

Prof. dr hab. inż. Zenon Pilecki
Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN
31-261 Kraków, Wybickiego 7A

Kraków, 4 maja 2021

Recenzja
rozprawy doktorskiej Pana mgr Sławomira Siwka
pt. „Związek zmian obciążeń grawitacyjnych górotworu z sejsmicznością indukowaną”

Rozprawa doktorska została opracowana w Głównym Instytucie Górnictwa w Katowicach
pod kierunkiem promotora Pana prof. dr hab. inż. Grzegorza Mutke i Pana dr inż. Andrzeja Kotyrbę
jako promotora pomocniczego

1. Informacje wstępne

Recenzję rozprawy doktorskiej Pana mgr Sławomira Siwka pt. „Związek zmian obciążeń grawitacyjnych górotworu z sejsmicznością indukowaną” opracowałem na podstawie pisma Dyrektora Głównego Instytutu Górnictwa Pana prof. dr hab. inż. Stanisława Pruska z dnia 2 marca 2021 r., o znakach NSR/38/2021.

Przewód doktorski 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*. Do tych trzech wymagań ustawowych recenzent odniósł się w końcowej ocenie rozprawy doktorskiej.

Rozprawa doktorska posiada 98 stron objętości. Zawiera ona dziewięć głównych rozdziałów o objętości 83 strony, spis literatury obejmujący 90 pozycji, spis tabel z 7 pozycjami i spis rysunków z 51 pozycjami. Tekst rozprawy poprzedzony jest jej streszczeniem w języku polskim i angielskim.

Problem badawczy będący przedmiotem rozprawy doktorskiej dotyczy wpływu sił grawitacji na występowanie sejsmiczności indukowanej na terenach górniczych Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW). W szczególności rozważany jest wpływ periodycznego oddziaływania grawitacyjnego układu Słońca, Księżyca i Ziemi na deformacje

litosfery Ziemi i w konsekwencji na występowanie silniejszych wstrząsów sejsmicznych na terenach naruszonych działalnością górniczą. Zagadnienie to było znane w dotychczasowych pracach naukowo-badawczych, na ogół niepublikowanych, w odniesieniu do sejsmiczności w GZW, lecz nie było do tej pory przedstawione tak szczegółowo i odkrywczo jak w recenzowanej rozprawie doktorskiej. Ten znaczący postęp naukowy umożliwił rozwój naukowo-technologiczny aparatury pomiarowej. Doktorant w swoich badaniach wykorzystał zapisy przyspieszenia drgań zarejestrowane przez innowacyjne grawimetry płytowe zainstalowane w dwóch punktach na terenie GZW: w Katowicach i Rybniku. Jednocześnie Doktorant zaimplementował nowe narzędzia analityczne stosowane do tej pory w analizie grawitacyjnych wpływów lunisolarnych na występowanie naturalnych trzęsień Ziemi.

Tytuł rozprawy doktorskiej jest jasny i właściwie opisuje zagadnienie badawcze przedstawione przez Doktoranta.

Konstrukcja rozprawy jest zdaniem recenzenta niemal wzorowa i odpowiada układowi standardowych rozpraw doktorskich z zakresu nauk inżynierjno - technicznych. Po wprowadzeniu do omawianego zagadnienia został przedstawiony cel rozprawy, uzasadnienie podjęcia tematyki badawczej oraz został określony jej zakres. W następnej kolejności zostały omówione podstawowe zagadnienia teoretyczne oraz stan badań związanych z problematyką rozprawy. Ta część wstępna została umiejętnie podzielona na podrozdziały co ułatwia zapoznanie się z treścią rozprawy. W rozdziale 6 Doktorant przedstawił własną metodykę badawczą opracowaną dla rozwiązania postawionego zadania badawczego. W dalszej kolejności w rozdziale 7 Doktorant przedstawił wyniki badań oraz ich analizę. Tytuł tego rozdziału „Analiza i interpretacja danych” jest moim zdaniem niefortunnie sformułowany, gdyż „analiza i interpretacja” mają podobne znaczenie, a w tytule tego ważnego rozdziału brakuje wyrazu „wyniki”. W kolejnych rozdziałach Doktorant dokonuje podsumowania wyników badań (rozdział 8) oraz formułuje wnioski wynikające z badań (rozdział 9).

Spis literatury jest dość obszerny, zawierający unikalne jak dla zagadnień geofizyczno-sejsmicznych publikacje i wystarczający do udokumentowania wyników badań.

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

2. Krytyczna analiza rozprawy doktorskiej

Doktorant umiejętnie opracował konstrukcję rozprawy doktorskiej, lecz wypełnienie jej treścią w niektórych fragmentach zawiera nieścisłości, lub wymaga dodatkowych wyjaśnień. Recenzent sformułował uwagi, które można pogrupować na: merytoryczne, merytoryczno-pojęciowe oraz uwagi do strony edycyjnej rozprawy doktorskiej. Mając na uwadze potrzebę udzielenia dodatkowych wyjaśnień, w końcowej części recenzji sformułowano pytania do Doktoranta, na które recenzent oczekuje odpowiedzi w trakcie obrony rozprawy doktorskiej:

Uwagi merytoryczne

Doktorant sformułował cel rozprawy jako *„badanie zależności pomiędzy okresowymi zmianami pola siły ciężkości powodującymi zmienne w czasie odkształcenie litosfery a występowaniem wstrząsów sejsmicznych w kopalniach węgla kamiennego”*. W zasadzie to niezależnie czy wyniki badań będą wiarygodne i rzetelne czy niekompletne i niewłaściwie uzasadnione, to tak sformułowany cel badań zawsze zostanie osiągnięty. W tym przypadku korzystniej byłoby użyć sformułowania, że celem badań jest na przykład *„...określenie związku...”*.

Pierwszy etap metodyki badań dotyczył, jak często w rozprawie pisze Doktorant, *„zależności pomiędzy czasem wystąpienia wstrząsów indukowanych a zmianą obciążenia grawitacyjnego górotworu”*. Sformułowanie to nie jest do końca poprawne, gdyż może sugerować, że czas wystąpienia wstrząsów porównuje się na przykład ze zmianą sił grawitacyjnych. Najlepiej byłoby usunąć informacje o czasie przy wystąpieniu wstrząsów lub dodać taką informację w drugiej części zdania.

Doktorant przyjął do analizy 3 zbiory danych o wstrząsach sejsmicznych. Dwa pierwsze dla danych w skali regionalnej w GZW, a trzeci dla KWK Rydułtowy. Pierwszy zbiór danych o numerze GRSS(1) obejmuje okres od 1 stycznia 2016 do 31 grudnia 2018 i został wykorzystany do porównania z teoretycznymi zmianami przyspieszenia siły ciężkości. Drugi zbiór o numerze GRSS (2) obejmuje okres od 1 stycznia 2019 do 31 grudnia 2019 r. i został wykorzystany do porównania z pomiarowymi zmianami przyspieszenia siły ciężkości dokonanymi za pomocą grawimetu gPhoneX-157. Wydaje się, że interesującym byłoby porównanie wyników obliczeń opartych na teoretycznych i pomiarowych danych o zmianach przyspieszenia siły ciężkości dla tego samego okresu. W ten sposób Doktorant pozbawił się możliwości sformułowania przypuszczalnie ciekawych wniosków o przydatności teoretycznego opisu obciążenia grawitacyjnego górotworu.

Rejestracje grawimetru gPhoneX zawierają nietypowe zapisy pomiędzy +180 a -180 stopniem odbiegające od syntetycznego przebiegu przedstawionego na rysunku 11. W analizie przesunięć fazowych powstaje dość duża przerwa w czasie. Doktorant nie wyjaśnił przyczyny tego zniekształcenia. Brakuje też, zdaniem recenzenta, interesującej informacji o mechanizmie działania grawimetru gPhoneX.

Doktorant nie wyjaśnił jak sklasyfikował występowanie wstrząsów na podstawie kąta fazowego. Na diagramach kołowych np. na rys. 48 punkty obliczeniowe dla kątów fazowych znajdują się co 30° tj. 0, 30, 60, 90, 120, 150, +/-180, -150, -120, -90, -60 i -30°. Doktorant powinien wyjaśnić jak klasyfikowano kąty fazowe różniące się od kątów obliczeniowych na przykład dla 165°.

Sformułowany przez Doktoranta wniosek, że dla „części wstrząsów indukowanych czas ich wystąpienia związany jest ze zmianami wartości przyspieszenia siły ciężkości genezy pływowej” gdyż 30 % z nich wystąpiło w okresach maksymalnego dociążenia lub odciążenia grawitacyjnego skorupy ziemskiej (str. 89 pkt. 2) wymaga wyjaśnienia. Nasuwa się pytanie czy wpływy grawitacyjne na sejsmiczność dotyczą tylko okresów maksymalnego dociążenia lub odciążenia grawitacyjnego ?

Uwagi merytoryczno-pojęciowe

Doktorant często posługuje się sformułowaniem „elastyczny” na przykład „deformacje pływowo litosfery są elastyczną odpowiedzią jej bryły ...”. Przypuszczalnie ma to związek z niewłaściwym tłumaczeniem tekstu angielskiego, gdzie „elastic” oznacza „sprężysty”. W przytoczonym przykładzie jest mowa o „sprężystej odpowiedzi”.

Doktorant pisze, że „w trakcie ruchu ścian, naprężenia ulegają relaksacji powodując wstrząsy” – raczej chodzi o ich redukcję, która mówi o dynamicznej zmianie naprężenia.

Doktorant posługuje się potocznym pojęciem „dane surowe”. Przypuszczalnie chodzi o pojęcie „dane pomiarowe/rzeczywiste”, które również często jest używane w rozprawie.

Doktorant niekonsekwentnie używa określenia na wstrząsy sejsmiczne pochodzenia górniczego. W tekście rozprawy pojawiają się wstrząsy górnicze, wstrząsy indukowane działalnością górniczą, wstrząsy sejsmiczne na terenach górniczych, itp. Mylące jest określenie „wstrząs górniczy” przypuszczalnie używane w sensie dla „wstrząsu eksploatacyjnego”. Ten termin został powszechnie przyjęty już w latach 80-90-tych poprzedniego stulecia, w

odróżnieniu od „wstrząsu regionalnego”. Takie redefiniowanie prowadzi do konfliktowego rozumienia potocznego użycia pojęcia „wstrząsu górniczego”.

Bardzo często Doktorant używa wyrazu „katalog” zamiast „zbiór”.

Rozkład liczby wstrząsów w czasie jest to nic innego jak aktywność sejsmiczna.

Uwagi edycyjne

Daje się zauważyć pewien stopień losowości użycia przez Doktoranta kropek na końcu zdań i tytułów. Ponadto w języku polskim liczby dziesiętne posiadają przecinki a nie kropki. Doktorant w sposób zamienny używa wyrazów „ilość” i „liczba” np. ilość cykli na dobę, ilość/liczba wstrząsów najsilniejszych, itp. Należy też zwrócić uwagę na zdarzające się w tekście używanie przez Doktoranta wyrazów *wysoki* i *niski* zamiast bardziej poprawnie *duży/większy* i *mały/mniejszy* np. wyższa liczba wstrząsów, niższa energia wstrząsów, itp. Spis literatury zawiera również wiele nieścisłości.

Zauważa się usterki stylistyczne, w tym nieumiejętne powoływanie się na publikacje. Takim sugestywnym przykładem jest fragment tekstu ze strony 38 w którym występuje złożenie wyrazów: „... w czym odnosi się do pracy Kleina. Klein (Klein, 1976) opierał się na wynikach ...”.

W związku z występującymi nieścisłościami w tekście rozprawy oraz potrzebą, według recenzenta, wyjaśnienia niektórych zagadnień, proszę o odpowiedzi na następujące pytania w trakcie obrony rozprawy doktorskiej:

1. Jaka może być przyczyna uzyskania czterech okresów powtarzalności $T=2,5$; 6,0; 108,5; i 118 doby niezgodnych z typowymi okresami fal pływowych? Czy można przypuszczać, że istnieją jeszcze inne nieskatalogowane fale pływu grawimetrycznego?
2. Dlaczego analiza zgodności czasu wystąpienia wstrząsów z teoretycznym i pomiarowym czasem zmian obciążenia grawitacyjnego nie zostały wykonane na tym samym zbiorze wstrząsów?
3. Proszę o podanie Pana interpretacji pojęcia „wstrząs górniczy”? Jest to pojęcie bardzo często używane w języku potocznym i spotykane w literaturze. Proszę porównać do podobnego pojęcia często stosowanego w języku potocznym – „naprężenia górniczego”.
4. Co było przyczyną tak częstych awarii w rejestracjach grawimetrem gPhoneX?

5. Proszę o wyjaśnienie przyczyn nietypowych zapisów grawimetru gPhoneX pomiędzy +180 a -180 stopniem odbiegającym od syntetycznego przebiegu przedstawionego na rysunku 11.
6. Proszę o przedstawienie szerszej informacji o mechanizmie/zasadach działania grawimetru gPhoneX.
7. Proszę o wyjaśnienie dlaczego Doktorant zamiennie posługuje się pojęciami „obciążenie grawitacyjne” wyrażonym w N/m^2 i „przyspieszenie siły ciężkości” wyrażonym w m/s^2 w odniesieniu do występowania wstrząsów pochodzenia górniczego? Które z wymienionych wielkości jest bardziej właściwe i w jakich warunkach?
8. Dlaczego zdaniem Doktoranta tylko dla „części wstrząsów indukowanych czas ich wystąpienia związany jest ze zmianami wartości przyspieszenia siły ciężkości genezy pływowej” (str. 89 pkt. 2). Nasuwa się pytanie czy na wystąpienie pozostałej części wstrząsów nie miały już wpływu zmiany wartości przyspieszenia siły ciężkości związane z pływem grawitacyjnym?

3. OCENA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Pan mgr Sławomir Siwek podjął się rozwiązania oryginalnego zagadnienia naukowego, które polegało na określeniu związku zmian obciążeń grawitacyjnych górotworu z występowaniem silniejszych wstrząsów indukowanych działalnością górniczą w GZW. W ramach tego rozwiązania opracował oryginalną metodykę badawczą, której podstawowym elementem była specjalna analiza zapisów uzyskanych innowacyjnym grawimetrem pływowym gPhoneX. Doktorant posłużył się testem Schustera typowym do analizy trzęsień Ziemi w odniesieniu do wstrząsów pochodzenia górniczego, co również należy do oryginalnych osiągnięć Doktoranta. Recenzentowi nie są znane publikowane prace badawcze na ten temat.

Zgłoszone uwagi w żadnym stopniu nie naruszają głównej konstrukcji rozwiązania zagadnienia badawczego oraz jego aspektów oryginalności.

Pan mgr Sławomir Siwek wykazał się zdecydowanie ponad przeciętną znajomością ogólnej wiedzy teoretycznej w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Rozprawa doktorska charakteryzuje się dość szerokim studium literaturowym przedstawionym przez Doktoranta w części wstępnej rozprawy. Zgromadzenie tak wielu interesujących publikacji z zakresu ciągle słabo wyjaśnionego zagadnienia naukowego i zapoznanie się z ich treścią

świadczy o dużym zaangażowaniu Doktoranta we właściwe przygotowanie rozprawy. Ponadto Doktorant opracowując treść rozprawy doktorskiej wykazał się specjalistyczną wiedzą z problematyki grawimetrii ogólnej i sejsmologii ogólnej, grawimetrii górniczej i sejsmologii górniczej, metrologii grawimetrycznej, metodyki przetwarzania i interpretacji danych grawimetrycznych i sejsmicznych, geomechaniki, eksploatacji pokładów węgla, czy geologii regionalnej.

Pan mgr Sławomir Siwek wykazał się wystarczającymi umiejętnościami do samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. W rozwiązaniu zadania badawczego przedstawionego w rozprawie doktorskiej Doktorant wykazał się na dobrym poziomie znajomością metodyki prowadzenia badań. Należy wyróżnić dużą umiejętność Doktoranta w skonstruowaniu metodyki rozprawy doktorskiej. Doktorant potwierdził również dużą umiejętność w opisie i prezentacji wyników przetwarzania i interpretacji danych grawimetrycznych i sejsmicznych.

Recenzent zwrócił uwagę na sposób opisu niektórych zagadnień, lecz ich zakres jest niewielki i nie mający istotnego wpływu na rozwiązanie zadania badawczego.

Stronę edycyjną rozprawy doktorskiej należy również ocenić dobrze. Rozprawa doktorska jest opracowana starannie, zwłaszcza w części graficznej i na ogół jest napisana jasnym i poprawnym językiem. Zauważone nieścisłości stylistyczne i literówki zdarzają się w stopniu marginalnym.

4. WNIOSEK KOŃCOWY

Na podstawie przedstawionej mi do recenzji rozprawy doktorskiej Pana mgr Sławomira Siwka pt. „Związek zmian obciążeń grawitacyjnych górotworu z sejsmicznością indukowaną” 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 Sławomira Siwka do publicznej obrony przedmiotowej rozprawy doktorskiej.



Pilecki Zenon