

Dr hab. Agata Weydmann-Zwolicka
profesor Uniwersytetu Gdańskiego
Pracownia Biologii Planktonu
Katedra Biologii Morza i Biotechnologii

21.08.2023 r. Gdynia

**Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Marleny Szeligowskiej
„Dynamics of plankton and particles distribution in the coastal Arctic waters
affected by glacial meltwater (West Spitsbergen)”**

Zakres i układ rozprawy

Przesłana mi do recenzji rozprawa doktorska Pani mgr inż. Marleny Szeligowskiej zatytułowana „Dynamics of plankton and particles distribution in the coastal Arctic waters affected by glacial meltwater (West Spitsbergen)” [PL *Dynamika rozmieszczenia planktonu i cząstek w arktycznych wodach przybrzeżnych będących pod wpływem wód roztopowych z lodowców (Zachodni Spitsbergen)*], została wykonana w Zakładzie Ekologii Morza Instytutu Oceanologii PAN w Sopocie pod kierunkiem prof. dr hab. Katarzyny Błachowiak-Samołyk oraz dr hab. Emilii Trudnowskiej.

Omawiana rozprawa doktorska liczy 143 strony i została napisana w języku angielskim. Na jej główną część składają się trzy publikacje, opublikowane w bardzo dobrych czasopismach o zasięgu międzynarodowym, oraz manuskrypt czwartej publikacji, które są poprzedzone kilkunastuściowym streszczeniem w językach angielskim i polskim. Na końcu pracy została zamieszczona tabela z zakresem prac wykonanych przez poszczególnych współautorów, po której następują podpisane deklaracje autorów.

Pierwsza publikacja wchodząca w skład rozprawy, zatytułowana “Spatial patterns of particles and plankton in the warming Arctic Fjord (Isfjorden, West Spitsbergen) in seven consecutive mid-summers (2013–2019)”, która ukazała się w 2020 r. we *Frontiers in Marine Science*, którego obecny *Impact Factor* wynosi 3.7, a według punktacji Ministerstwa Edukacji i Nauki z dnia 17 lipca 2023 r. uzyskało 140 pkt. Doktorantka jest pierwszą autorką spośród sześciu współautorów i zgodnie z deklaracją umieszczoną na końcu rozprawy była odpowiedzialna za opracowanie danych, przygotowanie części rysunków i tabel oraz brała udział w pisaniu manuskryptu; jest także autorką korespondencyjną. Publikacja ta została oparta o siedmioletni (2013-2019) zbiór próbek różnych frakcji organizmów planktonowych i danych dotyczących odpowiadającym im wielkościowo cząsteczek z Isfjorden, największego fiordu Zachodniego Spitsbergenu, a najważniejsza obserwacja

dotyczy spadku liczebności zooplanktonu przy równoczesnym wzroście ilości największych cząsteczek wzdłuż gradientu od basenu głównego fiordu do wód przylodowcowych.

Druga praca, wchodząca w skład rozprawy doktorskiej Pani Marleny Szeligowskiej, nosi tytuł „*The interplay between plankton and particles in the Isfjorden waters influenced by marine- and land-terminating glaciers*” i została opublikowana w 2021 r. w czasopiśmie *Science of The Total Environment*, którego aktualny *Impact Factor* wynosi 9,8, a punktacja MEiN 200 pkt. Publikacja ta liczy ośmiu współautorów, a Doktorantka jest pierwszym z nich, pełni również rolę autora korespondencyjnego. Według deklaracji autorów Doktorantka brała udział w planowaniu badań, analizie statystycznej i pisaniu manuskryptu oraz przygotowała ryciny i tabelę. Badania prowadzone do tej publikacji częściowo pokrywają się z poprzednio omówionymi, dotyczą bowiem tych samych obiektów badawczych, z tego samego fiordu i sezonu letniego 2019 r., jednak były bardziej kompleksowe, objęły także większy obszar, a stacje pomiarowe były zlokalizowane w głównym basenie Isfjorden i jego bocznych odnogach, przy lodowcach o różnym stadium recesji. Wykazano, że w wodach będących pod wpływem lodowców i rzek, o niskiej przezroczystości oraz wysokiej koncentracji agregatów morskich i zawiesiny nieorganicznej, produkcja pierwotna była skupiona w powierzchniowej warstwie kolumny wody. Natomiast w przezroczystych wodach otwartego fiordu, będących pod wpływem wód atlantyckich, zaobserwowano większą różnorodność i liczebność producentów pierwotnych oraz większych frakcji zooplanktonu, przy braku różnic dla mikrozooplanktonu.

Trzecia publikacja „*Dark plumes of glacial meltwater affect vertical distribution of zooplankton in the Arctic*” została opublikowana w 2022 r. w *Scientific Reports* (*Impact Factor* 4,996; 140 pkt MEiN), a mgr inż. Marlena Szeligowska jest pierwszą autorką, spośród czterech współautorów. W tej pracy Doktorantka także była autorką korespondencyjną i – zgodnie z deklaracjami wkładu pracy poszczególnych osób - brała również udział w planowaniu badań, analizie statystycznej i pisaniu manuskryptu oraz opracowała ryciny i tabele. Praca ta koncentruje się na wpływie przezroczystości wody na zooplankton, przede wszystkim na kluczowe dla funkcjonowania morskiego ekosystemu Arktyki widłonogi z rodzaju *Calanus* i opiera się o dane zebrane również w 2019 r., z rejonu zachodniego wybrzeża Spitsbergenu (fiordy: Kongsfjorden, Isfjorden i Hornsund oraz rejon lodowca Torella). Przeprowadzone badania potwierdziły postawioną hipotezę, że przezroczystość wody jest ważnym czynnikiem wpływającym na pionową strukturę zbiorowiska zooplanktonu, zarówno na widłonogi z rodzaju *Calanus*, jak i planktonowe drapieźniki należące do organizmów galaretowatych, głównie żebroplawy z gatunku *Mertensia ovum*.

Ostatnia praca, zamieszczona jako manuskrypt pod tytułem „*Blue carbon estimates in Hornsund, an expanding Arctic fjord affected by dark plumes of glacial meltwater*” została złożona do *Global Change Biology*. Lista współautorów obejmuje siedem osób, a wkład Pani Marleny Szeligowskiej polegał na zdobyciu finansowania, opracowaniu modelu, wykonaniu analiz statystycznych, przygotowaniu rysunków i tabel oraz uczestniczeniu w pisaniu manuskryptu. Ta część rozprawy przedstawia wpływ cofania się lodowców uchodzących do morza i zwiększonego dopływu nieorganicznej materii zawieszanej na pierwotną i wtórną produkcję planktonu, w oparciu o zdjęcia satelitarne i jednowymiarowy sprzężony model fizyczno-biogeochemiczny z fiordu Hornsund. Na tej podstawie wykazano, że wynikiem badanych procesów, które wpływają na pogorszenie się warunków świetlnych w kolumnie wody, może być opóźnienie zakwitu i mniejsza biomasa fitoplanktonu, zooplanktonu i makrobentosu.

Ogólna ocena pracy

Ze względu na zmianę klimatu i towarzyszące jej zjawiska, odczuwalne szczególnie w Arktyce, takie jak wzrost temperatury, redukcja sezonowej pokrywy lodowej, topnienie i cofanie się lodowców, zwiększony spływ wód roztopowych oraz intensyfikacja napływu wód pochodzenia atlantyckiego, tematyka, którą zajęła się Doktorantka ma szczególne znaczenie. Tym większe, iż powyższe zmiany środowiskowe znacząco wpływają na organizmy zamieszkujące Arktykę, wśród których są również rośliny i zwierzęta uważane za kluczowe dla funkcjonowania zarówno morskich, jak i lądowych ekosystemów. Dotyczy to zwłaszcza planktonowych pierwotniaków oraz zooplanktonu, odpowiedzialnych za produkcję pierwotną i wtórną w kolumnie wody, a więc stanowiących podstawę morskiej sieci troficznej. Organizmy te są silnie zależne od panujących warunków świetlnych, więc ciemne i nieprzezroczyste wody roztopowe niosące rozpuszczoną i zawieszoną materię organiczną, które trafiają do rejonów przybrzeżnych Arktyki z topniejących lodowców, mogą znacząco wpłynąć na rozmieszczenie tych przedstawicieli planktonu, a co za tym idzie – na funkcjonowanie lokalnych ekosystemów.

Multidyscyplinarne i oparte o szeroki wachlarz metod podejście pozwoliło Doktorantce na wielowymiarowe spojrzenie na funkcjonowanie pelagialu w arktycznych fiordach, łączące cząsteczki mineralne, fitoplankton (czy ściślej – planktonowe pierwotniaki) i zooplankton, które do tej pory zazwyczaj były analizowane oddzielnie. W tym aspekcie, za szczególnie cenne uważam połączenie wykorzystania nowych narzędzi i metod badawczych takich jak LOPC (ang. *Laser Optical Plankton Counter*), LISST (ang. *Laser In Situ Scattering and Transmissometry Instrument*) oraz podwodnych kamer z tradycyjnymi metodami oznaczania próbek zooplanktonu i planktonowych

pierwotniaków, opartych o analizy morfologiczne. Dzięki temu udało się przybliżyć wpływ wywierany przez topniejące lodowce na warunki panujące w kolumnie wody oraz planktonowe organizmy, które je zamieszkują.

Z prac składających się na rozprawę wynika, że Pani Marlena Szeligowska miała dostęp do gotowych danych, a także sprzętu i środków oraz była członkinią świetnego zespołu naukowego. Doktorantka bardzo dobrze wykorzystała szansę, którą otrzymała wraz z możliwością pracy z tak cennymi danymi i w tak dobrej grupie badawczej, co niewątpliwie wpłynęło na wysokiej jakości publikacje, które powstały w ramach tej współpracy. To jednak sprawia pewną trudność w ocenie rzeczywistego wkładu Doktorantki w powstanie poszczególnych prac. Według tabeli zamieszczonej na końcu rozprawy (str. 143), zakres pracy mgr inż. Marleny Szeligowskiej wahał się od przygotowania rycin i współudziału przy pisaniu manuskryptu (wraz z dwiema innymi współautorkami) oraz jego końcowej korekty w publikacji pierwszej, do współudziału we wszystkich etapach powstawania ostatniego manuskryptu.

Biorąc pod uwagę wysoki poziom merytoryczny publikacji, które zostały opublikowane w bardzo dobrze notowanych czasopismach i już mają po kilka-kilkanaście cytowań, a także szeroki wachlarz stosowanych przez Doktorantkę metod analitycznych, wysoko oceniam przedstawioną mi do recenzji rozprawę doktorską mgr inż. Marleny Szeligowskiej.

Uwagi

Moja najważniejsza uwaga krytyczna odnosi się do tego, że w ocenianej rozprawie brakuje wspólnego wstępu, hipotez badawczych i celu/celów przeprowadzonych badań, a przede wszystkim podsumowania i wniosków, które połączyłyby w całość wszystkie cztery przedstawione prace i usprawiedliwiłyby ich dobór w rozprawie doktorskiej mgr inż. Marleny Szeligowskiej. Do pewnego stopnia taką rolę pełni streszczenie, zamieszczone na początku pracy, jednak moim zdaniem rozprawa doktorska wymaga bardziej formalnej struktury, a przede wszystkim podsumowujących ją wniosków wynikających z badań zaprezentowanych w poszczególnych publikacjach, które się nań składają.

Ze względu na to, iż prace stanowiące trzon rozprawy zostały już poprawione według wskazań recenzentów, a następnie w obecnej formie zostały zaakceptowane przez redaktorów danych czasopism (na marginesie podkreślę, że bardzo dobrych czasopism), jest to specyficzna sytuacja dla recenzenta rozprawy doktorskiej. Dlatego kilka uwag, o których wspomnę, należy traktować jako element dyskusji nad już powstałymi artykułami lub ewentualne sugestie do przyszłych publikacji, a nie zarzuty do tych omawianych.

W publikacji pierwszej “*Spatial patterns of particles and plankton in the warming Arctic Fjord (Isfjorden, West Spitsbergen) in seven consecutive mid-summers (2013–2019)*”, opublikowanej we *Frontiers in Marine Science*, brakuje analizy uwzględniającej wpływ czynników środowiska na obserwowaną zmienność planktonu i cząsteczek (takich jak np. analiza redundancji RDA, lub analiza korelacji kanonicznych CCA, czy modeli liniowych opartych o odległości DistLM). Taki wpływ jest jedynie przedyskutowany, podczas gdy wykonanie wspomnianych analiz pozwoliłoby na jego formalne przetestowanie statystyczne oraz określenie istotności wpływu, a także hierarchię ważności poszczególnych czynników środowiskowych wpływających na badane organizmy planktonowe i cząsteczki obecne w kolumnie wody.

Z kolei w publikacji trzeciej “*Dark plumes of glacial meltwater affect vertical distribution of zooplankton in the Arctic*” brakuje informacji w jakim programie została wykonana analiza redundancji RDA oraz jakie zmienne zostały środowiskowe uwzględnione przy podziale wariacji pomiędzy poszczególne grupy zmiennych, a także czy zostały one wcześniej przetestowane - a więc czy do ostatecznego modelu, który został przedstawiony w publikacji, zostały włączone jedynie zmienne istotne (takie podejście byłoby bardziej poprawne z punktu widzenia statystyki), czy wszystkie dostępne?

W pierwszych trzech publikacjach używane jest także ogólne pojęcie „zooplankton galaretowaty”, tradycyjnie obejmujące parzydełkowce (Cnidaria) i żebroplawy (Ctenophora), podczas gdy z tekstu wynika, że były to głównie żebroplawy, a w zasadzie jeden przedstawiciel tej grupy organizmów *Mertensia ovum*. Chciałabym poznać zdanie Doktorantki, czy używanie terminu „zooplankton galaretowaty” na podstawie obecności głównie jednego gatunku i utożsamianie go z zooplanktonowymi drapieżnikami jest w pełni uzasadnione? Bardzo proszę również o informację na temat obecności innych przedstawicieli zooplanktonu galaretowatego w analizowanych próbkach, a także o komentarz na temat ewentualnej zmiany wyników i wniosków, w przypadku większej liczby taksonów zaliczanych do tej grupy.

Poniżej przedstawiam również (krótką) listę drobnych błędów edytorskich i interpunkcyjnych obecnych w pracy.

- Publikacja 1: brakuje przecinków, które ułatwiłyby czytanie.
- Publikacja 2, Supplementary Table 3 (str. 60): Temperatura z $p=0.052$ jest wytłuszczona jako czynnik istotnie wpływający na planktonowe pierwotniaki. Przy poziomie istotności $\alpha=0.05$, zazwyczaj używanym w naukach przyrodniczych, temperatura nie powinna być zaliczona do zmiennych istotnych.

Podsumowanie

Podsumowując chciałabym podkreślić, że pomimo przedstawionych uwag, moja ogólna opinia o przedstawionej mi do recenzji rozprawie doktorskiej Pani mgr inż. Marleny Szeligowskiej jest bardzo pozytywna. Niewątpliwie stanowi ona oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i udowadnia świetny warsztat badawczy Doktorantki. Tym samym uważam, że rozprawa mgr inż. Marleny Szeligowskiej zatytułowana „*Dynamics of plankton and particles distribution in the coastal Arctic waters affected by glacial meltwater (West Spitsbergen)*” [PL *Dynamika rozmieszczenia planktonu i cząstek w arktycznych wodach przybrzeżnych będących pod wpływem wód roztopowych z lodowców (Zachodni Spitsbergen)*] spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim, zgodnie z obowiązującą ustawą. Stawiam zatem wniosek o dopuszczenie jej do kolejnych etapów przewodu doktorskiego, w tym do publicznej obrony rozprawy doktorskiej.

Kierownik
PRACOWNI BIOLOGII PLANKTONU
Wydział Oceanografii i Geografii

dr hab. Agata Weydmann-Zwolicka
profesor Uniwersytetu Gdańskiego