

Rozprawa jest oparta na bardzo solidnie zebranych i opracowanych materiałach dokumentacyjnych. Posiada także znaczną wartość merytoryczną. Doktorant umiejętnie zastosował wybrane metody badawcze oraz wyciągnął z nich uzasadnione wnioski. Uważam zatem, że przedstawiona dysertacja spełnia wszystkie warunki stawiane rozprawom doktorskim przewidziane w obowiązującej Ustawie. A zatem wnioskuję do Wysokiej Rady Naukowej Wydziału Nauk Geograficznych i Geologicznych Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu o dopuszczenie mgr Remigiusza Tritta do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Szczecin, dnia 21 stycznia 2022 r.

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, cursive letters that appear to be 'R. Tritt'.

jest trochę mało czytelna. Praca została napisana jasnym i zwięzłym językiem, chociaż zdarzają się niekiedy drobne uchybienia stylistyczne i interpunkcyjne. Spis cytowanej literatury oraz innych źródeł, a także spisy rycin i tabel zostały przygotowane bardzo starannie.

Uwagi krytyczne i dyskusyjne

Według mojej oceny, tytuł rozprawy wydaje się być zawężony w stosunku do jej zawartości. Doktorant skupia się bowiem nie tylko na rozważaniach dotyczących samej cyrkulacji wód jeziornych oraz metod jej pomiaru, ale wiele uwagi poświęca również skutkom środowiskowym związanym bezpośrednio lub pośrednio ze zjawiskiem cyrkulacji.

Niezbyt szczęśliwe są tytuły rozdziałów 3 "Podstawy teoretyczne dotyczące ruchu i cyrkulacji wód jeziornych" oraz 5 "Badania ruchu i cyrkulacji wody", bowiem każdy mierzony przejaw ruchu wody jest elementem składowym jej cyrkulacji w jeziorze. Można ewentualnie mówić o cyrkulacji wody i ruchu mas wody czy też o cyrkulacji powietrza i ruchu mas powietrza.

Jak już wspomniałem, w rozdziale opisującym środowisko fizyczno-geograficzne badanych jezior brakuje informacji o osadach dennych, ich właściwości litologiczno-sedymentologicznych i geochemicznych. Nie wiemy czy w tych jeziorach dominują osady organiczne np. typu gytji detrytusowych, czy też może osady węglanowe. Być może wiedza o charakterze tych osadów pozwoliłaby na pogłębioną interpretację wyników badań składu chemicznego wody w ujęciu czasowo-przestrzennym. Wszakże sam Doktorant niejednokrotnie wspomina o wzajemnym wpływie wody i osadów na kształtowanie się ich składu chemicznego.

Podsumowanie

Rozprawa doktorska mgr Remigiusza Tritta stanowi wartościowe i wielowątkowe studium limnologiczne. Wnosi ona istotne wartości poznawcze, szczególnie w zakresie funkcjonowania specyficznych geosystemów jeziornych jakimi są płytkie, polimiktyczne jeziora przepływowe. Uzyskane wyniki, szczególnie w odniesieniu do roli i znaczenia resuspcencji osadów, są niezwykle ważne dla właściwej interpretacji zmian środowiskowych rekonstruowanych na podstawie multi-proxy analizy osadów dennych.

fosforanów, chlorków, siarczanów, sodu, potasu, wapnia, magnezu, baru, żelaza, manganu i cynku, porównując uzyskane dane z wcześniej publikowanymi dla tych zbiorników.

Analiza zmienności poszczególnych parametrów chemicznych wody w powiązaniu z warunkami środowiskowymi dokumentuje, że:

- zawartość azotanów i fosforanów w wodach badanych jezior jest wyraźnie niższa w sezonie wiosenno-letnim, co można wiązać ze zużyciem tych związków przez fitoplankton;
- w okresie od września do stycznia wyższe stężenia części pierwiastków i związków chemicznych występowały w warstwie powierzchniowej wody, a w pozostałym okresie przy dnie, co może wiązać się z wypieraniem ku górze bogatszych w składniki wód przydennych, przez pogrążające się schłodzone wody powierzchniowe;
- wyraźnie niższe stężenia Fe i Mn notowane w wodach jeziornych w porównaniu z wodami dopływających rzek wskazuje na ich szybkie wytrącanie w środowisku jeziornym.

W końcowej części tego rozdziału Doktorant podjął się określenia zależności pomiędzy pionowym zasięgiem falowania, głębokością, mętnością, oraz ilorazem rozbiegu i głębokości a stężeniem poszczególnych pierwiastków i związków chemicznych w wodzie. Analiza korelacji wykonana osobno dla obu jezior pozwoliła na sformułowanie następującego wniosku:

- stwierdzona w Jeziorze Swarzędzkim wysoka ujemna korelacja pomiędzy stężeniem poszczególnych pierwiastków a głębokością wskazuje na istotne znaczenie resuspensji osadów (w Jeziorze Wolsztyńskim takiej zależności nie stwierdzono).

Dysertację kończy rozdział 8, w którym zostały zebrane najważniejsze wnioski merytoryczne, wynikające z analizy wykonanych pomiarów, a także wnioski o charakterze metodycznym, dotyczące możliwości zastosowania nowoczesnych technik, w tym zwłaszcza urządzenia ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*) w badaniach limnologicznych.

Recenzowana rozprawa doktorska została bardzo starannie przygotowana od strony edytorskiej. Na uwagę zasługują czytelne ryciny, dobrze ilustrujące i wzbogacające treść zawartą w tekście pracy. Jedynie rycina 18, prezentująca lokalizację punktów pomiarowych,

Stwierdzono również, że w obu jeziorach najwyższe prędkości maksymalne prądów są w znakomitej większości notowane w przedziale głębokości 0-25 cm. Im głębiej, tym frekwencja prędkości maksymalnych wykazuje tendencję zniżkową. Analiza składowych głównych wykonana dla czterech zmiennych - prędkości wiatru, rozbiegu fal, pionowego zasięgu falowania oraz prędkości prądu w całym pionie pomiarowym wykazała, że prędkość cyrkulacji zależy w większym stopniu od prędkości wiatru, podczas gdy zasięg falowania od ich rozbiegu.

Interesujące wyniki uzyskano w odniesieniu do zróżnicowania prędkości i kierunku ruchu wody wraz z głębokością, pomierzone w poszczególnych punktach badawczych, w różnych warunkach anemologicznych. Ich zróżnicowanie skłoniło autora do wyodrębnienia dwóch modeli cyrkulacji poziomych: (1) z pionowym rozwarstwieniem kierunków ruchu wody i przewagą prądów wyrównujących oraz (2) bez rozwarstwienia kierunków ruchu wody z przewagą prądów zgodnych w całym pionie. Modele te wiążą się z odmiennym sposobem cyrkulacji wody w badanych jeziorach, co Doktorant zilustrował na rycinach 51 i 52.

Rozdział piąty kończy krótkie omówienie wyników badań uzyskanych w kanale eksperymentalnym, które wykazały między innymi, że w badaniach nad ruchem wody wywołanym przez falowanie zdecydowanie bardziej przydatna jest metoda akustyczna (ADCP) nad metodą anemometrii laserowej (LDA).

W rozdziale 6 mgr Remigiusz Tritt prezentuje i omawia wyniki badań sezonowych zmian właściwości fizykochemicznych wody - przezroczystości, mętności, temperatury, przewodności elektrolitycznej i odczynu pH, dyskutując stosowane metody badawcze tych parametrów oraz konfrontując wyniki własne z wcześniej opublikowanymi. W tej części pracy Doktorant podejmuje się również kalibracji wyników uzyskanych za pomocą urządzenia ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*) w konfrontacji z wynikami przeprowadzonymi przenośnym mętnościomierzem. Zależność mętności od intensywności echa określona osobno dla obu badanych jezior odznacza się wysokim stopniem korelacji (współczynnik determinacji R^2 powyżej 0,7).

Z przeprowadzonej analizy składowych głównych wynika, że znaczący wpływ na mętność wód obu jezior wywiera resuspensja, która może stymulować wymianę chemiczną między osadami dennymi i wodą.

W rozdziale 7 mgr Remigiusz Tritt zawarł omówienie wyników analiz chemicznych wody badanych jezior, z uwzględnieniem przestrzennej i sezonowej zmienności stężenia azotanów,

akustycznego przepływomierza dopplerowskiego StreamPro firmy Teledyne RD Instruments, umożliwiającego określenie chwilowego kierunku ruchu oraz poziomej i pionowej prędkości przepływu cząstek w wybranych profilach pionowych. Mętność wody mierzono przy pomocy mętnościomierza HACH 2100P, a analizy chemiczne pobranych próbek wody wykonano w laboratorium Zakładu Chemii Analitycznej, Wydziału Chemii UAM.

Ruch wody analizowano nie tylko w warunkach terenowych, ale również w opatentowanym kanale eksperymentalnym, co umożliwiło pomiar prędkości ruchu wody dwoma niezależnymi metodami (akustyczna i anemometrii laserowej), w zmiennych warunkach falowania wzbudzanego tłokiem nurnikowym.

Zastosowana przez Doktoranta metodyka badań umożliwiła zebranie bogatego i bardzo wartościowego materiału analitycznego, który został zaprezentowany w kolejnych rozdziałach rozprawy.

W obszernym rozdziale piątym przedstawiono charakterystykę ruchu falowego wody i jego zasięgu pionowego na podstawie analizy wyników pomiarów terenowych i laboratoryjnych. Stwierdzono między innymi, że w badanych jeziorach zasięg głębokościowy falowania wiatrowego jest w znacznie większym stopniu zależny od średniego rozbiegu fal w danym punkcie pomiarowym aniżeli od samej prędkości wiatru. Znajduje to również odzwierciedlenie w wartościach średniego zasięgu głębokościowego falowania, a zarazem głębokości mieszania wiatrowego wody w jeziorach Swarzędzkim i Wolsztyńskim, różniących się pod względem obliczonej długości rozbiegu fal. Stwierdzono, że wyższe wartości średniego zasięgu falowania są charakterystyczne dla Jeziora Wolsztyńskiego, odznaczającego się wyraźnie wyższą średnią długością rozbiegu fal. Można zatem sądzić, że w warunkach zbliżonych średnich głębokości obu jezior (Swarzędzkie - 2.6 m; Wolsztyńskie - 2 m), w Jeziorze Wolsztyńskim może dochodzić do częstszej resuspensji osadów dennych, wpływających na wzrost mętności wody, co zresztą potwierdzają wyniki badań tego parametru, zaprezentowane w rozdz. 6 i 7.

W dalszej części rozdziału mgr Remigiusz Tritt przedstawia zaobserwowane i dobrze udokumentowane prawidłowości dotyczące prędkości ruchu wody oraz zmienności kierunków przepływu w poziomie i pionie. Prawidłowości te wykryto pomimo faktu, że dane obserwacyjne pochodziły jedynie z 16 punktów pomiarowych, po 8 z każdego jeziora. Na podstawie wartości średnich prędkości prądów wiatrowych, pomierzonych w płaszczyźnie poziomej na różnych głębokościach, we wszystkich stanowiskach pomiarowych, stwierdzono wyższe ich prędkości w Jeziorze Wolsztyńskim, szczególnie do głębokości ok. 2 m.

W celu zbadania wskazanych problemów mgr Remigiusz Tritt wyznacza sobie dość ambitne, następujące zadania badawcze, realizowane podczas prac terenowych i laboratoryjnych:

- określenie intensywności mieszania wody pod wpływem falowania wiatrowego, ze szczególnym uwzględnieniem jego zasięgu pionowego;
- podjęcie próby uchwycenia związku pomiędzy cyrkulacją wiatrową wody a zróżnicowaniem wybranych parametrów fizykochemicznych (mętność, temperatura, stężenie związków chemicznych);
- określenie możliwości wykorzystania akustycznej metody dopplerowskiej w badaniach limnologicznych (prędkość prądów cyrkulacyjnych, rozkład mętności).

W rozdziale dotyczącym charakterystyki obszaru badań zawarto informację o położeniu administracyjnym i fizyczno-geograficznym wybranych do badań jezior - Swarzędzkiego i Wolsztyńskiego. Scharakteryzowano również rzeźbę terenu, budowę geologiczną, pokrywę glebową, warunki klimatyczne oraz florę i faunę okolic tych jezior. Zawarto również informacje o rzekach przepływających przez te jeziora (Cybinie i Dojcy) oraz o cechach hydrograficznych samych jezior, a także bardzo podstawowe dane o wodach podziemnych w skali regionalnej, bez uwzględnienia ich wpływu na zasilanie badanych jezior. Istotnym mankamentem tego rozdziału jest brak jakiegokolwiek charakterystyki osadów dennych analizowanych jezior, a także podstawowych danych o ich zlewniach cząstkowych. A przecież charakter zlewni i sposób zasilania jezior determinuje w znacznym stopniu rodzaj akumulowanych osadów dennych, w konsekwencji wpływa na właściwości fizykochemiczne wód jeziornych.

Rozdział trzeci poświęcono prezentacji teoretycznych podstaw cyrkulacji wód w jeziorach przepływowych, z uwzględnieniem wpływu wiatru oraz miksji termiczno-gęstościowej.

Bardzo pozytywnie oceniam rozdział czwarty prezentujący metody badań zastosowane przez Doktoranta. Zawiera on wszystkie istotne informacje dotyczące metodyki przeprowadzonych badań, obejmujących pomiary ruchu wody, kierunku i prędkości wiatru, wybranych parametrów fizykochemicznych wody (temperatura, pH, oporność, przewodność elektrolityczna oraz przezroczystość wody) oraz pobór próbek wody do dalszych badań laboratoryjnych. Obserwacje te zostały przeprowadzone na 16 stacjach (po 8 na każdym jeziorze) w comiesięcznych terminach od czerwca 2019 do maja 2020 r. Należy podkreślić, że w przypadku ruchu wody zastosowano nowoczesną metodę pomiaru, z wykorzystaniem

Prof. dr hab. Ryszard K. Borówka
Instytut Nauk o Morzu i Środowisku
Uniwersytet Szczeciński

Recenzja
rozprawy doktorskiej mgr Remigiusza Tritta
pt. "Cyrkulacja wód w polimiktycznych jeziorach przepływowych na przykładzie jezior
Swarzędzkiego i Wolsztyńskiego"

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska obejmuje 130 stron tekstu (w tym 99 rycin i 14 tabel), a ponadto 9 stron spisu literatury oraz 7 stron spisu tabel i rycin. Dość obszerna i pieczołowicie zestawiona bibliografia obejmuje 151 pozycji. Jednakże, w spisie literatury nadgorliwie umieszczono prace, które jak wynika z tekstu, były cytowane "z drugiej ręki". Dotyczy to około 20 pozycji.

Rozprawa składa się z 7 rozdziałów oraz podsumowania i wniosków. Cztery rozdziały wstępne (1. Wstęp; 2. Charakterystyka obszaru badań; 3. Podstawy teoretyczne dotyczące ruchu i cyrkulacji wód jeziornych; 4. Metody badań) obejmują łącznie 38 stron, tj. 29 % tekstu. Kolejne trzy rozdziały analityczne (5. Badania ruchu i cyrkulacji wody; 6. Właściwości fizykochemiczne wody; 7. Czasowa i przestrzenna zmienność wybranych właściwości chemicznych wody) stanowią 86 stron, tj. ok. 66 % tekstu rozprawy, natomiast podsumowanie i wnioski zebrano jedynie na 4 stronach.

W rozdziale wstępnym autor formułuje między innymi kilka pytań badawczych, będących jednocześnie problemami, którymi zamierza się zająć. Można je sprowadzić do dwóch podstawowych zagadnień:

- na ile parametry fizyczne i chemiczne wód jeziornych podlegają przestrzennemu różnicowaniu w wyniku cyrkulacji wód pod wpływem wiatru ?
- w jaki sposób kształtuje się wpływ rzek zasilających jeziora przepływowe na przestrzenne różnicowanie ruchu wody oraz jej wybranych parametrów fizykochemicznych.