

Warszawa, 11 sierpnia 2026

dr hab. Edyta Zawisza, profesor instytutu
Instytut Nauk Geologicznych PAN
Ośrodek Badawczy w Warszawie
ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa
e-mail: ezawisza@twarda.pan.pl

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Agnieszki Jolanty Halaś

***Krytyczne przejścia w degradacji wieloletniej zmarzliny – w świetle badań
paleoekologicznych osadów torfowiskowych Północno-Zachodniej Syberii***

Promotor prof. dr hab. Michał Słowiński

Wstęp

Przekazana mi do recenzji rozprawa doktorska mgr Agnieszki Jolanty Halaś ma formę cyklu trzech recenzowanych artykułów naukowych opublikowanych w języku angielskim (wymienionych poniżej), poprzedzonych obszernym, liczącym 70 stron opracowaniem monograficznym w języku polskim, zawierającym wprowadzenie do problematyki badawczej, omówienie celów pracy, zastosowanych metod oraz syntezę uzyskanych wyników.

Artykuły wchodzące w skład rozprawy zostały opublikowane w latach 2023–2026 w recenzowanych czasopismach naukowych indeksowanych w bazie Journal Citation Reports (JCR). Ich łączny współczynnik Impact Factor (IF) wynosi 18,8, natomiast łączna liczba punktów według wykazu czasopism naukowych Ministerstwa Edukacji i Nauki (MEiN) wynosi 480.

1. Halaś, A., Lamentowicz, M., Łuców, D., & Słowiński, M. (2023). *Developing a new testate amoeba hydrological transfer function for permafrost peatlands of NW Siberia*. Quaternary Science Reviews, 308, 108067. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2023.108067>
2. Halaś, A., Lamentowicz, M., Obremska, M., Łuców, D., & Słowiński, M. (2025). *Peatland development reconstruction and complex biological responses to permafrost thawing in Western Siberia*. Biogeosciences, 22(18), 4797–4822. <https://doi.org/10.5194/bg-22-4797-2025>

3. Halaś, A. & Słowiński, M. (2026). *Peat core research in the Western Siberian Lowland: applications of palaeoecological proxies, regions studied, and future prospects*. Earth System Science Data 18(6), 3853–3888. <https://doi.org/10.5194/essd-18-3853-2026>

Przedstawione publikacje stanowią podstawę rozprawy doktorskiej, natomiast opracowanie monograficzne w języku polskim pełni funkcję ich merytorycznego opracowania i uzupełnienia.

Ocena rozprawy doktorskiej

Ocena części monograficznej

Wstęp rozprawy doktorskiej, liczący około 70 stron, stanowi spójne i dobrze opracowane wprowadzenie do problematyki badawczej przedstawionej w cyklu trzech artykułów naukowych będących podstawą rozprawy. Autorka w sposób przejrzysty prezentuje przesłanki podjęcia badań, formułuje hipotezy oraz cele naukowe, a także przedstawia zastosowane metody badawcze i ich rolę w realizacji założonych celów. Wstęp tworzy logiczną całość, wyraźnie wskazując związek pomiędzy poszczególnymi publikacjami oraz podkreślając ich wspólną myśl przewodnią.

Do najważniejszych osiągnięć Doktorantki należy bardzo dobre opanowanie metod analizy ameb skorupkowych, obejmujące zarówno ich taksonomię, jak i interpretację ekologiczno-środowiskową. Autorka wykazała się wysokimi kompetencjami w zakresie oznaczania materiału, umiejętnością krytycznej oceny uzyskanych wyników oraz dojrzałością naukową. Szczególnie dobrze ilustruje to przykład dotyczący identyfikacji jednego z taksonów. W pierwszej publikacji został on oznaczony jako *Diffugia lucid* type, jednak w toku dalszych badań Autorka doszła do wniosku, że analizowany organizm reprezentuje takson dotychczas nieopisany. W konsekwencji w drugim artykule został przedstawiony jako *Unknown TA_Khan*, wraz z dokumentacją fotograficzną oraz charakterystyką morfologiczną skorupki. Taka ewolucja interpretacji świadczy o krytycznym podejściu do własnych wyników, gotowości do ich weryfikacji oraz umiejętności modyfikowania wcześniejszych wniosków w świetle nowych danych. Są to cechy szczególnie cenne w pracy naukowej.

W mojej ocenie przedstawione wyniki stanowią również dobrą podstawę do podjęcia kolejnego etapu badań, polegającego na formalnym opisie nowego taksonu zgodnie z obowiązującymi zasadami nomenklatury zoologicznej. Zachęcam Doktorantkę do podjęcia tego wyzwania w przyszłości. Wyniki takich badań z powodzeniem mogłyby zostać opublikowane w specjalistycznym czasopiśmie poświęconym systematyce, takim jak *Zootaxa*.

Na bardzo wysoką ocenę zasługuje również umiejętne wykorzystanie metod statystycznych. Zastosowane analizy stanowią jeden z kluczowych elementów interpretacji zmian hydrologicznych i ekologicznych zachodzących na badanych torfowiskach. Szczególnie wysoko oceniam zarówno szeroki wachlarz wykorzystanych metod, jak i trafność ich doboru do rozwiązywanych problemów badawczych. Świadczy to o bardzo dobrej znajomości współczesnych narzędzi statystycznych stosowanych w paleoekologii i paleolimnologii oraz o umiejętności ich właściwej interpretacji.

Na uwagę zasługuje również bardzo wysoka jakość opracowania graficznego rozprawy. Ryciny zamieszczone we wstępie, zaadaptowane z opublikowanych artykułów, są czytelne, estetyczne i starannie przygotowane. W przejrzysty sposób ilustrują najważniejsze wyniki badań, ułatwiając ich interpretację; zarówno pod względem edytorskim, jak i merytorycznym reprezentują bardzo wysoki poziom.

Jedynym elementem, który warto byłoby uzupełnić we wstępie, jest bardziej jednoznaczne przedstawienie zakresu samodzielnego wkładu Doktorantki w realizację poszczególnych etapów badań. Zasadne byłoby syntetyczne wskazanie, które elementy pracy zostały wykonane osobiście przez Autorkę – począwszy od badań terenowych, poprzez analizy laboratoryjne i paleoekologiczne, opracowanie wyników, analizy statystyczne, aż po ich interpretację. Informacje te zostały wprawdzie zamieszczone w poszczególnych artykułach, jednak ich krótkie podsumowanie we wstępie zwiększyłoby przejrzystość rozprawy i już na początku lektury pozwoliłoby jednoznacznie ocenić zakres samodzielnego wkładu Doktorantki.

Pomimo bardzo wysokiej oceny wstępu, chciałabym zwrócić uwagę na kilka kwestii, które – w mojej opinii – mogłyby wzbogacić jego wartość poznawczą oraz zwiększyć kompletność przedstawionego tła badawczego:

1) Opis Niziny Zachodniosyberyjskiej, a w szczególności jej budowy geologicznej, został przedstawiony w sposób dość skrótowy i nie w pełni oddaje złożoność ewolucji tego obszaru. Zastosowane określenie „młoda płyta tektoniczna” stanowi znaczne uproszczenie i nie dostarcza czytelnikowi informacji pozwalających zrozumieć geologiczne uwarunkowania rozwoju Niziny Zachodniosyberyjskiej. Tymczasem historia geologiczna tego regionu jest niezwykle interesująca i stanowi jeden z kluczowych elementów wyjaśniających genezę największego na świecie kompleksu torfowiskowego. Powstanie Niziny Zachodniosyberyjskiej jest ściśle związane z długotrwałymi procesami tektonicznymi prowadzącymi do ukształtowania współczesnej Eurazji, a jej obecna budowa geologiczna wywiera istotny wpływ na funkcjonowanie systemów torfowiskowych. Uważam, że nawet

krótkie przedstawienie historii geologicznej regionu pozwoliłoby czytelnikowi lepiej zrozumieć współczesne uwarunkowania środowiskowe badanego obszaru. Zachęcam Doktorantkę do pogłębienia tego zagadnienia w przyszłych publikacjach, ponieważ geologiczne podłoże stanowi jeden z istotnych czynników determinujących rozwój torfowisk Zachodniej Syberii.

2) W mojej ocenie podrozdział dotyczący obszaru badań mógłby również zostać uzupełniony o szerszą charakterystykę współczesnych warunków klimatycznych. Szczególnie wartościowe byłoby przedstawienie przestrzennego zróżnicowania sum opadów atmosferycznych oraz ich zmian w ostatnich dziesięcioleciach. Nizina Zachodniosyberyjska zajmuje powierzchnię przekraczającą 2 mln km², dlatego zarówno rozkład opadów, jak i ich wieloletnia zmienność mogą stanowić jeden z podstawowych czynników wpływających na tempo degradacji wieloletniej zmarzliny oraz przemiany hydrologiczne torfowisk.

3) Interesującym uzupełnieniem pracy byłoby również zestawienie współczesnych danych klimatycznych z materiałami historycznymi, np. z połowy XX wieku lub okresu międzywojennego. Wydaje się to szczególnie uzasadnione, ponieważ analizowane profile torfowe obejmują stosunkowo krótki przedział czasowy — rdzeń Kh-K1 rejestruje zmiany od około lat pięćdziesiątych XX wieku, natomiast rdzeń Kh-K2 obejmuje okres około 200 lat. Dane meteorologiczne mogłyby stanowić wartościowe tło interpretacyjne dla rekonstruowanych zmian środowiskowych i ułatwić ocenę ich związku z obserwowanymi współcześnie zmianami klimatu.

4) Uważam również, że część informacji geograficznych przedstawionych we wstępie wymaga większej precyzji. Przykładowo stwierdzenie, iż „Nizina Zachodniosyberyjska charakteryzuje się niską gęstością zaludnienia”, ma charakter opisowy i byłoby bardziej przekonujące po uzupełnieniu o konkretne wartości liczbowe lub przynajmniej ich zakres. Tego rodzaju dane zwiększyłyby wartość informacyjną opracowania i nadałyby przedstawionym charakterystykom bardziej obiektywny charakter.

Przedstawione powyżej uwagi mają charakter uzupełniający i w żaden sposób nie wpływają na moją bardzo wysoką ocenę wstępu. Dotyczą one przede wszystkim możliwości poszerzenia tła geologicznego i klimatycznego, które mogłoby jeszcze lepiej uzasadnić podjętą problematykę badawczą oraz ułatwić interpretację uzyskanych wyników.

Ocena cyklu publikacji

Cykl trzech artykułów naukowych stanowiących podstawę rozprawy doktorskiej został opublikowany w recenzowanych czasopismach o uznanej renomie naukowej. Wszystkie prace przeszły pełny proces recenzji wydawniczej, dlatego zostały już poddane

szczegółowej ocenie przez niezależnych ekspertów. Z tego względu nie uważam za celowe ponowne omawianie każdego artykułu w sposób szczegółowy. Chciałabym natomiast zwrócić uwagę na najważniejsze osiągnięcia naukowe Doktorantki oraz podkreślić wartość poznawczą całego cyklu publikacji.

Na szczególne podkreślenie zasługuje fakt, że poszczególne artykuły tworzą logicznie zaplanowany i wzajemnie uzupełniający się cykl badawczy. Każda kolejna publikacja stanowi naturalną kontynuację poprzedniej, a uzyskane wyniki konsekwentnie prowadzą do realizacji postawionych celów naukowych. Taka konstrukcja rozprawy świadczy o przemyślanej koncepcji badań oraz umiejętności planowania wieloetapowego projektu naukowego.

Artykuł pierwszy

Pierwszy artykuł stanowi solidną podstawę metodologiczną całego cyklu publikacji. Autorka przeprowadziła analizę współczesnych zespołów ameb skorupkowych dla ponad 70 prób powierzchniowych, opracowując lokalną funkcję transferu umożliwiającą rekonstrukcję zmian poziomu wód gruntowych. Wykonanie lokalnej funkcji transferu wymaga nie tylko bardzo dobrego przygotowania taksonomicznego, ale również znajomości metod statystycznych oraz umiejętności właściwej interpretacji zależności pomiędzy współczesnymi zespołami organizmów a parametrami środowiskowymi.

Praca ta świadczy o wysokich kompetencjach Doktorantki zarówno w zakresie oznaczania ameb skorupkowych, jak i interpretacji ekologicznej uzyskanych wyników. Na szczególne uznanie zasługuje także właściwy dobór oraz poprawne zastosowanie metod statystycznych, które stanowią podstawę wiarygodności opracowanej funkcji transferu. Opracowanie własnego modelu rekonstrukcyjnego należy uznać za jedno z najważniejszych osiągnięć przedstawionego cyklu publikacji, gdyż umożliwiło jego wykorzystanie w kolejnych etapach badań.

Artykuł drugi

Drugi artykuł stanowi przykład bardzo dobrze zaplanowanych badań paleoekologicznych wykorzystujących podejście *multi-proxy*. Autorka połączyła wyniki analiz ameb skorupkowych z rezultatami innych analiz paleośrodowiskowych, wykorzystując opracowaną wcześniej funkcję transferu do rekonstrukcji zmian hydrologicznych zachodzących w badanych torfowiskach. Za szczególnie wartościowy uważam fakt, że uzyskane wyniki nie ograniczają się jedynie do rekonstrukcji lokalnych zmian środowiskowych, lecz prowadzą do sformułowania szerszych wniosków dotyczących funkcjonowania torfowisk w warunkach degradacji wieloletniej zmarzliny. Autorka wykazała, że tempo oraz charakter tych zmian zależą od lokalnych uwarunkowań, w

szczegółności od morfometrii terenu oraz struktury kępkowo-dolinkowej torfowiska. Wnioski te mają istotne znaczenie dla interpretacji współczesnych przemian zachodzących w ekosystemach strefy borealnej i stanowią cenny wkład do badań nad wpływem zmian klimatycznych na funkcjonowanie torfowisk.

Na uwagę zasługuje również umiejętność integrowania wyników uzyskanych różnymi metodami badawczymi. Takie interdyscyplinarne podejście wymaga nie tylko znajomości poszczególnych metod analitycznych, ale również umiejętności krytycznej interpretacji oraz syntezy danych pochodzących z wielu źródeł. Doktorantka wykazała, że posiada kompetencje niezbędne do prowadzenia nowoczesnych badań paleoekologicznych.

Uwagi krytyczne do artykułu drugiego

Najwięcej pytań nasunęło mi się podczas lektury drugiego artykułu, przede wszystkim w odniesieniu do przyjętej strategii datowania analizowanych rdzeni torfowych.

1) Badane profile są stosunkowo krótkie (34 i 27 cm) i obejmują jedynie ostatnie około 70–200 lat. W tym kontekście dyskusyjne wydaje się zastosowanie wyłącznie datowania radiowęglowego metodą AMS. Metoda ta jest powszechnie wykorzystywana w badaniach osadów jeziornych i torfowiskowych, jednak jej zastosowanie do bardzo młodych osadów wiąże się z istotnymi ograniczeniami wynikającymi zarówno z niepewności pomiaru, jak i z przebiegu krzywych kalibracyjnych dla ostatnich kilku stuleci. Dodatkowym czynnikiem komplikującym interpretację pozostaje efekt bombowy, który – mimo że został uwzględniony przez Autorkę – nadal wpływa na dokładność modelowania wieku najmłodszych osadów. W mojej opinii bardziej optymalnym rozwiązaniem byłoby zastosowanie datowania z wykorzystaniem izotopów ^{210}Pb oraz ^{137}Cs , uzupełnionego pojedynczym datowaniem AMS w dolnej części profilu. Takie podejście jest obecnie powszechnie stosowane w badaniach obejmujących ostatnie 100–200 lat i pozwala uzyskać bardziej precyzyjne modele wiek–głębokość przy jednoczesnym ograniczeniu kosztów analiz.

2) Pewne wątpliwości budzi również bardzo szczegółowy podział analizowanych profili na poziomy (zony). O ile wydzielenie poziomów odpowiadających wyraźnym zmianom środowiskowym jest w pełni uzasadnione, o tyle wyodrębnianie jednostek opartych na dwóch lub trzech próbkach należy interpretować z pewną ostrożnością. W takich przypadkach istnieje ryzyko nadinterpretacji wyników, nawet jeśli zastosowane metody statystyczne wskazują na możliwość wydzielenia odrębnych poziomów. Uważam, że interpretacja tak krótkich odcinków profilu powinna być prowadzona z zachowaniem odpowiedniego krytycyzmu.

3) Mam również drobną uwagę natury edytorskiej. Część map i diagramów została opracowana z wykorzystaniem zbyt małej czcionki, co utrudnia ich komfortową analizę. Uwaga ta nie wpływa na ocenę merytoryczną publikacji, jednak poprawa czytelności rycin zwiększyłaby ich wartość użytkową.

Przedstawione uwagi mają charakter dyskusyjny i nie podważają wysokiej wartości naukowej artykułu, który uważam za najważniejszą publikację wchodzącą w skład ocenianego cyklu.

Artykuł trzeci

Na szczególne uznanie zasługuje trzeci artykuł, którego przygotowanie wymagało wykonania ogromnej pracy syntetycznej. Autorka wraz z Promotorem przeprowadziła kompleksową analizę literatury naukowej XX i XXI wieku dotyczącej torfowisk Niziny Zachodniosyberyjskiej, obejmując zarówno publikacje anglojęzyczne, jak i rosyjskojęzyczne. Wymagało to zgromadzenia rozproszonego materiału, jego krytycznej oceny, ujednolicenia oraz opracowania według jednolitych kryteriów. Efektem tych prac jest nie tylko wartościowy artykuł przeglądowy, ale również utworzenie ogólnodostępnej bazy danych Western Siberian Peat Core Database, udostępnionej na platformie Zenodo. W mojej ocenie jest to osiągnięcie wyraźnie przekraczające standardowy zakres rozpraw doktorskich.

Szczególnie wysoko oceniam stworzenie bazy danych jako trwałego rezultatu pracy naukowej. Tego rodzaju opracowania stanowią obecnie jedną z najbardziej wartościowych form działalności badawczej, ponieważ porządkują rozproszoną wiedzę, umożliwiają prowadzenie analiz porównawczych i metaanaliz oraz tworzą narzędzie, z którego mogą korzystać kolejne zespoły badawcze. Jestem przekonana, że baza ta będzie wykorzystywana przez wielu badaczy zajmujących się paleoekologią, torfowiskami oraz zmianami środowiskowymi zachodzącymi w strefie borealnej.

Uważam również, że właśnie ten element rozprawy najlepiej świadczy o dojrzałości naukowej Doktorantki. Pokazuje on nie tylko umiejętność prowadzenia własnych badań, lecz także zdolność do tworzenia opracowań o trwałej wartości dla całego środowiska naukowego.

Ocena końcowa

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska stanowi wartościowe i oryginalne opracowanie naukowe, wnoszące istotny wkład do badań nad funkcjonowaniem torfowisk strefy borealnej oraz wpływem zmian klimatycznych na degradację wieloletniej zmarzliny. Uzyskane wyniki mają znaczenie zarówno poznawcze, jak i aplikacyjne, a podjęta problematyka wpisuje się w aktualne i ważne kierunki badań środowiskowych. Cykl trzech publikacji tworzy spójną i logicznie zaplanowaną całość. Poszczególne artykuły stanowią

kolejne etapy konsekwentnie realizowanego programu badawczego – od opracowania lokalnej funkcji transferu, poprzez rekonstrukcję zmian paleoekologicznych z wykorzystaniem podejścia multi-proxy, aż po syntetyczne podsumowanie aktualnego stanu wiedzy dotyczącego torfowisk Niziny Zachodniosyberyjskiej. Doktorantka wykazała się bardzo dobrym warsztatem badawczym, obejmującym umiejętność prowadzenia analiz paleoekologicznych, stosowania nowoczesnych metod statystycznych oraz krytycznej interpretacji uzyskanych wyników. Na szczególne podkreślenie zasługuje również przygotowanie ogólnodostępnej bazy Western Siberian Peat Core Database, stanowiącej trwały i wartościowy rezultat badań, który będzie przydatny dla kolejnych zespołów badawczych. Uwagi krytyczne przedstawione w niniejszej recenzji mają charakter dyskusyjny i nie wpływają na moją wysoką ocenę wartości naukowej rozprawy ani kompetencji badawczych Doktorantki.

Reasumując, stwierdzam, że przedstawiona rozprawa doktorska spełnia wymagania określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z późn. zm.). Rozprawa prezentuje wysoki poziom merytoryczny, wnosi oryginalny wkład do rozwoju nauk o Ziemi i środowisku oraz potwierdza, że Doktorantka posiada wiedzę, umiejętności i dojrzałość naukową niezbędne do samodzielnego prowadzenia działalności badawczej.

W związku z powyższym wnoszę o dopuszczenie Pani mgr Agnieszki Jolanty Halaś do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku.

Edyta Janina