

**Dr hab. Barbara Urban-Malinga**

**Morski Instytut Rybacki – Państwowy Instytut Badawczy**

**ul. Kollątaja 1**

**81-332 Gdynia**

**Recenzja rozprawy doktorskiej Pani Mgr Katarzyny Anny Grzelak pt.**

**Structural and functional diversity of Nematoda at the Arctic deep-sea long term  
observatory HAUSGARTEN (Fram Strait)**

Przedłożona mi do recenzji rozprawa doktorska obejmuje 206 stron tekstu, z czego 176 stron stanowi tekst zasadniczy wraz z 19 tabelami, 78 rycinami, w tym 11 fotografiami wykonanymi przez autorkę. Pozostałe 30 stron to wykaz literatury liczący 330 pozycji. Dodatkowe 32 strony to zestawienie załączników zawierających szczegółowe wyniki analiz biologicznych i statystycznych.

Układ tekstu rozprawy – podział na rozdziały i podrozdziały - jest bardzo czytelny i przejrzysty. W sumie rozprawa składa się z 7 rozdziałów napisanych w języku angielskim i podsumowania w języku polskim. W Rozdziale 1 Autorka przedstawia tło oraz cel i główny zarys pracy. W Rozdziale 2 opisane są metody zastosowane w pracy doktorskiej. Kolejne rozdziały poświęcone są omówieniu wyników. Każdy z tych rozdziałów stanowi integralną całość rozpoczynającą się wprowadzeniem, opisem wykonanych analiz, wynikami i ich dyskusją. Rozprawę kończy ogólna dyskusja i zarys przyszłych badań.

Praca jest schludna i bardzo staranna od strony edytorskiej. Uwagę zwraca bardzo dobra szata graficzna, starannie wykonane wykresy i tabele, oraz ładna oprawa rozprawy. Pewnym mankamentem są dość częste długie zdania złożone.

**Wartość merytoryczna**

Celem rozprawy jest ocena występowania, składu, rozmieszczenia, oraz różnorodności strukturalnej i funkcjonalnej meiobentosu ze szczególnym uwzględnieniem Nematoda w strefie marginalnej lodu w rejonie obserwatorium HAUSGARTEN (Cieśnina Fram). Próbkę osadów pobierano w większości podczas rejsów statkiem R/V Polarstern z 9 stacji zlokalizowanych wzdłuż gradientu głębokości wody od 1200 do 5500 m w latach 2005-2009. Osad dzielono na 1-centymetrowe warstwy. Analizowana była liczebność i skład meiobentosu, a Nematoda poddano szczegółowej analizie taksonomicznej i oznaczano do

poziomu rodzaju. W sumie oznaczono prawie 7000 osobników i stwierdzono obecność 145 rodzajów Nematoda. Dodatkowo przeprowadzono analizę wielkościową każdego osobnika, oraz określono jego przynależność do grupy troficznej zgodnie z klasyfikacją Wieser'a. Różnorodność funkcjonalną oceniono na podstawie wyliczonych indeksów troficznych i tzw. współczynnik dojrzałości (maturity index). Ponadto, na podstawie długości i szerokości ciała poszczególnych osobników obliczono średnią indywidualną biomasę oraz biomasę całkowitą w próbie. Strukturę taksonomiczną zgrupowań opisano na podstawie udziałów procentowych poszczególnych rodzajów w próbie, oraz wyliczono współczynniki bioróżnorodności Hill'a.

Zmienność składu, struktury zgrupowań, oraz różnorodności strukturalnej i funkcjonalnej zgrupowań meiobentosu i Nematoda analizowana jest na kilku płaszczyznach i w różnych skalach: wzdłuż gradientu głębokości wody (skala km), wraz z głębokością osadu (skala cm), oraz między latami (skala czasowa). Oceniana jest relacja pomiędzy tą zmiennością a parametrami środowiska takimi jak: skład granulometryczny osadu, porowatość, zawartość pigmentów w osadzie (chlorofilu *a* i feofityn), zawartość fosfolipidów, protein i wskaźnik aktywności bakterii w osadzie.

Metody zastosowane w recenzowanej pracy doktorskiej uważam za poprawne. Niejasność budzi tylko stwierdzenie, że z każdej próby oznaczano „co najmniej 20% osobników Nematoda” (str. 31). Czy to oznacza, że oznaczane ilości osobników (% całkowitej liczebności Nematoda w próbie) były różne dla różnych próbek? Jeśli tak, to czy brano to pod uwagę przy obliczaniu wskaźników różnorodności strukturalnej? Ponadto dlaczego oczekiwaną ilość rodzajów (EG) obliczono dla 50 osobników? To nie jest wyjaśnione. Nie jest też wyjaśnione czy wszystkie/jakaś część analiz parametrów środowiskowych były/była wykonana przez Autorkę rozprawy. Jeżeli tak, to brak szczegółowego opisu zastosowanej metodyki.

Wyniki uzyskane przez Autorkę tej rozprawy wskazują na to, że liczebności meiobentosu w rejonie badań są istotnie wyższe niż w innych rejonach polarnych, co zdaniem Autorki związane jest ze wzmożoną produkcją pierwotną w strefie marginalnej lodu i w konsekwencji wysoką podażą materii organicznej w osadach (do 5 razy wyższą niż w innych głębokowodnych rejonach polarnych). Zaobserwowany spadek liczebności meiobentosu i Nematoda, oraz różnorodności strukturalnej Nematoda wraz z głębokością osadu Autorka odnosi do zróżnicowanej dostępności pokarmu w profilu pionowym osadu. Autorka rozprawy zaobserwowała, że podobnie jak w innych środowiskach bentosowych, większość Nematoda koncentrowała się na powierzchni osadu: jednak w różny sposób - w zależności od głębokości wody. W przypadku stacji położonych w górnej części stoku kontynentalnego rozkład Nematoda w analizowanych warstwach osadu był bardziej równomierny niż na stanowiskach głębokowodnych gdzie większość zwierząt skoncentrowana była w 1-2 górnych warstwach (cm) osadu. Liczebności te były wprost proporcjonalne do stężenia chlorofilu, oraz wielkości wskaźnika aktywności bakterii (FDA), które Autorka uważa za wypadkowe podaż i jakości pokarmu. Takie podejście uważam za jak najbardziej słuszne jednak warto jeszcze pamiętać o tym, że za pionowe rozmieszczenie w osadzie zarówno chlorofilu (i innych zmiennych) oraz meiobentosu może być odpowiedzialny makrobentos, w szczególności bioturbatorzy. Rola bioturbacji w tym względzie jest dość dobrze znana dlatego warto ją też wziąć pod uwagę w

dyskusji wyników. Być może na stanowiskach zlokalizowanych w górnej części stoku kontynentalnego jest nie tylko dużo dobrej jakości pokarmu ale też i więcej organizmów pełniących rolę bioturbatorów, którzy są odpowiedzialni za bardziej równomierne rozmieszczenie meiobentosu w profilu pionowym osadu niż na stacjach położonych głębiej. Autorka wspomina o tym w swojej dyskusji jednak bardzo nieśmiało.

Ponadto, mówiąc o wprost proporcjonalnej zależności pomiędzy liczebnościami Nematoda a wielkością wskaźnika aktywności bakterii (FDA) warto wziąć pod uwagę fakt, że zależność ta może mieć charakter dwukierunkowy, gdyż wysoka aktywność bakterii może być stymulująca dla Nematoda, ale i wysokie liczebności bakteriożernych Nematoda są/mogą być przyczyną wysokiej aktywności bakterii. Stymulujący wpływ niektórych bakteriożernych Nematoda na aktywność bakterii jest dobrze znany – aktywne wyżeranie bakterii stymuluje ich rozwój i wzmacnia ich aktywność.

Wyniki uzyskane przez mgr Grzelak potwierdzają opisywany w literaturze trend spadku liczebności i różnorodności Nematoda wraz z głębokością wody. Autorka wyróżniła trzy odrębne zgrupowania Nematoda: zgrupowanie stacji najpłytszych (1200-2000 m), zgrupowanie stacji przejściowych (2500-3500 m), oraz zgrupowanie stacji abysalnych (4000-5500 m). Zgrupowania te różniły się nie tylko pod względem struktury ale i pod względem różnorodności strukturalnej i funkcjonalnej, które zmniejszały się wraz głębokością. Autorka interpretuje tę zmienność różnicami w podaży pokarmu i związanymi z nimi różnicami w konkurencji międzygatunkowej.

Mgr Grzelak zaobserwowała, że liczebność, biomasa, różnorodność strukturalna i funkcjonalna Nematoda nie różniły się znacząco pomiędzy latami kiedy były prowadzone badania (2005-2009), co skłania Autorkę do finalnego wniosku, że zmienność zgrupowań głębokowodnych Nematoda w rejonie badań w dużo większym stopniu uzależniona jest od lokalnych warunków środowiskowych niż od procesów nazywanych przez Autorkę wielkoskalowymi, tj. zmian klimatycznych i związanych z nimi zmian w produkcji pierwotnej w rejonie badań. Analiza danych archiwalnych wskazuje jednak na to, że w szerszym kontekście czasowym takie zmiany w strukturze zgrupowań są zauważalne i że w związku z tym Nematoda są/mogą być istotnym wskaźnikiem zmian zachodzących w środowisku.

Rozprawa doktorska P. mgr Grzelak zawiera niewątpliwie bardzo cenny materiał. Próbkę zebrano w trudno dostępnym środowisku, w bardzo szerokim przedziale głębokościowym. Materiał do analiz pobierany był przez 5 kolejnych lat co pozwala dokonać porównań międzyletnich i wyróżnia tą pracę wśród dotychczasowych prac prowadzonych w rejonach głębokowodnych. Ponadto Doktorantka przeanalizowała zmienność Nematoda w małej skali jaką jest pionowy profil osadu. Znajomość głębokowodnego meiobentosu, a zwłaszcza Nematoda jest wciąż niezwykle ograniczona, dlatego też rozprawa doktorska P. mgr Grzelak ma dużą wartość poznawczą.

W trakcie czytania i przygotowania recenzji tej obszernej pracy nasunęło mi się jednak wiele uwag krytycznych :

Hipoteza, która jest testowana w rozprawie doktorskiej mgr Grzelak mówi, „że nawet w dynamicznych rejonach strefy marginalnej lodu (Cieśnina Fram) lokalne warunki środowiskowe bardziej niż wielkoskalowa zmienność środowiska determinują strukturalne i funkcjonalne zróżnicowanie zgrupowań głębokowodnych nicieni, co odzwierciedla się w większej ich zmienności w skali przestrzennej (cm, km) niż skali czasowej.” Uważam, że sformułowanie „nawet w dynamicznych rejonach ...” jest niepotrzebne bo nie wiemy, tylko domyślamy się, o jaką dynamikę chodzi. Ponadto stwierdzenie to sugeruje, że przedmiotem rozprawy są też „rejonu niedynamiczne”.

Myślę, że sformułowanie mówiące o tym, że „warstwa osadu” miała największy wpływ na strukturę zgrupowań meiofauny jest niefortunne gdyż ‘warstwa osadu’ to zmienna wyznaczona przez badacza. Moim zdaniem lepiej jest powiedzieć, że struktura zgrupowań meiofauny uzależniona była od głębokości osadu.

Co oznacza stwierdzenie ze strony 8: „Na stacji abysalnej silniejszą zależność zanotowano dla indikatora aktywności bakteryjnej (FDA) co wskazuje, że organizmy zamieszkujące najgłębsze osady w większym stopniu polegają na materii już zdegradowanej przez mikroorganizmy i mogą z niej korzystać w sposób ciągły”.

Zdanie ze strony 9 jest trudno zrozumiałe : „Na stacji najgłębszej lokalne warunki środowiskowe i dynamika tych zmian były dużo słabiej skorelowane ze zjawiskami wielkoskalowymi, natomiast miały większy wpływ na strukturalny obraz zgrupowania. Dlatego możliwe, że odpowiedź zgrupowań na zachodzące zmiany klimatyczne na większych głębokościach może być przesunięta w czasie, lub efekt tych zmian odzwierciedlony przez parametry środowiskowe powinien być większy niż lokalnie występujące zjawiska, zaburzenia czy zmiany, wpływające w konsekwencji na zmienne środowiskowe”.

Kolejne stwierdzenie ze strony 9: „[...] w oparciu o uzyskane wyniki postawiona hipoteza została zweryfikowana pozytywnie. Przedstawiono, że lokalne warunki środowiskowe w dużo większym stopniu niż wielkoskalowa zmienność środowiska determinują strukturalne i funkcjonalne zróżnicowanie zgrupowań głębokowodnych nicieni” jest niezgrabne gdyż hipotezę można potwierdzić lub odrzucić.

Szkoda, że na Rycinie 3.2. przedstawione są wartości procentowe a nie rzeczywiste wartości;

Niejasne jest dlaczego na wykresach prezentowany jest zawsze błąd standardowy a nie odchylenie standardowe ?

Chloroplastic pigment equivalent (CPE) zawiera chlorofil i feofityny, dlatego pomiędzy CPE a wartością chlorofilu istnieje korelacja – do analizy statystycznej na str. 49 powinno się moim zdaniem włączyć tylko jedną z tych wartości.

Str. 33 – mowa jest o tym, że wyliczano EG (51) , potem w całej rozprawie mowa jest o EG(50)

Str 57, Conclusions: „ In case of nematode community structure, water depth-related changes were prominent in comparison to other factors, which mean that identifying taxa to lower taxonomic levels give deeper insight into the spatial heterogeneity in meiofaunal communities and its structuring forces” – to zdanie jest niejasne.

Tabela 4.1. – Niejasne jest co to są za wartości, czy są to wartości średnie ?

Pisownia nazw taksonomicznych jest niejednokrotnie niepoprawna, np. Str. 87 – Monhysteridae jest napisane kursywą; ponadto powinno być Comesomatidae (nie Comesomatodae) i Oxystominidae (nie Oxystominindae); na str. 88 nazwa rodzaju *Microlaimus* powinna być zawsze napisana kursywą

Niejasne jest dla mnie dlaczego (str. 88): „*Microlaimus* seems to prefer heterogenous sediments which is interpreted as a consequence of its epistrate feeding behaviour.”

Na stronie 90 jest odwołanie do Ryc. 4.3., której brak w rozprawie.

Str. 171 – Zdanie „ They (nematodes) are characterised by many advantages” – czytelnik wie co autor ma na myśli, ale sformułowanie jest niezgrabne.

Co to jest p(MC) w aneksie w Tab. 6. Nigdzie wcześniej w tekście nie ma wzmianki na temat permutacji Monte Carlo.

W rozprawie pojawiają się błędy literowe i gramatyczne, np.:

Strona 22: „Although time-series studies are still much less common than **that focus** on spatial scale, there **are** evidence that meiofaunal sized organisms in deep-sea areas are temporally-dynamic”

Str. 56 : „ The number of recorded nematode genus was 143 [...]” - powinno być ‘genera’

Czas teraźniejszy i przeszły występują czasem naprzemiennie.

Wszystkie wymienione uwagi krytyczne i niejasności nie umniejszają jednak wartości rozprawy. Podsumowując stwierdzam, że pod względem naukowym rozprawa doktorska Pani mgr Katarzyny Anny Grzelak zasługuje na wysoką ocenę. Doktorantka wykazała się gruntowną wiedzą, szeroką znajomością literatury, którą potrafi prawidłowo wykorzystać do interpretacji wyników. Recenzowana praca doktorska jest metodycznie poprawna, analizy wyników przeprowadzono rzetelnie. Uzyskane dane analizowano z użyciem odpowiednich narzędzi statystycznych. Wnioskowanie nie budzi zastrzeżeń. Wyniki tej rozprawy powinny zostać z całą pewnością opublikowane. gdyż na pewno zostaną z zainteresowaniem przyjęte przez innych badaczy i będą miały istotny wpływ na rozwój badań meiobentosowych.

Wniosek końcowy

Konkludując, stwierdzam, że rozprawa doktorska Pani mgr Katarzyny Anny Grzelak pt. **„Structural and functional diversity of Nematoda at the Arctic deep-sea long term observatory HAUSGARTEN (Fram Strait) ”** spełnia warunki, o których mówi artykuł 13 Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2003 r. nr 65, poz. 595; ze zm. w Dz. U. z 2011 r. nr 84, poz. 455). Zwracam się zatem do Rady Naukowej Instytutu Oceanologii PAN w Sopocie o dopuszczenie Pani mgr Katarzyny Anny Grzelak do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Barbara Urban-Malinga

Barbara Urban-Malinga

Gdynia, 14. 05. 2015