

Dr hab. Barbara Urban-Malinga, prof. MIR-PIB

Morski Instytut Rybacki – Państwowy Instytut Badawczy

ul. Kołłątaja 1

81-332 Gdynia

Recenzja rozprawy doktorskiej Pani Mgr Marceliny Marii Ziółkowskiej

pod tytułem

Funkcjonowanie przybrzeżnych biotopów bentosowych w Zalewie Puckim

wykonanej w Katedrze Funkcjonowania Ekosystemów Morskich

na Wydziale Oceanografii i Geografii Uniwersytetu Gdańskiego

pod kierunkiem

Pana dr hab. Adama Sokołowskiego, prof. UG

Niniejsza recenzja wykonana została na zlecenie Rady Dyscypliny Nauki o Ziemi i Środowisku Uniwersytetu Gdańskiego.

Rozprawa doktorska autorstwa Pani mgr Marceliny Ziółkowskiej ma formę zwartej opracowania, w którego zakres wchodzi zbiór trzech powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w latach 2015-2022. Układ liczącej 99 stron rozprawy jest przejrzysty i logiczny. Pierwszą część rozprawy stanowi syntetyczny opis tematu badawczego i uzyskanych wyników. Na wstępie Autorka zamieszcza niemal dwustronicowe streszczenie w dwóch wersjach językowych, polskiej i angielskiej, a następnie wprowadza w przedmiot badań i przedstawia cel i hipotezy pracy. Po opisie metodyki prowadzenia badań następuje 8-stronicowy opis wyników i ich dyskusja. Lista literatury liczy 83 pozycje. Cały tekst rozprawy napisany jest w języku angielskim. W drugiej części rozprawy Autorka zamieszcza trzy artykuły, które zostały opublikowane w recenzowanych czasopismach posiadających współczynnik wpływu IF takich jak Journal of Sea Research (IF: 2.287, dwa artykuły) i Estuarine Coastal and Shelf Science (IF: 3.229, jeden artykuł). Doktorantka jest pierwszą autorką dwóch artykułów, w których – zgodnie z oświadczeniami współautorów – Jej wkład jest zdecydowanie dominujący (80-85%), podczas gdy w trzeciej pracy Doktorantka jest drugim współautorem z wkładem na poziomie 45%. Zakres czynności składający się na wkład Doktorantki jest jednak identyczny we wszystkich trzech artykułach. Obejmuje on opracowanie koncepcji badań, prace terenowe i laboratoryjne, analizy uzyskanych wyników, prace nad manuskryptem i wszystkie czynności redakcyjne związane z tym, że we wszystkich

artykułach Doktorantka jest też autorem korespondencyjnym. Wobec tego zastanawia fakt dlaczego pomimo identycznego zaangażowania Doktorantki w powstanie wszystkich publikacji – co szczegółowo zostało opisane w oświadczeniach współautorów – Jej wkład procentowy wynosi raz 85 i 80 %, a w jednym przypadku 45 %. Jest to trudna do zinterpretowania nieścisłość, która jednak nie stanowi zarzutu względem samej rozprawy.

Głównym celem rozprawy jest 1. określenie czasoprzestrzennej zmienności makrobentosu Zatoki Puckiej w wybranych typach siedlisk (artykuł 1), 2. określenie najważniejszych źródeł węgla oraz relacji troficznych w poszczególnych typach siedlisk (artykuł 2), 3. określenie zależności pomiędzy różnorodnością troficzną a taksonomiczną makrobentosu w poszczególnych typach siedlisk (artykuł 3). Dla osiągnięcia tych celów wykorzystane zostały standardowe metody analizy parametrów abiotycznych i biotycznych, oraz składu i różnorodności zespołów bentosowych w wyróżnionych siedliskach, a do określenia relacji troficznych zastosowane zostały metody analizy składu stabilnych izotopów węgla i azotu.

Tradycyjne, nie zawsze skuteczne, metody wykorzystywane do identyfikowania źródeł pokarmu polegające najczęściej na analizie zawartości przewodów pokarmowych, uzupełnionej o obserwacje terenowe i laboratoryjne, są od lat wypierane przez metody biochemiczne takie jak identyfikacja kwasów tłuszczowych czy analiza naturalnie występujących stabilnych izotopów. Wyznaczone wartości biomarkerów w źródłach pokarmu oraz w tkankach konsumentów mogą być wykorzystane do określenia proporcji różnych źródeł pokarmu w diecie konsumentów przy pomocy bayesowskich modeli mieszanych, co umożliwia szacowanie wykorzystania różnych zasobów pokarmowych przez organizmy wchodzące w skład wielogatunkowych zespołów. Doktorantka skutecznie wykorzystwała te metody do zidentyfikowania źródeł pokarmu i dokonała oceny diety poszczególnych konsumentów w poszczególnych typach siedlisk.

Uzyskane wyniki Doktorantka przeanalizowała przy pomocy imponującego wachlarza wskaźników i jedno- oraz wielowymiarowych metod statystycznych. Jako obszar badań wyznaczono 4 typowe dla Zalewu Puckiego siedliska bentosowe różniące się obecnością, zagęszczeniem i biomasą roślinności dennej, oraz potencjalnymi źródłami materii organicznej. Sformułowane zostały trzy główne cele badawcze, a w ramach każdego z nich sformułowano od 1 do 3 hipotez.

Zarówno przedmiot rozprawy jak i zastosowana metodyka są nowatorskie na wybranym obszarze Zatoki Puckiej. Co prawda podobnym podejściem wykazali się Jankowska (2017) i Jankowska wraz ze współautorami (2019), jednak rozprawa Pani mgr Ziólkowskiej zdecydowanie wykracza poza to podejście, nie tylko ze względu na analizę jednocześnie kilku różnych siedlisk, ale i ze względu na postawione pytania i cele badawcze, które w moim mniemaniu należy uznać za bardzo ambitne.

Włączone do rozprawy publikacje są spójne tematycznie i logicznie. Lektura artykułów wchodzących w skład rozprawy świadczy o dobrym warsztacie badawczym i pisarskim Doktorantki. Wyniki zostały poprawnie i interesująco przeanalizowane i zaprezentowane, a dyskusje zostały ciekawie poprowadzone. Wyniki te dają szczegółowy obraz bentosowej sieci troficznej w różnych typach siedlisk typowych dla płytkich obszarów przybrzeżnych Zatoki

Puckiej, i mają niewątpliwie dużą wartość poznawczą nie tylko w skali lokalnej czy w skali Bałtyku południowego, ale i globalnie. Cenna jest próba określenia zależności pomiędzy różnorodnością taksonomiczną a funkcjonalną. Uzyskane wyniki są szczególnie istotne w kontekście zmian zachodzących pod wpływem presji antropogenicznych i/lub zmieniającego się klimatu. Dlatego też uważam, że wyniki przedstawione w rozprawie Pani mgr Ziółkowskiej stanowią istotny wkład do wiedzy na temat funkcjonowania biotopów bentosowych.

Za główny mankament rozprawy uważam brak odniesienia się Doktorantki do postawionych hipotez. W rozdziale II na stronie 12 Doktorantka formułuje trzy obszary, a w ramach każdego z nich kilka hipotez. Jednak ani w omówieniu wyników ani we wnioskach końcowych, Doktorantka nie odnosi się wprost do tych hipotez i w związku z tym nie ustosunkowuje się do tego jakie są wyniki ich weryfikacji. Brakuje mi zatem logicznej sekwencji zgodnie z którą po wprowadzeniu w problem badawczy formułuje się hipotezę czy hipotezy, następnie określa się narzędzia przy pomocy których hipotezy te zostaną zweryfikowane, a na końcu w sposób jasny podaje się wyniki tej weryfikacji. Szkoda, że w rozdziale Conclusions brakuje takiego odniesienia. Na przykład postawiono hipotezę, że 'Species richness and biomass of macrophyte are an essential biotic factor for habitat classification at local scale'. Tymczasem we wnioskach mowa jest tylko o biomasie makrofitów jako czynnika różnicującym siedliska, ale już o roli ich bogactwa gatunkowego Doktorantka w tym kontekście nie wspomina. Czy to oznacza, że nie odgrywa ono owej hipotetycznej kluczowej roli ?

W rozdziale 5. Results and discussion brakuje mi odniesień konkretnych omawianych wyników czy wniosków do rycin, wykresów i tabel. Np. na stronie 19 napisano: „In the nmMDS grouping pattern data on macrophytal biomass showed clear separation between the shallower part of the lagoon (sites C and B) and the deeper outer part (sites A and D)” . Czytelnik może się domyślać, że chodzi o rycinę 3 w publikacji 1. Sądzę, że rozdział Results and discussion powinien być opatrzony konkretnymi odniesieniami do rycin i tabel (nie tylko do artykułów), a może nawet zawierać adekwatne ryciny w tekście.

- Na stronie 16 Doktorantka wspomina, że przedmiotem analiz izotopowych była też meiofauna. Szczegółowo opisana została metodyka poboru próbek i ekstrakcji Nematoda z osadu (zgodnie z metodyką Rzeźnik-Orignac i in., 2004). Jest to bardzo złożona i czasochłonna procedura dlatego zastanawia mnie brak szerszego odniesienia do uzyskanych wyników w części opisowej rozprawy. Z kolei, w publikacji Ziółkowska i in. (2018) wynikom na temat tej grupy poświęca się niewiele miejsca. Niejasne jest czy Nematoda które pojawiają się na Ryc. 5 reprezentują meiofaunę czy makrofaunę.

Meiofauna jest bardzo często pomijana w podobnych analizach i z tego względu jej rola jako grupy czy rola poszczególnych grup taksonomicznych wchodzących w jej skład, pozostają ciągle mało poznane. Jankowska i in. (2019) wykazała większą rolę meiofauny jako źródła pokarmu dla makrofauny, oraz bakterii jako źródła pokarmu meiofauny, i w związku z tym większy udział bakterii w całkowitym przepływie węgla w zespołach bentosowych związanych z łąkami makrofitów niż na analogicznych obszarach pozbawionych roślinności.

Dlatego ciekawi mnie czy również podczas prowadzonych przez Doktorantkę badań udało się uzyskać wyniki na ten temat ?

Temat rozprawy jest bardzo ciekawy i złożony, dlatego mam do Doktorantki kilka pytań :

- Niektóre taksony nie były oznaczane do poziomu gatunku, np. z rodzajów *Streblospio*, *Gammarus*, *Jaera*, a także z takich jednostek taksonomicznych jak Chaoboridae, Chironomidae, Oligochaeta, Nematoda. Jednocześnie wskaźnikiem różnorodności taksonomicznej wykorzystanym w rozprawie jest liczba gatunków. Czy brak identyfikacji wszystkich okazów do poziomu gatunku nie mógł wpłynąć na wyniki badań ?

- Jeden z wniosków mówi, że „two abiotic factors i.e. water depth and C/N_{sed} ratio were most responsible for the spatial differences in the macrophytal assemblage pattern”. Czy możliwa jest relacja odwrotna, tzn. że C/N_{sed} jest uzależnione od typu i zagęszczenia roślinności w poszczególnych siedliskach ?

- Czy zastosowanie systemu klasyfikacji EUNIS co np. oznacza, że siedlisko C zdominowane przez *Zostera marina* i *Stuckenia pectinata* jest zgodnie z tą klasyfikacją siedliskiem *Chara/Cladophora*, było konieczne do realizacji celów tej pracy ?

- Jeden z wniosków odnosi się do troficznej redundancji. Tymczasem w systemach o niskiej różnorodności zjawisko redundancji w gruncie rzeczy jest bardzo ograniczone i można uznać, że każdy gatunek jest potrzebny dla podtrzymania funkcji ekosystemu (opisywał to wiele lat temu prof. Elmgren). Zatem, czy faktycznie jest tak, że utrata jednego gatunku - np. ważnego bioturbatora - w konsekwencji pewnych zaburzeń, daje się łatwo zrekompenzować przez inny gatunek ? Jakie to może mieć konsekwencje funkcjonalne ?

Inne uwagi:

- Doktorantka nie poświęciła wystarczającej uwagi przygotowaniu niektórych fragmentów rozprawy. Np. wersja polska streszczenia nie zawsze jest tożsama z wersją angielską, np. „Closely located benthic habitats often vary in geochemical variables such as sediment structure, water dynamics, chemical parameters and benthic vegetation which all can induce patchy distribution of the benthic macrofauna” vs. „Siedliska bentosowe położone w niewielkiej odległości od siebie różnią się pod względem parametrów geochemicznych oraz cech biocenotycznych (obecność roślinności naczyniowej oraz makroglonów), które wpływają na nierównomierne rozmieszczenie zespołów makrofauny” .

- Spis literatury nie jest kompletny i są w nim błędy. Niedochowana została kolejność alfabetyczna w spisie literatury, co utrudnia wyszukiwanie poszczególnych pozycji. Na str. 33 znajdują się dwie pozycje literatury na literę F, po nich następują dwie pozycje na literę K, potem litera G i H, po czym na stronie 35 znów pojawiają się dwie pozycje na literę F, a na stronie 36 znów K.

W spisie literatury brakuje niektórych pozycji, np. Graf 1992 czy Fox et al. 2009. Inne pozycje zostały błędnie opisane, np. w tekście cytowana jest pozycja Bergamino and Richoux 2015 podczas gdy w spisie literatury podano rocznik 2014

- na stronie 15 napisano, że nazewnictwo taksonomiczne jest zgodne z bazą World Register of Marine Species, jednak wbrew temu Autorka używa terminu 'turbellaria', który już nie jest aktualnie używany

- w artykule 2 pojawiają się wyniki analiz przeprowadzonych przy pomocy dwu- i trójczynnikiem PERMANOVA. W metodyce opisane zostały tylko założenia analizy trójczynnikiemowej.

- Co to znaczy że „biomass of each faunal taxon was calculated” (strona 15). Poza małżami i ślimakami w metodyce nie opisano jak określano biomasę makrozoobentosu.

- Zatoka Pucka znajduje się w zachodniej części Zatoki Gdańskiej, a nie w części wschodniej jak napisano na stronie 14.

- w artykule 2 na stronie 52 napisano: The benthic communities of the Puck Lagoon were composed of 29 macrofaunal species, one meiofaunal compartment, two demersal fishes associated with seagrass beds [...], four demersal fishes [...] and four benthopelagic fishes [...]. Czy w przypadku ryb chodzi o liczbę okazów czy raczej o liczbę gatunków? Ponadto, w przypadku meiofauny do analiz zebrano tylko jeden takson – Nematoda – to jednak nie oznacza że jest to jedyny takson meiofauny w bentosie Zatoki Puckiej. Taksonów tych jest tam dużo więcej.

- Ryc. B po artykule 1 – kolorystyka tej ryciny jest niewyraźna, trudno jest odnieść poszczególne kolory do taksonów co czyni tę rycinę słabo czytelną

- na stronie 17 napisano: „Patterns in species structure of plant and animal macrobenthos were presented with ordination non-parametric multidimensional scaling (nmMDS) [...]”. Podobnie napisano w publikacji 1. Chodzi jednak o 'non-metric' MDS.

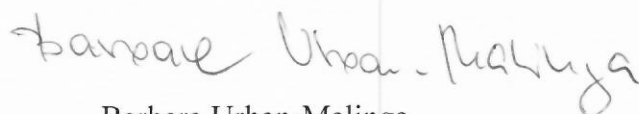
- w tekście zdarzają się błędy edytorskie i literowe.

Podsumowanie

Wszystkie wymienione uwagi nie umniejszają wartości rozprawy. Uważam, że pani mgr Ziółkowska podeszła oryginalnie do postawionego problemu badawczego. Doktorantka wykazała się szerokim wachlarzem umiejętności niezbędnych przy realizacji pracy naukowej. Opanowała i skutecznie wykorzystwała kilka trudnych metod analitycznych, uzyskała interesujące wyniki i przeanalizowała je posługując się złożonym warształem statystycznym. Uzyskane wyniki stanowią istotny wkład do wiedzy na temat funkcjonowania bentosu w Zalewie Puckim.

Wniosek końcowy

Uważam, że rozprawa doktorska Pani **Mgr Marceliny Marii Ziółkowskiej** pt. „**Funkcjonowanie przybrzeżnych biotopów bentosowych w Zalewie Puckim**” spełnia warunki, o których mówi ustawa o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki. Zwracam się zatem do Rady Dyscypliny Nauki o Ziemi i Środowisku Uniwersytetu Gdańskiego o dopuszczenie Pani **Mgr Marceliny Marii Ziółkowskiej** do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



Barbara Urban-Malinga

Gdynia, 17. 09. 2023