



Jacek Forsyjak

Łódź, 28 sierpnia 2024 r.

Katedra Geologii i Geomorfologii

Uniwersytet Łódzki

**Recenzja pracy doktorskiej mgr Agnieszki Strzeleckiej**

Recenzja sporządzona została na prośbę Rady Naukowej Instytutu Nauk o Morzu i Środowisku Uniwersytetu Szczecińskiego (z dnia 20 czerwca 2024 roku). Pani mgr Agnieszka Strzelecka przedstawiła do oceny pracę: „Geneza jeziora Nowowarpieńskiego oraz rekonstrukcja jego rozwoju naturalnego w odniesieniu do głównych przemian środowiska w późnym glądiale i holocenie”.

Uwagi wstępne

Praca doktorska Pani mgr Agnieszki Strzeleckiej została przygotowana jako zwięzła monografia w języku polskim i prezentuje tradycyjny układ opracowania na stopień naukowy doktora. Zaletą takiej formy rozprawy doktorskiej jest możliwość zawarcia w jednolitym opracowaniu wszystkich niezbędnych danych badawczych, przedstawienie ich analizy i dyskusji, a poruszane wątki są podporządkowane głównemu celowi pracy. Praca mgr Agnieszki Strzeleckiej napisana jest w języku polskim, jednak zawarte w niej wyniki powinny zostać wprowadzone do obiegu międzynarodowego przez przyszłe angielskojęzyczne publikacje.

Praca składa się z siedmiu numerowanych rozdziałów merytorycznych oraz bibliografii. W tekście jako wkładki załączone są w odpowiednich, zgodnych z treścią miejscach pełnowymiarowe diagramy pyłkowe. Ułatwia to odbiór tekstu i zapewnia możliwość śledzenia na bieżąco opisywanych zmian w przebiegu poszczególnych krzywych pyłkowych. Całość rozprawy podzielona jest na część wstępną, teoretyczną, która wprowadza czytelnika w cele i metody badań, teren badań oraz charakterystykę geochemiczną wybranych pierwiastków, następnie wyniki opisane są według profili badawczych bazujących na rdzeniach czterech wierceń. Część trzecią, zawartą w rozdziale 6 i 7 stanowi dyskusja i interpretacja wyników wraz z podsumowaniem i wnioskami.

Merytoryczna ocena pracy

Podstawową częścią merytoryczną przedstawionej do oceny pracy doktorskiej są wyniki analiz geochemicznych czterech rdzeni osadów, pobranych z dna jeziora, uzupełnione analizami paleoekologicznymi oraz interpretacja wyników w kontekście zmian warunków środowiskowych akwenu, umożliwiającą rekonstrukcję paleogeograficzną obszaru. Podstawowe dane geochemiczne są wspomagane analizami makroszczątków roślinnych i kopalnych wioślarek, a także datowaniami bezwzględными badanymi próbek. W rozdziale zatytułowanym „Wprowadzenie” Autorka formułuje cele badawcze, skupiające się na wspomnianej już rekonstrukcji rozwoju zbiornika Jeziora Nowowarpieńskiego w późnym glacie i holocenie, do realizacji których posłużyć miały dwa rozbudowane zadania badawcze (niefortunny określone na stronie 6 jako założenia): rozpoznanie geochemiczne i litologiczne osadów oraz badania szczątków organizmów żywych, co daje możliwość określenia procesów, jakie zachodziły w zbiorniku we wspomnianym okresie i odtworzenia ówczesnych warunków środowiskowych, a także rekonstrukcję etapów rozwoju zbiornika w kontekście zmian warunków środowiskowych obszaru Zalewu Szczecińskiego. W dalszej części rozdziału Autorka przedstawia zarys ewolucji zbiornika Morza Bałtyckiego, stan badań warunków środowiska w obrębie Zalewu Szczecińskiego, kończąc oceną zasadności prowadzenia analiz geochemicznych na potrzeby badań paleośrodowiskowych. Kolejny rozdział rozprawy przybliży warunki przyrodnicze obszaru badań, Autorka skupiła się na opisie warunków klimatycznych, hydrologicznych, ale najwięcej miejsca poświęca budowie geologicznej i ukształtowaniu terenu, jak i dna opisywanego akwenu. Dostępne publikacje pozwoliły na dobre przedstawienie czytelnikowi warunków geologicznych i rozwoju rzeźby południowej części Zalewu Szczecińskiego, choć jego transgraniczne położenie utrudnia właściwe zilustrowanie i charakterystykę tych elementów środowiska. Ta obiektywna przyczyna dostępności informacji powoduje, że znacznie bogatsze dane dotyczące wschodniej części Zalewu Szczecińskiego (Zalew Wielki), jak i wschodniej części badanego jeziora, mogą prowadzić do uogólnienia obrazu na cały obszar otoczenia Jeziora Nowowarpieńskiego. Rozdział kończy zarys postglacjalnego rozwoju Zalewu Szczecińskiego dokonany na podstawie bogatej bibliografii, który stanowi dla Autorki bazę do prezentacji własnych interpretacji zawartych w rozdziale szóstym.

Materiał badawczy oraz zastosowane metody opisano szczegółowo w kolejnym rozdziale. Zasadnicze cztery rdzenie (JWN1-JWN4) pobrano w dwóch etapach (w latach 2014-2017), ale zastosowano ten sam rodzaj próbnika – Instorf, zapewniający właściwą jakość materiału badawczego. Metody badawcze zostały przedstawione w sposób wyczerpujący, Autorka opisała tok postępowania analiz geochemicznych (m.in. ASA, FIA, spektroskopii EDS), które w odniesieniu do materiału z rdzeni JNW w większości samodzielnie wykonała w laboratorium INoMiŚ Uniwersytetu Szczecińskiego. Następnie opisano metodykę analiz paleoekologicznych: analizę makroszczątków roślinnych i zwierzęcych oraz kopalnych wioślarek. Autorka odnosi się głównie do prac H.H Birks i H.J.B. Birks, choć w sposób bardzo przystępny metodyka tej analizy opisana jest w polskojęzycznych pracach Tobolskiego czy Kowalewskiego. Podano informację, że wykonano tę analizę dla rdzeni JNW3 i JWN4, ale w dalszej części pracy podane zostały wyniki i interpretacja tylko pierwszego z tych rdzeni. Scharakteryzowana została również metodyka określania wskaźnikowych liczb ekologicznych wg Zarzyckiego i in. (2002), która stosowana jest przede wszystkim do analizy współczesnej szaty roślinnej, Autorka zaproponowała jej użycie do rekonstrukcji paleośrodowiskowych. Dość szczegółowo opisana została metodyka analizy kopalnych Cladocera, jednak jej wykonanie dla rdzenia JNW1 zlecono specjalistce spoza Uniwersytetu Szczecińskiego. Opis metodyki analiz osadów kończy podrozdział dotyczący datowań radiowęglowych. W dalszej części rozdziału przedstawione zostały analizy statystyczne, użyte do opracowania wyników badań geochemicznych i paleoekologicznych, potwierdzając dobrą znajomość Autorki w zakresie tychże analiz.

Kolejne około 20 stron pracy zawiera charakterystykę geochemiczną badanych pierwiastków oraz, co znacznie ważniejsze, wskazana została ich przydatność w rekonstrukcjach paleośrodowiskowych oraz istotne cechy interpretacyjne. Ten ważny rozdział ukazuje dobrą orientację Autorki w zakresie trafności doboru zakresu badanych pierwiastków, a zwłaszcza zastosowania i interpretacji wskaźników geochemicznych, jakie zostały zaproponowane w literaturze przedmiotu. Tabelaryczne zestawienie wskaźników przedstawione na stronie 72 powinno zawierać także odniesienia do cytowanej szeroko w rozdziale bibliografii, co dałoby precyzyjną informację o specjalistach wprowadzających wskaźniki do zastosowania paleoekologicznego.

Rozdział piąty jest obszerny, zawiera wyniki badań. Wiercenia dające podstawę materiału badawczego rozplanowano w dobrym układzie, dającym możliwość rozpoznania części przybrzeżnej Jeziora Warpieńskiego, jak i jego środkową część, gdzie kopalna forma była najgłębsza. Oczywiście wykonanie kolejnych wierceń, w kierunku północnego brzegu zbiornika dałoby więcej informacji, jednak należy sobie zdawać sprawę z kosztów i trudności takich prac; uznaję, że zebrany materiał jest wystarczający dla interpretacji paleoekologicznych i opracowanych przez Autorkę etapów rozwoju badanego jeziora. Opis wyników rozpoczyna ich chronologia oparta na datowaniach radiowęglowych (wykonano 31 oznaczeń). Jednym z ważnych zagadnień poruszanych w tym rozdziale jest problem datowania bezwzględnego osadów jeziornych i rola tzw. efektu rezerwarowego dla otrzymywanych wyników. Autorka prezentuje przykładowe próbki z rdzenia JNW1, wykazując, że postarzenie wyniku datowania próbki osadu jeziornego wobec datowania szczątków roślin lądowych w nim zawartym wynosi około 600 lat. Jest to właściwy sposób postępowania, jednak należy zachować daleko idącą ostrożność w przenoszeniu tej różnicy wieku na cały akwen, ponieważ w dużym stopniu zależy on od lokalnych warunków dennych oraz cyrkulacji wód i dystrybucji materiału dennego. Dlatego przyjmowanie oszacowanego wyniku na inne rdzenie w zbiorniku nie musi odpowiadać lokalnej sytuacji (co pokazują wyniki datowania próbek JNW4 562,5). Następnie umieszczono podrozdział krótko opisujący chronologię zmian poziomu wody na podstawie wyników datowań, wskazując pięć najważniejszych faz paleohydrologicznych; wydaje się jednak, że zawarte tam interpretacje sugerują przeniesienie treści tego podrozdziału do rozdziału szóstego. Kolejne podrozdziały zawierają dobrze ilustrowaną prezentację wyników analiz geochemicznych w czterech rdzeniach badawczych, a także wyniki analiz makroszczątków roślinnych i zwierzęcych oraz analizy kopalnych wioślarek. Najbardziej rozbudowana, poparta oznaczeniami petrograficznymi jest część dotycząca rdzenia JNW4, co jest uzasadnione jego złożoną litologią, ale też znaczeniem dla całości analiz. Zaproponowane poziomy geochemiczne dobrze oddają zmienność zawartości badanych pierwiastków, a analizy statystyczne w większości potwierdzają trafność wskazanych grupowań, dających możliwość sugerowania etapów rozwoju zbiornika. W dalszym toku opisane zostały wyniki bazań geochemicznych - uzyskane wyniki oznaczeń i analiz statystycznych dla kolejnych rdzeni (JNW1, JNW2, JNW3). Dużą część rozdziału piątego zajmuje opis wyników analizy makroszczątków roślinnych oraz

zwierzęcych wykonanych dla rdzenia JNW3 i ich wstępnych interpretacji. Zastanawiający jest wybór właśnie tego rdzenia, położonego najbliżej brzegu jeziora i obejmującego osady tylko z przedziału około 2000 lat, znacznie większą rangę interpretacyjną miałyby taka analiza dla rdzeni ze środkowej części jeziora (czy takie analizy wykonano lub są planowane?). W następnym podrozdziale przedstawiono wyniki analiz szczątków kopalnych wioślarek zawartych w materiale rdzenia JNW1. Zlecenie i umieszczenie wyników tej analizy w rozprawie jest bardzo cenne, ponieważ Cladocera dobrze reagują na zmiany warunków siedliskowych, zarówno klimatyczne (zwłaszcza wilgotnościowych i termicznych), ale też zmiany chemizmu zbiorników, w których żyją. Przedstawione diagramy i opisy wyraźnie wskazują reakcję tej grupy organizmów – niemal całkowite wyginięcie - na rozpoczęcie napływu wód zasolonych w trakcie transgresji lityrnowej, a następnie ponowne zasiedlanie brzeżnych części zbiornika w neholocenie, kiedy warunki wodne w zbiorniku stały się odpowiednie, później nacechowane także znacznym wpływem czynników związanych z działalnością ludzką.

Rozdział szósty rozprawy należy uznać za najważniejszy dla oceny możliwości interpretacyjnych podanych wcześniej wyników i poprawności wyciągniętych wniosków. Mag Agnieszka Strzelecka treścią tego rozdziału uczyniła rekonstrukcję rozwoju Jeziora Nowowarpieńskiego (być może tak należało zatytułować rozdział 6?). Wyróżnionych zostało siedem etapów rozwoju opisywanej formy, od depozycji osadów stanowiących jej podłoże do współczesnego stanu zbiornika. Z pierwszym etapem utożsamiane jest odkładanie piasków, rzeczno pochodzenia, związanych z formowaniem się równiny zalewowej Odry, jak słusznie wskazuje Autorka. Jeśli chodzi o skład roślinności lokalnej, to brak danych palinologicznych dla prezentowanych w pracy rdzeni (wskazane byłoby jej wykonanie, najlepiej dla JNW4) trafnym rozwiązaniem jest korzystanie z opublikowanych wyników analiz z pobliskiego rdzenia AHL. Autorka zastrzega, że jej badania nie obejmowały szerszych prac geologicznych, które pozwoliłyby na określenie morfogenezy form terenu południowego otoczenia Zalewu Szczecińskiego, jednak wiązanie genezy misy badanego jeziora z procesami wytapiania pogrzebanych brył lodu lodowcowego jest poprawne. Drugi etap powiązany został z rozpoczęciem sedymentacji w jeziorze. Autorka stwierdza, że: "...od połowy młodszego dryasu istniało obniżenie terenu wypełnione sukcesywnie wytapiającą się bryłą martwego lodu...". Przyjmuje się, że bryły martwego lodu mogły przetrwać do

młodsze dryasu lub nawet początku holocenu pod znacznym przykryciem materiałem morenowym, jeśli więc w środkowej części młodsze dryasu już zachodziła sedymentacja jeziorna, misa jeziora musiała zostać ukształtowana wcześniej – w allerödzie lub na przełomie allerödu i młodsze dryasu, gdyż później wraz z wyraźnym ochłodzeniem, nastąpiła reaktywacja wieloletniej zmarzliny, co z pewnością spowolniło także wytapianie brył martwych lodów. Zaprezentowany w dalszej części tego podrozdziału wniosek o dopływie wód bogatych w węglany wydaje się słuszny, ale również powinien być wiązany z cieplejszymi fazami (a więc poprawnie wiązany z początkiem holocenu, ale wątpliwe jest jego sugerowanie dla środkowej części młodsze dryasu?), kiedy recesja zmarzliny umożliwiała krążenie wód w utworach budujących formy otaczające badane jezioro. Konsekwencją całkowitego wytopienia pogrzebanych brył martwego lodu (co stwierdza Autorka), ale też zapewne zaniku permafrostu w podłożu, jest wzmożona dostawa do opisywanego jeziora wody gruntowej, bogatej w wapń i inne pierwiastki litogeniczne, ujęte w trzeci etap – jeziorny, z sedymentacją gytyi węglanowej. Wyrażone tutaj interpretacje paleohydrologiczne, wynikają głównie z interpretacji analiz geochemicznych, jednak cenne byłoby wykonanie dla najdłuższego z rdzeni analizy Cladocera (profil dla rdzenia JNW1 daje wgląd tylko w ostatnią część tego etapu), która mogłyby potwierdzić wnioski dotyczące drugiego i trzeciego etapu rozwoju zbiornika. Najważniejszym z punktu widzenia tematu rozprawy jest czwarty etap rozwoju zbiornika, czyli zapis transgresji litorynowej. Interpretacja wyników własnych Autorki i dyskusja z innymi poglądami wskazuje na Jej bardzo dobrą orientację w problematyce, a uzyskane wnioski o wieku i przebiegu transgresji są zgodne z ostatnio opublikowanymi pracami. Poza bardzo czytelnym zapisem tego zdarzenia w składzie chemicznym osadów, podkreślone zostały także inne przesłanki środowiskowe tej zmiany cech zbiornika, jak zidentyfikowane makroszczałki roślinne i zwierzęce oraz całkowita zmiana składu i liczebności kopalnych Cladocera. Kolejne etapy to faza sedymentacji morsko-lagunowej i sukcesywne przechodzenie do warunków lagunowych. Etapy te obejmują według Autorki czas około środkowej fazy okresu atlantyckiego do młodszej części okresu subatlantyckiego. Na zachodzące zmiany klimatyczne tak długiego okresu nakłada się także ciągły wzrost poziomu morza. Mgr Agnieszka Strzelecka wskazuje, zarówno w opisie jak i na ilustracjach, ciągłe przesuwanie się linii brzegowej i zapewne powiększanie powierzchni Jeziora Nowowarpieńskiego, wynikające z wspomnianego wzrostu poziomu morza. Jednocześnie zauważa ślady zapisu coraz słabszego wpływu

zauważa ślady zapisu coraz słabszego wpływu wód morskich na środowisko opisywanego akwenu, widoczne w składzie kopalnych wioślarek, składzie roślinności pasa brzeżnego, czy też w składzie chemicznym osadów dennych. Autorka umiejętnie interpretuje i tłumaczy tę sprzeczność zmianami zachodzącymi w północnej części dzisiejszego Zalewu Szczecińskiego i jego stopniowym odcinaniu od otwartego morza, co tym wyraźniej zaznacza się w lagunie badanego Jeziora Nowowarpieńskiego. Rekonstrukcja zmian środowiska kończy się etapem siódmym, z bardzo wyraźnym w osadach zapisem działalności ludzkiej w badanym akwenu i jego otoczeniu, ale także na obszarze dalszego, południowego zaplecza. Ilość informacji jak i wątków związanych z różnokierunkowym wpływem osadnictwa i gospodarki, począwszy od średniowiecza, po czasy współczesne, jest tak duży, że jego opis i interpretacje zasługują na odrębne opracowanie, np. w formie artykułu. Mam wrażenie, że treści te wykraczają poza tytuł rozprawy doktorskiej, nie stanowi to zarzutu, ale kieruje tok wniosku o funkcjonowaniu obecnego zbiornika poza bezpośrednie wpływy czynników środowiska przyrodniczego.

Rozprawę kończy rozdział siódmy, gdzie krótko Autorka zebrala przebieg zmian zapisanych w osadach Jeziora Nowowarpieńskiego, podkreślając wpływ cech morfogenetycznych, klimatycznych, a przede wszystkim wzrostu poziomu morza w trakcie transgresji lityrnowej i przebudowy systemu hydrologicznego Zalewu Szczecińskiego i uchodzącej do niego Odry. Podane na koniec wnioski metodyczne są rodzajem oceny przydatności zastosowanych badań do rozwiązania postawionego problemu badawczego, dokonanej przez Autorkę. Z większością z nich można się zgodzić, choć wyrażone przeze mnie w treści recenzji uwagi co do zakresu analiz makroszczątków, kopalnych wioślarek czy datowań radiowęglowych, wymagają kontynuacji badań i dalszej weryfikacji wniosków.

Zestaw bibliografii kończący tekst rozprawy umieszczono na czterdziestu stronach, jest więc bardzo rozbudowany, mimo tego czytając tekst nie narzuca to wrażenia o przesadnym cytowaniu publikacji, co potwierdza wysokie umiejętności Autorki w zakresie redagowania tego rodzaju tekstów naukowych.

Pozostałe uwagi i zastrzeżenia

W rozdziale wprowadzającym Autorka wskazuje, że motywacją do podjęcia badań opisanych w rozprawie były wyniki prac zrealizowanych w ramach projektu badawczego

realizowanego w latach 2007-2009, byłoby dobrze już we wprowadzeniu krótko wyjaśnić czytelnikowi, jakie osady i wyniki badań były tak inspirujące, że kontynuowano badania terenowe w 2014, następnie w 2017 roku (czy Autorka brała już w nich udział?), uzyskując materiał do prac laboratoryjnych?

Opisując budowę geologiczną lub rozwój paleogeograficzny obszaru badań mgr Agnieszka Strzelecka cytuje w kilku sytuacjach prace przeglądowe, dotyczące tematu w skali ogólnopolskiej, choć są Jej znane i również cytowane publikacje zawierające podstawowe, szczegółowe dane lokalne (podaję tylko jeden przykład - na stronie 23 cytowana jest praca Marks i in. 2022 – jest to przeglądowa mapa geologiczna Polski, która bazuje na Szczegółowej mapie geologicznej Polski 1:50000 – Dobracka 1978 lub Chmał, Karbowniczak 2015).

Ilustracje są bardzo ważną częścią ocenianej rozprawy, cechują się wysoką jakością techniczną i merytoryczną, ułatwiając percepcję tekstu, podnoszą wysoką ocenę trafności interpretacji paleogeograficznych. Zdarzają się jednak pewne mankamenty, które mogą pozostawiać wątpliwości - podaję kilka przykładów (Ryc. 4. - mapka B, zaczerpnięta z pracy Borówka i in. 2017 – ukazuje znaczną miąższość osadów serii morskiej u południowego brzegu Jeziora Nowowarpieńskiego, podczas gdy rdzeń JNW3 ukazuje ich minimalną miąższość; Ryc. 8. – sygnatury oznaczające położenie rdzeni powinny być znacznie mniejsze, dając możliwość precyzyjnego odtworzenia ich lokalizacji, wskazane byłoby umieszczenie na mapce siatki współrzędnych, ewentualnie w tekście można było podać ich współrzędne geograficzne punktów wierceń?; Ryc. 46 i 47 – moim zdaniem wystarczyłaby jedna z nich, zwłaszcza, że prezentuje wyniki analizy zleconej innemu specjalście; mapki interpretacyjne zamieszczone przy ilustracjach do kolejnych etapów rozwoju zbiornika – Ryc. 54, 55 i dalsze, mogłyby ukazywać cały zarys Jeziora Nowowarpieńskiego?). Jednak te potknięcia natury technicznej nie umniejszają ogólnej oceny rozprawy.

Praca doktorska Pani mgr Agnieszki Strzeleckiej stanowi pełne i konsekwentne opracowanie tytułowego problemu badawczego z wyraźnie określonymi celami pracy, które zostały przez doktorantkę osiągnięte, dzięki odpowiednio dobranym i poprawnie zastosowanym metodom badawczym oraz właściwą interpretacją wyników. Wskazane wyżej zastrzeżenia nie umniejszają walorów pracy doktorskiej.

Stwierdzam, że przedstawione mi do oceny osiągnięcie naukowe Pani mgr Agnieszki Strzeleckiej spełnia wymogi stawiane w ustawie z dnia 14 marca 2003 r o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o stopień naukowy doktora. W związku z tym pozytywnie opiniuję wniosek o nadanie Pani Agnieszce Strzeleckiej stopnia naukowego doktora w dziedzinie nauk o Ziemi i środowisku i rekomenduję Radzie Naukowej Instytutu Nauk o Morzu i środowisku Uniwersytetu Szczecińskiego dopuszczenie Pani Magister do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Janusz Forysiak

Jacek Forysiak

Łódź, 28 sierpnia 2024 r.

Katedra Geologii i Geomorfologii

Uniwersytet Łódzki

Recenzja pracy doktorskiej mgr Agnieszki Strzeleckiej

Recenzja sporządzona została na prośbę Rady Naukowej Instytutu Nauk o Morzu i Środowisku Uniwersytetu Szczecińskiego (z dnia 20 czerwca 2024 roku). Pani mgr Agnieszka Strzelecka przedstawiła do oceny pracę: „Geneza jeziora Nowowarpieńskiego oraz rekonstrukcja jego rozwoju naturalnego w odniesieniu do głównych przemian środowiska w późnym glacie i holocenie”.

Uwagi wstępne

Praca doktorska Pani mgr Agnieszki Strzeleckiej została przygotowana jako zwięzła monografia w języku polskim i prezentuje tradycyjny układ opracowania na stopień naukowy doktora. Zaletą takiej formy rozprawy doktorskiej jest możliwość zawarcia w jednolitym opracowaniu wszystkich niezbędnych danych badawczych, przedstawienie ich analizy i dyskusji, a poruszane wątki są podporządkowane głównemu celowi pracy. Praca mgr Agnieszki Strzeleckiej napisana jest w języku polskim, jednak zawarte w niej wyniki powinny zostać wprowadzone do obiegu międzynarodowego przez przyszłe angielskojęzyczne publikacje.

Praca składa się z siedmiu numerowanych rozdziałów merytorycznych oraz bibliografii. W tekście jako wkładki załączone są w odpowiednich, zgodnych z treścią miejscach pełnowymiarowe diagramy pytkowe. Ułatwia to odbiór tekstu i zapewnia możliwość śledzenia na bieżąco opisywanych zmian w przebiegu poszczególnych krzywych pytkowych. Całość rozprawy podzielona jest na część wstępną, teoretyczną, która wprowadza czytelnika w cele i metody badań, teren badań oraz charakterystykę geochemiczną wybranych pierwiastków, następnie wyniki opisane są według profili badawczych bazujących na rdzeniach czterech wierceń. Część trzecią, zawartą w rozdziale 6 i 7 stanowi dyskusja i interpretacja wyników wraz z podsumowaniem i wnioskami.

Merytoryczna ocena pracy

Podstawową częścią merytoryczną przedstawionej do oceny pracy doktorskiej są wyniki analiz geochemicznych czterech rdzeni osadów, pobranych z dna jeziora, uzupełnione analizami paleoekologicznymi oraz interpretacja wyników w kontekście zmian warunków środowiskowych akwenu, umożliwiającą rekonstrukcję paleogeograficzną obszaru. Podstawowe dane geochemiczne są wspomagane analizami makroszczątków roślinnych i kopalnych wioślarek, a także datowaniami bezwzględными badanymi próbek. W rozdziale zatytułowanym „Wprowadzenie” Autorka formułuje cele badawcze, skupiające się na wspomnianej już rekonstrukcji rozwoju zbiornika Jeziora Nowowarpieńskiego w późnym glacie i holocenie, do realizacji których posłużyć miały dwa rozbudowane zadania badawcze (niefortunnie określone na stronie 6 jako założenia): rozpoznanie geochemiczne i litologiczne osadów oraz badania szczątków organizmów żywych, co daje możliwość określenia procesów, jakie zachodziły w zbiorniku we wspomnianym okresie i odtworzenia ówczesnych warunków środowiskowych, a także rekonstrukcję etapów rozwoju zbiornika w kontekście zmian warunków środowiskowych obszaru Zalewu Szczecińskiego. W dalszej części rozdziału Autorka przedstawia zarys ewolucji zbiornika Morza Bałtyckiego, stan badań warunków środowiska w obrębie Zalewu Szczecińskiego, kończąc oceną zasadności prowadzenia analiz geochemicznych na potrzeby badań paleośrodowiskowych. Kolejny rozdział rozprawy przybliży warunki przyrodnicze obszaru badań, Autorka skupiła się na opisie warunków klimatycznych, hydrologicznych, ale najwięcej miejsca poświęca budowie geologicznej i ukształtowaniu terenu, jak i dna opisywanego akwenu. Dostępne publikacje pozwoliły na dobre przedstawienie czytelnikowi warunków geologicznych i rozwoju rzeźby południowej części Zalewu Szczecińskiego, choć jego transgraniczne położenie utrudnia właściwe zilustrowanie i charakterystykę tych elementów środowiska. Ta obiektywna przyczyna dostępności informacji powoduje, że znacznie bogatsze dane dotyczące wschodniej części Zalewu Szczecińskiego (Zalew Wielki), jak i wschodniej części badanego jeziora, mogą prowadzić do uogólnienia obrazu na cały obszar otoczenia Jeziora Nowowarpieńskiego. Rozdział kończy zarys postglacjalnego rozwoju Zalewu Szczecińskiego dokonany na podstawie bogatej bibliografii, który stanowi dla Autorki bazę do prezentacji własnych interpretacji zawartych w rozdziale szóstym.

Materiał badawczy oraz zastosowane metody opisano szczegółowo w kolejnym rozdziale. Zasadnicze cztery rdzenie (JWN1-JWN4) pobrano w dwóch etapach (w latach 2014-2017), ale zastosowano ten sam rodzaj próbnika – Instorf, zapewniający właściwą jakość materiału badawczego. Metody badawcze zostały przedstawione w sposób wyczerpujący, Autorka opisała tok postępowania analiz geochemicznych (m.in. ASA, FIA, spektroskopii EDS), które w odniesieniu do materiału z rdzeni JNW w większości samodzielnie wykonała w laboratorium INoMiŚ Uniwersytetu Szczecińskiego. Następnie opisano metodykę analiz paleoekologicznych: analizę makroszczątków roślinnych i zwierzęcych oraz kopalnych wioślarek. Autorka odnosi się głównie do prac H.H Birks i H.J.B. Birks, choć w sposób bardzo przystępny metodyka tej analizy opisana jest w polskojęzycznych pracach Tobolskiego czy Kowalewskiego. Podano informację, że wykonano tę analizę dla rdzeni JNW3 i JWN4, ale w dalszej części pracy podane zostały wyniki i interpretacja tylko pierwszego z tych rdzeni. Scharakteryzowana została również metodyka określania wskaźnikowych liczb ekologicznych wg Zarzyckiego i in. (2002), która stosowana jest przede wszystkim do analizy współczesnej szaty roślinnej, Autorka zaproponowała jej użycie do rekonstrukcji paleośrodowiskowych. Dość szczegółowo opisana została metodyka analizy kopalnych Cladocera, jednak jej wykonanie dla rdzenia JNW1 zlecono specjalistce spoza Uniwersytetu Szczecińskiego. Opis metodyki analiz osadów kończy podrozdział dotyczący datowań radiowęglowych. W dalszej części rozdziału przedstawione zostały analizy statystyczne, użyte do opracowania wyników badań geochemicznych i paleoekologicznych, potwierdzając dobrą znajomość Autorki w zakresie tychże analiz.

Kolejne około 20 stron pracy zawiera charakterystykę geochemiczną badanych pierwiastków oraz, co znacznie ważniejsze, wskazana została ich przydatność w rekonstrukcjach paleośrodowiskowych oraz istotne cechy interpretacyjne. Ten ważny rozdział ukazuje dobrą orientację Autorki w zakresie trafności doboru zakresu badanych pierwiastków, a zwłaszcza zastosowania i interpretacji wskaźników geochemicznych, jakie zostały zaproponowane w literaturze przedmiotu. Tabelaryczne zestawienie wskaźników przedstawione na stronie 72 powinno zawierać także odniesienia do cytowanej szeroko w rozdziale bibliografii, co dałoby precyzyjną informację o specjalistach wprowadzających wskaźniki do zastosowania paleoekologicznego.

Rozdział piąty jest obszerny, zawiera wyniki badań. Wiercenia dające podstawę materiału badawczego rozplanowano w dobrym układzie, dającym możliwość rozpoznania części przybrzeżnej Jeziora Warpieńskiego, jak i jego środkową część, gdzie kopalna forma była najgłębsza. Oczywiście wykonanie kolejnych wierceń, w kierunku północnego brzegu zbiornika dałoby więcej informacji, jednak należy sobie zdawać sprawę z kosztów i trudności takich prac; uznaję, że zebrany materiał jest wystarczający dla interpretacji paleoekologicznych i opracowanych przez Autorkę etapów rozwoju badanego jeziora. Opis wyników rozpoczyna ich chronologia oparta na datowaniach radiowęglowych (wykonano 31 oznaczeń). Jednym z ważnych zagadnień poruszanych w tym rozdziale jest problem datowania bezwzględnego osadów jeziornych i rola tzw. efektu rezerwuarowego dla otrzymywanych wyników. Autorka prezentuje przykładowe próbki z rdzenia JNW1, wykazując, że postarzenie wyniku datowania próbki osadu jeziornego wobec datowania szczątków roślin lądowych w nim zawartym wynosi około 600 lat. Jest to właściwy sposób postępowania, jednak należy zachować daleko idącą ostrożność w przenoszeniu tej różnicy wieku na cały akwen, ponieważ w dużym stopniu zależy on od lokalnych warunków dennych oraz cyrkulacji wód i dystrybucji materiału dennego. Dlatego przyjmowanie oszacowanego wyniku na inne rdzenie w zbiorniku nie musi odpowiadać lokalnej sytuacji (co pokazują wyniki datowania próbek JNW4 562,5). Następnie umieszczono podrozdział krótko opisujący chronologię zmian poziomu wody na podstawie wyników datowań, wskazując pięć najważniejszych faz paleohydrologicznych; wydaje się jednak, że zawarte tam interpretacje sugerują przeniesienie treści tego podrozdziału do rozdziału szóstego. Kolejne podrozdziały zawierają dobrze ilustrowaną prezentację wyników analiz geochemicznych w czterech rdzeniach badawczych, a także wyniki analiz makroszcątków roślinnych i zwierzęcych oraz analizy kopalnych wioślarek. Najbardziej rozbudowana, poparta oznaczeniami petrograficznymi jest część dotycząca rdzenia JNW4, co jest uzasadnione jego złożoną litologią, ale też znaczeniem dla całości analiz. Zaproponowane poziomy geochemiczne dobrze oddają zmienność zawartości badanych pierwiastków, a analizy statystyczne w większości potwierdzają trafność wskazanych grupowań, dających możliwość sugerowania etapów rozwoju zbiornika. W dalszym toku opisane zostały wyniki bazań geochemicznych - uzyskane wyniki oznaczeń i analiz statystycznych dla kolejnych rdzeni (JNW1, JNW2, JNW3). Dużą część rozdziału piątego zajmuje opis wyników analizy makroszcątków roślinnych oraz

zwierzęcych wykonanych dla rdzenia JNW3 i ich wstępnych interpretacji. Zastanawiający jest wybór właśnie tego rdzenia, położonego najbliżej brzegu jeziora i obejmującego osady tylko z przedziału około 2000 lat, znacznie większą rangę interpretacyjną miałyby taka analiza dla rdzeni ze środkowej części jeziora (czy takie analizy wykonano lub są planowane?). W następnym podrozdziale przedstawiono wyniki analiz szczątków kopalnych wioślarek zawartych w materiale rdzenia JNW1. Zlecenie i umieszczenie wyników tej analizy w rozprawie jest bardzo cenne, ponieważ Cladocera dobrze reagują na zmiany warunków siedliskowych, zarówno klimatyczne (zwłaszcza wilgotnościowych i termicznych), ale też zmiany chemizmu zbiorników, w których żyją. Przedstawione diagramy i opisy wyraźnie wskazują reakcję tej grupy organizmów – niemal całkowite wyginięcie - na rozpoczęcie napływu wód zasolonych w trakcie transgresji lityrnowej, a następnie ponowne zasiedlanie brzeżnych części zbiornika w neoholocene, kiedy warunki wodne w zbiorniku stały się odpowiednie, później nacechowane także znacznym wpływem czynników związanych z działalnością ludzką.

Rozdział szósty rozprawy należy uznać za najważniejszy dla oceny możliwości interpretacyjnych podanych wcześniej wyników i poprawności wyciągniętych wniosków. Mag Agnieszka Strzelecka treścią tego rozdziału uczyniła rekonstrukcję rozwoju Jeziora Nowowarpieńskiego (być może tak należało zatytułować rozdział 6?). Wyróżnionych zostało siedem etapów rozwoju opisywanej formy, od depozycji osadów stanowiących jej podłoże do współczesnego stanu zbiornika. Z pierwszym etapem utożsamiane jest odkładanie piasków, rzeczno pochodzenia, związanych z formowaniem się równiny zalewowej Odry, jak słusznie wskazuje Autorka. Jeśli chodzi o skład roślinności lokalnej, to brak danych palinologicznych dla prezentowanych w pracy rdzeni (wskazane byłoby jej wykonanie, najlepiej dla JNW4) trafnym rozwiązaniem jest korzystanie z opublikowanych wyników analiz z pobliskiego rdzenia AHL. Autorka zastrzega, że jej badania nie obejmowały szerszych prac geologicznych, które pozwoliłyby na określenie morfogenezy form terenu południowego otoczenia Zalewu Szczecińskiego, jednak wiązanie genezy misy badanego jeziora z procesami wytapiania pogrzebanych brył lodu lodowcowego jest poprawne. Drugi etap powiązany został z rozpoczęciem sedymentacji w jeziorze. Autorka stwierdza, że: "...od połowy młodszego dryasu istniało obniżenie terenu wypełnione sukcesywnie wytapiającą się bryłą martwego lodu...". Przyjmuje się, że bryły martwego lodu mogły przetrwać do

młodszy dryas lub nawet początek holocenu pod znacznym przykryciem materiałem morenowym, jeśli więc w środkowej części młodszy dryas już zachodziła sedymentacja jeziorna, misa jeziora musiała zostać ukształtowana wcześniej – w allerödie lub na przełomie allerödu i młodszy dryas, gdyż później wraz z wyraźnym ochłodzeniem, nastąpiła reaktywacja wieloletniej zmarzliny, co z pewnością spowolniło także wytapianie brył martwych lodów. Zaprezentowany w dalszej części tego podrozdziału wniosek o dopływie wód bogatych w węglany wydaje się słuszny, ale również powinien być wiązany z cieplejszymi fazami (a więc poprawnie wiązany z początkiem holocenu, ale wątpliwe jest jego sugerowanie dla środkowej części młodszy dryas?), kiedy recesja zmarzliny umożliwiała krążenie wód w utworach budujących formy otaczające badane jezioro. Konsekwencją całkowitego wytopienia pogrzebanych brył martwego lodu (co stwierdza Autorka), ale też zapewne zaniku permafrostu w podłożu, jest wzmożona dostawa do opisywanego jeziora wody gruntowej, bogatej w wapń i inne pierwiastki litogeniczne, ujęte w trzeci etap – jeziorny, z sedymentacją gytii węglanowej. Wyrażone tutaj interpretacje paleohydrologiczne, wynikają głównie z interpretacji analiz geochemicznych, jednak cenne byłoby wykonanie dla najdłuższego z rdzeni analizy Cladocera (profil dla rdzenia JNW1 daje wgląd tylko w ostatnią część tego etapu), która mogłaby potwierdzić wnioski dotyczące drugiego i trzeciego etapu rozwoju zbiornika. Najważniejszym z punktu widzenia tematu rozprawy jest czwarty etap rozwoju zbiornika, czyli zapis transgresji litorynowej. Interpretacja wyników własnych Autorki i dyskusja z innymi poglądami wskazuje na Jej bardzo dobrą orientację w problematyce, a uzyskane wnioski o wieku i przebiegu transgresji są zgodne z ostatnio opublikowanymi pracami. Poza bardzo czytelnym zapisem tego zdarzenia w składzie chemicznym osadów, podkreślone zostały także inne przesłanki środowiskowe tej zmiany cech zbiornika, jak zidentyfikowane makroszczałki roślinne i zwierzęce oraz całkowita zmiana składu i liczebności kopalnych Cladocera. Kolejne etapy to faza sedymentacji morsko-lagunowej i sukcesywne przechodzenie do warunków lagunowych. Etapy te obejmują według Autorki czas około środkowej fazy okresu atlantyckiego do młodszy części okresu subatlantyckiego. Na zachodzące zmiany klimatyczne tak długiego okresu nakłada się także ciągły wzrost poziomu morza. Mgr Agnieszka Strzelecka wskazuje, zarówno w opisie jak i na ilustracjach, ciągłe przesuwanie się linii brzegowej i zapewne powiększanie powierzchni Jeziora Nowowarpieńskiego, wynikające z wspomnianego wzrostu poziomu morza. Jednocześnie zauważa ślady zapisu coraz słabszego wpływu

zauważa ślady zapisu coraz słabszego wpływu wód morskich na środowisko opisywanego akwenu, widoczne w składzie kopalnych wioślarek, składzie roślinności pasa brzeżnego, czy też w składzie chemicznym osadów dennych. Autorka umiejętnie interpretuje i tłumaczy tę sprzeczność zmianami zachodzącymi w północnej części dzisiejszego Zalewu Szczecińskiego i jego stopniowym odcinaniu od otwartego morza, co tym wyraźniej zaznacza się w lagunie badanego Jeziora Nowowarpieńskiego. Rekonstrukcja zmian środowiska kończy się etapem siódmym, z bardzo wyraźnym w osadach zapisem działalności ludzkiej w badanym akwenu i jego otoczeniu, ale także na obszarze dalszego, południowego zaplecza. Ilość informacji jak i wątków związanych z różnokierunkowym wpływem osadnictwa i gospodarki, poczynając od średniowiecza, po czasy współczesne, jest tak duża, że jego opis i interpretacje zasługują na odrębne opracowanie, np. w formie artykułu. Mam wrażenie, że treści te wykraczają poza tytuł rozprawy doktorskiej, nie stanowi to zarzutu, ale kieruje tok wniosku o funkcjonowaniu obecnego zbiornika poza bezpośrednie wpływy czynników środowiska przyrodniczego.

Rozprawę kończy rozdział siódmy, gdzie krótko Autorka zebrnęła przebieg zmian zapisanych w osadach Jeziora Nowowarpieńskiego, podkreślając wpływ cech morfogenetycznych, klimatycznych, a przede wszystkim wzrostu poziomu morza w trakcie transgresji lityrnowej i przebudowy systemu hydrologicznego Zalewu Szczecińskiego i uchodzącej do niego Odry. Podane na koniec wnioski metodyczne są rodzajem oceny przydatności zastosowanych badań do rozwiązania postawionego problemu badawczego, dokonanej przez Autorkę. Z większością z nich można się zgodzić, choć wyrażone przeze mnie w treści recenzji uwagi co do zakresu analiz makroszczątków, kopalnych wioślarek czy datowań radiowęglowych, wymagają kontynuacji badań i dalszej weryfikacji wniosków.

Zestaw bibliografii kończący tekst rozprawy umieszczono na czterdziestu stronach, jest więc bardzo rozbudowany, mimo tego czytając tekst nie narzuca to wrażenia o przesadnym cytowaniu publikacji, co potwierdza wysokie umiejętności Autorki w zakresie redagowania tego rodzaju tekstów naukowych.

Pozostałe uwagi i zastrzeżenia

W rozdziale wprowadzającym Autorka wskazuje, że motywacją do podjęcia badań opisanych w rozprawie były wyniki prac zrealizowanych w ramach projektu badawczego

realizowanego w latach 2007-2009, byłoby dobrze już we wprowadzeniu krótko wyjaśnić czytelnikowi, jakie osady i wyniki badań były tak inspirujące, że kontynuowano badania terenowe w 2014, następnie w 2017 roku (czy Autorka brała już w nich udział?), uzyskując materiał do prac laboratoryjnych?

Opisując budowę geologiczną lub rozwój paleogeograficzny obszaru badań mgr Agnieszka Strzelecka cytuje w kilku sytuacjach prace przeglądowe, dotyczące tematu w skali ogólnopolskiej, choć są Jej znane i również cytowane publikacje zawierające podstawowe, szczegółowe dane lokalne (podaję tylko jeden przykład - na stronie 23 cytowana jest praca Marks i in. 2022 – jest to przeglądowa mapa geologiczna Polski, która bazuje na Szczegółowej mapie geologicznej Polski 1:50000 – Dobracka 1978 lub Chmał, Karbowniczak 2015).

Ilustracje są bardzo ważną częścią ocenianej rozprawy, cechują się wysoką jakością techniczną i merytoryczną, ułatwiając percepcję tekstu, podnoszą wysoką ocenę trafności interpretacji paleogeograficznych. Zdarzają się jednak pewne mankamenty, które mogą pozostawiać wątpliwości - podaję kilka przykładów (Ryc. 4. - mapka B, zaczerpnięta z pracy Borówka i in. 2017 – ukazuje znaczną miąższość osadów serii morskiej u południowego brzegu Jeziora Nowowarpieńskiego, podczas gdy rdzeń JNW3 ukazuje ich minimalną miąższość; Ryc. 8. – sygnatury oznaczające położenie rdzeni powinny być znacznie mniejsze, dając możliwość precyzyjnego odtworzenia ich lokalizacji, wskazane byłoby umieszczenie na mapce siatki współrzędnych, ewentualnie w tekście można było podać ich współrzędne geograficzne punktów wierceń?; Ryc. 46 i 47 – moim zdaniem wystarczyłaby jedna z nich, zwłaszcza, że prezentuje wyniki analizy zleconej innemu specjalście; mapki interpretacyjne zamieszczone przy ilustracjach do kolejnych etapów rozwoju zbiornika – Ryc. 54, 55 i dalsze, mogłyby ukazywać cały zarys Jeziora Nowowarpieńskiego?). Jednak te potknięcia natury technicznej nie umniejszają ogólnej oceny rozprawy.

Praca doktorska Pani mgr Agnieszki Strzeleckiej stanowi pełne i konsekwentne opracowanie tytułowego problemu badawczego z wyraźnie określonymi celami pracy, które zostały przez doktorantkę osiągnięte, dzięki odpowiednio dobranym i poprawnie zastosowanym metodom badawczym oraz właściwą interpretacją wyników. Wskazane wyżej zastrzeżenia nie umniejszają walorów pracy doktorskiej.

Stwierdzam, że przedstawione mi do oceny osiągnięcie naukowe Pani mgr Agnieszki Strzeleckiej spełnia wymogi stawiane w ustawie z dnia 14 marca 2003 r o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o stopień naukowy doktora. W związku z tym pozytywnie opiniuję wniosek o nadanie Pani Agnieszce Strzeleckiej stopnia naukowego doktora w dziedzinie nauk o Ziemi i środowisku i rekomenduję Radzie Naukowej Instytutu Nauk o Morzu i środowisku Uniwersytetu Szczecińskiego dopuszczenie Pani Magister do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Janek Forys