

Dr hab. inż. Zenon Pilecki, prof. instytutu  
Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energia PAN  
31-261 Kraków, Wybickiego 7A

Kraków, 9 lutego 2021

## Recenzja

### rozprawy doktorskiej mgr inż. Jacka Krupanka pt. „Ocena stanu zagrożenia sejsmicznego z wykorzystaniem rozkładu Gutenberga-Richtera i metody geotomografii aktywnej”

Rozprawa doktorska została opracowana w Głównym Instytucie Górnictwa w Katowicach  
pod kierunkiem Pani dr hab. inż. Krystyny Stec, prof. instytutu

#### 1. Informacje wstępne

Recenzję rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Jacka Krupanka pt. „Ocena stanu zagrożenia sejsmicznego z wykorzystaniem rozkładu Gutenberga-Richtera i metody geotomografii aktywnej” opracowałem na podstawie pisma Dyrektora Głównego Instytutu Górnictwa Pana prof. dr hab. inż. Stanisława Pruska z dnia 8 grudnia 2020 r., o znakach NSR212/2020.

Przewód doktorski Doktoranta prowadzony jest zgodnie z Ustawą z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach naukowych i tytule w zakresie sztuki w związku z art. 179 ust. 2 Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Zgodnie z wymogami Ustawy rozprawa doktorska powinna być *oryginalnym rozwiązaniem przez Doktoranta określonego zagadnienia naukowego oraz wykazywać jego ogólną wiedzę teoretyczną w danej dyscyplinie naukowej i umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.*

Rozprawa doktorska posiada 230 stron objętości. Zawiera ona osiem rozdziałów o objętości 177 stron, spis literatury obejmujący 148 pozycji oraz dodatkowo siedem załączników z danymi pomiarowymi i obliczeniowymi. Tekst rozprawy poprzedzony jest jej streszczeniem w języku polskim i angielskim.

Problem badawczy ujęty w tytule rozprawy doktorskiej dotyczy ciągle aktualnej tematyki oceny stanu zagrożenia sejsmicznego w kopalniach eksploatujących pokłady węgla kamiennego w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym (GZW). Niezależnie od planów stopniowego zamykania kopalń węgla kamiennego, tematyka ta jest i będzie aktualna przez najbliższe kilkadziesiąt lat z uwagi na pogarszające się warunki eksploatacji pokładów węgla kamiennego w GZW. Wzrastające zagrożenie sejsmiczne wymaga doskonalenia metod badawczych. W

związku z tym, wyniki badań przedstawione w rozprawie doktorskiej mają duże znaczenie poznawcze i praktyczne.

Stwierdzam również, że przedmiotowa rozprawa pod względem podjętej tematyki i swojej treści mieści się w obszarze dyscypliny naukowej górnictwo i geologia inżynierska.

## 2. Krytyczna analiza rozprawy doktorskiej

W ujęciu ogólnym rozprawa jest bardzo obszerna i wartościowa pod względem zebranych danych pomiarowych i wyników różnych badań. Obszerność rozprawy wynika z wielu rozważanych przypadków zagrożenia sejsmicznego odniesionych do różnych sytuacji geologiczno-górnicznych eksploatowanych ścian. Wymagało to dużego nakładu pracy i umiejętności właściwego uporządkowania zebranych informacji.

Konstrukcja rozprawy jest konsekwencją jej założeń i sposobu osiągnięcia przyjętego celu rozprawy. Po rozdziałach wstępnych omawiających zagadnienia wprowadzające, cel i zakres badań oraz przegląd metod oceny zagrożenia sejsmicznego, Doktorant przedstawił wstępną metodykę wykonywania obliczeń i analiz rozważanych sytuacji geologiczno-górnicznych. Na podstawie tej metodyki została przeprowadzona ocena zagrożenia sejsmicznego dla czterech ścian eksploatacyjnych w KWK Ruda Ruch Bielszowice oraz dwóch ścian w KWK Mysłowice-Wesoła. W rzeczywistości Doktorant przedstawił analizę zagrożenia sejsmicznego dla 27. sytuacji geologiczno-górnicznych jakie wyróżnił w polu rozważanych ścian. Dość obszerne opisy zostały zilustrowane starannie opracowanymi mapami i wykresami. W dalszej kolejności Doktorant przedstawił najważniejsze z punktu widzenia realizacji celu badań kryteria oceny zagrożenia sejsmicznego, które jednocześnie uważam za główne osiągnięcie naukowe rozprawy doktorskiej. Zweryfikował ich efektywność na podstawie powtórnej analizy udokumentowanych przypadków zagrożenia sejsmicznego z użyciem opracowanej klasyfikacji. W końcowej części rozprawy Doktorant dokonał podsumowania wraz z wnioskami. Po spisie literatury Doktorant zamieścił szczegółowe wyniki obliczeń oceny stanu zagrożenia sejsmicznego dla wszystkich analizowanych ścian eksploatacyjnych.

W rozdziale 1, we wstępie, Doktorant dość ciekawie i precyzyjnie scharakteryzował podstawowe zagadnienia objęte tematyką rozprawy. Niemniej jednak wyjaśnienia i skomentowania wymagają następujące kwestie:

- Doktorant pisze o sile ognisk sejsmicznych. Powszechnie używa się pojęcia energii, co pozwala na łatwiejsze porównywanie zjawisk sejsmicznych między sobą. Bardzo proszę o bliższe wyjaśnienie przyczyny użycia pojęcia „siły” w odniesieniu do ogniska wstrząsu.
- Doktorant używa pojęcia „własności” w odniesieniu do „właściwości” ośrodka skalnego. Powszechnie wiadomo, że słowniki „nie widzą” różnicy między tymi pojęciami, lecz język techniczny ulega ewolucji i od wielu już lat stosuje się jednoznacznie pojęcie „właściwość”. Pojęcie „własność” odnosi się do własności działki, obiektu budowlanego itp.
- Fragment dotyczący badań metodą sejsmiczną powinien szerzej opisać zagadnienie wyznaczania prędkości fali sejsmicznej w górotworze, gdyż jest to jeden z podstawowych parametrów wykorzystywanych w ocenie zagrożenia sejsmicznego. Brakuje w nim istotnej



informacji o sposobie propagacji fali sejsmicznej w spękaných warstwach skalnych oraz powołań do szerszej literatury specjalistycznej krajowej i zagranicznej.

W rozdziale 2 pt. „*cel i zakres pracy*”, Doktorant stwierdza, że celem rozprawy jest „*połączenie wyników obliczeń rozkładu Gutenberga – Richtera i aktywnej tomografii sejsmicznej*” dla korzystniejszej oceny stanu zagrożenia sejsmicznego. Połączenie to należałoby nazwać wprost metodyką lub metodą, do której Doktorant również odwołuje się w dalszej części rozprawy. W związku z tym cel rozprawy powinien być szerzej sformułowany jako opracowanie metodyki oceny stanu zagrożenia sejsmicznego na podstawie połączonej analizy zmian współczynnika b rozkładu Gutenberga – Richtera i zmian prędkości podłużnej fali sejsmicznej pomierzonej metodą aktywnej tomografii sejsmicznej. W konsekwencji, logicznym i jasnym rozwiązaniem tak postawionego zadania badawczego jest nowa metodyka oceny stanu zagrożenia sejsmicznego, którą należy zaliczyć do oryginalnych osiągnięć Doktoranta.

W rozdziale 2 podano zakres rozprawy. Jest to ważne uzupełnienie ogólnie sformułowanego celu zadania badawczego. Istotne są również tezy rozprawy, które uszczegóławiają cel badań, lecz z nieznaných powodów znajdują się one tylko w streszczeniu rozprawy.

W opisie metodyki Doktorant posługuje się pojęciem „wag”, które można by nazwać wprost „punktacją”. Mamy w tym przypadku punktację cząstkową dla rozważanych metod składowych i końcową/sumaryczną dla wspomnianego „połączenia” obu metod.

W rozdziale 3 Doktorant dokonał przeglądu metod oceny zagrożenia sejsmicznego w kontekście rozwiązywanego zadania badawczego. Część dotycząca sejsmiczności indukowanej działalnością górniczą, a przede wszystkim rozkładu Gutenberga – Richtera, jest dość szeroko i ciekawie przedstawiona.

W podrozdziale 3.1 Doktorant przytoczył definicję wstrząsu Hudymy (2008), jako rezultat „nieplastycznych deformacji w górotworze”. Możliwe, że jest to wynik wyciągniętego z kontekstu sformułowania, lecz Doktorant przez cytowanie definicji, akceptuje je w tej postaci. W związku z tym proszę o wyjaśnienie tak sformułowanej definicji wstrząsu w trakcie obrony. Proszę zwrócić uwagę, że plastyczne zachowanie górotworu może być niewłaściwie rozumiane, zwłaszcza w odniesieniu do powszechnie stosowanego modelu sprężysto-plastycznego w opisie procesów mechanicznych w górotworze.

Proszę również o wyjaśnienie:

- Dlaczego w klasyfikacji tąpnięć na stronie 8, Doktorant pominął tąpnięcia spągowe.
- Dlaczego sejsmologia górnicza wg Doktoranta zajmuje się wstrząsami, które wywołują drgania dopiero od kilkuset metrów od ogniska wstrząsu (str. 9).

Część opisu odnosząca się do metody sejsmiki górniczej jest raczej skromna. Doktorant przytacza stwierdzenie, przypuszczalnie wyciągnięte z kontekstu (nie podano źródła literaturowego), że największy wpływ na prędkość rozchodzenia się fal sejsmicznych mają rozkład naprężeń i szczelinowatość ośrodka. Stwierdzenie to jest bardzo ważne w zakresie

tematu rozprawy w związku z tym bardzo proszę o przybliżenie tego zagadnienia w odpowiedzi na następujące pytania:

- Jakie czynniki mają wpływ na prędkość fali sejsmicznej w eksploatowanym pokładzie węgla oraz w otaczającym ośrodku skalnym?
- W jaki sposób zmiany prędkości fali sejsmicznej typu P (spadek/wzrost) są związane z naprężeniem i spękaniami w stropowych warstwach skalnych eksploatowanego pokładu węgla?

W rozdziale 4 Doktorant przedstawił metodykę wykonywania obliczeń i analiz dla poligonów badawczych. Procedura wykonywania obliczeń współczynnika  $b$  jest jasno i czytelnie przedstawiona. Zdaniem recenzenta uzasadniona jest modyfikacja postaci matematycznej zaproponowanej przez Doktoranta dla anomalii Gutenberga-Richtera, a sformułowanej przez Pierzynę (2014). Taka zmiana formuły umożliwi bardziej ścisłe relacje obliczanych anomalii współczynnika  $b$  z lokalnymi warunkami geologicznymi i górnictwymi dla konkretnego rejonu zagrożonego sejsmicznie.

Natomiast dyskusyjny jest sposób omówienia zastosowania aktywnej tomografii sejsmicznej w badaniach Doktoranta. W zasadzie sformułowane w rozdziale 6 kryteria bazują na prędkości refrakcyjnej fali P w warstwach stropowych bezpośrednio nad pokładem węgla. Na tym zagadnieniu Doktorant powinien się skoncentrować i szerzej omówić zagadnienia metodyki pomiarowej i interpretacyjnej. Niepotrzebnie w tym podrozdziale bardziej szczegółowo omówiono zagadnienie aktywnej tomografii w pokładzie węgla, która nie została wykorzystana w badaniach.

Doktorant pomija ważne zagadnienie błędów sejsmicznej metodyki pomiarowej i metodyki przetwarzania danych związanej z technikami optymalizacyjnymi. Bardzo proszę o wyjaśnienie tego zagadnienia w czasie obrony rozprawy. Zagadnienie błędów wyznaczenia pola prędkości fali P ma duże znaczenie dla jego analizy i obrazowania przedstawionego w rozdziale 5 i 7.

W rozdziale 4, Doktorant stwierdził, że podłużna fala refrakcyjna „*biega po granicy pokład - skały otaczające z prędkością odpowiadającą skałom otaczającym*” (str. 29). Bardzo proszę o wyjaśnienie tego zagadnienia fizycznego – czy w rzeczywistości jest to efekt propagacji fali na teoretycznej granicy ośrodków.

Użycie pojęcia „*zmiana gradientu przyrostu prędkości z głębokością*” (str. 29) jest niejasna. Proszę o podanie właściwego sformułowania w ramach odpowiedzi na pytania recenzenta i jednocześnie proszę o odpowiedź czy prędkość fali sejsmicznej w takim ośrodku jakim jest formacja karbońska rzeczywiście rośnie regularnie ze wzrostem głębokości? Powszechnie wiadomo, że zależność ta jest jedynie przybliżana modelami liniowymi lub potęgowymi.

Należy z rozważką podchodzić do niektórych stwierdzeń w publikacjach sprzed kilkudziesięciu lat ze względu na dokonujący się rozwój nauki i technologii, jak również zmiany w słownictwie specjalistycznym. Wiele pojęć w obecnych czasach zostało zmodyfikowanych. W tekście rozprawy Doktorant używa pojęcia „ciśnienia” w górotworze. Korzystniejsze jest



użycie pojęcia naprężenie lub obciążenie w zależności od kontekstu. Ciśnienie jest pojęciem zarezerwowanym dla płynów i gazów. W przypadku niezbędnego użycia historycznych nazw własnych najlepszym rozwiązaniem jest użycie cudzośliwu lub innego wyróżnienia.

Wyjaśnienia w formie odpowiedzi dla recenzenta wymaga stwierdzenie, że „ocena stopnia zagrożenia (sejsmicznego/tąpniętami) zależy od głębokości miejsca pomiarowego, tzn. nawet małe anomalie prędkości zarejestrowane na dużej głębokości, przy wysokim poziomie naprężenia pierwotnego świadczą o dużym zagrożeniu, a stosunkowo duże anomalie na małej głębokości nie muszą być równoznaczne z dużym zagrożeniem? (str. 32). Bez właściwego wyjaśnienia to stwierdzenie może być niejasne. Proszę wziąć pod uwagę, że o zagrożeniu zniszczeniem skały w postaci gwałtownego pęknięcia lub przemieszczenia decyduje w uproszczonym ujęciu naprężenie różnicowe, którego miarą może być wielkość anomalii sejsmicznej. Inaczej, im większa jest anomalia sejsmiczna tym większy jest gradient prędkości i tym większe może być naprężenie różnicowe w górotworze. W związku z taką tezą, proszę o wyjaśnienie dlaczego małe anomalie prędkości na dużej głębokości, przy dużym poziomie naprężenia świadczą o dużym zagrożeniu sejsmicznym, a duże anomalie na małych głębokościach niekoniecznie wskazują na zagrożenie sejsmiczne?

W rozdziale 5 Doktorant przedstawił ocenę stanu zagrożenia sejsmicznego na poligonach badawczych w oparciu o wyniki badań metodą aktywnej tomografii sejsmicznej oraz rozkład Gutenberga-Richtera. Jest to bardzo obszerny rozdział, gdyż Doktorant analizuje 27 sytuacji pomiarowych związanych z obszarami wykonanej tomografii sejsmicznej dla 6 ścian eksploatowanych w kopalniach Ruda Ruch Bielszowice oraz Mysłowice – Wesoła. Sytuacje pomiarowe są szczegółowo opisane od strony warunków geologicznych i górniczych, zagrożenia sejsmicznego oraz starannie zilustrowane. Informatywne i ciekawe są rysunki ilustrujące aktywność sejsmiczną w rejonie konkretnej ściany eksploatacyjnej. Interesujące są również wykresy zmian współczynnika  $b$  i jego średniej, przy czym należy rozważyć czy nie korzystniej będzie obliczać średnią arytmetyczną w konkretnym oknie z określonym krokiem dobranym do zmieniających się warunków górniczo-geologicznych.

Wyniki tomografii sejsmicznej zostały przedstawione w postaci izoliniowych map prędkości fali P w warstwach stropowych pokładu węgla. Ze względu na nieokreślony błąd wyznaczenia prędkości fali P mapy te wymagają weryfikacji. Przede wszystkim nie powinno się kreślić izolunii prędkości ze skokiem mniejszym od wartości błędu wyznaczenia prędkości. Prowadzi to do powstawania tzw. „pawich oczek”, które są często błędem uśredniania obliczonych wartości prędkości – widać to np. na rysunku 5.11. Zaznaczają się również błędy związane z niedoskonałością schematu pomiarowego jak np. na rysunku 5.41 lub 5.35. Należy jednak stwierdzić, że w większości przypadków obrazy izoliniowe prędkości są poprawne.

W rozdziale 6 Doktorant przedstawił kryteria oceny stanu zagrożenia sejsmicznego w oparciu o rozkład Gutenberga-Richtera oraz aktywną tomografię sejsmiczną. Kryteria te zostały opracowane na podstawie analizy danych przedstawionej w rozdziale 5. W efekcie Doktorant przyjął dwa parametry do oceny stanu zagrożenia sejsmicznego:

- zmodyfikowaną anomalię Gutenberga Richtera,
- maksymalną prędkość fali P w warstwach stropowych pokładu węgla.

Na podstawie zmian punktacji cząstkowej tych parametrów, zależnej od konkretnych warunków geologicznych i górniczych, została opracowana klasyfikacja zagrożenia sejsmicznego. Klasyfikacja ta posiada cztery stopnie od braku zagrożenia do zagrożenia silnego. W ten sposób została ona skorelowana ze stosowaną powszechnie w kopalniach kompleksową metodą oceny zagrożenia sejsmicznego.

Istotnym elementem tej klasyfikacji jest wartość współczynnika „referencyjnego” b charakteryzująca granicę między potencjalnym wystąpieniem wysokoenergetycznego wstrząsu i jego braku dla konkretnych warunków geologiczno-górniczych. W rozprawie wartość tego współczynnika przyjęto jako 1,5. W tym przypadku nasuwa się wątpliwość czy poprawne jest przyjęcie wartości 1,5 dla wszystkich analizowanych przypadków zagrożenia sejsmicznego.

Ważnym elementem klasyfikacji jest zmodyfikowana anomalia G-R. Jest ona ściśle zależna od bśr liczonego w konkretnych warunkach geologiczno-inżynierskich. Jest to logiczne i dobre rozwiązanie, aczkolwiek w okresach „rozruchu”, obejmującego początkowe obliczanie bśr, wyniki obliczeń anomalii mogą być zniekształcone. Doktorant powinien się zastanowić, czy w tym okresie „rozruchu” nie wprowadzić innego sposobu obliczania wartości współczynnika bśr.

W przypadku drugiego parametru tj. maksymalnej prędkości fali P, sposób jego skwantyfikowania pod kątem zagrożenia jest stosunkowo prosty. Przyjęta w tym celu klasyfikacja podana przez Dubińskiego i Konopkę (2000) jest czytelna i zrozumiała, lecz można się zastanowić nad jej uszczegółowieniem w konkretnych warunkach geologiczno-górniczych. Należy również przemyśleć zastosowanie w klasyfikacji zagrożenia maksymalnej prędkości fali P z uwzględnieniem błędów obliczeniowych. Proszę o odpowiedź w tej sprawie.

Dla potrzeb całościowej oceny stanu zagrożenia sejsmicznego Doktorant opracował algorytm w arkuszu kalkulacyjnym Excela. Podstawowe zastrzeżenie można mieć do koloru zielonego i żółtego w oznaczaniu stopnia zagrożenia sejsmicznego. Kolor zielony kojarzony jest z poziomem bezpiecznym, a żółty z ostrzegawczym, a w ilustracjach oznaczenia są odwrotne.

W rozdziale 7 Doktorant przedstawił analizę zagrożenia sejsmicznego dla 6 ścian w kopalniach Wesoła - Mysłowice i Bielszowice wg nowej klasyfikacji. Wyniki analizy odniesione zostały do oceny metody kompleksowej oraz subiektywnej oceny własnej. To drugie odniesienie nie powinno być uwzględnione w ocenie skuteczności nowej metody oceny zagrożenia sejsmicznego. Nie jest to obiektywna miara wiarygodności wyników uzyskanych przez zastosowanie nowej klasyfikacji. Wyniki analizy przedstawione w rozdziale 7 należy, pomimo tego zastrzeżenia, uznać za obiecujące. Porównanie wyników badań dla rozważanych przypadków zagrożenia sejsmicznego byłoby bardziej czytelne, gdyby je stabelaryzowano.

Należy podkreślić z uznaniem, że Doktorant do obliczeń dodatkowo opracował własny algorytm w Excelu. Umożliwia on szybkie i co jest ważne - ujednolicone obliczenie stopnia zagrożenia sejsmicznego i graficzną prezentację wyników.

Należy też zwrócić uwagę na zdarzające się w tekście i to całej rozprawy używanie przez Doktoranta przydawek *wysoki* i *niski* zamiast bardziej poprawnie *duży* i *mały* np. wysokie



prędkości, wysokie zagrożenie, wysokie wartości współczynnika b, lub „wysoka własność wytrzymałościowa” (str. 152).

Końcowy 8 rozdział zatytułowany został „*podsumowanie i wnioski*”. Cała treść tego rozdziału zawiera się w 12 punktach, w których konkretne, wartościowe wnioski zostały połączone z informacjami o charakterze ogólnym. Jeżeli tytuł rozdziału brzmi „*podsumowanie i wnioski*” to czytelnik oczekuje takiej właśnie informacji. Nie wiadomo również, czy według Doktoranta cel badań został w pełni osiągnięty i jakie są propozycje dalszych badań dla rozwoju zaproponowanej metody. Przedstawiona informacja o ewentualnej modyfikacji punktacji cząstkowych związanej z dostosowaniem do lokalnych warunków górniczych i geologicznych nie daje pełnej odpowiedzi na to pytanie.

W przypadku zachęcenia potencjalnych użytkowników metody do jej zastosowania należy również podać jej ograniczenia. Proszę Doktoranta o uzupełnienie tej informacji w odpowiedzi dla recenzenta.

### 3. OCENA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Pan mgr inż. Jacek Krupanek podjął się oryginalnego rozwiązania zagadnienia naukowego o bardzo wysokim stopniu trudności - opracowania metodyki oceny zagrożenia sejsmicznego w rejonie eksploatowanych ścian w pokładzie węgla na podstawie dwóch parametrów: współczynnika b rozkładu Gutenberga Richtera i prędkości podłużnej fali sejsmicznej w skalnych warstwach stropowych eksploatowanego pokładu węgla. Istotnym osiągnięciem Doktoranta jest również praktyczne zweryfikowanie opracowanej metodyki badań dla rozważanych przypadków zróżnicowanego zagrożenia sejsmicznego. W efekcie opracowana i przedstawiona w rozprawie doktorskiej klasyfikacja ma potencjalne możliwości zastosowania w wielu kopalniach węgla kamiennego prowadzących eksploatację w warunkach zagrożenia sejsmicznego. Należy jednocześnie podkreślić, że krytyczne uwagi sformułowane na etapie analizy rozprawy nie naruszają głównej konstrukcji rozwiązania zagadnienia badawczego. Uwagi te należy jednak rozważyć w testowaniu metody w zróżnicowanych warunkach geologicznych i górniczych.

Pan mgr inż. Jacek Krupanek wykazał się wystarczającą znajomością ogólnej wiedzy teoretycznej w dyscyplinie geologia inżynierska i górnictwo. W rozwiązaniu postawionego zadania badawczego, jakim było opracowanie metodyki oceny zagrożenia sejsmicznego w rejonie eksploatowanych ścian w kopalniach węgla kamiennego Doktorant wykazał się dobrą znajomością problematyki geologiczno-górnicznej, a w szczególności znajomością zagadnień z zakresu sejsmiczności indukowanej działalnością górnictwem, metod badania zagrożenia tąpnięciami, metod stosowania profilaktyki tąpniowej, technologii eksploatacji pokładów węgla kamiennego, zwłaszcza w skomplikowanych warunkach zagrożenia sejsmicznego. Dotyczy to przede wszystkim przetwarzania i interpretacji wyników pomiarowych oraz ich analizy. Zauważone nieścisłości w opisach badań oraz o charakterze terminologicznym w tekście rozprawy doktorskiej, Doktorant powinien uwzględnić w kolejnych własnych opracowaniach naukowo-badawczych.

Pan mgr inż. Jacek Krupanek wykazał się wystarczającymi umiejętnościami do samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. W rozwiązaniu zadania badawczego przedstawionego w rozprawie doktorskiej Doktorant wykazał się wystarczającą znajomością metodyki badań. Należy wyróżnić umiejętność opisu zagrożenia sejsmicznego w konkretnych warunkach geologicznych i górniczych. Doktorant potwierdził również dużą umiejętność w prezentacji wyników badań.

Recenzent sformułował uwagi do sposobu przedstawienia niektórych zagadnień, lecz konstrukcja rozprawy jest zrozumiała i logiczna w aspekcie przyjętych założeń i sposobu osiągnięcia celu badań.

Stronę edycyjną rozprawy doktorskiej należy również ocenić dobrze. Rozprawa doktorska jest opracowana starannie, zwłaszcza w części graficznej i na ogół napisana jasnym i poprawnym językiem. Bardzo rzadko zdarzają się nieścisłości pojęciowe i literówki. Większość zauważonych nieścisłości jest bardzo rozpowszechniona w języku technicznym i Doktorant powinien zwrócić uwagę na ich wyeliminowanie w dalszej pracy naukowo-badawczej.

#### **4. WNIOSEK KOŃCOWY**

Na podstawie przedstawionej mi do recenzji rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Jacka Krupanka pt. „Ocena stanu zagrożenia sejsmicznego z wykorzystaniem rozkładu Gutenberga-Richtera i metody geotomografii aktywnej” stwierdzam, że spełnia ona wymagania Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003r. W związku z tym wnioskuję do Rady Naukowej Głównego Instytutu Górnictwa o dopuszczenie Pana mgr inż. Jacka Krupanka do publicznej obrony przedmiotowej rozprawy doktorskiej.

