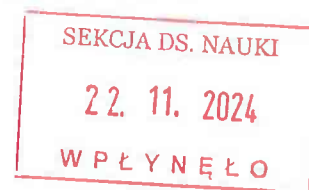


Jacek Forysiak

Łódź, 20 listopada 2024 r.

Katedra Geologii i Geomorfologii

Uniwersytet Łódzki



Recenzja pracy doktorskiej mgr Joanny Sławińskiej

Recenzja sporządzona została na prośbę Rady Naukowej Instytutu Nauk o Morzu i Środowisku Uniwersytetu Szczecińskiego z dnia 7 listopada 2024 roku. Pani mgr Joanna Sławińska złożyła do oceny pracę pt.: „Holoceńskie zmiany warunków akumulacji osadów morskich w Basenach Bornholmskim i Gdańskim w świetle wyników badań litologicznych i geochemicznych”.

Uwagi wstępne

Rozprawa doktorska Pani mgr Joanny Sławińskiej ma charakter zwartej, niepublikowanej monografii naukowej. Recenzowana praca doktorska napisana jest w języku polskim, ale zarówno obszar i przedmiot badań, o międzynarodowym znaczeniu, jak i bardzo cenne wyniki obligują Autorkę do publikacji uzyskanych danych i ich interpretacji w czasopiśmie o międzynarodowym zasięgu.

Praca składa się z ośmiu numerowanych rozdziałów merytorycznych oraz bibliografii. Tekst zawiera liczne, dobrze przygotowane i umiejscowione ilustracje graficzne i tabelaryczne, m.in. diagramy geochemiczne i zestawienia wyników, co ułatwia odbiór tekstu i zapewnia możliwość śledzenia na bieżąco opisywanych wyników. Całość rozprawy podzielona jest na część wstępną, teoretyczną, która przybliży czytelnikowi obiekt badań, wprowadza w założenia badawcze i zastosowane metody badań. W dalszej części przedstawione są wyniki badań, przede wszystkim analiz geochemicznych, uzyskanych dla dwu podmorskich rdzeni badawczych, wykonane samodzielnie przez Autorkę rozprawy lub we współpracy z innymi specjalistami. Część trzecią stanowi dyskusja i interpretacja wyników wraz z podsumowaniem i wnioskami, umieszczone w rozdziale 7 i 8.

Merytoryczna ocena pracy

Zasadniczą część merytoryczną przedstawionej do oceny pracy doktorskiej stanowią wyniki analiz geochemicznych dwóch rdzeni osadów, pobranych z dna Morza Bałtyckiego i ich datowania bezwzględne (oraz ekspertyza palinologiczna), a także interpretacja wyników w kontekście zmian warunków środowiskowych południowego Bałtyku w środkowym i młodszym holocenie. Dane geochemiczne są opracowane metodami statystycznymi i odniesione do osi czasu, bazujących na dużym zbiorze datowań radiowęglowych.

Rozprawę rozpoczyna rozdział zatytułowany „Wprowadzenie”, w którym Autorka ukazała przegląd historii badań naukowych Morza Bałtyckiego, uwypuklając zagadnienia paleoekologiczne i problemy współczesnego stanu środowiska morskiego. W drugim podrozdziale przedstawione zostały cele i hipotezy badawcze; jako cel główny mgr Joanna Sławińska określiła rekonstrukcję zmian warunków akumulacji osadów w dwu badanych basenach morskich, wspomaganą analizami tempa depozycji i rozpoznaniem litologii i składu chemicznego materiału z wysoką rozdzielczością opróbowania rdzeni. Poczynione przez Autorkę hipotezy zakładają m.in.: że zmienność osadów zdeponowanych w dwu badanych rdzeniach wynika z warunków panujących w zbiorniku i intensywności denudacji w zlewniach rzek wpadających do Bałtyku; najbardziej dynamiczne zmiany w cechach geochemicznych osadów wynikają z naturalnych zmian środowiska, a zawartość metali ciężkich w osadach wynika przede wszystkim z aktywności ludzkiej na otaczających terenach.

W rozdziale drugim znajduje się charakterystyka warunków środowiska geograficznego Morza Bałtyckiego, tych jego elementów, które mają największe znaczenie dla transportu osadów morskich i ich depozycji. Przedstawione zostały uwarunkowania hydrologiczne, zwłaszcza stratyfikacja wód, zmienność ich temperatury i zasolenia, a następnie krótko opisane warunki geologiczne i geomorfologiczne. W dwu kolejnych rozdziałach mgr Joanna Sławińska bardziej szczegółowo przedstawiła dwa baseny morskie – Basen Bornholmski i Głębię Gdańską, skąd pochodzą rdzenie stanowiące podstawę badań. Zawarta w nich treść i ilustracje we właściwy sposób przybliżają warunki środowiska analizowanych części Bałtyku.

Rozdział piąty ocenianej rozprawy doktorskiej zawiera opis materiału badawczego oraz metody zastosowane w cyklu badawczym. Wskazane zostały precyzyjnie miejsca lokalizacji oraz sposób poboru rdzeni i opisany tok postępowania z rdzeniami po ich wydobyciu. Dalej opisano metody badawcze jakim poddano materiał osadowy w

laboratorium Zakładu Geologii i Paleogeografii Uniwersytetu Szczecińskiego, m.in.: uziarnienie (techniką laserową), zawartości składników organicznych, zawartości pierwiastków powiązanych z materiałem biogenicznym (CNS, przy zastosowaniu mikroanalizatora gazów powstających przy wysokotemperaturowym spalaniu próbki), oznaczenia wybranych metali (metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej); wszystkie te oznaczenia wykonywała lub nadzorowała mgr Joanna Sławińska. Na podkreślenie zasługuje wykonanie skanowania XRF rdzeni w postaci nienaruszonej (w laboratorium IOW Warnemünde), dające bardzo duże możliwości dokumentacyjne i interpretacyjne, które tylko częściowo zostały zaprezentowane w rozprawie. W dalszej części rozdziału opisano procedury analiz statystycznych jakim poddano wyniki analiz geochemicznych, a także przedstawiono wskaźniki geochemiczne, które wykorzystano do interpretacji paleoekologicznych i paleogeograficznych. Moim zdaniem w tym miejscu powinna znaleźć się charakterystyka oznaczonych pierwiastków i zastosowanych wskaźników geochemicznych, którą Autorka umieściła w rozdziale 7 (na stronach 105-112). Rozdział kończy się prezentacją graficznych sposobów prezentacji bogatego zestawu wyników ilościowych i ich opracowań statystycznych. Rozprawa ma bardzo bogatą stronę ilustracyjną (tabele, zestawienia, wykresy oraz mapy), wykonaną bardzo starannie od strony graficznej i merytorycznej i już w tym miejscu podkreślam trafność doboru sposobów prezentacji wyników i ich rozmieszczenie w tekście, ułatwiające właściwe zapoznanie się z treścią rozprawy.

Rozdział szósty jest najważniejszy dla strony merytorycznej rozprawy, zawiera bowiem wyniki badań, ich prezentowanie podzielono na trzy podrozdziały tematyczne, w których osobno przedstawione zostały wyniki dotyczące badanych rdzeni. Pierwszy podrozdział ukazuje cechy litologiczne osadów, precyzyjnie zilustrowane i opisane wyniki analizy granulometrycznej i jej statystyczną obróbkę, co daje możliwość właściwego wglądu w geologiczną charakterystykę osadów. Zastosowane wskaźniki statystyczne pozwoliły Autorce na wyróżnienie charakterystycznych serii osadowych, potwierdzających w znacznym stopniu pierwotny opis litologiczny. Dodana do opisu wstępna interpretacja zróżnicowania uziarnienia ukazuje możliwe przyczyny dostawy do basenów materiału, zarówno redeponowanego z innych części misy Bałtyku, a zwłaszcza z przyległych obszarów lądowych – poprzez systemy rzeczne, jak i obszaru przyległych stoków i brzegów morskich. Drugi podrozdział prezentuje wyniki datowań radiowęglowych i powstały na ich podstawie krzywe wieku, odniesione do głębokości zalegania próbek, które stały się podstawą do rekonstrukcji zmian paleogeograficznych. W przypadku rdzenia M86-1/24-3 GC z Basenu Bornholmskiego wyniki datowań w ilości 31 (niemal

wszystkie z muszli małży *Macoma b.*) dały bardzo dobre efekty w postaci wykresu wiek/głębokość. Problem, jak często w przypadku osadów zbiornikowych stanowi ocena tzw. efektu rezerwuarowego i jego uwzględnienie w konstruowaniu krzywej wieku. Autorka zaproponowała przyjęcie zerowej wartości ΔR , biorąc pod uwagę materiał i sposób jego fosylizacji w osadzie, takie podejście można uznać za prawidłowe. Zastrzeżenie budzi jednak względne określenie wieku spągu osadów rdzenia (z głębokości 890 cm) i przypisanie zalegającej tam gytii wieku około 7500 lat BP. Szacowanie wieku takich odcinków spągowych, zwłaszcza zbudowanych z nieco innego materiału niż osad z którego pochodzą próbki datowane (tutaj z głębokości 762 i 777 cm) jest obarczone możliwością znacznego błędu, ale jeśli już Autorka zdecydowała się oszacować wiek odcinka spągowego, to biorąc pod uwagę podane na ilustracji (ryc. 6.12) tempo akumulacji, ten sugerowany wiek spągu powinien być nieco inny. Policzone dla rdzenia z Basenu Bornholmskiego tempo akumulacji ma bardzo dobre podstawy, a uzyskane wyniki mogą być traktowane jako wartości reprezentatywne dla takich basenów. W przypadku rdzenia P475/12-7 z Głębi Gdańskiej datowano znacznie mniej próbek (10), jednak odnosząc to do innych dokumentowanych profili jest ilością wystarczającą, to jednak jakość uzyskanego modelu wiek/głębokość jest nieco gorsza w porównaniu z wcześniej omówionym. Podobnie jak w przypadku rdzenia z Basenu Bornholmskiego, także dla rdzenia z Głębi Gdańskiej szacowany wiek spągu (1090 cm) budzi wątpliwości, to także dla stropowego odcinka (około 120 cm) można mieć zastrzeżenia do poprawności modelowania. Wobec tego także tempo akumulacji oszacowane dla tego rdzenia może nie odpowiadać rzeczywistości.

Podrozdział trzeci (w rozdziale 6) stanowi zbiór wyników analizy geochemicznej i ich statystycznej analizy (tytuł rozdziału powinien wskazywać, że rozdział zawiera wyniki tej najważniejszej dla rozprawy analizy). Pierwsza z przedstawionych analiz statystycznych - korelacja prostoliniowa Pearsona, ukazuje generalnie stosunkowo słabe zależności między wyróżnionymi składnikami badanych osadów, co jak słusznie zauważa Autorka, może wynikać z objęcia analizą całego zbioru próbek w obrębie analizy każdego z rdzeni. Mimo tego są składniki wykazujące bardzo silne korelacje (np.: materia organiczna z węglem całkowitym, węglem organicznym czy z azotem, albo frakcja piaszczysta z ołowiem). Hierarchiczna analiza skupień pozwoliła Doktorantce wydzielić poziomy geochemiczne, dla rdzenia z Basenu Bornholmskiego jest ich siedem, podobnie jak dla rdzenia z Basenu Gdańskiego. Diagramy prezentujące zakresy zmienności koncentracji składników geochemicznych i granulometrycznych dobrze obrazują ich zmienność w badanych rdzeniach. Analiza składowych głównych wykonana dla danych

geochemicznych i granulometrycznych dała bardzo dobry obraz zmienności składu osadów, potwierdza także w dużym stopniu wydzielone poziomy geochemiczne. Uzyskane zestawienia, diagramy ordynacyjne i korelacyjne dają dobre podstawy do interpretacji paleogeograficznych.

Za równie ważny dla rozprawy jak omówiony powyżej rozdział szósty uznać należy rozdział siódmy, zatytułowany „Dyskusja”. Zawiera on bowiem paleogeograficzne i paleoekologiczne interpretacje wyników badań dwu analizowanych rdzeni, wsparte referencjami publikowanych poglądów. W pierwszej części rozdziału przedstawiona została charakterystyka geochemiczna i oparte na literaturze przedmiotu możliwości interpretacyjne przeanalizowanych pierwiastków, w drugim podrozdziale Autorka wskazuje możliwości grupowania pierwiastków ze względu na rodzaj materiału jaki tworzy osady morskie, a także prezentuje wybrane wskaźniki geochemiczne i możliwości ich paleośrodowiskowych interpretacji. Brak jednak w tych podrozdziałach szerszych odniesień do własnych wyników mgr Joanny Sławińskiej, stąd wyrażona wcześniej uwaga, że ta część powinna znaleźć się w rozdziale 5. W dalszej kolejności Autorka skupia się na czynnikach środowiskowych, które wpłynęły na przedstawione wcześniej zróżnicowanie litologiczne i geochemiczne osadów, podkreślając znaczenie czynników jak warunki hydrologiczne i klimatyczne, oddzielając te o znaczeniu globalnym i regionalnym (dużo uwagi poświęcono zmianom globalnym, np. nastłonecznieniu w holocenie, zmianom cyrkulacji prądów oceanicznych, zmian poziomu morza, itd.), jak też czynników geomorfologicznych (m.in. erozji brzegów, ruchom glaciizostatycznym, procesom eolicznym), ale zdaniem Autorki decydujący wpływ na najważniejsze zmiany charakteru osadów miała transgresja litorynowa i późniejsze wlewy wód oceanicznych do Bałtyku oraz wpływ działalności antropogenicznej. Dla uporządkowania oraz wykazania najważniejszych czynników sterujących zapisanymi w osadach zmianami paleośrodowiskowymi Autorka wykorzystwała analizę głównych składowych (PCA) oraz analizę skupień, podkreślając ich zalety dla syntez paleoekologicznych. W dalszej kolejności osobno dla obu basenów wykazane zostały najważniejsze czynniki, dla Basenu Bornholmskiego są to: produkcja materii allochtonicznej, następnie wpływ działalności gospodarczej człowieka, produkcja materii autochtonicznej i odkładanie silnie przekształconych części mineralnych oraz zmiany powodowane wlewami słonych wód morskich. Dla Głębi Gdańskiej trzy pierwsze składowe główne interpretowane są podobnie jak w Basenie Bornholmskim, przy trzeciej składowej Autorka słusznie podkreśla większą dostawę materiału piaszczystego, za czwartą składową ma odpowiadać korelacja Ni oraz Cu z frakcją piaszczystą i korelacja Ca z frakcją

najdrobniejszą, jednak nie określono jakie procesy środowiskowe mogą być ich przyczyną, piąta składowa główna wskazuje na geochemiczny zapis wpływów wód słonych oceanicznych.

W dalszej części na tle poglądów dotyczących rozwoju Bałtyku w późnym vistulianie i holocenie wyrażanych na przestrzeni ponad stu lat badań tego problemu mgr Joanna Sławińska sytuje własne wnioski wynikające z opisanych wcześniej analiz litologicznych i geochemicznych. Jednak już wcześniej wyraźnie wskazano, że badane rdzenie dają możliwość rekonstrukcji dla ostatnich około ośmiu tysięcy lat, wobec tego za udokumentowany można uznać zapis schyłku fazy Jeziora Ancylusowego, następnie transgresji i rozwój Morza Litorynowego. Autorka przedstawia szeroką paletę poglądów na czas trwania faz rozwoju Bałtyku, zwłaszcza transgresji litorynowej, zaś własny pogląd ujmuje w zestawieniu graficznym na ryc. 7.10, stawiając granicę około 7,4-7,2 tysiące lat temu, co odpowiada najnowszym poglądom. Następnie osobno dla obu rdzeni przedstawione są poziomy rozwoju bazujące na zmienności wskaźników geochemicznych. W przypadku rdzenia M86-1/24-3 GC z Basenu Bornholmskiego spągowy poziom (P1) skorelowany jest z końcową częścią fazy Jeziora Ancylusowego, a podawany graniczny wiek przejścia w warunki morskie to 7020 kal. BP. Transgresja morska była efektem podniesienia się poziomu wód Atlantyku, zastanawiające jest wobec tego stwierdzenie Autorki o 1,5 m obniżeniu wód Bałtyku w tym poziomie (str. 128). Krótki, ale bardzo ważny jest poziom P2, odzwierciedlony w niemal wszystkich wskaźnikach, poprawnie korelowany z wlewem wód oceanicznych, początku transgresji, która spowodowała zapewne częściową erozję zdeponowanych wcześniej osadów mineralno-organicznych czy też utworów biogenicznych z obszarów ówczesnych mokradeł otaczających jezioro, ale także redepozycję osadów dennych. Poziomy P3 i P4 obrazują sytuację warunków morskich, ze zmiennym zasoleniem. Kolejny poziom P5 ukazuje pewne zmniejszenie wpływów wód oceanicznych, a pojawiające się symptomy zwiększonej denudacji czy obecności metali ciężkich słusznie interpretowane jest przez Doktorantkę jako wpływ działalności ludzkiej. W poziomach P6 i P7 Autorka zauważa różne, często sprzeczne symptomy świadczące o wlewach wód oceanicznych, a jednocześnie zmniejszeniu zasolenia, czy zwiększania udziału materiału mineralnego; jeśli wziąć pod uwagę że jest to korelowane z okresem od wczesnego średniowiecza do czasów nowożytnych, to podstawowym czynnikiem moim zdaniem może być aktywność gospodarcza w całym obszarze zlewiska Bałtyku, zakłócająca naturalny obraz geochemii osadów morskich.

Dla rdzenia z Basenu Bornholmskiego wykonano ekspertyzę palinologiczną, której wyniki mgr Joanna Sławińska także uwzględniła na zbiorczym diagramie prezentującym wyniki analiz i wskaźników geochemicznych (ryc. 7.11). Ekspertyza palinologiczna ukazuje zmienność gatunkową szaty roślinnej otoczenia Basenu Bornholmskiego, jedna jej niska rozdzielczość, zwłaszcza powyżej głębokości 640 cm, nie daje dostatecznej bazy do dyskusowania stratygrafii osadów rdzenia M86-1/24-3 GC, która opiera się na bardzo dobrze datowanych autochtonicznych makroszczałkach zwierzęcych. Wykonanie pełnej analizy o wysokiej rozdzielczości dać może w przyszłości bardzo dobre podstawy do rekonstrukcji paleośrodowiskowych. Moim zdaniem wnioskowanie o zmianach klimatycznych w fazach P3-P7 na bazie wyników ekspertyzy może prowadzić do błędnych interpretacji paleoklimatycznych.

Dla rdzenia z obszaru Głębi Gdańskiej Autorka wydzieliła siedem poziomów. Poziom P1 obejmuje ponad 4 mb rdzenia i obrazuje w dolnej części prawdopodobnie jeszcze warunki jeziorne, a w górnej już warunki morskie, zaś widoczne na głębokości około 640-660 cm zmiany mogłyby odpowiadać początkowi transgresji. Poziomy P2 i P3 ukazują zapis zmiennych warunków basenu morskiego. W poziomach P4, P5 i P6 mgr Joanna Sławińska stwierdza coraz silniejsze wpływy antropogeniczne, ukazane w zróżnicowanym obrazie geochemicznym odpowiadającym zapewne wielu zdarzeniom zachodzącym zwłaszcza w południowej części zlewiska Bałtyku. Za słuszne należy uznać próby korelowania tego zapisu ze zdarzeniami w dorzeczu Wisły, zebranymi w pracach zespołu Profesora Starkla, jednak problemy z właściwymi korelacjami w górnej części rdzenia mogą wynikać z małej ilości datowań i wątpliwości do poprawności modelu wiek/głębokość. Popieram opinię Autorki, że niezbędne jest wykonanie analiz paleoekologicznych rdzenia P475/12-3 GC.

Rozdział ósmy – „Podsumowanie i wnioski” zawiera bardzo ważne porównanie wybranych wskaźników paleośrodowiskowych obu rdzeni, być może w szerszej formie, popartej dyskusją z poglądami innych badaczy, watek ten powinien się znaleźć jeszcze w rozdziale siódmym. Niemniej podane przez Autorkę wnioski paleogeograficzne są trafne, podkreślono, że już samo położenie obu rdzeni wobec obszarów lądowych jest różne i musi mieć odbicie w osadach dennych, zwłaszcza w cechach mineralnych składników allochtonicznych, jednak już zapis autochtonicznej materii biogenicznej znajduje wiele podobieństw w obu rdzeniach. Bardzo istotne dysproporcje zauważone zostały w odniesieniu do okrzemek oraz zapisu wskaźników zmian zasolenia, co udowadnia różnice między obu basenami w intensywności i zasięgu wlewów wód oceanicznych w całym

badanym przedziale czasu, zwłaszcza ważna jest próba powiązania udokumentowanych wlewów w ostatnich 150 latach z uzyskanymi wskaźnikami geochemicznymi. Dysproporcje między basenami wykazane zostały także dla efektów denudacji, zarówno chemicznej jak i mechanicznej, które wynikają z położenia rdzeni w stosunku do obszarów lądowych i aktywności antropogenicznej. Tekst rozprawy kończy zestawienie kilku najważniejszych wniosków.

Wykaz bibliografii ujęty w kolejny rozdział umieszczono na czternastu stronach, większość cytowanych prac wydana była w języku angielskim.

Pozostałe uwagi redakcyjne i techniczne:

- podrozdział 6.3 – który uważam za podstawowe w rozprawie źródło danych geochemicznych powinien zawierać choć krótki wstęp informujący czytelnika, że tutaj znajdują się wyniki analizy i odniesienia do tabel, wykresów i aneksów (umieszczonych poza tekstem), przejście bezpośrednio do prezentacji efektów analiz statystycznych sprawia wrażenie pominięcia w tekście samych wyników, choć są one wszystkie ujęte w tymże podrozdziale;
- opis wyników hierarchicznej analizy skupień rdzenia z Głębi Gdańskiej nie został wydzielony z podrozdziału 6.3.2.1.;
- w tekście oraz na graficznych zestawieniach wyników umieszczone są dane o udziale szczątków okrzemek w obu rdzeniach, byłoby łatwiejsze dla interpretacji gdyby podano przykładowe gatunki jakie zaliczono do wykazywanych trzech grup;

Rozprawa napisana jest poprawnie od strony językowej, zdarzają się jednak w tekście drobne błędy gramatyczne lub językowe, podobnie w podpisach do ilustracji, nie wpływają one jednak na ogólną ocenę rozprawy.

Praca doktorska Pani mgr Joanny Sławińskiej stanowi opracowanie tytułowego problemu badawczego, z wyraźnie zarysowanymi na wstępie celami pracy i hipotezami badawczymi, które zostały przez doktorantkę osiągnięte i potwierdzone wynikami, uzyskanymi dzięki odpowiednio dobranym i poprawnie zastosowanym metodom badawczym oraz właściwą, autorską ich interpretacją. Wskazane wyżej zastrzeżenia nie umniejszają walorów pracy doktorskiej.

Stwierdzam, że przedstawione mi do oceny osiągnięcie naukowe Pani mgr Joanny Sławińskiej 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 Joannie Sławińskiej 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.

A handwritten signature in blue ink, reading "Jacek Foryś". The signature is written in a cursive style with a large initial 'J'.