



Dr hab. Jacek Forysiak, prof. UŁ  
Katedra Geomorfologii i Paleogeografii  
Wydział Nauk Geograficznych  
Uniwersytet Łódzki

Łódź, dnia 3 kwietnia 2019 r.

### Recenzja

#### rozprawy doktorskiej mgr Maurycego Żarczyńskiego

#### **Environmental change during the last 2000 years recorded in microfacies and geochemistry of varved sediments from Lake Żabińskie (northeastern Poland)**

Zmiany środowiska w ciągu ostatnich 2000 lat zapisane w mikrofacjach i geochemii osadów warwowych Jeziora Żabińskiego (północno-wschodnia Polska)

Do oceny przedstawiono rozprawę doktorską przygotowaną pod kierunkiem dr hab. Wojciecha Tylmanna, prof. UG w Katedrze Geomorfologii i Geologii Czwartorzędu, Wydział Oceanografii i Geografii Uniwersytetu Gdańskiego. Jest to opracowanie, będące efektem kilkuletniego cyklu badawczego, realizowanego przez mgr Maurycego Żarczyńskiego wraz z opiekunem naukowym, dr hab. Wojciechem Tylmannem przy udziale specjalistów: w zakresie datowania osadów – prof. dr hab. Tomasza Goslara, palinologa – dr hab. Agnieszki Wacnik oraz dr hab. Jacka Szmańdy specjalizującego się w analizach laserowych uziarnienia osadów. Przedłożone do oceny opracowanie pt.: „Environmental change during the last 2000 years recorded in microfacies and geochemistry of varved sediments from Lake Żabińskie (northeastern Poland)”, zawiera opublikowane, współautorskie artykuły naukowe oraz autorską syntezę, ukazującą spójny obraz koncepcji i metodyki badawczej, a przede wszystkim wyniki badań i wynikające z nich rekonstrukcje oraz wnioski, które muszą zostać skonfrontowane z postawionymi przez doktoranta celami badawczymi, tj.: ustalenie chronologii laminowanych osadów, pobranych z misy jeziora; określenie przyczyn zróżnicowania litologicznego badanego rdzenia osadów oraz zidentyfikowanie zmian warunków przyrodniczych w otoczeniu zbiornika i wpływu działalności ludzkiej na te cechy.

Rozprawa doktorska bazuje na trzech opublikowanych artykułach, których treść opiera się na badaniach osadów laminowanych Jeziora Żabińskiego, położonego w regionie Wielkich Jezior Mazurskich. Pierwszy z artykułów pt.: „Multiple varve chronologies for the last 2000 years from the sediments of Lake Żabińskie (northeastern Poland) – Comparison of strategies for varve counting and uncertainty estimations” autorstwa: Żarczyński, M., Tylmann, W., Goslar, T., został opublikowany w 2018 roku w czasopiśmie *Quaternary Geochronology*. Jest to periodyk wydawany przez Elsevier, wykazuje wskaźnik IF = 3,44, znajduje się na ministerialnej liście A czasopism naukowych z 40 pkt.

Autorzy publikacji zadeklarowali, iż całościowy wkład mgr Maurycego Żarczyńskiego w powstanie tego artykułu sięga 70%, z wyższym jeszcze odsetkiem jak chodzi o pozyskanie danych i opracowanie wyników (deklaracje wkładu w poszczególnych działaniach znajdują się w drugim załączniku do rozprawy). Artykuł ten ukazuje litologię i zmienność mikrofacjalną warw, sposoby identyfikacji i zliczania warw, jak i oznaczenia radiowęglowe makroszczątków roślinnych z niemal trzydziestu próbek. Przedstawiona zmienność mikrofacjalna rdzenia osadów laminowanych o niemal sześciometrowej miąższości, odpowiadającemu ostatnim dwóm tysiącom lat pozwoliła autorom na wyróżnienie sześciu typów warw. Kluczowym problemem jest przedstawienie sposobów zliczania warw w celu uzyskania modelu wieku osadów. Model A to zliczanie przez jedną osobę na obrazie mikroskopowym osadu (płytek cienkich), model B zliczanie warw przez trzy osoby na skanowanym obrazie rdzenia techniką XRF, model C polegał na uzupełnianiu zliczania sposobem B, ale wspomaganym obróbką cyfrową skanowanego obrazu warw. Następnie autorzy porównują te trzy metody liczenia warw odnosząc je do modelu wieku wynikającego z datowań radiowęglowych, wskazują na różnice w szacowaniu wieku między stosowanymi metodami, konkludując, że najlepsze rezultaty daje model C, który rekomendują do tego rodzaju badań, zastrzegając jednocześnie, że sprawdzi się on w przypadku rdzeni z wyraźną rozdzielnością lamin osadów jeziornych.

Drugi artykuł ujęty w rozprawie jest zatytułowany „Grain-Size Distribution and Structural Characteristics of Varved Sediments from Lake Żabińskie (Northeastern Poland)”, opublikowany w 2019 roku w *Quaternary*. Jest to międzynarodowy, recenzowany periodyk, wydawany przez MDPI, w formule open-access, jest serią nową, pierwszy zeszyt ukazał się w czerwcu 2018 roku, dlatego nie figuruje w dotychczas obowiązujących ministerialnych zestawieniach czasopism naukowych. Zadeklarowany wkład doktoranta w powstanie tej pracy również przekracza 60%.

Autorzy przedstawiają krótko zmienność mikrofacjalną osadów laminowanych, zgodnie z zaproponowanym wcześniej podziałem na sześć typów. Podstawowym zagadnieniem jest uziarnienie badanych osadów, oznaczone metodą laserową dla małych próbek (50 mg) i podstawowe parametry sedimentologiczne utworów, jak: gęstość objętościowa, wskaźnik tempa akumulacji, grubość warw czy grubość lamin kalcytowych oraz biogenicznych. Wyniki poddano obróbce statystycznej wykorzystując oprogramowanie Gradistat, wykonano też analizy PCA. Wykazano, że wyróżnione dzięki analizie mikroskopowej i XRF typy mikrofacjalne warw znajdują wyraźne zróżnicowanie także pod względem granulometrycznym i wskaźników sedimentologicznych. W osadach dominują frakcje mułkowe, ale wynika to z udziału cząstek autochtonicznych, głównie kryształów kalcytu i okrzemek, udział materiału allochtonicznego jest niewielki, głównie pochodzi ze środowiska rzecznoego lub eolicznego. Warwy typu I, zidentyfikowane tylko w stropowej części profilu (ca. XX wiek) z dobrze wyróżniającymi się laminami kalcytową i okrzemkową, wskazują na wysoką produktywność jeziora i depozycję węglanową. Typ II cechuje się silniej rozwiniętymi ciemnymi laminami, nieco grubszym

materiałem, składane były od około połowy XVIII w. w warunkach silnego odlesienia i narastającej erozji gleb w zlewni jeziora. Warwy typu III i IV są zbliżone pod względem mikrofacjalnym, cechują się stosunkowo cienkimi laminami, z bardzo drobnym materiałem, niską objętością rocznego przyrostu, dominują one w badanym profilu, reprezentując około 1400 lat historii zbiornika, kiedy zlewnia zbiornika była zalesiona, ograniczając intensywność mieszania wód jeziora. Z warwami typu V i VI mamy do czynienia głównie w dolnej części analizowanego rdzenia, cechują się stosunkowo dużą miąższością lamin, z podwyższonym udziałem związków żelaza i manganu, wynikających ze zwiększonej dostawy materiału ze zlewni, gdzie w skutek rozluźnienia pokrywy roślinnej wzrastało natężenie denudacji mechanicznej.

Kolejną, trzecią publikacją traktowaną jako podstawa rozprawy doktorskiej jest „Tracing lake mixing and oxygenation regime using the Fe/Mn ratio in varved sediments: 2000 years-long record of human-induced changes from Lake Żabińskie (NE Poland)” umieszczona w 657 zeszytzie *Science of the Total Environment*, opublikowanym w 2019 roku. Czasopismo to wykazało wskaźnik IF=4,61, znajduje się na ministerialnej liście A czasopism naukowych z 40 pkt. Wkład mgr Maurycego Żarczyńskiego jest również ponad sześćdziesięcioprocentowy. Praca zawiera bogaty materiał danych: parametry geochemiczne osadów laminowanych z rdzenia opisanego już we wcześniej omówionych pracach, oznaczone zarówno dzięki skanowaniu XRF jak i oznaczeniom spektrometrycznym, a także wyniki analizy palinologicznej, o bardzo wysokiej rozdzielczości. Dzięki zastosowaniu wypracowanej już wcześniej skali czasowej, możliwe stało się precyzyjne przypisanie wieku do badanych próbek i korelacja uzyskanego zapisu paleoekologicznego z danymi archeologicznymi i historycznymi. Analiza palinologiczna pozwoliła wskazać 12 lokalnych poziomów pyłkowych, wynikających przede wszystkim ze zmiennego udziału roślin będących świadectwem aktywności gospodarczej, ale też naturalnych zmian sukcesji roślinności leśnej i zielnej w zlewni zbiornika. Dane geochemiczne poddano analizom statystycznym (RPCA), uzyskując trzy generalne grupy próbek (warw) o podobnej zmienności, wynikającej ze zmian warunków sedymentacji odzwierciedlających wzmożoną lub ograniczoną dostawę materiału allochtonicznego, zmianami koncentracji związków chemicznych (np. żelaza i manganu) czy zmienną produktywność jeziora. Zastosowana następnie analiza hierarchiczna pozwoliła autorom wyróżnić sześć zasadniczych faz rozwoju jeziora, zapisanych w analizowanych osadach, kiedy dochodziło do zmian pokrycia terenu, jego rolniczego wykorzystania i reaktywacji zbiorowisk leśnych w okresach zaniku osadnictwa, ujęto także fluktuacje warunków dynamiki wód jeziornych. Dało to kompleksową rekonstrukcję zmian reżimu wody jeziora Żabińskiego, silnie uzależnionych od cech szaty roślinnej i użytkowania terenu zlewni.

Przedstawione artykuły dotyczą, jak już podano, osadów laminowanych Jeziora Żabińskiego, i co bardzo ważne, bazują na tym samym rdzeniu, a więc tym samym zestawie lamin. Osady zostały kompleksowo przeanalizowane pod względem sedymentologicznym, chronologicznym,

geochemicznym i paleobotanicznym, wykonane badania zostały zrealizowane w logicznej kolejności, z konsekwentnie wykonanym, założonym zakresem prac. Wyniki zostały właściwie zinterpretowane i przedyskutowane z najnowszymi publikowanymi poglądami. Uzyskane wnioski i rekonstrukcje paleoekologiczne podkreślają bardzo istotne znaczenie diagnostyczne osadów laminowanych, nie tylko jako precyzyjnego podmiotu geochronometrycznego, ale także bogatego archiwum paleośrodowiskowego. Wszystkie trzy artykuły przeszły wnikliwy proces recenzyjny i korekt autorskich, wymagany przez redakcje czasopism. Tak jak już wspomniano powyżej, wkład mgr Maurycego Żarczyńskiego w powstanie tych publikacji jest bardzo wysoki, to przede wszystkim prace nad pozyskaniem materiału w terenie, jego obróbką laboratoryjną, opracowaniem graficznym i statystycznym, ale też znaczny wkład na etapie redagowania tekstów, można więc stwierdzić bardzo dobre przygotowanie doktoranta do realizacji zadań naukowych na wysokim poziomie merytorycznym.

Znajdujący się w początkowej części przedłożonej rozprawy autorski tekst doktoranta, zawiera trzy zasadnicze części: wprowadzenie, opis wyników badań z elementami interpretacji oraz podsumowanie i wnioski. W części pierwszej mgr M. Żarczyński uzasadnia podjęcie badań młodych osadów jeziornych potrzebą rekonstrukcji zmian warunków środowiska, także wpływu gospodarki ludzkiej na te zmiany, podkreślając, że dane instrumentalne prezentujące warunki środowiska, np. warunki klimatyczne sięgają jedynie kilkaset lat wstecz. Przedstawia różne tzw. archiwa środowiskowe dające możliwości rekonstrukcji stanu środowiska, a jednocześnie ich datowania, słusznie wskazuje laminowane osady jeziorne jako jedne z najlepszych formacji do takich analiz. Dają one możliwość badań sedymentologicznych, paleoekologicznych i geochronometrycznych o bardzo wysokiej – rocznej, a nawet sezonowej rozdzielczości. Dalej przedstawia stan takich badań na świecie, ukazując ich historyczny rozwój, podstawy chronologii warwowej, z rozpoznanymi zastrzeżeniami i możliwymi błędami w zliczaniu, jak i sposobami standaryzowania takich procedur, umiejętnie wykazując duży wkład polskich badaczy w światowe osiągnięcia dla warwochronologii. Mimo, iż ta część wprowadzenia może wydawać się zbyt obszerna, właściwie prezentuje tematykę badawczą i ukazuje bardzo dobrą znajomość fachowej literatury i możliwości interpretacyjnych tych osadów przez doktoranta. W kolejnym podrozdziale autor wskazuje znaczenie cech teksturalnych i strukturalnych oraz parametrów geochemicznych osadów laminowanych dla analiz paleośrodowiskowych. W dalszej części czytelnik zapoznaje się z warunkami środowiska przyrodniczego obszaru badań, szczególnie ważna jest charakterystyka powierzchniowej budowy geologicznej i użytkowania terenu, poparte odpowiednimi mapami, informacje te są niezbędne dla właściwej interpretacji zapisu osadów jeziornych, zwłaszcza w odniesieniu do składników allochtonicznych. Podkreślić należy, że w opublikowanych artykułach te aspekty nie były w taki sposób przedstawione. Rozdział kończy się sformułowaniem przez autora dwóch hipotez badawczych, zakładających, że : cechy teksturalne i strukturalne osadów laminowanych pozwolą wyróżnić procesy biochemiczne wpływające na zróżnicowanie warw (i), a wpływ gospodarki



ludzkiej w zlewni jeziora w okresie ostatnich 2000 lat objętych analizą, zaznaczył się w reżimie mieszania wód i procesach sedymentacji osadów (ii); podane przez doktoranta główne cele badawcze wskazano już wcześniej.

W drugim rozdziale autor zawarł zakres badań i krótki przegląd zastosowanych metod badawczych, potraktowanie w tak lapidarny sposób tych ważnych aspektów badań naukowych wynika z obszernego ich przedstawienia w opublikowanych artykułach, więc jest to całkowicie uzasadnione. Jedynie kluczowy dla schematu stratygraficznego badanego profilu problem sposobów zliczania warw został opisany i zilustrowany, co wynika z zaangażowania mgr Maurycego Żarczyńskiego w ten istotny etap analiz. Na kolejnych pięciu stronach autor przedstawił najważniejsze wyniki badań, obejmujące chronologię osadów, cechy teksturalne i strukturalne warw, jak i właściwości geochemiczne, tekst uzupełniony jest zbiorczą ilustracją przedstawiającą zarówno bezpośrednio wyniki badań w ujęciu stratygraficznym, jak i efekty bardzo istotnych dla wnioskowania analiz statystycznych pozyskanych, obszernych danych ilościowych. Zdaniem recenzenta słusznie w tej części autor oparł się na chronologii wypracowanej na sekwencji warw i zrezygnował z sugestii wynikającej z datowań radiowęglowych. Rozdział kończy paleośrodowiskowa rekonstrukcja zdarzeń w jeziorze i jego zlewni. Autor wskazał cztery okresy zmian: (1) – od przełomu er do początku VI wieku naszej ery, kiedy w zlewni jeziora dochodziło do częściowego odlesienia z techniką wypaleniskową, w celu uprawa pól, co w sposób wyraźny miało odbić się na wzroście intensywności mieszania wód jeziornych, jak i dostawie materiału mineralnego ze zlewni, wpływającej na sedymentację związków żelaza i manganu; (2) – długi okres (ponad 1000 lat) braku istotnego wpływu antropogenicznego, renaturyzacji zlewni z odbudową formacji leśnych i ustalenia się stabilnych warunków płytkiej miksji wód oraz depozycji cieńszych lamin złożonych z drobniejszego niż wcześniej materiału biogenicznego; (3) – faza rozpoczynająca się na początku XVII wieku, kiedy doszło do szybkich i rozległych odlesień i wprowadzenia uprawy zbóż na obszarze zlewni jeziora, to wywołało wzmożone procesy denudacji mechanicznej i dostawę do zbiornika większej ilości grubszego materiału mineralnego; zniszczenie pokrywy leśnej ponownie uaktywniło głębokie mieszanie wód jeziora; (4) – okres ostatnich około 140 lat to zdaniem autora dalsze funkcjonowanie rolnictwa w zlewni, ale już z ingerującą silnie w pokrywę glebową uprawą mechaniczną, jak też zapewne z częściowym (pewnie płatowym?) odbudowywaniem się powierzchni leśnej; pojawienie się działalności turystycznej w zlewni dostarczyło kolejnego impulsu dla bilansu chemicznego osadów; okres ten cechuje duża zmienność i niestabilność cech osadów jeziornych. Przedstawiony model autor zilustrował bardzo dobrą, oryginalną (nie publikowaną w artykułach) poglądową ilustracją. Na podkreślenie zasługuje także to, iż taki model zmian, z czterema fazami, również nie był prezentowany wcześniej i jest zapewne efektem wnioskowania opartego na całym dostępnym materiale badawczym. W tym miejscu można zapytać, czy autor podjął próbę konfrontacji uzyskanych rekonstrukcji z wynikami badań archeologicznych?

Tekst kończy krótki rozdział zawierający najważniejsze, zdaniem autora rozprawy wnioski: wskazanie przy zliczaniu warw metody C, jako dającej wysoką dokładność chronologii; możliwość wyróżniania mikrofacji na podstawie analiz struktury i tekstury lamin; dominującej roli czynnika biochemicznego w kształtowaniu osadów; ważnym udziale materii biogenicznej i związków metali; roli cech granulometrycznych osadów, które pozwoliły na określenie zmian czynników determinujących dostawę do zbiornika; wskazanie, że wyróżnione typy warw wynikają z różnych parametrów, m.in. trofii i mieszania wód, wielkości erozji w zlewni jeziora, jak też że oddziaływanie gospodarki człowieka było zmienne, ale okresowo na tyle istotne, że z fazami znacznego oddziaływania wiążą się cztery z wydzielonych sześciu typów warw.

Sposób prezentacji przez doktoranta w omawianym autorskim tekście zakresu i wyników badań, jak i wypunktowanych w poprzednim akapicie wniosków wskazuje na właściwe, syntetyczne ujęcie problemu badawczego i postawienie częściowo dalej idących wniosków niż w załączonych i referowanych powyżej artykułach, ale też przykładanie mniejszego znaczenia dla analiz geochronometrycznych, świadczy o umiejętności krytycznego spojrzenia na zgromadzony materiał badawczy. Doktorant wykazał się także bardzo dobrym opanowaniem technik modelowania i analiz różnymi narzędziami statystycznymi, jak i graficznych prezentacji wyników.

Po analizie treści artykułów, stanowiących podstawę rozprawy doktorskiej, załączonego opisu tez i wyników badań, biorąc pod uwagę wyrażone powyżej uwagi, uważam, że przedłożona do recenzji rozprawa porusza oryginalny problem naukowy, trudny do badań, zwłaszcza bez niezbędnego zaplecza sprzętowego i metodycznego (które zapewniła jednostka zatrudniająca promotora pracy) i wnosi istotny wkład w rozwoju nauki, w zakresie paleoekologii i geochronologii czwartorzędu.

Stwierdzam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr Mateusza Żarczyńskiego spełnia wymagania Ustawy z dn. 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. z dn. 16 kwietnia 2003r.), a zwłaszcza zapisy zawarte w art. 179 Ustawy z dn. 3 lipca 2018r. - Przepisów wprowadzających ustawę - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018, poz. 1669) i z pełnym przekonaniem przekładam Wysokiej Radzie Wydziału Oceanografii i Geografii Uniwersytetu Gdańskiego wniosek o dopuszczenie Pana mgr Maurycego Żarczyńskiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

*Joel Forsybel*