

Dr hab. inż. Sławomir Porzucek, prof. uczelni
Akademia Górniczo Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie
Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska
Katedra Geofizyki
Al. Mickiewicza 30
30-059 Kraków
Tel. 607362000

Kraków, 05.05.2021

RECENZJA

Pracy doktorskiej mgr Sławomir Siwka

Związek zmian obciążeń grawitacyjnych górotworu z sejsmicznością indukowaną w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym

1. Podstawa recenzji

Recenzję rozprawy doktorskiej Pana mgr Sławomira Siwka opracowałem zgodnie z postanowieniem Rady Naukowej Głównego Instytutu Górnictwa oraz pisma Dyrektora Głównego Instytutu Górnictwa, Pana prof. dr hab. inż. Stanisława Pruska z dnia 2 marca 2021 r. (NSR/39/2021), informującego o powołaniu mnie przez Radę na recenzenta ww. rozprawy doktorskiej.

2. Ogólna charakterystyka pracy

Recenzowana praca posiada w sumie 98 stron obejmujących: 12 ponumerowanych rozdziałów oraz dwóch streszczeń (w języku polskim i angielskim) i spisu treści. Z dwunastu rozdziałów rozdział 10 to Literatura, rozdział 11 to Spis tabel, a rozdział 12 to Spis rysunków. W spisie literatury nie ma żadnej pracy, której autorem lub współautorem jest doktorant. Pozostałe rozdziały zajmują w sumie 73 strony zawierające ok. 39-40 stron tekstu oraz 7 tabel i 51 rysunków.

3. Uwagi edytorskie

Praca niestety zawiera bardzo liczne błędy edytorskie, szczególnie dotyczy to przecinków. Doktorant bardzo często nie używa tych ostatnich przed „czy” i „a” np. str.9 „Na tej podstawie zbadano czy istnieje...”, str. 12. .. jeden z grawimetrów pływowych gPhoneX a który jest ...” itd.

Na str. 11 doktorant pisze niezrozumiale „... wskutek oddziaływania natężenia pola-grawitacji ziemskiej”, a chyba chodziło o oddziaływania natężenia ziemskiego pola grawitacyjnego.

Na str. 12 zdanie „W rozdziale wyznaczono ich efekty w postaci zmian przyspieszenia siły ciężkości jakie wywierają na punkt odpowiadający położeniem stanowisku w GOG.” Jest niegramatyczne i niezrozumiałe – co wywierają?

Str. 12 Czy wstrząsy sejsmiczne „przeobrażają” górotwór, a jeśli tak to w co?

Na str.12 przedstawiona jest tabela opisana „za Neumayer 2010”, w której efekt grawitacyjny od pływów litosferycznych wynosi do 300 μGal , a w oryginale 280 μGal . Podobnie w tabeli trzęsienia Ziemi powodują efekt grawitacyjny kilka tysięcy μGal , a u Neumayer’a napisane jest wielokrotność pomiaru grawimetrem nadprzewodnikowym. Poza tym „gravity effect” to nie to samo efekt grawitacyjny.

Pierwsze zdanie w drugim akapicie podrozdziału 2.1 jest powtórzeniem zdania z poprzedniego akapitu.

Począwszy od równania (10) nagle następuje zmiana oznaczenia potencjału pływowego z V_p na V_p , przy czym ostatni oznaczał potencjał grawitacyjny.

Pod wzorem (15) jest parametr I opisany jest jako liczba Schida, podczas, gdy Schida to nazwisko, więc wg nomenklatury przyjętej przez doktoranta powinno być karkołomne Schida’y lub lepiej Schidy. Zresztą w całej pracy napotykanne są dwa przedstawienia obcojęzycznych nazwisk np.: na str. 20 występuje: Darwin’a i Darwina.

Na stronie 18 po równaniu (16) w zdaniu wyliczającym występuje dwa razy słowo „oraz”.

Na str. 19 doktorant tłumaczy za angielskiego „solid Earth” lub „rigid Earth” jako „stała Ziemia”. Skłaniałbym się raczej do określenia podanego przez prof. Czarneckiego jako „sztywna” Ziemia (sztywna w cudzysłowie).

W pracy doktorant przy powoływaniu się na literaturę niepotrzebnie używa podwójnie nazwiska np. Tamura (Tamura 2021) na str. 20.

Na str. 20 i w tabeli 2 pojawia się współczynnik grawimetryczny d_0 , który nigdzie w tekście nie jest objaśniony.

Na str. 21 doktorant napisał, że zmiany przyspieszenia siły ciężkości się w przedziale $\pm 150 \mu\text{Gal}$, a na rys. 2 przedstawiającym te zmiany wahają się -150 do +100 μGal . Dodatkowo wszystkie trzy wykresy na rys. 2 powinny mieć tą samą skalę pionową, a poza tym rys. 2a nic nie wnosi.

Na rys. 3, str. 25 podobnie jak na rys. 2 skale pionowe są różne i rys. 2A jest kompletnie niepotrzebny.

W opisie wpływu ciśnienia atmosferycznego na wartości mierzone siły ciężkości (podrozdział 3.3) we wzorze występują parametry f i f_n , a w opisie wzoru p i p_n .

Na stronie 46 użyta została nazwa MathLab, zamiast MatLab. Na tejże stronie w równaniu (18) występuje omyłkowo „e” zamiast „ε”, a w opisie przypisana jest mu wartość 1, której później używa doktorant, ale „ε” może przyjmować różne wartości i dlatego nie można mu przypisać wartości 1 bez komentarza.

W tabeli 4 w nagłówku występuje „T”, a powinno być „t”.

Zdanie występujące bezpośrednio pod rys. 19 nie zawiera przecinków i przez to jest kompletnie niezrozumiałe.

Na stronie 47 we wzorze (19) brakuje znaku dzielenia.

W podrozdziale 7.2 doktorant konsekwentnie pod rysunkami używa nazwy KWK ROW ruch Rydułtowy, a słowo Ruch też jest nazwą własną i powinna być z wielkiej litery.

Na stronie 76 pojawia się na końcu pierwszego akapitu krótkie zdanie zaczynające się od liczby 75, co może i gramatycznie jest poprawne, ale wg mnie zdanie powinno być przeredagowane.

W literaturze w wielu miejscach brakuje kropki.

3. Opis treści rozprawy i uwagi merytoryczne

W rozdziale pierwszym (Wprowadzenie) doktorant przedstawia co będzie przedmiotem jego dociekań naukowych oraz dlaczego podjął ten temat badawczy. Istotnym podrozdziałem jest podrozdział 1.1 omawiający cel i uzasadnienie pracy. Autor przedstawił, że celem jest „badanie zależności pomiędzy okresowymi zmianami pola siły ciężkości powodującymi zmienne w czasie odkształcenie litosfery (nazywane falami pływu litosferycznego) a występowaniem wstrząsów sejsmicznych w kopalniach węgla kamiennego”, a wydaje się, że celem było **zbadanie** a nie **badanie**. Jako *novum* swojej pracy wymienił fakt, że w literaturze światowej brak jest badań próbujących wiązać siły pływowe z sejsmicznością indukowaną, w tym wypadku wywołaną podziemną eksploatacją węgla kamiennego, a w pracy powołuje się na pracę (Pawełczyk, 2009). Drugą nowością, wg doktoranta, jest użycie w badaniach wartości pomierzonych siły ciężkości, a nie syntetycznych, co wg mnie w przypadku tak długofalowego zjawiska jak pływy wydaje się nie mieć większego znaczenia.

Zamieszczony podrozdział 1.2 „Zawartość pracy”, gdzie doktorant opisuje co będzie w kolejnych podrozdziałach, jest absolutnie zbędny.

W rozdziale 2 „Pływowe zmiany pola siły ciężkości Ziemi” doktorant opisuje generalnie podstawy teoretyczne grawitacyjnego wpływu pozaziemskich obiektów (przede wszystkim Księżyca i Słońca) na Ziemię. Podrozdział 2.1 poświęcony jest pływom litosferycznym, a podrozdział 2.2 zawiera katalog i opis fal pływowych, w zależności od ich okresu. Kolejny podrozdział 2.3 zawiera opis pływów oceanicznych. Opisując powyższe zjawiska doktorant popełnił kilka błędów, które podam poniżej, ale generalnie opis jest przejrzysty, spójny i wystarczający do wytłumaczenia opisywanych zjawisk.

Na str. 14 doktorant napisał „Wzajemne oddziaływanie grawitacyjne ciał niebieskich Układu Słonecznego oraz ruch obrotowy Ziemi ... powodują ... pływy litosferyczne”. Czy aby na pewno doktorantowi chodziło o ruch obrotowy Ziemi a nie ruch orbitalny?

W rozdziale 2.1 na str. 15 doktorant napisał, że siły pływowe innych ciał niebieskich niż Księżyc i Słońce są od 6 do 14 rzędów niższe, a przecież wpływ Wenus jest tylko ok. 8,5 tys. razy mniejszy.

Na str. 16 podana wartość stałej grawitacji jest z lat osiemdziesiątych i zmieniła się już kilkakrotnie, co można sprawdzić na stronie National Institute of Standards and Technology.

Na tej samej stronie autor podaje błędne równanie potencjału pływowego (5), przed znakiem sumy w mianowniku nie ma kwadratu promienia. Dodatkowo zdanie przed równaniem brzmi „Powoduje to, iż równanie potencjału można ograniczyć do wyrazów drugiego rzędu”, a w sumowaniu jest przedział od 2 do nieskończoności.

W równaniu (7) na str. 17 w mianowniku powinno być R oznaczające promień Ziemi, a nie małe r oznaczające odległość.

Na str. 18 przed równaniem (11) doktorant napisał „wiąże wielkość radialnego przesunięcia u powierzchni Ziemi i potencjału pływowego równaniem:”, gdzie „u” to nie jest powierzchnia Ziemi, bo sugeruje to powierzchnię fizyczną, a przesunięcie powierzchni ekwipotencjalnej lub powierzchni elipsoidy.

W zdaniu przed równaniem (12), powinno być, że liczba k wiąże zmianę potencjału początkowego, a nie wielkość potencjału początkowego.

Na końcu zdania przed równaniem (13) cytowany jest Czarnecki 2014, a powinien być Barlik 2001.

Na str. 19 we wzorze 16, cytowanym za Barlikiem 2001, powinno być 9,5, a nie 7,5.

Opis rys. 2B na stronie 24 (jak napisałem wcześniej rys. 2A jest niepotrzebny), jest niepełny, brak wyjaśnienia dlaczego maksymalne zmiany siły ciężkości w ujęciu rocznym są związane powiązań z przesileniem letnim i zimowym. Brak również podobnego wyjaśnienia dla rys. 2C.

W omówieniu rys. 3 doktorant podaje, że wyliczone za pomocą oprogramowania TSoft wartości pływu oceanicznego w zakresie $\pm 1,5 \mu\text{Gal}$ są poprawne, ponieważ mieszczą się w granicach określonych przez Rajner (2010), co nie odpowiada wnioskowi zawartemu w tej pracy, a mianowicie: „This effect is small (2 μGal peak to peak)”.

Rozdział 3 poświęcony jest omówieniu trzech czynników wpływających na mierzoną wartość przyspieszenia siły ciężkości: ruch bieguna Ziemi, zmiany hydrologiczne i zmiany ciśnienia atmosferycznego. Doktorant napisał, że są one brane pod uwagę w analizie danych grawimetrycznych, ale lepsze byłoby precyzyjne określenie w jakiej analizie, ponieważ np. w pomiarach poszukiwawczych się ich nie uwzględnia. Niemniej jednak najważniejsze informacje zostały przez doktoranta przedstawione poprawnie pomijając kilka poniższych błędów.

W podrozdziale 3.2, opisującym zmiany hydrologiczne, ich opis powinien być nieco szerszy, albowiem nie jest to problem łatwy do wyeliminowania. Dobrze było by dodać bardziej szczegółowe informacje np. opierając się badania przeprowadzone przez Harnich and Harnish, zaprezentowane w pracy „Seasonal Variations of Hydrological Influences on Gravity Measurements at Wettzel”, w której autorzy opisują tytułowy wpływ sezonowych zmian poziomu wód na mierzone wartości siły ciężkości. Moim zdaniem przedstawiony przez doktoranta, wykres z (Dykowski 2020) nie jest reprezentatywny z uwagi na małą ilość próbek.

We wzorze (13) doktorant używa litery R, której nie opisuje. Bazując na poprzednich rozważaniach można mniemać, że jest to promień Ziemi, a w rzeczywistości jest to odległość radialna do punktu.

W omawianym rozdziale znajduje się również zdanie: „Obserwowane zmiany przyspieszenia siły ciężkości zawierają się w przedziale $\pm 10 \mu\text{Gal}$ i trudno doszukiwać się w ich przebiegu okresowości.” Słowo „obserwowane” sugeruje, że były mierzone, a domyślam się, że były wyliczone na podstawie pomierzonych wartości, ale ciśnienia. Dodatkowo, jakich okresowości spodziewał się doktorant w obrazie wykresu, jeżeli wartości zmian liniowo powiązane są ze zmianą ciśnienia?

Rozdział 4 w pracy to „Sejsmiczność w GZW” i zawiera dwa podrozdziały. W pierwszym przedstawiony jest bardzo ogólny opis geologiczny i jeszcze bardziej skąpy opis górniczy. Brakuje bardziej szczegółowego opisu tektoniki rejonu, która przecież może wiązać się i wiąże się, wg wielu autorów, z generowaniem wstrząsów. Drugi podrozdział poświęcony jest mechanizmom powstawania wstrząsów indukowanych. Informacje w nim zawarte wydają się wystarczające, chociaż przydałyby się dane o ilości wstrząsów o zadanej energii na przestrzeni ostatnich lat.

Piąty rozdział nazwany „Dotychczasowy stan badań związanych z podejmowaną problematyką” opisuje historię i aktualny stan badań wiążący trzęsienia Ziemi z istnieniem sił pływowych. Tak więc tytuł nie jest adekwatny do zawartości, ponieważ sugeruje, że opisany będzie związek z tematem pracy, czyli sejsmicznością indukowaną. Niemniej jednak rozdział został przygotowany sumiennie, doktorant rzeczywiście zapoznał się z licznymi publikacjami i przedstawił bardzo dobrą analizę dotychczasowych badań wiązania obu zjawisk.

„Metoda i zakres badań” to rozdział szósty, który jako pierwszy jest powiązany bezpośrednio z badaniami przeprowadzonymi przez doktoranta. Przedstawiono w nim trzy katalogi wstrząsów, które były przetwarzane. Rozdział podzielony został na dwa podrozdziały. W pierwszym z nich doktorant opisuje użytą w pracy metodę analizy statystycznej, czyli test Schustera. Tabela 4 na str. 47 podaje liczby N widma testu Schuster’a dla trzech powyższych zestawów danych, która została obliczona na podstawie innych danych z tejże tabeli. Pomimo korzystania ze wzoru (18) nie udało mi się uzyskać podanych w tabeli wartości N . W podrozdziale drugim doktorant podał opis stanowisk pomiarowych dla obu, użytych w badaniach, grawimetrów.

Tematyka, w obu podrozdziałach, przedstawiona została w sposób jasny i klarowny. Niemniej jednak na początku podrozdziału 6.2 jest zwrot „pionowe przyspieszenie pływowe”, nie bardzo rozumiem przymiotnik „pionowe” w tym ujęciu. W tym samym akapicie pojawia się zwrot „zmian w polu grawitacji”, który jest błędny. Powinno być albo zmian w polu siły ciężkości albo polu grawitacyjnym. W dalszej części podrozdziału doktorant również niepoprawnie używa pojęcia grawitacji, co wygląda na złe tłumaczenie słowa „gravity”.

Najważniejszym rozdziałem w całej pracy jest rozdział 7 „Analiza i interpretacja danych”. Składa się on z trzech podrozdziałów, w których doktorant podał wyniki swoich badań dla każdego zbioru danych osobno. W pierwszej chwili rozdział wydaje się być obszerny, ponieważ obejmuje 35 stron, ale niestety zawiera on tylko ok. 10 stron tekstu, a pozostałe strony to rysunki i tabele.

Doktorant w trzech podrozdziałach, których wzorzec jest identyczny, opisuje wyniki badań dla trzech zbiorów wstrząsów. Należy tu wspomnieć, że obliczenia dla pierwszego zbioru przeprowadzane były z danymi siły ciężkości uzyskanymi z modeli, a dla pozostałych dwóch dla danych pomierzonych grawimetrami pływowymi gPhoneX.

Opis uzyskanych wyników jest bardzo ubogi i właściwie sprowadza się do krótkiego opisu zamieszczonych tabel i wykresów. Doktorant przedstawia liczne wykresy zbiorcze, ale właściwie ich nie interpretuje lub interpretacja sprowadza się do ich

prostego opisu. Wiadomym jest, że przyczyn wstrząsów indukowanych może być wiele, co prezentują w swoich pracach liczni autorzy. Brakuje zastosowania aparatu matematycznego do szukania powiązań pomiędzy przedstawionymi danymi takimi jak: energia sejsmiczna, postęp ściany, pływy itp.

Jedynie wyniki uzyskane przez doktoranta, a dotyczące korelowania wstrząsów indukowanych działalnością górniczą z falami pływowymi są jednoznaczne – poza czterema wstrząsami nie znaleziono takiej korelacji.

Niemniej jednak doktorant powinien zastosować również inne testy statystyczne celem porównania ich wyników z bardzo podstawowym testem Schustera. Z prac innych autorów badających zależność między trzęsieniami Ziemi a siłami pływowymi wynika, że stosowali oni np. inne testy statystyczne np. test Kuipera oparty na teście Kołmogorowa-Smirnova. W pracy doktorskiej, do rozwiązania tak trudnego zadania, wskazanym byłoby zastosowanie kilku testów celem weryfikacji wyników (np. wskaźnik Hursta).

Zadziwiające jest zakończenie podrozdziału 7.3. Doktorant twierdzi w nim, że słabe wstrząsy (poniżej E+04J) są nieużyteczne w analizie, ponieważ odpowiadają tzw. rojom wstrząsów lub wstrząsom towarzyszącym silnym trzęsieniom, a te wg. literatury światowej analizowane są jako pojedyncze, uśrednione zdarzenie. Może więc i w analizie przeprowadzonej przez doktoranta należało wprowadzić takie uśrednienie, a nie arbitralnie uznawać te wstrząsy za bezużyteczne i na tej podstawie kwalifikować je jako wynikające z „bezpośredniej działalności górniczej”, choć chyba lepsze określenie to „bieżącej działalności górniczej”.

Na rysunkach przedstawiających widomo Schuster’a, na osi pionowej istnieje opis „ $\ln p$ testu Schustera”. Opis jest niepoprawny, albowiem jak wiadomo prawdopodobieństwo p przyjmuje wartości pomiędzy 0 i 1, a więc logarytm naturalny byłby zawsze liczbą ujemną. Po prostu pionowa skala jest skalą logarymiczną.

Nie ulega wątpliwości, że analiza przez doktoranta w tym rozdziale jest bardzo uboga, a można by ją łatwo rozszerzyć poprzez zastosowanie innych analiz statystycznych, czy nawet analizując węższe przedziały kąta fazowego.

Doktorant wyznaczył liczebność wstrząsów w przedziałach 30 stopniowych, może przeanalizowanie mniejszych przedziałów dałoby dodatkowe informacje.

Dwustronicowy rozdział 8 stanowi podsumowanie wyników badań z rozdziału 7 i tak naprawdę powinien być ostatnim jego podrozdziałem.

Rozdział 9 to pięć wniosków stanowiących podsumowanie całej pracy.

Wniosek pierwszy mówi o sukcesie zastosowania elementu tzw. testu Schustera (nie wiem, dlaczego napisane jest elementu tzw. testu Shustera) dla danych z sejsmiczności indukowanej. Nie bardzo wiem na czym sukces polega, to tylko analiza statystyczna, która zawsze pokaże jakiś wynik. Poza tym fakt zbadania okresowości, nie jest wnioskiem.

Wniosek drugi jest, w sumie, prawidłowo wyciągnięty, ale fakt, że 30% wstrząsów wystąpiło podczas maksymalnego obciążenia i odciążenia górotworu przez siły pływowe, nie świadczy bezwzględnie o ich związku z pływami. Podwyższona ilość wstrząsów z tego okresu w stosunku do innych okresów dopiero daje podstawę do twierdzenia, że siły pływowe mogą indukować wstrząsy. Z drugiej strony brak korelacji z jakąkolwiek falą pływową w widmie Schustera stawia znak zapytania co do wniosku.

Wnioski zawarte w punkcie trzecim mówiące o wyższości danych pomiarowych nad wartościami teoretycznymi są wg. mnie bardzo wątpliwe. Powoływanie się na 9% wzrost zdarzeń, który występuje tylko w jednym (zresztą najmniej liczny) zbiorze) jest kompletnie nieprzekonywujące. Nigdzie w pracy nie ma przeprowadzonej analizy różnic pomiędzy wartościami wyliczonymi na podstawie modelu, a wartościami pomierzonymi. Wydaje się, że różnice te będą niewielkie i nie będą miały wpływu na przeprowadzone analizy. Doktorant podaje, że analizy kątów widmowych i widma Schustera wykonywane były na żywych danych pomiarowych. Nieuśrednione, rozedrgane dane pomiarowe mogły dać wspomnianą różnicę, a lepszym byłoby wprowadzenie algorytmu uśredniającego pomierzone wartości. Na końcu tego punktu doktorant napisał, że przewagą danych pomierzonych nad teoretycznymi polega na uwzględnieniu w nich skutków eksploatacji. Jest to jakieś kompletne nieporozumienie, ponieważ prowadzona analiza miała za zadanie powiązanie sił pływowych, a nie wpływu eksploatacji z wstrząsami indukowanymi. Owszem grawimetr gPhoneX zachowuje się jak sejsmometr i na dodatek rejestruje częstotliwości, które zazwyczaj nie są rejestrowane podczas badań sejsmiczności, ale dla rozwiązania postawionego przez doktoranta zadania nie ma to żadnego znaczenia.

Punkt czwarty mówi o okresowości, którą okresowość bada przecież widmo Schustera. Owszem można mówić tu o okresowości występowania zjawiska, ale w innym ujęciu i trzeba to uwypuklić. Dodatkowo operowanie 40% zgodnością uważam za nadużycie, nie znajdujące potwierdzenia w uzyskanych wynikach.

Ze wszystkich punktów, poprawny jest tylko punkt 5, w którym wskazano, że nie zaobserwowano żadnego powiązania ilości wstrząsów z falami pływowymi. Niemniej jednak fakt ten rodzi podejrzenie, iż 30% wstrząsów, mających wg doktoranta związek z pływami, w rzeczywistości nie wiąże się z siłami pływowymi.

5. Uwagi końcowe

Można powiedzieć, że doktorant w swojej pracy podjął się rozwiązania trudnego problemu w skali można powiedzieć „mikro”, który nie został jeszcze rozwiązany w skali „makro”, czyli trzęsień Ziemi. Na podstawie trzech zbiorów danych starał się uzyskać odpowiedź, czy część sejsmiczności indukowanej na obszarze GZW może mieć przyczynę w siłach pływowych. Pomijając liczne błędy edytorskie i kilka stylistycznych, to cała praca jest napisana przejrzyście i w miarę czytelnie. Pierwsze 6 rozdziałów napisane jest zgodnie z tym, czego można by oczekiwać od pracy doktorskiej. Oczywiście zawsze można twierdzić, że czegoś brakuje lub jest w namiarze, ale są to szczegóły nie negujące poprawności pracy.

Niestety przeprowadzone badania są ograniczone, a ich opis co najmniej niewystarczający. Co doktorant tak naprawdę przedstawił w swojej pracy? Pobrał trzy zbiory danych seismologicznych oraz trzy zbiory danych grawimetrycznych (przy czym jeden wyliczył teoretycznie). Następnie pobrał dwa ogólnodostępne, niewielkie skrypty napisane w MatLab-ie i korzystając z powyższych danych dokonał obliczeń. Całość interpretacji opisał na 10 stronach pracy, a jakość tego opisu pozostawia wiele do życzenia. Sprowadza się ona właściwie do opisu uzyskanych tabel i rysunków, a na dodatek wnioski wysnute z badań przez doktoranta są zbyt daleko idące lub niepoprawne.

Doktorant w swojej pracy nie powołał się na żaden artykuł, którego byłby autorem lub współautorem. Wydaje mi się, że fakt braku publikacji z zakresu badań prowadzonych w pracy niewątpliwie wpłynął negatywnie na jakość jego pracy. Przedstawione w pracy badania stanowią podstawę do dobrego artykułu w renomowanym czasopiśmie, ale nie stanowią podstawy do uzyskania stopnia doktora. Praca doktorska wymaga czegoś więcej niż prostego opisu zjawiska, powinna pokazać, że doktorant umie znaleźć odpowiednie metody badawcze, zrozumieć je i zastosować do rozwiązania problemu.

Biorąc pod uwagę wszystkie moje zastrzeżenia uważam, że praca **nie spełnia wymogów** stawianych przez Ustawę „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” z dnia 20 lipca 2018 roku (Dz. U. 2018 poz. 1668) z późniejszymi zmianami Dz.U. 2021 poz. 478, 619, a w szczególności umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Niemniej jednak uważam, że rozszerzenie badań poprzez zastosowanie innych procedur statystycznych, a przede wszystkim pełniejszy opis badań może skutkować pozytywną oceną pracy.