziomy zwierciadła wody. Oprócz tego, oporność pozorna mierzona w obrębie warstwy piasku wzrasta wraz z obniżaniem zwierciadła wody w modelach.

Wyniki pomiarów metodą geoelektrycznych badań penetracyjnych, przeprowadzonych na fizycznych modelach z warstwą antropogeniczną, zilustrowano w postaci wykresów przedstawiających rozkłady oporności i różnice potencjałów

między różnymi kombinacjami zastosowanych elektrod w funkcji głębokości. Zilustrowano przykłady pokazujące zmienność różnicy potencjałów w czasie.

Analizy przeprowadzone na podstawie wykresów zmian  $\Delta V$ , zarówno w funkcji czasu, jak i w funkcji głębokości, świadczą o możliwości wykorzystania takich pomiarów do uzyskiwania istotnych informacji na temat budowy geoelektrycznej ośrodka gruntowo-wodnego oraz problemów związanych z jego zanieczyszczeniem.

Ostatni podrozdział tego rozdziału został poświęcony osobnemu zagadnieniu, a mianowicie: zastosowaniu metody GPR do detekcji brekcji i porwaków anhydrytowych w złożu soli kamiennej w OZ/G Polkowice-Sieroszowice. Badania geofizyczne w osiach planowanych przekopów wentylacyjnych wykonane zostały tylko techniką georadarową i podzielono na dwa etapy, a mianowicie: 1 – wykonanie w wybranych otworach profilowań refleksyjnych oraz 2 - przeprowadzenie otworowych profilowań refleksyjnych w dalszej części planowanego przekopu. Celem owych badań była analiza możliwości wykorzystania metody georadarowej do detekcji porwaków i przewarstwień anhydrytowych występujących w złożu soli kamiennej, które mogą być potencjalnymi źródłami siarkowodoru. Dodatkowo, detekcja porwaków zalegających w świetle planowanego wyrobiska, pozwalała optymalizować proces drążenia wyrobisk w soli.

Standardową techniką rozpoznania złoża soli w KGHM jest wiercenie otworów wyprzedzających; technika ta dostarcza bardzo ubogiej informacji punktowej o górotworze w stosunku do światła wyrobiska. Zdaniem autora, alternatywą dla wiercenia dużej ilości otworów jest zastosowanie nieinwazyjnych technik geofizycznych, m.in. metody georadarowej, w której pomiary można prowadzić antenami otworowymi.

Podsumowując otrzymane wyniki Doktorant stwierdza, iż „standardowe przetwarzanie radargramów wydaje się być wystarczające, a rejestracje są bardzo czytelne i nie ma problemu ze wskazaniem na radargramach anomalii pochodzących od porwaków i brekcji anhydrytowej zalegającej w soli. W suchej soli kamiennej, zasięg głębokościowy metody GPR jest o 20÷30% większy niż w innych skałach. Stosowanie anteny o charakterystyce dookólnej utrudnia dokładną lokalizację anomalii, dlatego pomiary należy wykonywać w kilku otworach wyprzedzających, a wyniki badań georadarowych należy korelować z otworowymi informacjami geologicznymi, Konkludując, metoda GPR daje pozytywne wyniki przy detekcji anhydrytu zalegającego w soli kamiennej”.

- **Wnioski końcowe**

rozprawa kończy się 44 ważnymi wnioskami, które zostały pogrupowane według trzech najważniejszych rozwiązywanych zadań, a mianowicie: - możliwości zastosowania metod GPR i ERT do detekcji stref podwyższonej porowatości i stref spękań w kopalniach KGHM, - analiza możliwości zastosowania metod GPR i ERT do okonturowania stref podwyższonej mineralizacji polimetalicznej w kopalniach KGHM, - analiza możliwości zastosowania metody GPR do detekcji brekcji i porwaków anhydrytowych w złożu soli kamiennej, w kopalniach KGHM.

Wszystkie wnioski dobrze udokumentowane wynikami przeprowadzonych badań. Znajduje się tu także i krytyczne spojrzenie na możliwości rozwiązywania oddzielnych zagadnień wybranymi metodami geofizycznymi.

Podsumowując tę część recenzji stwierdzam, że Autor rozprawy logicznie i przekonująco uzasadnił potrzebę prowadzenia prac badawczych w określonym przez siebie kierunku. Zwraca uwagę rzetelna redakcja opracowania, w tym staranna szata graficzna. Rysunki i wykresy są czytelne i przejrzyste opisane. Wyróżniam też redakcję językową, rozprawa jest napisana dobrą polszczyzną.

#### **4. Pozytywne aspekty rozprawy oraz uwagi krytyczne**

Po dokładnym zapoznaniu się z pracą doktorską Pana mgr Tomasza Małysy uważam, że jest ona dobrym przykładem przedstawiającym możliwości zastosowania badań GPR i ERT do rozpoznania okołowytrobiskowych stref spękań, okonturowania stref podwyższonej mineralizacji polimetalicznej w złożu miedzi i detekcji w złożu soli porwaków oraz brekcji anhydrytowej.

Z oceny merytorycznej całości recenzowanej pracy wynika, że Doktorant podjął się wykonać dość trudną i żmudną a zarazem ambitną pracę badawczą. Autor wykazał się dużą ambicją w podejmowaniu problemów naukowo – badawczych. Przeprowadzone pomiary terenowe, laboratoryjne oraz modelowanie numeryczne podparte teoretycznymi podstawami stosowanych metod świadczą o umiejętności prowadzenia prac badawczych, jak również, świadomej i krytycznej ocenie i interpretacji otrzymanych rezultatów.



Uzyskane wyniki posiadają cenną wartość naukowo - poznawczą i mogą być wykorzystane, jako podstawowy poziom odniesienia w przyszłych badaniach tego typu. Jak wynika ze spisu cytowanej literatury w sposób kompetentny został dokonany gruntowny przegląd aktualnego stanu wiedzy dotyczącego tematu pracy.

Za *warte podkreślenia* uważam następujące wnioski recenzowanej rozprawy:

- pokazano, że maksymalny zasięg stref spękań i odspojień okołowyrobiskowych, będących superpozycją prac górniczych i naprężeń tworzących się wokół wyrobisk w danym przypadku stanowi ok.15m.
- metodami predysponowanymi do detekcji spękań w warunkach kopalnianych wydają się być: metoda georadarowa (GPR), tomografia elektrooporowa (ERT) oraz metoda konduktometryczna . W celu zmniejszenia wieloznaczności interpretacyjnej, należy prowadzić badania dwiema metodami, a na podstawie wyników badań dołowych rekomenduje się GPR i ERT oraz wspomagająco EMP.
- żadna z zastosowanych technik geofizycznych nie dała możliwości *jednoznacznego* kartowania przebiegu granicy anhydryt – dolomit w miejscach wytypowanych do badań dołowych.
- na radargramach nie ma możliwości zinterpretowania czy strefa odwyższonych amplitud (lub energii sygnałów) pochodzi od nagromadzenia metali w górotworze, czy też od obecności spękań w badanym ośrodku. W celu interpretacji radargramów należy je zawsze korelować z danymi uzyskiwanymi z metody EMP lub ERT. Anomalie GPR, w których jednocześnie obserwujemy spadek oporności (lub wzrost przewodności) będą wskazywać na obecność albo strefy zwiększonej mineralizacji polimetalicznej lub na obecność „mokrych” spękań; aby rozwiązać tą niejednoznaczność interpretacyjną, należy wykonać wiercenia.
- aby móc śledzić zmiany koncentracji metali z wysoką rozdzielczością, należy w metodzie ERT stosować bardzo małe odległości pomiędzy elektrodami, rzędu 0,5m do 1m.
- w przypadku wszystkich zastosowanych metod geofizycznych (tj. GPR, EMP i ERT) możliwość detekcji stref podwyższonej mineralizacji istnieje tylko wtedy, gdy górotwór jest w miarę jednorodny, czyli nie występuje silnie rozbudowana strefa spękań. Aby określić czy anomalie geofizyczne pochodzą od nagromadzenia metali czy od „mokrych” spękań należy wykonać dodatkowe badania otworowe.

- zastosowanie standardowego przetwarzania jest wystarczające podczas georadarowej detekcji porwaków i brekcji anhydrytowej zalegającej w soli.
- otwór wyprzedzający powinien być wiercony w osi planowanego wyrobiska, a zastosowanie zaproponowanego w pracy zaawansowanego przetwarzania radargramów wraz z analizą stref silnego tłumienia sygnałów GPR, pozwoli na detekcję porwaków anhydrytowych zalegających w świetle planowanego wyrobiska.
- pomiary GPR pozwoliły w skali jakościowej wyznaczyć miejsca wilgotnej soli oraz strefy soli wypełnione solanką.

*Wyniki badań przedstawionych w recenzowanej pracy dają podstawę do pozytywnej jej oceny i stwierdzenia, że zasługuje ona na miano rozprawy doktorskiej. Niektóre uwagi krytyczne, które nasunęły się podczas lektury pracy, przedstawiam później.*

#### **4.1 Uwagi krytyczne**

- Zauważyłem nieliczne błędy ortograficzne, co zresztą jest prawie że nieuniknione przy takim obszernym wypracowaniu.
- Bardzo obszerny **trzeci** rozdział – „**podstawy zastosowanych metod geofizycznych**” zawiera głównie podstawową wiedzę podręcznikową lub ogólnodostępny materiał Internetowy i bez uszczerbku dla całości pracy może być nieco skrócony.
- Zdaniem recenzenta, w celu bardziej dokładnego wyznaczenia stref naprężeń okołowrobiskowych, można byłoby pokusić się na zastosowanie jeszcze jednej metody geofizycznej – magnetometrycznej. Oczywiście badania takie należy przeprowadzać w „cichym” czasie tzn. kiedy w kopalniach nie są prowadzone prace.
- Jeżeli chodzi o rozdzielczość i zasięg badań to Autor całkowicie pomija rolę metody płytkiej sejsmiki refrakcyjnej niewymagającej kosztownego wiercenia otworów i doskonale nadającej się do wyznaczenia np. stref uskokowych.

Zdaje sobie sprawę, że były to wstępne i testowe próby kompleksowego zastosowania wytypowanych przez Autora metod badawczych. Do tegoż, jak podkreśla Doktorant, pracę w tym kierunku będą kontynuowane. Mam nadzieję, że 2 ostatnie moje podpowiedzi zostaną uwzględnione w jego przyszłych badaniach.

*Przedstawione powyżej uwagi nie zmieniają mojej pozytywnej opinii o recenzowanej rozprawie doktorskiej.*

## **5. Podsumowanie recenzji i wniosek końcowy**

Przeprowadzona przez recenzenta analiza treści rozprawy pozwala stwierdzić, że problematyka pracy, metodyka badań i ich zakres, dobrze wpisują się w koło zainteresowań geofizyki stosowanej, a wyniki przedstawionych badań zapewne będą stanowić bazę dla ich specjalistycznego rozwinięcia. Recenzowana rozprawa doktorska Pana mgr Tomasza Małysy p.t.: „ZASTOSOWANIE METODY GEORADAROWEJ I TOMOGRAFII ELEKTROOPOROWEJ DO ROZWIĄZYWANIA WYBRANYCH PROBLEMÓW GEOLOGICZNO-GÓRNICZYCH W KOPALNIACH KGHM POLSKA MIEDŹ S.A.” stanowi, moim zdaniem, wartościowe osiągnięcie naukowo-badawcze o istotnym znaczeniu praktycznym i **wnioskuję o jej wyróżnienie.**

Przeprowadzona przez Autora analiza wyników badań jest prawidłowa i przekonująca, a wyciągnięte na jej podstawie wnioski, w tym także krytyczne, zostały sformułowane poprawnie i potwierdzają osiągnięcie zadeklarowanego na wstępie pracy celu. Doktorant wykazał się odpowiednią wiedzą teoretyczną, a także umiejętnością samodzielnego planowania i prowadzenia badań naukowych.

Na podstawie przeprowadzonej analizy stwierdzam, że przedłożona mi do recenzji rozprawa doktorska spełnia wymagania obowiązującej ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 roku (Dz.U. nr 65 pozycja 595 z dnia 16.04.2003 r. z późniejszymi zmianami), a tym samym może być dopuszczona do publicznej obrony.

*Jerzy Sobotke*