



Poznań, 05.01.2026 r.

dr hab. Krzysztof Zawierucha
Zakład Taksonomii i Ekologii Zwierząt
Wydział Biologii UAM
Uniwersytetu Poznańskiego 6
61-614 Poznań

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ PANI MGR ANNY MARII SOWY

Recenzja została przygotowana na wniosek Rady Naukowej Instytutu Oceanologii Polskiej Akademii Nauk w postępowaniu o nadanie stopnia doktora mgr Annie Marii Sowie (pismo DS/393/25 z dnia 22.10.2025). Rozprawa doktorska przygotowana została pod kierunkiem dr. hab. Lecha Kotwickiego, prof. IO PAN oraz dr hab. Anny Iglikowskiej, prof. UG. W pracy badawczej pod tytułem *Proces kolonizacji w strefie litoralnej dynamicznego środowiska morskiego Arktyki*, mgr Anna Maria Sowa skupiła się na różnorodności biologicznej oraz czynnikach wpływających na proces kolonizacji dna twardego w oparciu o długoterminowy eksperyment terenowy realizowany w europejskiej części Arktyki.

Rozprawa doktorska napisana jest w języku angielskim z krótkim streszczeniem pracy także w języku polskim. Rozdział pierwszy przedstawia, krótki, ale satysfakcjonujący opis obecnego stanu wiedzy oraz tła badań, a także główne cele prac badawczych. Rozdział drugi to opis terenu badań, eksperymentu w terenie, poboru prób, identyfikacji fauny oraz analiz statystycznych. Rozdziały trzeci, czwarty oraz piąty są przedstawione w formie manuskryptów publikacji naukowych, rozdziały te stanowią także kluczową część rozprawy zawierającą wyniki oraz dyskusję. Rozdział szósty stanowi krótkie, spójne podsumowanie wyników. Kolejne części pracy to lista rycin, tabel, bibliografia oraz obszerny materiał dodatkowy. Łącznie rozprawa opiewa na 113 stron maszynopisu.

Badania zgrupowań dna twardego nie należą do najczęstszych ze względu na trudności związane z poborem materiału oraz nabycia eksperckiej wiedzy niezbędnej do identyfikacji organizmów. Uzyskany przez autorkę zbiór danych stanowi istotne źródło informacji referencyjnych dla badaczy ekosystemów morskich w Arktyce, jest też niezwykle ciekawym fragmentem z życia organizmów dna twardego Arktyki, a dokładnie zmian różnorodności biologicznej na przestrzeni lat. W literaturze cytowano pozycje starsze (np. z lat 70.) oraz najnowsze. W spisie literatury znajdują się artykuły, ale też kluczowe, czy raporty. Świadczy to o solidnym przygotowaniu teoretycznym doktorantki do napisania rozprawy doktorskiej.

Zapoznanie się z rozprawą doktorską, w szczególności z wynikami badań mgr Sowy, sprawiło mi dużą przyjemność. Podejście do pracy badawczej tj. trud włożony w identyfikację fauny przy

wykorzystaniu metod klasycznych, czyli identyfikacji morfologicznej, liczba oznaczonych okazów (200 000), porównanie zmian na przestrzeni 15 lat oraz świadomość badaczki na temat czynników kształtujących ekosystem płytkiego litoralu, jednocześnie utrudniających odszyfrowanie wzorców są wartościowe i potrzebne we współczesnym świecie nauk o środowisku.

Nie mam istotnych uwag co do rozdziału I, stanowi on dobre preludium do dalszych części. Rozdział II prezentuje schemat instalacji paneli eksperymentalnych, a także w pigułce opisuje oznaczanie okazów, uzyskanie danych ilościowych oraz analizy statystyczne. W tym miejscu zastanawiam się, czy prowadzi się podobne badania z wykorzystaniem kontroli? Panele umieszczono na południowym brzegu Isfjorden, między Advenfjorden i Colesbukta. Na tym odcinku nie ma lodowców czy wielu rzek niosących zawiesinę, które mogłyby wpłynąć na otrzymane wyniki. Z jednej strony jest to świetne miejsce, które zmniejsza liczbę czynników kształtujących kolonizację litofilów, tym samym pomaga zrozumieć proces sukcesji. Z drugiej strony brakuje eksperymentu, w którym można byłoby się odnieść do wpływu rzek niosących zawiesinę z przedpól prosto do fiordu, czy wpływu cielących się lodowców. Nie wiem na ile wchodzę w sferę z pogranicza science i fiction, ale mam nadzieję, że autorka pracy uchyli mi rąbka tajemnicy czy kontrola w formie eksperymentu laboratoryjnego, bez wielu zmiennych obecnych w terenie jest możliwa i ma sens. Mam na myśli eksperyment w warunkach laboratoryjnych taki jak mezokosm z wodą morską.

W rozdziale III autorka opisuje zgrupowania fauny dna twardego w dwóch odległych od siebie o 15 lat punktach czasowych (2005-2020). Poza porównaniem różnorodności taksonomicznej oraz zmian zgrupowań w czasie, autorka stara się odpowiedzieć na pytanie, czy obserwowane ocieplenie wpływa na sukcesję fauny borealnej. Zmienne abiotyczne obejmowały poza głębokością także temperaturę powierzchni wody oraz zasięg lodu morskiego. Rozdział zawiera obszerny wstęp, czytelne ryciny oraz interesującą dyskusję. Autorka znalazła nieznaczną różnicę w liczbie gatunków między punktami czasowymi (39 gatunków versus 42 gatunki). Osiem gatunków pojawiło się w 2020 roku, których nie zaobserwowano w 2005 roku. Autorka nie wykazała wpływu borealizacji. Interesującą obserwacją jest spadek liczebności *Semibalanus balanoides* w roku 2020. Warto odnieść się do prac Csapo i in. 2023 (*Frontiers in Marine Science*, 10, 1275320) oraz Csapo i in. 2025 (*Heredity*, 134(9), 558-566), gdzie wykazano, że obecność *S. balanoides* w obszarze Svalbardu nie ma związku z procesem atlantyfikacji, w skrócie gatunek ten jest kiepskim indykatorem zmian. Magister Anna Sowa w dyskusji wspomina o spadku liczebności gatunku w cieplejszych wodach. Warto się zastanowić jakie inne czynniki mogą wpływać na liczebność *S. balanoides* poza temperaturą. Pytanie jest istotne w świetle omawianego niżej rozdziału IV. Podsumowując, uważam, że wyniki przedstawionych badań są wartościowe w świetle zmian zachodzących w Arktyce oraz potrzeby ich monitorowania. Chociaż wyniki związane z czynnikami abiotycznymi mogą wyglądać nieco enigmatycznie, mają prawo, system litoralu jest dynamiczny.

W rozdziale IV autorka bada zmiany różnorodności taksonomicznej, liczebności, pokrycia powierzchni przez faunę oraz ponownie sukcesję fauny borealnej w następujących po sobie sezonach letnich 2010-2020. Badań długoterminowych w Arktyce jest jak na lekarstwo, dlatego na samym początku chcę podkreślić wagę tej pracy. Podobnie jak poprzednia, ta część pracy także opatrzona jest

wszystkimi elementami typowymi dla manuskryptu publikacji naukowej. Autorka podzieliła sezony względem termiki na ciepłe, pośrednie oraz zimne. Następnie na tej podstawie starała się wywnioskować czy lata ciepłe wpływają na zmiany w faunie dna twardego. Wyniki rozdziału świetnie ilustrują złożoność badanego systemu oraz jego dynamikę. Ciężko doszukać się jednego czynnika, który decyduje o obserwowanych zmianach w liczebności i różnorodności litofilów. Interesujące jest stwierdzenie wzrostu liczebności *S. balanoides* po falach upału. W świetle cytowanych wyżej prac autorstwa Csapo i in. oraz wyników rozdziału III należy poważnie zastanowić się, czy faktycznie ocieplenie kształtuje obserwowaną liczebność, czy może są to inne procesy. Przykładowo w dyskusji pojawiają się kelpy, których procentowe pokrycie dna w okolicy eksperymentu może być czynnikiem kształtującym obserwację, w końcu autorka zaobserwowała wzrost liczby gatunków na panelach zainstalowanych w lesie wodorostów. Interesującym odkryciem jest spadek zagęszczenia arktycznego mszywiołu *Harmeria scutulata* (Busk, 1855) po 2013 roku, co może być sygnałem wpływu ocieplenia na faunę dna twardego. Pomimo pewnych wad, które można dopracować w kolejnych etapach przygotowania manuskryptu, tę część pracy, tak jak poprzednią oceniam pozytywnie. W świecie naukowym pełnym analiz trendów długoterminowych przy wykorzystaniu dostępnej już literatury, prezentacja oryginalnych danych z zakresu dekady jest imponująca.

Bardzo ciekawym dopełnieniem poprzednich części jest rozdział V, w którym mgr Anna Sowa skupiła się na wpływie orientacji przestrzennej platform i drapieżnictwa na strukturę fauny dna twardego. Badania obejmowały analizę litofilów z paneli zainstalowanych w trzech pozycjach, jednocześnie zakładając, że drapieżnictwo będzie miało największy wpływ na organizmy zasiedlające panele skierowane ku górze. Do oceny wpływu drapieżników autorka wykorzystała tzw. *lebensspuren*, czyli podwodne tropy. Wbrew oczekiwaniom największą różnorodność taksonomiczną stwierdzono na panelach skierowanych powierzchnią w dół, największe zagęszczenia na panelach skierowanych powierzchnią w górę. Ślady żerowania wskazywały najmniejszą aktywność drapieżników, wbrew oczekiwaniom, na panelach skierowanych powierzchnią ku górze. Analizy wykazały pięć typów śladów pozostawionych po zwierzętach, większość śladów wskazywała na żerowanie jeżowców *Gnathichnus pentax* (Bromley, 1975). Pozwolę sobie napisać, że praca jest „wisienką na torcie”, wykazując wpływ orientacji paneli na zgrupowania organizmów dna twardego, oraz różnice w intensywności żerowania na platformach. Zastanawia mnie jedynie, czy takie badania nie powinny być zaprojektowane na samym początku. Taki zabieg pozwoliłby odpowiedzieć na pytania jak instalować panele, aby uzyskać jak najlepsze dane dotyczące procesu sukcesji, różnorodności czy liczebności organizmów dna twardego.

Z drobnych, ale istotnych uchybień chciałem zwrócić uwagę na brak autora oraz roku przy nazwach gatunków. Jest to dobry zwyczaj rekomendowany przez Kodeks Nomenklatury Zoologicznej. Dodatkowo w niektórych fragmentach wcięcia akapitów ułatwiłyby czytanie tekstu.

Zupełnie z czystej, dziecięcej ciekawości charakteryzującej badaczy chciałbym zapytać o definicję litofilów oraz zmienność substratu jaki mogą zasiedlać. W pierwszych dekadach XX wieku Baas Beeking oraz Beijerinck zasugerowali, że *everything is everywhere but environment select*. Z kolei mniej naukowy fragment radosnej piosenki dla dzieci śpiewanej przez kraba Sebastiana brzmi

Wszyscy tu wiodą życie pod wodą, lepsze niż w górze porzuć podróż. Cytaty sugerują, że wszystko może być wszędzie, ale są z tym związane koszty. Zatem czy każdy „twardy” substrat spełnia swoją rolę podłoża? Czy jest jakaś określona twardość podłoża, kiedy możemy faktycznie nazwać znaleziony organizm litofilem? We wstępie dostrzegłem informację o tym, że litofile mogą zasiedlać między innymi brunatnice. Czy są grupy, które porastają skały, ale nie poradzą sobie przykładowo na wodorostach? Zastanawia mnie czy taka podróż i porastanie brunatnicy nie jest pewnego rodzaju porastaniem cienkiej gałęzi, z którą przybysz spadnie na dno, niekoniecznie twarde.

Chciałbym także zapytać, czy posiada Pani wiedzę na temat konkurencji o przestrzeń w trakcie zasiedlania substratu? Zastanawia mnie czy istnieje możliwość zdominowania paneli przez pierwszego kolonizatora, czyli kto pierwszy ten lepszy.

W swojej pracy badawczej skupiam się głównie na powierzchni lodowców, lodowczyków oraz śniegu. Jest to również ekosystem dynamiczny, głównie kształtowany przez procesy fizyczne. Dzięki rozprawie doktorskiej mgr Anny Sowy uznałem, że ekosystemy supraglacialne swą dynamiką nawet nie dorastają do strefy dynamicznego litoralu. Miło widzieć, że doktorantka podjęła się trudnego zadania jakim jest rozpoznanie i opis procesów oraz różnorodności biologicznej badanego ekosystemu. Zadanie nie było proste, wyniki nie kończą badań, a generują więcej pytań. Tak wytycza się nowe ścieżki badawcze. Uważam, że plan eksperymentu, rozmiar próby, liczba powtórzeń, oznaczonych okazów oraz otrzymane wyniki są w pełni satysfakcjonujące, aby taką ścieżkę wytyczyć.

Praca doktorska mgr Anny Marii Sowy wnosi istotny wkład w wiedzę na temat zmian różnorodności i liczebności organizmów dna twardego na przestrzeni wielu sezonów, a także stanowi istotną dyskusję na temat wpływu fal upałów oraz ocieplenia na liczebność i różnorodność wybranych elementów fauny morskiej.

Rozprawa spełnia wszystkie wymagania stawiane rozprawom doktorskim, określone w art. 13 ust. 1 Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym z dnia 14 marca 2023 r. W związku z powyższym zwracam się do Rady Naukowej Polskiej Akademii Nauk z prośbą o dopuszczenie mgr Anny Marii Sowy do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Z uwagi na kompleksowy charakter badań i wysoki poziom merytoryczny rozprawy doktorskiej, wnoszę o jej wyróżnienie.

Z wyrazami szacunku

Prof. UAM dr hab. Krzysztof Zawierucha