

Dr hab. Jacek Szczygieł prof. UŚ
Uniwersytet Śląski w Katowicach
Instytut Nauk o Ziemi
Będzińska 60
41-200 Sosnowiec.

Sosnowiec dn. 13.08.2025

Recenzja rozprawy doktorskiej Pana mgr. Szymona Świątka

Przedłożona recenzja pracy doktorskiej mgr. Szymona Świątka pt. „*Struktury deformacyjne powstałe w efekcie upłynniania osadu – podejście doświadczalne*” została sporządzona na podstawie decyzji Rady Dyscypliny Naukowej „Nauki o Ziemi i Środowisku” Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu z dnia 27 maja 2025 r.

Zakres dysertacji i poprawność redakcyjna

Głównym celem rozprawy było zbadanie warunków sprzyjających upłynnieniu osadu oraz określenie, czy i w jakim stopniu może ono wystąpić nawet przy słabszych wstrząsach sejsmicznych, niż dotychczas uznawane za krytyczne, tj. powyżej M4,2. Doktorant do realizacji celu wykorzystał szereg metod laboratoryjnych, mikroskopowych i statystycznych, projektując własne eksperymenty oraz podnosząc w dyskusji czynniki mogące warunkować stopień upłynnienia, których dotąd nie podnoszono. Nie jest więc zaskoczeniem, że poszczególne trzy części rozprawy, opublikowano w powszechnie szanowanych czasopismach o realnym zasięgu międzynarodowym:

A1 - Świątek, S.*, Belzyt S., Pisarska-Jamroży, M., Woronko, B. 2023. *Sedimentary records of liquefaction: implications from field studies*. Journal of Geophysical Research: Earth Surface 128, e2023JF007152. <https://doi.org/10.1029/2023JF007152>

A2 - Świątek, S.*, Pisarska-Jamroży, M. 2025. *Seismogenic liquefaction with M~3.5 in fine-grained sediments: An experimental approach*. Sedimentary Geology 478, 106833. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2025.106833>

A3 - Świątek, S.*, Lewińska, K., Pisarska-Jamroży, M., Günter, C. 2025. *An application of quartz grain analyses in earthquake-induced (palaeo)liquefaction studies*. Journal of Structural Geology 193, 105357. <https://doi.org/10.1016/j.jsg.2025.105357>

Całość badań została podsumowana w języku polskim w załączonym autoreferacie, w którym Doktorant jasno definiuje cele pracy, odnosząc się do poszczególnych publikacji cyklu, w których były one realizowane. Następnie przedstawiono skrót metod badawczych, w tym przeprowadzonych analiz statystycznych, oraz opis dwóch eksperymentów zaprojektowanych i zrealizowanych przez Doktoranta. W mojej ocenie dyskusja została zaprezentowana w sposób właściwy — nie została podzielona na trzy odrębne części odpowiadające kolejnym artykułom, lecz przybrała formę spójnego tekstu, w którym autor odnosi się do poszczególnych publikacji we właściwych kontekstach. Całość została podsumowana dwunastoma wnioskami.

W autoreferacie zamieszczono również ryciny, choć ten element został zrealizowany mniej starannie. Publikacjom Pana Świąłka towarzyszą bardzo dobre, czytelne, informatywne i estetyczne figury, natomiast w autoreferacie znalazły się jedynie trzy ryciny — w tym np. mapa lokalizacji próbek, których Doktorant samodzielnie nie zbierał. Brakuje natomiast figur koncepcyjnych, takich jak np. Fig. 9 lub 10 z publikacji A3. Można to jednak uzasadnić, być może słusznym, założeniem o unikaniu zbędnego dublowania materiałów ilustracyjnych.

Drugą część dysertacji, obejmującą serię publikacji, otwierają oświadczenia współautorów określające wkład własny Doktoranta w powstanie poszczególnych prac. Na podstawie tych deklaracji można stwierdzić jego dominujący udział w badaniach oraz w przygotowaniu wszystkich trzech publikacji. We wszystkich artykułach Kandydat jest pierwszym, a zarazem autorem korespondencyjnym. Brał udział w pracach laboratoryjnych, wykonał obliczenia statystyczne oraz przygotował teksty artykułów przy wsparciu współautorów. Co istotne, był autorem dyskusji i formułował konkluzje.

Główną część dysertacji stanowi zbiór trzech publikacji opublikowanych w uznanych międzynarodowych czasopismach (Journal of Geophysical Research: Earth Surface, Sedimentary Geology, Journal of Structural Geology). Artykuły te przeszły proces recenzji naukowej, korektę redakcyjną oraz profesjonalny skład, co przekłada się na ich wysoki poziom edytorski. Nieliczne drobne uchybienia szczegółowe, wskazane przeze mnie w ocenie merytorycznej, nie wpływają na ogólnie bardzo pozytywny odbiór, czytelność i jakość prezentacji wyników. W publikacjach pojawia się kilka pojęć, które w mojej opinii można by zastąpić trafniejszymi określeniami. Są to jednak drobne uwagi o charakterze terminologiczno-stylistycznym, które — wobec faktu, że prace zostały już opublikowane — nie będą podlegały korekcie.

Ocena merytoryczna rozprawy oraz uwagi krytyczne

Publikacja 1 - zarys

W publikacji przeanalizowano zależność między teksturą osadu, a powstawaniem struktur deformacyjnych związanych z upłynnieniem, na podstawie 144 próbek z ośmiu stanowisk w północno-wschodnich Niemczech, na Litwie i Łotwie. Zidentyfikowane struktury podzielono na dwa typy: *concave up* (np. *flame structures*, *clastic dykes*) i *concave down* (np. *pseudonodules*, *load casts*), przypisując je do czterech grup procesowych. Analizy granulometryczne wykazały, że struktury *concave up* dominują w osadach drobnoziarnistych, słabo wysortowanych, z dużym udziałem frakcji pylasto-ilastych, natomiast *concave down* rozwijają się w lepiej wysortowanych piaskach. Testy statystyczne potwierdziły istotne różnice granulometryczne i parametryczne między obiema grupami struktur. Na podstawie modelowania statystycznego określono wartości progowe cech teksturalnych sprzyjających rozwojowi poszczególnych struktur. Według autorów, wyniki te pozwalają prognozować potencjał deformacyjny osadów i przewidywać typ struktur w danej sekwencji.

Publikacja 1 – uwagi krytyczne

Cele pracy zostały solidnie osadzone w kontekście istniejącego stanu wiedzy, poprzez staranny przegląd literatury, który wskazuje na utrzymującą się dotąd opinię o „negatywnym” wpływie frakcji pylastej i ilastej na proces upłynnienia osadu. Analizy laboratoryjne, wraz z ich statystycznym opracowaniem i wizualizacją w formie diagramów, zostały przeprowadzone prawidłowo. Choć tekst momentami może sprawiać wrażenie ciężkiego i monotonnego, co wynika z dużej liczby prezentowanych danych liczbowych, to jednak przejrzysty podział na sekcje i paragrafy pozwala czytelnikowi śledzić przebieg analiz oraz — w razie potrzeby — odtworzyć je.

Kluczowym wnioskiem płynącym z przeprowadzonych badań jest ustalenie wpływu frakcji pylastej na rozwój struktur deformacyjnych typu SSDS, szczegółowo przedyskutowane w rozdziale 5.1. Na stronie 16 znajdują się, w mojej ocenie, jedno z najważniejszych zdań całej dysertacji:

“Our observations are in contradiction with Obermeier (1996), who noted that the more silt and clay content is added to sandy sediments, the slimmer the chance of the liquefaction of the sediment. According to our research, water-saturated silt is easily prone to mobilization, while sediments with clay can be mobilized only when their percentage is not too high (it will be discussed in details in subsection 5.3). We strongly recommend considering the percentage of silt and clay not together but separately; additionally in relation with all other individual fractions.”

Przywołuję ten fragment, gdyż publikacja Obermeiera (1996) jest pracą fundamentalną — nie tylko szeroko cytowaną w literaturze naukowej (844 cytowania), lecz także często wykorzystywaną w dydaktyce, m.in. poprzez ryciny stanowiące swego rodzaju „obowiązujący standard”. W dalszej części interpretacji Autor stwierdza, że frakcja pylasta nie tylko nie ogranicza możliwości upłynnienia osadu, lecz wręcz może działać korzystnie — jako element mobilizowany w pierwszej kolejności, inicjujący proces upłynnienia. Tym samym, przeprowadzone badania nie ograniczają się do opisu przypadku, lecz poszerzają i uzupełniają wiedzę fundamentalną na temat omawianego zjawiska.

Uwagi szczegółowe:

- Cała praca opiera się na podziale struktur na dwie grupy: *concave up* i *concave down*. Nie będąc specjalistą w zakresie języka angielskiego, zastanawiam się, czy nie byłoby czytelniej stosować określeń *concave* i *convex*.
- Strona 3/22: określenie „...remain static layer” — czy nie należałoby zamienić słowa *static* na *plastic*? Co w tym kontekście oznacza, że warstwa jest „statyczna”? Czy chodzi o to, że pozostała niezdeformowana, czy może jest zdeformowana plastycznie, ale nie uwodniona?
- Strona 7/22, sekcja 4.1: „...by very high content of silt” — zasadnym byłoby podanie tutaj przedziału procentowego, który pojawia się dopiero w rozdziale 5.1.

Publikacja 2 - zarys

Artykuł przedstawia nowatorskie badania laboratoryjne nad deformacjami osadów wywołanymi przez wstrząsy sejsmiczne o niskiej magnitudzie ($M \sim 3,5$), mające na celu ocenę możliwości inicjacji upłynnienia w nasyconych wodą osadach drobnoziarnistych. W eksperymentach zastosowano trzy typy osadów w pięciu wariantach sekwencji warstw, poddanych kontrolowanym drganiom o określonych parametrach. Zidentyfikowano sześć głównych typów struktur deformacyjnych, w tym formy wklęsłe ku górze (np. struktury płomieniowe, iniekcyjne, wulkany klastyczne) oraz ku dołowi (np. pograży, pseudonodule), a analizy morfometryczne wykazały istotne korelacje między ich wymiarami. Wyniki potwierdziły, że nawet niewielkie wstrząsy mogą powodować upłynnienie osadów i powstawanie analogicznych struktur do obserwowanych w terenie. Otrzymane dane mogą mieć znaczenie zarówno dla rekonstrukcji przeszłych trzęsień ziemi, jak i oceny zagrożeń sejsmicznych w obszarach o niskiej aktywności.

Publikacja 2 – uwagi krytyczne

Druga publikacja rozpoczyna się rzetelnym przeglądem literatury, w którym Autor wskazuje, że dotychczasowe poglądy na minimalne magnitudy trzęsień ziemi inicjujących upłynnienie osadu oscylują, w zależności od źródeł, wokół wartości M 4,5. Przegląd obejmuje nie tylko wpływ magnitudy, lecz również częstotliwości fal sejsmicznych. O ile część cytowanych prac podaje wartości z zakresu realistycznego (do ok. 1,5 Hz), o tyle pojawia się także odniesienie do pracy Zhang & Wang (1990), sugerującej możliwość upłynnienia w efekcie działania fal o częstotliwości nawet 100 Hz — co w warunkach naturalnych jest zjawiskiem skrajnie mało prawdopodobnym. Słusznie Autor zwraca uwagę na ograniczone możliwości przekładania wyników eksperymentów laboratoryjnych na zjawiska zachodzące w naturze.

Koncepcja eksperymentu jest interesująca i w większości przypadków poprawnie zaplanowana: warunki są kontrolowane, procedury powtarzalne, a każdy eksperyment wykonywany pięciokrotnie w celu uzyskania statystycznie istotnej próby. Warianty A–E dobrano zasadniczo trafnie, choć — w mojej opinii — brakuje wariantu z frakcją pylastą w stropie sekwencji. Układ pył–piasek–pył mógłby dać odmienne wyniki. Tymczasem warianty A–C różnią się jedynie miąższością warstw, a nie ich układem; być może wystarczyłyby dwa takie warianty, a trzeci warto byłoby poświęcić na inną konfigurację.

Istotnym ograniczeniem eksperymentu są przyjęte parametry sejsmiczne, a w szczególności wysoka częstotliwość drgań (60 Hz) wynikająca z właściwości użytej wytrząsarki. Standardowo przyjmuje się, że fale generowane przez trzęsienia ziemi mieszczą się w zakresie od 0,01 Hz do 20–30 Hz. Częstotliwość 60 Hz może wystąpić w naturze jedynie w bardzo specyficznych warunkach: w pobliżu (setki metrów, maksymalnie 1–2 km) płytkiego ogniska wstrząsu, częściej indukowanego niż naturalnego, ewentualnie wulkanicznego. Tak wysokie częstotliwości mogą być też rejestrowane w formie fal tunelowych na granicy ośrodka skalnego i powietrza, lecz w przypadku osadów nieskonsolidowanych częściej obserwuje się inne zjawisko — amplifikację fal sejsmicznych przez zwiększenie amplitud przy ich równoczesnym spowolnieniu co często wiąże się z

zmniejszeniem częstotliwości. Nie bez znaczenia jest tu również bardzo małą miąższość, za równo poszczególnych warstw jak i całego ośrodka. Fala o tak wysokiej częstotliwości miała by zupełnie inny, prawdopodobnie mniejszy efekt na warstwy o miąższość dziesiątek cm, czy metrów, niż ma w eksperymencie na warstwy 2 centymetrowe. Choć akurat tak cienkie warstwy w przyrodzie są normalnym zjawiskiem.

Wysoka częstotliwość (60 Hz) przy amplitudzie 3 mm przełożyła się na bardzo duże przyspieszenie (PGA) rzędu 2 g. Dla porównania, trzęsienie Mw 7,9 w Myanmarze (2025) osiągnęło PGA 1,07 g (USGS). Choć zdarzają się przypadki, gdy wstrząsy o niewielkiej magnitudzie generują $PGA > 1$ (np. trzęsienie na Podhalu w 2004 r., Mw 4,7, PGA 1,3 g; Wiejacz & Dębski, 2009), to jednoczesne wystąpienie PGA rzędu 2 g i częstotliwości 60 Hz jest w warunkach naturalnych zjawiskiem ekstremalnie rzadkim.

Należy zaznaczyć, że Autor jest świadomy części opisanych ograniczeń — zarówno we wstępie, jak i w dyskusji odnotowuje ekstremalny charakter parametrów użytych w eksperymencie. W mojej opinii jednak, biorąc pod uwagę, że wielkości PGA, częstotliwości oraz magnitudy stanowią wątek przewodni publikacji (zawarty również w tytule artykułu), dyskusja tego zagadnienia powinna być bardziej rozbudowana i krytyczna.

Uwagi do interpretacji struktur:

Wariant A: w opisie (str. 7) wspomniane są iniekcje w dolnej warstwie piasku i środkowej warstwie mułu, jednak analiza zdjęć (Fig. 3) wskazuje, że kanały ucieczkowe przecinają jedynie górną warstwę piasku, a wypełnione są mułem ze środkowej warstwy. Ponadto sugerowana przez Doktoranta interpretacja różnic w nachyleniu stoków wulkanów klastycznych jako efektu złożonych czynników (ciśnienia, przepływu itp.) mogłaby zostać skonfrontowana z prostszym wyjaśnieniem — zależnością od kąta naturalnego zsypu dla różnych frakcji.

Wariant B: w opisie zastosowano niewłaściwe określenia („range” zamiast „offset” lub „slip”; „displacement similar to a fault” zamiast po prostu „fault”). Jest to jedyna struktura krucha, a jej opis mógłby być bardziej szczegółowy. Ze zdjęcia (Fig. 3) wynika, że uskok jest odwrócony. Czy skrzydło wiszące zostało wyniesione, czy też skrzydło zrzucone „zatopiło się” w niżejległej warstwie? Po znacznie większej liczbie pęcherzyków powietrza w piasku powyżej skrzydła zrzuconego można wnioskować, że mamy do czynienia z tym drugim przypadkiem. Czy zatem nie byłaby to oznaka upłynnienia warstwy piasku poniżej przemieszczonej warstwy mułu i wygenerowania wolnej przestrzeni, skutkującej transportem lateralnym — być może powiązaniem ze strukturami ucieczkowymi w innej części cylindra? Jeśli tak, to czy nie należałoby wówczas uznać, że nie był to efekt wypychania warstwy mułu ku górze, skoro skrzydło wiszące pozostało nieprzemieszczone? I wreszcie, czy obecność kruchej struktury może świadczyć o braku upłynnienia uskoku w warstwie mułu? Jeżeli tak, to czy nie warto byłoby o tym wspomnieć, biorąc pod uwagę, że celem eksperymentu jest badanie upłynniania osadów?

Wariant D: w tekście (początek str. 9) mowa jest o zmianie „angle of layers (...), changed by up to 45”. Zakładam, że chodzi tu o dip (kąt upadu). Warstwa może być opisana co najmniej trzema parametrami: kątem biegu (*strike*), kierunkiem upadu (*dip direction*) oraz kątem upadu (*dip*). Ponadto, na zdjęciach dla wariantu D widoczne jest raczej wyklinowanie się warstw (zmiana miąższości) niż ich wyginanie czy wychylanie (*tilting*). Na końcu tego paragrafu doktorant pisze: „*The absence of injection structures and clastic volcanoes can be explained by the insufficient pressure and energy required to force sediments upwards through overlying layers.*” Tymczasem na zdjęciu D4 (Fig. 3) struktury iniekcyjne są wyraźnie widoczne i zostały nawet zaznaczone przez autora.

Publikacja 3 - zarys

Artykuł prezentuje nowatorską analizę mikroteksturalnych cech ziaren kwarcu w strukturach deformacyjnych powstałych w wyniku sejsmogenicznego upłynnienia osadów, prowadzoną w warunkach laboratoryjnych z użyciem osadów nasyconych wodami o różnej mineralizacji. Badania wykazały, że zarówno stopień mineralizacji, jak i warunki geochemiczne (pH, Eh, obecność kwasu fluorowodorowego i ortokrzemowego) istotnie wpływają na gęstość spękań, korozji i fragmentacji ziaren, przy czym w wodach wysoko zmineralizowanych zmiany były największe. Zaobserwowano obecność złota w mikroszczelinach i na powierzchni ziaren, co wskazuje na możliwą rolę aktywności sejsmicznej w mobilizacji i redepozycji metali. Autorzy zaproponowali siedmioetapowy „cykl sejsmiczny ziarna kwarcu” opisujący kolejne fazy mechaniczno-chemicznej transformacji, od pęknięcia po rekrytalizację. Wyniki sugerują, że mikromorfologia kwarcu, wsparta analizą chemiczną i teksturalną, może stanowić skuteczne narzędzie identyfikacji deformacji sejsmicznych a przez to również oceny ryzyka upłynnienia osadów.

Publikacja 3 – uwagi krytyczne

Artykuł rozpoczyna się przeglądem literatury, który pozwala zidentyfikować lukę w wiedzy na temat rozwoju SSDS i sformułować uzasadniony cel badań. Eksperyment został bardzo dobrze przemyślany, co było niezbędne do jego realizacji, zwłaszcza biorąc pod uwagę, że na zebranie danych potrzebny był cały rok.

W opisie wyników, w sekcji 4.1.1., znaczną część poświęcono charakterystyce kształtu ziaren. Moim zdaniem opisywanie udziału poszczególnych kształtów w kontekście kolejnych etapów eksperymentu może sugerować, że sam eksperyment miał wpływ na ich kształt. Wydaje się jednak, że choć eksperyment mógł oddziaływać na stopień korozji krawędzi oraz mikromorfologię powierzchni, to sam kształt ziarna (wydłużony, kolisty, elipsoidalny, wrzecionowaty itp.) jest raczej cechą pierwotną, związaną ze środowiskiem sedimentacji i procesem transportu.

W interpretacji wyników i dyskusji opisano zjawiska fizyczne i chemiczne, które dotąd nie były łączone z kosejsmiczną deformacją ziaren kwarcu. Moje jedyne wątpliwości budzi koncepcja „bezpośredniej propagacji fali przez ziarna” (*the direct propagation of seismic waves, with connected*

quartz grains serving as efficient conductors due to their piezoelectric properties). Czy chodzi tutaj o sprężyste fale sejsmiczne przechodzące przez poszczególne ziarna, czy raczej o fale elektromagnetyczne, które mogą być efektem ubocznym trzęsienia ziemi? Aby sprężysta fala sejsmiczna mogła przejść przez ziarno kwarcu, jej amplituda musiałaby być mniejsza od średnicy tego ziarna. W przeciwnym razie wydaje się to niemożliwe — fala o większej amplitudzie mogłaby raczej przemieścić ziarno względem innych lub je podnieść, ale nie „przejść przez nie” w sensie wewnętrznej transmisji energii.

uwagi szczegółowe:

Na figurze 5 zasadne byłoby zaznaczenie relatywnych wartości na niebieskim i czerwonym pasku. W przypadku wody można się domyślić, że ciemnoniebieski odpowiada wodzie wysokozmineralizowanej, natomiast czerwona skala czasu jest trudna do odszyfrowania, nawet intuicyjnie.

Podsumowanie

Ogólna wiedza teoretyczna Doktoranta

Doktorant posiada szeroką wiedzę na temat struktur deformacyjnych w osadach nieskonsolidowanych — zarówno w zakresie ich rozpoznawania, jak i procesów, które je generują. Świadczy o tym m.in. umiejętność identyfikowania luk w wiedzy i podejmowania prób ich uzupełnienia. Posiada również niezbędną wiedzę z zakresu metod statystycznych, badań laboratoryjnych i mikroskopowych. Co więcej, wykazał się także znajomością zagadnień chemicznych, koniecznych do przeprowadzenia i interpretacji eksperymentów.

Oryginalność rozwiązań problemu naukowego

Wszystkie trzy artykuły podejmują ciekawe i oryginalne problemy, wyłonione na podstawie szerokiego przeglądu literatury, który umożliwił wskazanie luk w dotychczasowej wiedzy. Narzędzia, którymi posługiwał się Doktorant w celu ich uzupełnienia, w dużej mierze zostały przez niego zaprojektowane. W podejściu morfometrycznym (A1 i A2) próbował znaleźć zależności pomiędzy wymiarami struktur a warunkami ich powstawania, proponując szereg nowych współczynników mających na celu uwypuklenie lub ujawnienie tych zależności. W artykułach A2 i A3 zaprojektował i przeprowadził eksperymenty laboratoryjne. Zwłaszcza w artykule A3 podjęcie problematyki chemizmu wód w kontekście rozwoju struktur jest bardzo nowatorskie. Podsumowując, we wszystkich trzech artykułach poruszono zagadnienia poszerzające wiedzę fundamentalną o rozwoju SSDS. Dzięki zastosowaniu podejścia eksperymentalnego połączonego z opracowaniem statystycznym wyników, Doktorantowi udało się skwantyfikować w dużej mierze empiryczną dotąd wiedzę o procesach powstawania SSDS.

Samodzielność prowadzenia pracy naukowej Doktoranta

Jak w przypadku większości doktoratów opartych na publikacjach wieloautorskich, samodzielność pracy Doktoranta nie jest jednoznaczna. W przypadku prac mgr Szymona Świątka, po pierwsze — liczba współautorów jest niewielka, a po drugie — ich udział jest w pełni uzasadniony, biorąc pod uwagę szeroki zakres materiałów i metod niezbędnych do przeprowadzenia badań. W mojej ocenie kluczowe elementy, takie jak przeprowadzenie eksperymentów, autorskie analizy morfometryczne oraz dyskusja wyników, są zasługą Doktoranta. Należy podkreślić dojrzałość w dyskusji wyników, świadczącą nie tylko o głębokiej znajomości problematyki, lecz także o krytycznym podejściu do własnych rezultatów. Tym samym, pomimo wieloautorskiego charakteru publikacji, oceniam pracę badawczą mgr Szymona Świątka jako świadomą, krytyczną i w pełni samodzielną.

Ocena końcowa

Pomimo drobnych uchybień oraz kilku dyskusyjnych rozwiązań i interpretacji, wnioski końcowe, sformułowane na podstawie przeprowadzonych analiz, są poprawne, spójne z założonymi celami i hipotezami badawczymi. Istotne jest, że Doktorant z odpowiednim krytycyzmem odnosi się do uzyskanych wyników oraz przedstawianych zależności, uwzględniając zarówno wpływ procedur laboratoryjnych, jak i ograniczenia eksperymentów. Podsumowując, stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr Szymona Świątka stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i zasługuje na bardzo wysoką ocenę zarówno pod względem merytorycznym, jak i metodycznym. Analiza zebranych danych dowodzi dojrzałości naukowej autora oraz jego umiejętności poprawnego posługiwania się językiem naukowym. Mgr Świątek wykazał się zarówno gruntowną wiedzą w omawianej tematyce, jak i wysokimi kompetencjami w prowadzeniu badań oraz prezentowaniu ich wyników w formie publikacji naukowych. Tym samym stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska mgr Szymona Świątka odpowiada wymogom Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r., Prawo o Szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2023 r., poz. 742 z późn. zm.) 14 marca 2003 r. i wnioskuję do Rady Dyscypliny Naukowej „Nauki o Ziemi i Środowisku” Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu o dopuszczenie mgr Szymona Świątka do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Biorąc pod uwagę wysoki poziom merytoryczny rozprawy, oryginalność podjętej problematyki, nowatorskie podejście metodyczne oraz znaczący wkład Doktoranta w realizację badań, wnioskuję o wyróżnienie rozprawy doktorskiej mgr Szymona Świątka. Praca ta stanowi istotny i wartościowy wkład w rozwój wiedzy w badaniach struktur defotmacyjnych, a jej wyniki mają potencjał do dalszego wykorzystania w badaniach naukowych o charakterze zarówno podstawowym, jak i aplikacyjnym.