

SN.410.7.2024

Prof. dr hab. Adam Idziak
Uniwersytet Śląski
Wydział Nauk Przyrodniczych
Instytut Nauk o Ziemi
w Sosnowcu



Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Izabeli Nowaczyńskiej

pt. " Identification of Characteristic Features of Seismic Processes as a Tool for Differentiating Tectonic Phenomena from Human-Induced Events. Modeling the Impact of Human Activity on Stress State Changes in the Rock Mass and Their Influence on Tremor Clustering."

wykonana na zamówienie Rady Naukowej Instytutu Geofizyki Polskiej Akademii Nauk w Warszawie reprezentowanej przez Zastępcę Dyrektora ds. Naukowych – dr hab. Rafała Junoszę-Szaniawskiego

Omówienie układu pracy.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska, napisana w języku angielskim, liczy 165 stron tekstu, w tym opis bibliograficzny oraz abstrakty w języku polskim i angielskim, spis rysunków (83 pozycje) i tabel (25 pozycji) oraz spis treści. Spis literatury cytowanej zawiera 82 pozycje obejmujących artykuły naukowe w międzynarodowych i krajowych czasopismach naukowych, monografiach i materiałach konferencyjnych.

Praca podzielona została na sześć części, które można uznać za rozdziały, chociaż autorka nie nadała numeracji poszczególnym fragmentom rozprawy, wyróżniając je tylko w spisie treści odpowiednimi wcięciami. Ten brak numeracji rozdziałów i podrozdziałów stanowi utrudnienie przy czytaniu rozprawy, gdyż w tekście jedynym elementem wyróżniającym tytuły poszczególnych fragmentów jest niebieski kolor użytej czcionki. Czytelnik musi więc mieć w pamięci spis treści (lub często do niego wracać) aby zorientować się, którą aktualnie część pracy studiuje.

Część pierwsza – Introduction to induced seismicity - zawiera wprowadzenie w problematykę związaną z zakresem pracy: rys historyczny badań nad sejsmicznością indukowaną oraz omówienie przyczyn ją wywołujących. Szczególną uwagę skupia autorka na sejsmiczności związanej z istnieniem sztucznych zbiorników wodnych. Zjawiska sejsmiczne zachodzące w wyniku napełniania oraz zmian poziomu wody w zbiornikach omawia na sześciu przykładach z różnych części świata. W końcowym fragmencie tej części doktorantka zwięźle określa cel pracy i charakteryzuje wybrane do jej realizacji obszary badań.

W części drugiej – Methodology - autorka opisuje metodologię przeprowadzonych badań oraz ich podstawy teoretyczne. Do scharakteryzowania procesów sejsmicznych zachodzących w badanych obszarach wybrała ona trzy wielkości: podatność poślizgową uskoku, podatność uskoku na dylatację i zmiany

naprężeń coulombowskich. Dla wyznaczenia rozkładów wybranych parametrów kandydatka użyła specjalistycznych programów komputerowych

Kolejne części rozprawy opisane ogólnie jako „Case study” zawierają szczegółowe wyniki badań wskazanych parametrów, przeprowadzonych w otoczeniu zbiorników Lai Chau oraz Song Tranh 2, znajdujących się w dwóch odmiennych geologicznie i klimatycznie a także różniących się naturalną sejsmicznością częściach Wietnamu. Dużą część tego fragmentu rozprawy stanowią wyniki analiz przeprowadzonych na podstawie danych o dwóch występujących w podłożu zbiornika Song Tranh 2 klastrach ognisk wstrząsów, wydzielonych wcześniej przez innych badaczy na podstawie podobieństwa ich sejsmogramów, zarówno w domenie czasu jak i częstotliwości.

Ostatnią część pracy doktorskiej kandydatki stanowią „Conclusions”, w której w zwięzłej formie przedstawiła wnioski z przeprowadzonych badań potwierdzające założoną tezę rozprawy.

Od strony strukturalnej zaproponowany przez autorkę układ pracy nie budzi zastrzeżeń.

Ocena merytorycznej wartości pracy

Zadanie badawcze, które podjęła doktorantka to określenie, czy na podstawie analizy parametrów charakteryzujących zjawiska sejsmiczne i miejsca ich występowania można odróżnić wstrząsy naturalne od wstrząsów będących wynikiem działalności człowieka.

Wspomniane wcześniej dwa sztuczne zbiorniki wodne stanowią swego rodzaju naturalne laboratoria badawcze. W otoczeniu jednego z nich, położonego w północnej części Wietnamu przy granicy z Chinami, duża naturalna aktywność sejsmiczna występowała przed jego utworzeniem. W otoczeniu drugiego zbiornika, położonego w środkowej części kraju, aktywność sejsmiczna była niewielka i znacząco wzrosła po jego napełnieniu. Wybór obszarów badawczych jest więc w pełni uzasadniony z punktu widzenia założonego celu pracy. Dodatkowym powodem wyboru rejonów badań było istnienie obszernych katalogów sejsmicznych, do których doktorantka miała dostęp dzięki szerokiej współpracy sejsmologów polskich i wietnamskich nawiązanej przez instytuty geofizyki obu krajów.

W obu rejonach autorka analizowała zmiany stanu naprężeń górotworu w otoczeniu zbiorników. Do określania lokalnego tensora naprężeń wykorzystywała metodę inwersyjną opracowaną przez Vavrycuka, opartą o mechanizmy ogniskowe wstrząsów, dla których możliwe było wyliczenie orientacji płaszczyzn nodalnych i kierunku poślizgu w ognisku. Inwersję tensora naprężeń oparła na trzech, dosyć uzasadnionych założeniach:

- naprężenia tektoniczne są jednakowe dla całego badanego rejonu zbiornika,
- wstrząsy sejsmiczne są generowane na istniejących uskokach o różnej orientacji,
- wektor poślizgu wskazuje kierunek naprężeń ścinających na uskoku.

Wyznaczone składowe tensorów naprężeń dla poszczególnych wstrząsów posłużyły do oszacowania składowych głównych lokalnego tensora naprężeń. Wyniki

inwersji przedstawiła autorka na diagramach stereograficznych w projekcji na siatkę Szmidta.

Wyznaczone kierunki składowych głównych lokalnego tensora naprężeń oraz współczynnik kształtu elipsoidy naprężeń posłużyły następnie doktorantce do określenia rozkładu przestrzennego takich parametrów jak podatność poślizgowa uskoku i jego podatność na dylatację. Doktorantka wyznaczyła także zmiany naprężeń coulombowskich na badanych obszarach dla różnych głębokości. Dla wyliczenia tych ostatnich niezbędne było oszacowanie naprężeń statycznych w profilu pionowym, wynikających z ciśnienia nadkładu i ciśnienia słupa wody w zbiorniku. Do przeprowadzenia odpowiednich obliczeń mgr Nowaczyńska wykorzystała kilka specjalistycznych programów komputerowych.

Wokół zbiornika Lai Chau w okresie od sierpnia 2014 r. do grudnia 2021 r. zarejestrowano 1541 wstrząsów o magnitudzie lokalnej powyżej 0,1. Aktywność sejsmiczna na badanym obszarze nie wykazywała korelacji z poziomem wody w zbiorniku, chociaż ogólnie wzrosła po jego napełnieniu. Niestety, tylko dla dwunastu wstrząsów (czterech w bezpośrednim otoczeniu zbiornika) udało się uzyskać sejsmogramy pozwalające na wyznaczenie mechanizmów ogniskowych. Oprócz analizy przeprowadzonej na podstawie wszystkich tych wstrząsów autorka przeprowadziła oddzielne obliczenia dla wstrząsów z mechanizmem przesuwczym (7 wstrząsów) i mechanizmem normalnym (4 wstrząsy). Warto zauważyć, że mechanizmy te nie były zależne od odległości epicentrum od zbiornika. Wyniki otrzymane na podstawie całego katalogu wskazują na stosunkowo duże zróżnicowanie orientacji składowych głównych tensorów naprężeń dla poszczególnych wstrząsów. Mocno zróżnicowane są też wartości współczynnika R . Podobne duże różnice stanu naprężeń stwierdzono dla wstrząsów z mechanizmem przesuwczym. Dla wstrząsów o mechanizmie normalnym wyznaczone tensory naprężeń charakteryzują się typowym układem składowych z pionowym naprężeniem ściskającym σ_1 oraz poziomymi, prawie równymi naprężeniami rozciągającymi σ_2 i σ_3 , jednak azymuty tych ostatnich są mocno zróżnicowane.

Rozkłady wyliczonych wartości podatności poślizgowej i podatności na dylatację, zarówno dla całego katalogu jak i dla subkatalogów, nie wykazują zależności od poziomu wody w zbiorniku. Różnią się jednak dla różnych mechanizmów ogniskowych. Uskoki przesuwcze charakteryzują się niską podatnością poślizgową, podczas gdy uskoki normalne mają tą podatność podwyższoną. Odwrotnie jest dla podatności na dylatację. Uskoki przesuwcze są bardziej podatne na dylatację niż uskoki normalne.

Rozkłady zmian naprężeń coulombowskich w rejonie zbiornika Lai Chau wyliczone dla głębokości 5 km zarówno dla całego katalogu jak i subkatalogów wykazują niewielkie zróżnicowanie w zależności od poziomu wody w zbiorniku, o czym zapewnia doktorantka w tekście rozprawy, prezentując wyniki na rysunkach 23 – 25. Niestety, rysunki są mało czytelne ze względu na swoją wielkość i trudno zauważyć na nich wspomniane różnice.

Podsumowując tą część rozprawy można stwierdzić, że doktorantka wykazała, że rejon zbiornika Lai Chau charakteryzuje się dużą zmiennością przestrzenną naprężeń tektonicznych, co powoduje zróżnicowanie mechanizmów ogniskowych wstrząsów. Pokazała również, że wahania poziomu wody w zbiorniku mają znacznie mniejszy wpływ na generowanie wstrząsów oraz podatność poślizgową i dylatacyjną uskoku niż budowa geologiczna i tektoniczna badanego górotworu. Szkoda, że z

przyczyn niezależnych od doktorantki analiza została przeprowadzona w oparciu o niewielką liczbę wstrząsów, co ogranicza możliwość odniesienia wyników do całego rejonu na którym znajduje się zbiornik.

Drugim z badanych obszarów był rejon zbiornika Song Tranh 2, w centralnej części Wietnamu. Przed utworzeniem zbiornika rejon ten był praktycznie asejsmiczny. Powstanie zbiornika spowodowało nagły wzrost aktywności sejsmicznej z wstrząsami o magnitudzie dochodzącej do 4.7. Zorganizowanie w otoczeniu zbiornika sieci dziesięciu stacji sejsmometrycznych umożliwiło zarejestrowanie obszernego katalogu wstrząsów o bardzo niskim progu kompletności. Przeprowadzone przez doktorantkę badania dotyczą okresu pomiędzy sierpniem 2013 r. a czerwcem 2017 r., w którym zarejestrowano 7165 zjawisk sejsmicznych. Zapisy umożliwiające wyznaczenie mechanizmów ogniskowych uzyskano dla 180 wstrząsów o magnitudach od 0,7 do 3,6. Podstawy do przeprowadzenia inwersji tensora naprężeń były tu więc o wiele lepsze niż w przypadku zbiornika Lai Chau. Przeprowadzone obliczenia wykazały dosyć stabilny układ naprężeń, z niewielką wariancją przestrzenną i niewielkim zróżnicowaniem współczynnika kształtu R . Wyznaczone tensory naprężeń charakteryzują się typowym dla uskoku normalnych układem składowych z pionowym naprężeniem ściskającym σ_1 oraz poziomymi, niewiele różniącymi się naprężeniami rozciągającymi σ_2 i σ_3 .

Część kraju, w której zlokalizowany jest zbiornik Song Tranh 2 znajduje się w zasięgu zjawisk monsunowych, co przejawia się występowaniem praktycznie dwóch pór roku: pory deszczowej i pory suchej. W porze deszczowej poziom wody w zbiorniku systematycznie wzrasta a w porze suchej maleje. Z danych sejsmicznych wyraźnie widać, że w porze suchej aktywność sejsmiczna jest wyraźnie wyższa niż w porze deszczowej. Skłoniło to doktorantkę do przeprowadzenia oddzielnych analiz dla wstrząsów generowanych w tych dwóch okresach. Autorka wiąże je też z minimalnym (pora sucha) i maksymalnym (pora deszczowa) poziomem wody w zbiorniku. W rzeczywistości, jak wynika z danych przedstawionych na rysunku 31, należałoby raczej mówić o okresach obniżania się poziomu wody i okresach jego wzrostu. Lokalne tensory naprężeń wyznaczone dla pory suchej i dla pory deszczowej niewiele różnią się od tensora wyznaczonego dla całego katalogu. W porze suchej zwiększa się nieznacznie różnica pomiędzy wartością naprężenia σ_2 i naprężenia σ_3 (z $R=0,71$ do $R=0,66$), podczas gdy w porze deszczowej różnica ta maleje ($R = 0,80$). Ponadto w porze deszczowej zwiększa się dyspersja azymutów składowych poziomych tensorów wyznaczonych dla poszczególnych wstrząsów. Być może jest to jednak artefakt wynikający ze stosowanego algorytmu inwersyjnego, gdyż trudno zrozumieć, dlaczego dyspersja kierunków osi naprężeń dla podkatalogu jest większa niż dla całego katalogu.

Wyliczone przez doktorantkę rozkłady podatności poślizgowej i dylatacyjnej nie wykazują zależności od poziomu wody w zbiorniku. W istniejącym lokalnym polu naprężeń większość płaszczyzn uskoku (67%) charakteryzuje się dużą podatnością poślizgową i niską podatnością dylatacyjną. Istnieje jednak zróżnicowanie pomiędzy porą suchą i deszczową. W porze deszczowej (okres wzrostu poziomu wody w zbiorniku) przy mniejszej aktywności większy procent uskoku wykazuje niższy potencjał poślizgowy. Takiego sezonowego zróżnicowania nie wykazuje podatność dylatacyjna.

Rozkłady zmian naprężeń coulombowskich wykazują wyraźną sezonowość, przy czym wzrost wartości CFS zaznacza się w najbliższym otoczeniu zbiornika z równoczesnym ich zmniejszeniem w dalszej od niego odległości.

Przedstawione przez autorkę wyniki badań w obszarze zbiornika Song Tranh2 pokazują odmienny charakter sejsmiczności w porównaniu z poprzednim obszarem. Zjawiska sejsmiczne generowane są w jednorodnym dla całego regionu, stabilnym polu naprężeń, z pionowym naprężeniem ściskającym i poziomym naprężeniem rozciągającym. Aktywność sejsmiczna wykazuje wyraźną zależność od wahań wody w zbiorniku. Doktorantka wykazała więc, że głównym czynnikiem wyzwalającym wstrząsy sejsmiczne są zmiany ciśnienia hydrostatycznego i wiążącego się z nim ciśnienia porowego wywołane zróżnicowaniem wysokości słupa wody w zbiorniku.

Trzecie zadanie badawcze przedstawione w pracy dotyczyło dwóch skupień wstrząsów, wydzielonych wcześniej przez innych badaczy w rejonie zbiornika Song Tranh 2. Wyznaczone skupienia, oznaczone przez autorkę jako klastery 1 i klastery 2, charakteryzują się nakładaniem obszarów ogniskowych poszczególnych wstrząsów jak i podobieństwem zapisów sejsmicznych, zarówno w domenie czasu jak i częstotliwości. Rozmieszczenie hipocentrow wskazywało na generowanie wstrząsów w strefach dwóch różnych uskoków o podobnym upadzie, lecz innym azymucie upadu. W badanym okresie, pomiędzy majem 2014 r. a majem 2015 r. zarejestrowano 76 wstrząsów przypisanych do klastra 1 i 34 wstrząsy przypisane do klastra 2.

Orientacje osi tensorów naprężeń wyliczone dla obu klastrów są podobne i odpowiadają lokalnemu tensorowi naprężeń w rejonie zbiornika, wyliczonemu dla wstrząsów z całego katalogu. Różnią się natomiast znacząco wartości współczynnika R (0,7 dla klastra 1 i 0,5 dla klastra 2).

Oryginalnym osiągnięciem doktorantki jest wyznaczenie stref o większej i mniejszej podatności poślizgowej na przypuszczalnych płaszczyznach uskokowych obu klastrów i wykazanie, że uskok na którym występują wstrząsy klastra 2 jest mniej podatny na poślizgi.

Podobnie wyznaczone zostały strefy zwiększonej podatności na dylatację. W przypadku klastra 2 tylko jedna strefa cechuje się małą podatnością. W przypadku klastra 1 zróżnicowanie podatności jest większe, a część stref o niskiej podatności pokrywa się ze strefami obniżonej podatności poślizgowej.

Dla obu klastrów doktorantka wyliczyła rozkłady zróżnicowania naprężeń coulombowskich na głębokości 3 km i 5 km, przy minimalnym i maksymalnym poziomie wody w zbiorniku. Z zestawienia zbiorczego na rysunku 75 widać wyraźną zależność zróżnicowania CFS od poziomu wody w zbiorniku. Widać też, że dla klastra 2 zróżnicowanie to zmniejsza się z głębokością, przyjmując wartości bliskie zera, zarówno dla zmian dodatnich jak i ujemnych. Wstrząsy należące do klastra 1 występują przeważnie na obszarze ujemnych zmian CFS, a należące do klastra 2 częściowo na obszarze niewielkich wzrostów CFS.

Przeprowadzona w tej części pracy analiza wykazała, że wpływ zbiornika na indukowanie wstrząsów jest zróżnicowany, w zależności od budowy geologicznej i strukturalnej nawet w jednorodnym polu naprężeń.

Uwagi krytyczne

W celu przeprowadzenia inwersji tensora naprężeń doktorantka wykorzystywała mechanizmy ogniskowe wstrząsów, nie podała jednak jaką metodą były one liczone. Jeśli z zapisów sejsmicznych liczono tensor momentu sejsmicznego i dokonywano jego dekompozycji, to należało podać jaki był udział w mechanizmie wstrząsu składowej DC, odpowiedzialnej za poślizg na uskoku.

Orientację osi tensorów naprężeń wyliczonych dla poszczególnych wstrząsów, przedstawia autorka na stereogramach, które pokazują orientację wektorów kierunkowych osi w projekcji na siatkę Szmidta. Nie wiadomo jednak czy projekcja była rzutowaniem na płaszczyznę styczną do górnej czy do dolnej hemisfery. Użycie w tabelach pokazujących wyniki inwersji słowa „plunge” sugeruje, że projekcji dokonywano na siatkę styczną do dolnej hemisfery. Dla uniknięcia niejednoznaczności kandydatka powinna była opisać układ współrzędnych w którym przedstawiano wspomniane wektory.

Rozrzut punktów na diagramach pokazujących główne osie naprężeń przedstawia doktorantka opisowo, przy czym z jej opisem nie zawsze mogą się zgodzić. W analizie statystycznej istnieją miary rozproszenia (choćby wariancja przestrzenna) pozwalające w sposób ilościowy ocenić rozrzut kierunków zbioru wektorów. Użycie takiej miary pozwoliłoby jednoznacznie ocenić dywersyfikację kierunków naprężeń.

Zarówno rozkład podatności poślizgowej jak i dylatacyjnej uskoków przedstawiane są na siatce stereograficznej, więc doktorantka nie powinna używać sformułowania „uskoki leżą w obszarze niskiej/wysokiej podatności” lecz raczej, że mają orientację odpowiadającą niskiej/wysokiej podatności.

Na wszystkich rysunkach przedstawiających rozkład podatności poślizgowej i dylatacyjnej w rejonie zbiornika Song Tranh 2 orientacja osi głównych naprężeń nie zgadza się z kierunkami wyznaczonymi w wyniku inwersji. Oś naprężenia σ_2 leży na rysunkach w położeniu naprężenia σ_3 , a oś naprężenia σ_3 ma orientację zupełnie odmienną, przy czym osie te tworzą ze sobą kąt prawie 180° , co jest zupełnie niemożliwe, gdyż osie główne tensora są wzajemnie prostopadłe. Zastanawiające jest, że w przypadku zbiornika Lai Chau tego typu błędy nie występują. Prawdopodobnie jest to wynik zaburzenia w algorytmie generującym rysunki, na co jednak doktorantka nie zwróciła uwagi.

Analiza sejsmiczności w rejonie zbiornika Lai Chau przeprowadzona została w oparciu o wyznaczone mechanizmy ogniskowe dwunastu wstrząsów. Na rysunku 11 dotyczącym całego katalogu oraz na rysunkach 13 i 15 dotyczących podkatalogów (odpowiednio 7 i 4 wstrząsy) liczba punktów reprezentujących osie tensorów jest znacznie większa. Niestety, doktorantka nie wyjaśnia takiej rozbieżności.

Na rysunkach 58 i 62 odnoszących się do klastra 2 zaznaczono 8 wstrząsów, które wystąpiły w porze suchej i 26 które wystąpiły w porze deszczowej. Na stronie 107 autorka napisała natomiast, że klaster 2 uaktywnił się dopiero w drugiej części okresu badań, to znaczy w porze suchej. Tę rozbieżność pomiędzy informacją podaną w tekście, a tą na rysunkach należało wyjaśnić.

Histogram rozkładu współczynnika R dla klastra 2, przedstawiony na rysunku 56, nie zgadza się z opisem w tekście wynikami pokazanymi w tabeli 25. Wygląda na to, że histogram ten jest powtórzeniem histogramu dla klastra 1 (rysunek 54).

Poza wspomnianymi wyżej błędami, istotnymi dla odbioru pracy, zawiera ona kilka drobniejszych błędów, które w niewielkim stopniu wpływają na jej wartość merytoryczną.

Ocena redakcyjnej i graficznej strony pracy.

Rozprawa doktorska mgr Izabeli Nowaczyńskiej sprawia wrażenie, jakby była przygotowywana w pośpiechu, w związku z czym autorka nie dokonała starannej redakcji i korekty pracy. Oprócz braku numeracji rozdziałów i podrozdziałów (o czym wspominałem na początku recenzji) typowe błędy to rozdzielanie rysunków i

podpisów pod nimi pomiędzy dwie strony (np. rysunek 8) albo przenoszenie części większych tabel na sąsiednie strony bez zaznaczenia, że jest to kontynuacja (np. Tabela 2 lub 4). Typową cechą stylu kandydatki jest wielokrotne powtarzanie tych samych informacji. Przykładowo, prezentując wyniki analiz sejsmicznych dla danego zbiornika powtarza wielokrotnie nazwę tego zbiornika opisując każdy zbadany parametr, chociaż czytelnik doskonale pamięta, jakiego obszaru on dotyczy. Wielokrotne powtórzenia dotyczą także podpisów pod rysunkami. Inny przykład zbędnych powtórzeń to prezentacja wyników obliczeń podatności poślizgowej i dylatacyjnej dla dwóch klastrow sejsmicznych na pojedynczych rysunkach, następnie na rysunkach zbiorczych, a potem jeszcze na rysunku zbiorczym rysunków zbiorczych.

Pokazana w pracy grafika jest na ogół poprawna. Część rysunków (w szczególności mapki) jest mało czytelna gdyż przedstawione są w zbyt małej skali, (np. rysunki 24, 25) lub zawierają zbyt dużo szczegółów (np. rysunki 7, 9). Na niektórych rysunkach brakuje objaśnień używanych oznaczeń (np. rysunki 8, 9, 28, 29). Na siatkach stereograficznych należało zaznaczyć przynajmniej kierunek północy (jeśli nie azymuty).

Praca napisana jest w języku angielskim. Znajomość języka przez autorkę odpowiada poziomowi B2, wymaganemu dla kandydatów do stopnia doktora.

Pomimo wspomnianych wyżej uwag dotyczących edycyjnej strony pracy, uważam, że doktorantka opisała w niej wszystkie istotne elementy swoich badań.

Podsumowanie.

Zgodnie z wymaganiami określonymi w ustawie i rozporządzeniach MNiSzW praca doktorska musi spełniać dwa warunki:

- stanowić samodzielne rozwiązanie określonego problemu badawczego,
- wnieść wkład w poszerzenie zakresu wiedzy w danej dyscyplinie.

Pomimo wskazanych przeze mnie niedostatków przedstawionej rozprawy uważam, że kandydatka spełniła te warunki. Rezultaty badań wykonanych w ramach pracy doktorskiej pokazują, że mgr Izabela Nowaczyńska opanowała w dostatecznym stopniu umiejętność samodzielnego ich prowadzenia, przetwarzania danych i analizy osiągniętych wyników oraz rozwiązała samodzielnie pewien problem badawczy, mogący przyczynić się do rozwoju wiedzy o sejsmiczności indukowanej w rejonach sztucznych zbiorników wodnych. Tym samym doktorantka spełnił wymagania zawarte w ustawie „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” z dnia 20 lipca marca 2018 r. Uważam że można dopuścić ją do publicznej obrony rozprawy doktorskiej.



Sosnowiec, 2 maja 2025 r