

dr hab. Luiza Bielecka
Zakład Funkcjonowania Ekosystemów Morskich
Instytut Oceanografii
Uniwersytet Gdański
Al. Marszałka Piłsudskiego 46
81-378 Gdynia

Gdynia, 01.04.2019 r.

Recenzja pracy doktorskiej Pani mgr Kai Bałazy

pt. „The phenology of key *Calanus* species in the context of food demand
of little auk (*Alle alle*) nesting on Spitsbergen”

(„Fenologia kluczowych gatunków z rodzaju *Calanus* w kontekście zapotrzebowania
pokarmowego alczyka (*Alle alle*) gniazdującego na Spitsbergenie”)

Praca została wykonana w Instytucie Oceanologii Polskiej Akademii Nauk w Sopocie pod kierunkiem Pani prof. IO PAN, dr hab. Katarzyny Błachowiak-Samołyk i Pani dr Emilii Trudnowskiej, promotora pomocniczego.

Recenzję opracowano w związku z uchwałą Rady Naukowej IO PAN z dnia 5 lutego 2019 roku.

Wpływ ocieplenia klimatu na funkcjonowanie ekosystemów morskich to często podejmowany temat w nauce ostatnich lat. Ważnym poligonem badawczym w tym zakresie stała się Arktyka – czuły punkt na mapie globalnego ocieplenia. To tutaj obserwuje się dynamiczną przebudowę zespołów zooplanktonowych, wywołaną wzrostem temperatury i natężenia napływu wód pochodzenia atlantyckiego. Przebudowa ta realizuje się m.in. na poziomie struktury gatunkowej (wzrost roli gatunków borealnych), demograficznej (przesunięcie w czasie występowania poszczególnych stadiów rozwojowych), czy wielkościowej (redukcja rozmiarów ciała w obrębie gatunku). Zooplankton jest ważnym ogniwem sieci troficznych, kluczowym źródłem pokarmu dla wielu ściśle wyspecjalizowanych planktonożerców, w związku z tym należy spodziewać się, że wszelkie zmiany dotyczące tej formacji będą brzemiennie w skutkach. Przewidywanie kierunku tych zmian, rozpoznanie ich natury i ewentualne przeciwdziałanie (które zawsze jest wynikiem uprzedniego poznania) to ogromna odpowiedzialność dla naukowców. W taki nurt działań doskonale wpisują się badania Pani mgr Kai Bałazy, przedstawione w przedłożonej dysertacji, skupiające się na dwóch kluczowych taksonach arktycznego ekosystemu (planktonowych Calanoida oraz planktonożernym alczyku) i ich wzajemnych interakcjach.

Rozprawa stanowi zwarte opracowanie o charakterze monograficznym, którego wiodącym tematem jest poznanie, w kontekście zmian związanych z globalnym ociepleniem, fenologii widłonogów z rodzaju *Calanus* (*Calanus finmarchicus* i *Calanus glacialis*) i ich

dostępności jako pożywienia dla gniazdujących na Spitsbergenie, wysoko wyspecjalizowanych pod względem troficznym alczyków (*Alle alle*). Praca liczy łącznie 136 stron, jej układ jest bardzo przejrzysty i czytelny. Składa się z pięciu zasadniczych części: wstępu obszernie wprowadzającego w zakres tematyczny pracy i postawione cele badawcze (8 stron), rozdziału zawierającego opis rejonu badań oraz metodykę prac terenowych, laboratoryjnych i analizy danych (11 stron), kolejnego – poświęconego opisowi wyników badań (60 stron), oraz dyskusji i wniosków (w sumie 24 strony). Dodatkowo, na początku pracy umieszczono streszczenie napisane w języku polskim oraz w języku angielskim (łącznie 11 stron). Całość opatrzone 17 stronami zacytowanej w tekście literatury, na którą składa się aż 245 wyłącznie anglojęzycznych pozycji. Materiały źródłowe, do których odnosi się Doktorantka, to głównie artykuły w czasopismach naukowych i książkach wydanych w ostatnim dwudziestolecu, co bardzo dobrze świadczy o znajomości współczesnej literatury przedmiotu. Praca wzbogacona jest 49 rycinami i 28 tabelami prezentującymi obiekt i rejon badań, charakterystyki środowiska oraz uzyskane w pracy wyniki i omawiane zależności. Na końcu pracy znajduje się spis rysunków i tabel.

Rozprawa, poza wspomnianym streszczeniem, w całości napisana jest w języku angielskim. Widać, że dla Doktorantki posługiwanie się tym językiem nie stanowi żadnego problemu. Używa go bardzo starannie, precyzyjnie, fachowo, tekst jest napisany w sposób jasny i logiczny, a zarazem oszczędny. Praca jest także bardzo umiejętnie przygotowana od strony edytorskiej, dopracowana estetycznie. Wszystko to sprawia, że czyta się ją bardzo przyjemnie.

Wychodząc naprzeciw wyzwaniom naukowym związanym ze zmianami i głęboką przebudową ekosystemów polarnych, Pani mgr Kaja Bałazy podjęła duży wysiłek merytoryczny i logistyczny, by opisać szczegółową strukturę wiekową – kopepoditową dwóch gatunków widłonogów należących do rodzaju *Calanus*, (borealnego *C. finmarchicus* i arktycznego *C. glacialis*). W oparciu o fenologię tych skorupiaków obrała sobie także za cel zbadanie konceptu dopasowania/niedopasowania (*ang. match/mismatch*) szczytu dostępności starszych stadiów rozwojowych *Calanus* i okresu największego zapotrzebowania na tego rodzaju pokarm u gniazdujących na Spitsbergenie alczyków. Szczegółowe cele Doktorantka sformułowała w pracy doktorskiej w postaci pięciu jasno sprecyzowanych pytań badawczych uwzględniających czasowo-przestrzenną zmienność: struktury populacji *Calanus* spp., wielkości osobników (długości prosomy), ich rozmieszczenia oraz dostępności w kontekście dalszego ocieplenia klimatu. By sprostać temu zadaniu, Doktorantka starannie zaplanowała

cykl badań w dwóch reprezentatywnych dla zachodniego Spitsbergenu obszarach o odmiennych warunkach hydrograficznych – w fiordach Kongsfjord i Hornsund. Badania przeprowadzone zostały w sezonach letnich, w ujęciu między letnim (2015 i 2016) i krótkoterminowym (3 próbkowania w trakcie jednego sezonu). W celu lepszego rozpoznania struktury kopepoditowej *Calanus* spp. użyto bardziej selektywnej sieci planktonowej o średnicy oczek 180 μm . Próbkę zooplanktonu zebrano do głębokości 50 m, tożsamej z głębokością nurkowania alczyków. Dodatkowo wykorzystano nowatorski zestaw pomiarowy, który dostarczył dane o obfitości i strukturze wielkościowej skupisk planktonu (LOPC) oraz informacje środowiskowe na temat temperatury, zasolenia (CTD) i fluorescencji chlorofilu (fluorymetr) w rejonach badań. Ostatnim komponentem badawczym w terenie były próbki diety alczyka zebrane przez ornitologów w okresie pierwszych trzech tygodni życia piskląt. Dalszy etap prac odbywał się w laboratorium, gdzie próbki poddane zostały gruntownej analizie jakościowo-ilościowej i morfometrycznej.

Dobrze przemyślany i uzasadniony merytorycznie cykl badań, a także wielość wykonanych analiz/pomiarów i doskonale opanowanie warsztatu analizy statystycznej umożliwiły Pani mgr Kai Bałazy uzyskanie cennych danych, które bardzo skutecznie wykorzystwała. Po pierwsze potwierdziła, że rozkłady wielkości dwu gatunków widłonogów połączonych w kompleks *Calanus* spp. rzeczywiście znacząco odbiegają od rozkładu normalnego, co uzasadnia (z powodu braku wyraźnych różnic morfologicznych i biometrycznych) połączenie ich dla celów pracy w jedną grupę, a w przyszłości poddanie identyfikacji molekularnej. Wykazała, że przewaga mniejszych organizmów, zarówno na poziomie taksonomicznym (np. widłonoga *Oithona similis* i meroplanktonowych larw *Bivalvia*), jak i populacyjnym (osobników osiągających w populacji mniejsze rozmiary), w cieplejszym rejonie (Kongsfjorden) jest zgodna z prognozowanym kierunkiem reorganizacji zbiorowisk zooplanktonu jako odpowiedzią na postępujące ocieplenie klimatu. Kompleksowe badania umożliwiły także Doktorantce prześledzenie skupisk widłonogów należących do rodzaju *Calanus*, które zaobserwowała głównie w mniej zasolonej, zimnej powierzchniowej warstwie wody w Hornsundzie. Dodatkowo udowodniła, że struktura kopepoditowa *Calanus* spp. różni się przestrzennie i czasowo, a rozwój jest procesem niezwykle dynamicznym i wrażliwym na zmieniające się warunki środowiskowe. Wyniki te wydają się mieć znaczenie nie tylko w kontekście jakościowo-ilościowych zmian w obrębie zooplanktonu, ale także w kontekście diety pokarmowej alczyków. Choć Doktorantka wykazała dużą plastyczność ptaków w zdobywaniu pokarmu w obydwu rejonach badań, udowodniła jednak, że lepsza

zgodność i dopasowanie w czasie stopnia rozwoju populacji widłonogów z zapotrzebowaniem alczyków występuje w chłodniejszym rejonie, w Hornsundzie.

Najcenniejszą częścią rozprawy doktorskiej Pani mgr Kai Bałazy jest opracowanie, skalibrowanie i zastosowanie matematycznego modelu predykcji możliwych zmian w zależności od przyjętych scenariuszy zakresu ocieplenia. Model ten prognozuje, że wzrost temperatury zgodny z aktualnie obserwowanym trendem, może doprowadzić do znacznej redukcji dostępności późnych stadiów rozwojowych *Calanus* spp. w okresie największego zapotrzebowania ze strony alczyków. Wyniki modelu wskazują, że cykle rozwojowe *Calanus glacialis* i *Calanus finmarchicus* najprawdopodobniej ulegną skróceniu, a struktura kopepoditowa obu gatunków nie będzie na tyle właściwa i zastępowalna, by zabezpieczyć w stosownym czasie preferencje pokarmowe planktonożernych ptaków, co za tym idzie ich sukces rozrodczy. To z kolei może prowadzić do poważnych zaburzeń w funkcjonowaniu całego ekosystemu.

Praca doktorska Pani mgr Kai Bałazy to bardzo ciekawe, dobrze zaplanowane i poprowadzone dzieło naukowe. Dostarcza nam kompleksowego spojrzenia na funkcjonowanie arktycznych ekosystemów pelagicznych w dobie ocieplenia, szczególnie w odniesieniu do fenologii kluczowych w planktonie widłonogów i relacji ofiara-drapieżca. Uzyskane wyniki badań, o wysokiej rozdzielczości czasowo-przestrzennej, opracowane z użyciem zaawansowanej analizy statystycznej, wnoszą wiele cennych, zupełnie nowych informacji na temat możliwej zmienności rozmieszczenia i struktury zooplanktonu oraz strategicznie ważnego dla ekosystemu Arktyki alczyka. W opisie tych zjawisk Doktorantka umiejętnie połączyła tradycję z nowoczesnością, co niewątpliwie wymagało od Niej zdobycia szerokiego spektrum umiejętności. Przeprowadzone prace badawcze, interpretacja wyników, dyskusja i wnioskowanie wskazują na wysoki poziom wiedzy biologicznej i ekologicznej, doskonałe osadzenie w literaturze i dużą dojrzałość naukową. Dzięki temu przemyślane, konsekwentnie realizowane badania pozwoliły Pani mgr Kai Bałazy udzielić odpowiedzi na wszystkie postawione pytania badawcze, tym samym osiągnąć wyznaczone cele. Trudno doszukać się w pracy Doktorantki szczególnych mankamentów. Jest merytorycznie i edytorsko bardzo starannie przygotowana. Dlatego, w kontekście przyszłych badań, pozwolę sobie jedynie zapytać Doktorantkę: na ile rozdzielenie bliźniaczych gatunków z rodzaju *Calanus* mogłoby zmienić interpretację interakcji pomiędzy alczykami a widłonogami?

Podsumowując, w mojej opinii, rozprawa doktorska Pani mgr Kai Bałazy stanowi dojrzałe, oryginalne i cenne dzieło naukowe. Praca spełnia wymagania określone w art. 13

ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2003 nr 65, poz. 595, z późn. zm.), dlatego przedkładam Szanownej Radzie Naukowej Instytutu Oceanologii Polskiej Akademii Nauk w Sopocie wniosek o przyjęcie rozprawy doktorskiej i dopuszczenie Pani mgr Kai Bałazy do kolejnych etapów przewodu doktorskiego. Jednocześnie, biorąc pod uwagę bardzo wysoki poziom merytoryczny pracy i jej nowatorski charakter, wnioskuję o wyróżnienie jej stosowną nagrodą.

Luiza Siedlecka