

Dr hab. Elwira Sienkiewicz, prof. ING PAN
Instytut Nauk Geologicznych PAN
Ul. Twarda 51/55
00-818 Warszawa

BIURO DZIEKANA
WYDZIAŁU OCEANOLOGII I GEOGRAFII
Wpłynęło dnia 19.07.2023
Zarejestrowano pod numerem 138P
/podpis/

Warszawa, 12.07.2023

OCENA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

magister Agnieszki Szczerby

„Poszukiwanie sygnału klimatycznego w jeziorach północno-wschodniej Polski: badania współczesnej sedimentacji z wykorzystaniem cyst złotowiciowców i okrzemek”

„Tracking climate signals in lakes of northeastern Poland: modern sedimentation studies using chrysophyte cysts and diatoms”

Promotorzy: prof. dr hab. Wojciech Tylmann, dr hab. Monika Rzodkiewicz, prof. UAM

Pani mgr Agnieszka Szczerba przedstawiła jako rozprawę doktorską zbiór trzech publikacji anglojęzycznych i materiałów dodatkowych, z czego artykuł pierwszy i drugi zostały opublikowane w czasopiśmie *Ecological Indicators* (IF=6,263), natomiast trzeci artykuł, ukazał się w czasopiśmie *Freshwater Biology* (IF=3,538).

- 1) **Szczerba A.**, Pla-Rabes S., Żarczyński M., Tylmann W., 2021, The relationship between chrysophyte cyst assemblages and meteorological conditions: Evidence from a sediment-trap study in northeast Poland
- 2) **Szczerba A.**, Rzodkiewicz M., Tylmann W., 2023, Modern diatom assemblages and their association with meteorological conditions in two lakes in northeastern Poland
- 3) **Szczerba A.**, Pla-Rabes S., Tylmann W., 2023, Control of diatom and chrysophyte cyst dynamics by a meteorologically driven mixing regime in eutrophic Lake Żabińskie, northern Poland

Dysertacja zawiera wydruki prac, które poprzedzone są obszernym autoreferatem zawierającym ogólne wprowadzenie do tematu oraz opisy 3 publikacji. Wszystkie prace

napisane są we współautorstwie, ale doktorantka jest pierwszym autorem wyżej wymienionych artykułów. Z załączonych oświadczeń wynika, że doktorantka brała czynny udział w większości etapów pisania artykułów, począwszy od wykonania analiz, całej koncepcji powstania artykułów, napisaniu oryginalnego draftu manuskryptów, wykonania figur oraz częściowego pozyskania środków finansowych na badania. Wykonała także poprawki, jakie autorzy artykułów otrzymali od recenzentów. Wkład doktorantki w powstanie tych artykułów jest bardzo duży i znaczący.

Tematem przewodnim rozprawy doktorskiej jest określenie w jakim stopniu zmiany klimatyczne, szczególnie krótkookresowe, zapisują się w ekosystemach jeziornych. Badania zostały przeprowadzone na podstawie współczesnych glonów: cyst złotowiciowców i okrzemek. Głównym zagadnieniem było ustalenie zależności pomiędzy sezonowymi wahaniami warunków meteorologicznych a zmianami w populacjach złotowiciowców i okrzemek. Temperatura jest jednym z najważniejszych czynników wpływających na organizmy żyjące w zbiornikach wodnych. Wahania temperatury (dobowe, roczne) mogą dawać odmienne efekty na organizmy niż stałe temperatury równe ich średniej. Wraz ze wzrostem temperatury zwiększa się zjawisko fotosyntezy i oddychania glonów, aż do momentu kiedy wzrost temperatury zaczyna być czynnikiem limitującym. Temperatura wpływa nie tylko na różne procesy metaboliczne, ale pośrednio wpływa na stratyfikację i fazy mieszania się wód, wymianę gazową oraz na obieg składników odżywczych. Z temperaturą ściśle związany jest czas trwania pokrywy lodowej i śnieżnej, które ograniczają dostęp światła niezbędnego do fotosyntezy fitoplanktonu i peryfitonu, jak również wpływają na szereg innych procesów limnologicznych.

Do analiz wytypowano trzy jeziora położone w północno-wschodniej Polsce: Łazduny, Rzęśniki i Żabińskie. Są to jeziora polodowcowe, ale różniące się reżimem hydrologicznym, morfometrią, poziomem troficznym i chemizmem wód.

Badania zostały przeprowadzone w oparciu o analizę jakościową i ilościową współczesnych okrzemek i cyst chryzofitów oraz parametry fizyko-chemiczne jezior i dane meteorologiczne. W pierwszym rozdziale rozprawy, doktorantka przedstawiła historię badań zbiorników wodnych na tle zmian klimatycznych oraz charakterystykę cyst złotowiciowców i okrzemek. Zawarła także główne hipotezy, które zakładają, że:

- 1) Zjawisko stratyfikacji i mieszania się wód powodowane m.in. warunkami meteorologicznymi wpływa na skład ilościowy i jakościowy okrzemek i cyst złotowiciowców

- 2) W jeziorach o różnym poziomie troficznym zmiany w populacji badanych glonów na warunki meteorologiczne będą różne. Bezpośrednie zależności można wykryć w jeziorach o niskiej trofii. Natomiast w jeziorach eutroficznym zależności te są maskowane lub modyfikowane przez złożone procesy biogeochemiczne zachodzące w słupie wody.
- 3) Długoterminowe i pobierane z wysoką rozdzielczością próbki, pozwolą na określenie konkretnych gatunków okrzemek i typów cyst złotowiciowców jako wskaźników sezonowych zmian warunków meteorologicznych.

Aby zweryfikować te hipotezy doktorantka wykorzystwała fizyczne i chemiczne parametry mierzone w słupie wody, określiła sezonowe zmiany w populacji okrzemek i złotowiciowców z trzech jezior o różnym poziomie troficznym, wyjaśniła związki zachodzące pomiędzy zmianami warunków klimatycznych i badanych glonów oraz określiła czy nietypowe warunki meteorologiczne związane z trwającymi zmianami klimatu mają bezpośredni wpływ na sezonowe zmiany dynamiki cyst chryzofitów i okrzemek w jeziorach dimiktycznym. Bez wątplenia cele te zostały osiągnięte.

W rozdziale drugim zawarty jest opis badanych jezior oraz szereg metod zastosowanych przez doktorantkę. W rozdziale trzecim mgr Agnieszka Szczerba streściła wszystkie trzy artykuły wchodzące w skład rozprawy doktorskiej.

W pierwszym i drugim artykule wchodzącym w skład dysertacji, opisane są zmiany w zespołach cyst złotowiciowców i okrzemek z dwóch jezior (Łazduny i Rzęśniki) na tle danych meteorologicznych, limnologicznych i hydrochemicznych. Artykuł trzeci dotyczy tej samej tematyki, ale analizowane jezioro Żabińskie jest zbiornikiem eutroficznym będącym pod znacznym wpływem działalności człowieka. W autoreferacie w rozdziale 2.1 i 3.2, zarówno na stronie 18, 30, jak i 33 autorka zaznacza, że jeziora Łazduny i Rzęśniki są zbiornikami o niskim poziomie troficznym w porównaniu do jeziora Żabińskiego, w którym występuje znacznie niższa ilość morfotypów cyst chryzofitów (109) i gatunków okrzemek. Porównując te trzy jeziora, w przypadku cyst złotowiciowców różnice są dość istotne, natomiast w przypadku ilości gatunków okrzemek w jeziorze Rzęśniki i Żabińskim, w których zidentyfikowano odpowiednio 124 i 123 gatunki, ta różnica praktycznie nie istnieje. Uwaga zawarta w autoreferacie dotycząca zbiorników o niskim poziomie trofii, czyli Łazduny i Rzęśniki, może sugerować, że jeziora te należą do jednego typu troficznego (oligotrofia?, mezotrofia?) lub każde z 3 analizowanych jezior może należeć do innego typu troficznego. Tym czasem, w

artykule drugim („Modern diatom assemblages and their association with meteorological conditions in two lakes in northeastern Poland”), w podrozdziale 2.1. jezioro Łazduny zostało zaklasyfikowane jako zbiornik mezotroficzny, a jezioro Rzęśniki jako zbiornik eutroficzny, czyli należący do tej samej grupy troficznej, co jezioro Żabińskie. Średnie zawartości całkowitego fosforu, azotu i chlorofilu-a sugerują, że jeziora Rzęśniki i Żabińskie należą do zbiorników eutroficznych, tylko różnią się stopniem eutrofizacji. Tej konkretnej informacji zabrakło w autoreferacie, doktorantka operuje sformułowaniami dotyczącymi różnego poziomu troficznego badanych jezior oraz podkreśleniem, że zbiorniki Łazduny i Rzęśniki w znacznym stopniu różnią się od jeziora Żabińskiego.

Badania fizyko-chemiczne wody wykonywane były w latach 2016-2020 dla jezior Łazduny i Żabińskiego, natomiast Rzęśniki były monitorowane w latach 2017-2020. Zapis zmian w cystach chryzofitów i okrzemkach uzyskano przy wykorzystaniu pułapek osadowych zainstalowanych 1 m nad osadami powierzchniowymi w najgłębszej części jeziora. Osady były pobierane w przybliżeniu co miesiąc w czasie, kiedy jeziora nie były zamrożone. Okres zimowy reprezentowała próbka pobrana natychmiast po rozmarznięciu jeziora. W badanych zbiornikach występują gatunki okrzemek często pojawiające się w dość głębokich, eutroficznych jeziorach, takie jak: *Stephanodiscus parvus*, *S. hantzschii*, *S. neoastraea*, *Fragilaria crotonensis* i *Asterionella formosa*. W jeziorze Łazduny i Rzęśniki dominującym gatunkiem była *Pantocsekiella comensis* (odpowiednio 33,2 i 38%), która często pojawia się także w jeziorach oligotroficznych o nieznacznej zawartości fosforu. Natomiast w jeziorze Żabińskim dominującym gatunkiem była *Fragilaria crotonensis* – występująca dość powszechnie w mezo- i eutroficznych zbiornikach. W celu zbadania zależności między badanymi organizmami a warunkami środowiskowymi wykonane były analizy statystyczne, takie jak RDA (Redundancy Analysis), które dla każdego jeziora wykonane były w trzech okresach: stratyfikacji termicznej, mieszania się wód i w okresie przejściowym. Rozdział czwarty autoreferatu zawiera wnioski końcowe i podsumowanie, w którym doktorantka wyjaśnia, które wcześniej założone hipotezy udało się udowodnić.

Wyniki badań potwierdzają wpływ warunków meteorologicznych na rozwój złotowiciowców i okrzemek – charakterystyczny wzrost w okresie wiosenno-jesiennego mieszania się wód i spadek w czasie letniej stratyfikacji oraz w okresie zlodzenia jeziora. Analizy statystyczne wykazały korelację pomiędzy cystami chryzofitów i okrzemkami a temperaturą powietrza i prędkością wiatru w przypadku jezior o niższym poziomie troficznym (Łazduny i Rzęśniki), natomiast nie wykazały korelacji w przypadku bardziej zeutrofizowanego jeziora Żabińskiego. Pomimo wyraźnego wpływu warunków meteorologicznych na rozwój populacji

złotowiciowców i okrzemek, nie jest możliwe zidentyfikowanie konkretnych morfotypów cyst chryzofitów i gatunków okrzemek, których zmienność jest modelowana wyłącznie przez warunki meteorologiczne.

W autoreferacie zamieszczone są dwie plansze z wybranymi morfotypami złotowiciowców. Osobiście brakuje mi planszy przedstawiającej okrzemki (na zasadzie równego traktowania dwóch głównych analiz), chociażby tylko tych dominujących, zwłaszcza, że wiele gatunków powtarza się we wszystkich jeziorach badanych przez doktorantkę.

Po zapoznaniu się z treścią autoreferatu i dołączonych artykułów stwierdzam, że mgr Agnieszka Szczerba opanowała wiedzę oraz umiejętności niezbędne do wykonywania badań środowiskowych przy wykorzystaniu cyst chryzofitów i okrzemek. Publikacje wraz z autoreferatem tworzą uzupełniającą się całość. Uważam, że rozprawa w zupełności spełnia wszystkie wymogi formalne i merytoryczne, stawiane rozprawom doktorskim określone na podstawie Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. (Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, Dz.U. 2018 r. poz. 1668 z późn. Zm.). W związku z tym wnioskuję do Rady Dyscypliny Nauk o Ziemi i Środowisku o dopuszczenie mgr Agnieszki Szczerby do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Elnie Szczerba

