

Prof. dr hab. Zbigniew Witek
Instytut Biologii i Ochrony Środowiska
Akademia Pomorska w Słupsku

O p i n i a

o rozprawie doktorskiej p. mgr Marty Głuchowskiej pt. „Struktura zbiorowisk zooplanktonu w różnej skali przestrzennej na przykładzie wód szelfu zachodniego Spitsbergenu”

W badaniach przyrodniczych zagadnienie skali przestrzennej i czasowej ma fundamentalne znaczenie dla właściwej interpretacji uzyskiwanych wyników. Niedostosowanie przestrzennej i czasowej skali badań do natury badanych zjawisk i procesów może rodzić nieporozumienia i prowadzić do mylnych wniosków. Problem ten wydaje się wyjątkowo ważny w rejonie arktycznym, uznawanym za szczególnie predestynowany do obserwacji zmian klimatu Ziemi. Dlatego z uznaniem należy przyjąć pomysł poświęcenia tej kwestii rozprawy doktorskiej.

Manuskrypt pracy doktorskiej mgr Głuchowskiej liczy 113 stron zasadniczego tekstu, 8 stron wykazów tabel i rysunków oraz 34 strony załączników. Tekst został zorganizowany w klasyczny sposób, z podziałem na wstęp, rejon badań, materiał i metody, wyniki, dyskusję i wnioski. Poszczególne rozdziały zostały podzielone na podrozdziały porządkujące narrację i ułatwiające poruszanie się po manuskrypcie. Starannie opracowane tabele (w liczbie 17) i umiejętnie pod względem formy dobrane rysunki (w liczbie 47) dobrze dokumentują sposób przeprowadzenia badań oraz ich rezultaty. Spis wykorzystanej literatury liczy ok. 200 pozycji.

Praca opiera się na obszernym materiale obejmującym ponad 150 prób zooplanktonu, zebranych na 26 stanowiskach w trzech fiordach zachodniego Spitsbergenu. Wybór stanowisk poboru prób oraz strategia grupowania stanowisk i próbkowanych warstw w podzbiory zostały bardzo starannie przemyślane, pozwalając na analizę zmienności zooplanktonu w skali drobnej (< 1 km) w wymiarze pionowym oraz w skalach drobnej, średniej ($1 - 10^2$ km) i mezo- ($10^2 - 10^3$ km) w wymiarze horyzontalnym. Dodatkowo, w jednym z fiordów, wykorzystując próby pobrane przyrządami o różnej wielkości oczek, przeanalizowano drobno- i średnioskalową zmienność struktury trzech różnych frakcji wielkościowych zooplanktonu. Analizę taksonomiczną wykonywano z dobrą dokładnością, identyfikując większość osobników do gatunku i zliczając co najmniej 500 organizmów planktonowych w każdej próbie. Statystyczną analizę uzyskanych wyników przeprowadzono z zastosowaniem szeregu nowoczesnych procedur i programów statystycznych.

Do naukowych osiągnięć recenzowanej pracy zaliczyć można: 1) zbadanie po raz pierwszy struktury taksonomicznej mezozooplanktonu w centralnym basenie największego fiordu Spitsbergenu – Isfjorden; 2) zbadanie struktury taksonomicznej całego spektrum wielkościowego zooplanktonu, od frakcji mikro-, przez mezo- do makroplanktonu w fiordzie Hornsund; 3) stwierdzenie podobnego składu taksonomicznego zgrupowań zooplanktonu we wszystkich trzech fiordach zachodniego Spitsbergenu; 4) stwierdzenie liniowej zależności podobieństwa struktury jakościowo-ilościowej zgrupowań zooplanktonu od odległości między próbkami; 5) empiryczne potwierdzenie sugerowanego w literaturze postulatu o

redukcji fizycznego wymiaru odległości w płaszczyźnie pionowej o ok. trzy rzędy wielkości w porównaniu do płaszczyzny horyzontalnej dla danego poziomu zmienności zgrupowań zooplanktonu; 6) stwierdzenie braku drobnoskalowego (< 1 km) zróżnicowania struktury zbiorowisk zooplanktonu w płaszczyźnie horyzontalnej; 7) wykazanie istnienia skupisk w strukturze jakościowo-ilościowej zbiorowisk zooplanktonu w horyzontalnej skali odległości ok. 5 km (zmienność średnioskalowa); 8) wykazanie silniejszej zmienności pionowej mikro- i mezozooplanktonu niż makrozooplanktonu. Do ustaleń tych doszła autorka dużym nakładem pracy wykonanej w terenie, a potem w laboratorium, i niemałym wysiłkiem, koniecznym do nabrania biegłości w posługiwaniu się zaawansowanymi narzędziami statystycznymi, jak i do zapoznania się z obszerną literaturą przedmiotu. Osiągnięcia te pozwalają uznać, że recenzowana rozprawa spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim.

Jednocześnie chcę przekazać kilka uwag, które dotyczą ujęcia omawianego w pracy zagadnienia, jak również pewnych czysto merytorycznych aspektów tej pracy.

W mojej opinii w pracy nastąpiło niezbyt fortunne postawienie problemu. Cel swojej pracy mgr Głuchowska zdefiniowała jako „ocenę znaczenia skal przestrzennych w kształtowaniu się struktury zbiorowisk zooplanktonu”. Sama skala przestrzenna (podobnie jak skala czasowa) nie jest jednak czynnikiem kształtującym byty przyrodnicze. Skala taka określa tylko perspektywę, w jakiej prowadzimy obserwacje i wskazuje nam kategorię zjawisk i procesów, z którymi możemy mieć w danym przypadku do czynienia. O tym, że autorka zdaje się pojmować przestrzeń jako czynnik bezpośrednio kształtujący zbiorowiska planktonowe świadczy sformułowanie zastosowane w hipotezie alternatywnej: „Przeźren jest równoważnym czynnikiem (obok warunków fizyko-chemicznych i biologicznych) wpływającym na powstanie zgrupowań zooplanktonu”. W istocie celem pracy mgr Głuchowskiej było nie tyle zbadanie wpływu skal przestrzennych na strukturę zbiorowisk zooplanktonu, co poznanie zróżnicowania struktury taksonomicznej zbiorowisk zooplanktonu w zależności od przestrzennej skali dokonywanych obserwacji. Dopełnienie terminu „struktura zbiorowisk zooplanktonu” słowem „taksonomiczna” wydaje mi się konieczne, gdyż inne aspekty struktury tych zbiorowisk (np. struktura troficzna, wielkościowa, demograficzna, zoogeograficzna) właściwie nie były w pracy głębiej analizowane. Niezbyt szczęśliwe zdefiniowanie celu pracy zaciążyło na sposobie postawienia hipotez badawczych i w konsekwencji na interpretacji uzyskanych wyników i sformułowaniu wniosków.

Pewien niedosyt wywołuje dość ogłędne potraktowanie zróżnicowania ilościowego indywidualnych taksonów zooplanktonu w różnych skalach przestrzennych. Choć tytuł rozprawy wskazuje, że obiektem badań są całe zbiorowiska zooplanktonu, a nie poszczególne jego składniki, wiele gatunków występowało na tyle licznie i powszechnie, by sprowokować do poczynienia takich analiz. Autorka wykonała w tym kierunku pewne działania, ale ograniczyła się do pokazania zakresów liczebności wybranych gatunków i względnych rozstępów liczebności, i to nie we wszystkich spośród rozpatrywanych skal przestrzennych, bez próby uogólnienia obserwacji na cały zakres badanych skal i bez próby wyciągnięcia wniosków. O czym nam mówią istotne bądź nieistotne różnice zagęszczenia poszczególnych taksonów w porównywanych podzbiorach? Czy można wykazać tendencję do tworzenia niejednorodności (skupień) i w jakiej skali przestrzennej? Czy można określić jakieś parametry takich niejednorodności? Czy istnieją wspólne dla różnych taksonów lub podobne wzorce niejednorodności?

Podobnie nie dość naświetlona została kwestia związków zmienności przestrzennej struktury zooplanktonu ze zmiennością parametrów środowiskowych. W części pracy poświęconej zmienności drobnoskalowej w ogóle pominięto ten aspekt, zapewne z przyczyny braku odpowiedniej rozdzielczości horyzontalnej w pomiarach środowiskowych, ale dla skali zmienności średnio- i mezoskalowej można było uczynić próbę uogólnienia obserwacji. Jak

np. doktorantka interpretuje większy udział temperatury i zasolenia w wyjaśnianiu zmienności struktury zbiorowisk zooplanktonowych w skali średniej niż w skali mezo?

Ocena drobnoskalowego zróżnicowania struktury zgrupowań zooplanktonu w płaszczyźnie pionowej została dokonana w odniesieniu do dwóch warstw toni wodnej, rozdzielonych piknokliną. Wydaje się że autorka dysponowała wystarczającym materiałem, by móc również wypowiedzieć się o zróżnicowaniu zbiorowisk zooplanktonu w podobnej skali przestrzennej, ale w warunkach mniej zróżnicowanych fizycznie, np. poniżej piknokliny w fiordach Isfjorden i Kongsfjorden. Przekonalibyśmy się, czy wniosek o redukcji fizycznego wymiaru odległości w płaszczyźnie pionowej o ok. trzy rzędy wielkości w porównaniu do płaszczyzny horyzontalnej dla danego poziomu zmienności zgrupowań zooplanktonu można rozciągnąć na głębsze warstwy oceanu. Czemu autorka tego nie zrobiła?

Część wynikową rozprawy zamyka wykres 4.XXIX, pokazujący zależność podobieństwa struktury taksonomicznej zbiorowisk zooplanktonu od odległości między stacjami. Wykres ten jest interpretowany jako zależność liniowa, obejmująca wszystkie trzy skale zmienności przestrzennej, od drobnej do mezo. Zastosowano na nim zwykłą skalę odległości. Jednak dla tego typu rozpatrywanej zależności dla odległości właściwsza wydaje się skala logarytmiczna. Jaki wówczas charakter miałaby rozpatrywana zależność? Czy linia ilustrująca zależność, która obecnie przebiega poniżej grupy punktów reprezentujących zmienność drobnoskalową, na skali logarytmicznej nie przebiegałaby przez tą grupę?

Podjmując próbę znalezienia odpowiedzi na zasygnalizowane powyżej pytania przypuszczalnie autorka mogłaby uzyskać więcej konkretnych efektów poznawczych. Zdaje sobie jednak sprawę z tego, że aby udzielić odpowiedzi na niektóre z tych pytań trzeba by dobrać odpowiednie narzędzia statystyczne i procedury analityczne, być może wykraczające poza zastosowany do tej pory aparat statystyczny. Może się też okazać, że ograniczenia nakłada sam zbiór danych, oparty na niewystarczającej liczbie stanowisk pomiarowych, nazbyt zróżnicowanej topografii akwenów czy niejednakowej grubości próbkowanych warstw. Zaslugą pracy jest wszakże to, że inspiruje do stawiania dalszych pytań, przez co odsłania nowe obszary do eksploracji naukowej.

W manuskrypcie zauważyłem kilka wymagających sprostowania pomyłek.

Wymieniam je w kolejności występowania w tekście:

- na rys. 1.I (str. 7) nie została opisana oś pionowa. Ostatnią wartością na skali czasu powinno być 10 000 lat, a nie 100 000 lat;
- na str. 8 okaleczone zostało ostatnie zdanie;
- na rys. 4.IV (str. 37) pionowe osie powinny być oznaczone jako PCO₂, a nie PCO₁. To samo na rys. 4.XI (str. 48);
- na str. 38 i dalej w całej pracy przy wymienianiu łacińskich nazw gatunków nie podano pełnej nazwy rodzaju, a tylko pierwszą literę. Taką skróconą formę można używać tylko wówczas, jeśli wcześniej w danym kontekście podano pełną dwuczłonową nazwę gatunku;
- na stronie 57 zostały błędnie podane liczby par stacji oddalonych od siebie o taką samą odległość w układzie zagnieżdżonych stacji badawczych w Isfjorden i błędnie została podana jedna z odległości. Stacji oddalonych od siebie o 17,5 km (a nie o 13,5 km) mogły być 3 pary, a nie 6; stacji oddalonych od siebie o 8,5 km mogło być 6 par a nie 9;
- na rys. 4.XVIII b (str. 60) nie uwzględniono Cirripedia;
- na str. 64 u dołu błędnie podano relacje median liczebności zooplanktonu w górnej i w dolnej warstwie w poszczególnych fiordach. Z rys. 4.XXI wynika, że w Isfjorden mediana w górnej warstwie była ok. pięciokrotnie wyższa niż w dolnej, a w Kongsfjorden - ok. czterokrotnie wyższa, a nie odwrotnie;

- na str. 95 w 5 wierszu od dołu zakres liczebności *C. finmarchicus* w Kongsfjorden wydaje się błędnie podany;
- na str. 97 u góry podano błędny numer rysunku (dwukrotnie);
- rozprawę zamyka 7 bardzo istotnych załączników, dokumentujących skład taksonomiczny i liczebność zooplanktonu w poszczególnych próbach. Nie znalazłem miejsca w tekście, gdzie którykolwiek z tych załączników byłby zacytowany.

Pod względem stylistycznym praca jest napisana w sposób jasny i wyczerpujący, a przy tym nie rozwlekły. Pod względem językowym nie budzi zastrzeżeń, a nawet zasługuje na pochwałę. Błędy językowe zdarzają się sporadycznie i na ogół mają charakter techniczny.

Podsumowując swoją opinię o recenzowanej pracy doktorskiej stwierdzam, że została ona wykonana na wysokim poziomie umiejętności fachowych, przyniosła szereg ważnych dla nauki osiągnięć, a inspirując do stawiania nowych pytań wytyczyła kierunki dalszych badań. Uważam, że rozprawa mgr Marty Głuchowskiej spełnia warunki stawiane pracom doktorskim i wnoszę o dopuszczenie doktorantki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

- na str. 95 w 5 wierszu od dołu zakres liczebności *C. finmarchicus* w Kongsfjorden wydaje się błędnie podany;

- na str. 97 u góry podano błędny numer rysunku (dwukrotnie);

- rozprawę zamyka 7 bardzo istotnych załączników, dokumentujących skład taksonomiczny i liczebność zooplanktonu w poszczególnych próbach. Nie znalazłem miejsca w tekście, gdzie którykolwiek z tych załączników byłby zacytowany.

Pod względem stylistycznym praca jest napisana w sposób jasny i wyczerpujący, a przy tym nie rozwlekły. Pod względem językowym nie budzi zastrzeżeń, a nawet zasługuje na pochwałę. Błędy językowe zdarzają się sporadycznie i na ogół mają charakter techniczny.

Podsumowując swoją opinię o recenzowanej pracy doktorskiej stwierdzam, że została ona wykonana na wysokim poziomie umiejętności fachowych, przyniosła szereg ważnych dla nauki osiągnięć, a inspirując do stawiania nowych pytań wytyczyła kierunki dalszych badań. Uważam, że rozprawa mgr Marty Głuchowskiej spełnia warunki stawiane pracom doktorskim i wnoszę o dopuszczenie doktorantki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Wojciech H. Itek