

**Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Katarzyny Anny Grzelak**  
***Structural and functional diversity of Nematoda***  
***at the Arctic deep-sea long-term observatory Hausgarten (Fram Strait)***

Rozprawa doktorska mgr Katarzyny Grzelak jest obszernym, wielowątkowym opracowaniem, dotyczącym ekologii arktycznych, głębokowodnych zgrupowań nicieni, występujących na obszarze dna w Cieśninie Fram, w rejonie marginalnej strefy lodu morskiego. Bogate rezultaty dociekań, dotyczące rozmaitych aspektów różnorodności biologicznej tych zgrupowań przedstawiła Autorka w wyczerpujący i bardzo szczegółowy sposób w czterech odrębnych rozdziałach pracy, zamkniętych pod względem merytorycznej zawartości.

W jednym autorka przedstawia ogólny obraz zgrupowania Nematoda na tle całości zespołu mejofauny. W drugim analizuje rozmieszczenie zgrupowań w gradiencie głębokości, w trzecim pisze o rozmaitych aspektach rozmieszczenia Nematoda w pionowym profilu osadów. W czwartym wreszcie podejmuje próbę analizy zmian zgrupowań w ciągu kilkuletniego okresu badań. Całość została przeanalizowana i opisana w kategoriach wybranych, licznych dość, wskaźników strukturalnej i funkcjonalnej różnorodności biologicznej. W każdym z w/w rozdziałów autorka analizuje rozpoznane wzorce rozmieszczenia fauny na tle cech środowiska i z powodzeniem poszukuje korelacji struktury i charakteru zgrupowań z wybranymi właściwościami środowiska, głównie z zasobnością pokarmową siedlisk, wyrażoną kilkoma podstawowymi parametrami oraz dwoma podstawowymi wskaźnikami jakości osadów dennych.

Podstawą analiz, statystycznych ocen wiarygodności uzyskanych rezultatów i wnioskania był bardzo bogaty materiał pozyskany w ciągu pięciu lat badań, prowadzonych w ramach corocznych niemieckich wypraw *r/v Polarstern* z Instytutu Alfreda Wegenera w Bremerhaven, w dziewięciu oceanograficznych stacjach rozmieszczonych na głębokościach od 1200m do 5500m. W 596 próbach (*replicate samples*) znalazła autorka 46516 osobników mejofauny należących do 23 grup bezkręgowców (taksonów wyższej rangi). Na nicienie przypada około 94% liczebności wszystkich znalezionych zwierząt. Dla celów szczegółowej analizy zgrupowań Nematoda wykorzystano 294 takie próby osadów dennych z 6882 osobnikami Nematoda. Zidentyfikowano 151 ich rodzajów (nb. w tabeli 4 appendiksu jest 145 rodzajów, która więc liczba jest właściwa?) z 37 rodzin. Zarówno duża liczba powtórzeń jak i liczba zebranych osobników są jedną z rękojmi wiarygodności uzyskanych rezultatów.

Obfitość materiału poddanego analizie laboratoryjnej i statystycznej ocenia się więc tutaj jako okoliczność nader pozytywną. Jest to przede wszystkim efektem założeń naukowych wypraw zespołu Instytutu Alfreda Wegenera oraz perfekcyjnie przez nich przeprowadzonego i zrealizowanego zakresu prac oceanologicznych.

Obszerny wstęp, w którym autorka odnosi się do kilku głównych problemów związanych z treścią rozprawy nie budzi zastrzeżeń. Z jednym wszelako wyjątkiem. Zamieszczenie we wstępie treści dotyczących klasyfikacji i filogenezy Nematoda jest nieuzasadnione, jako nie mające związku z tematyką rozprawy. W całej pracy nie ma przecież nawiązań do tych kwestii.

Trafnie i przekonująco uzasadniono podjęcie tematu studiów, choć ta zasadność, biorąc pod uwagę miejsce i obiekt badań, jest oczywista. Dobrze się stało, że autorka podjęła się trudnych studiów nad ważnym komponentem głębokowodnego, arktycznego w tym wypadku, mejobentosu. Lektura rozprawy wskazuje na duże zaangażowanie autorki w realizację niełatwych zadań naukowych. Ambitne podejście zaowocowało bogatą serią rezultatów. Powstał wielostronny, precyzyjny (tak w jego statycznych jak i dynamicznych aspektach) obraz zgrupowania, czyniący zadość stawianym u początku drogi celów. Efekt końcowy jest wyczerpującym uzasadnieniem i ilustracją głównej, zasadnej z naukowego punktu widzenia hipotezy, wyrażonej w ostatnim akapicie rozdziału o celach rozprawy.

Rozdział 2.2 o metodach jest napisany w sposób zadowalający, w znaczącym stopniu bardzo profesjonalnie. Daje dobre wyobrażenie zarówno o sposobie próbkowania, o całym programie pozyskiwania *replicate samples*, o wykorzystywanych w pracy wskaźnikach biologicznej różnorodności jak i o wskaźnikach opisujących i wartościujących różnorodność funkcjonalną zgrupowań. Istotną jego niedoskonałością jest brak informacji o narzędziach statystycznych, o licznych algorytmach i procedurach stosowanych w pracy. (Będzie jeszcze o tym mowa w dalszej części recenzji.) Pewne wątpliwości może budzić mała liczba prób osadów przy ich granulometrycznej analizie, tylko jeden raz w całym okresie badań. Ta kwestia wymaga komentarza autora. Czy wiadomo coś na temat zmienności tej cechy osadów w czasie, w obszarze badań? Po drugie, wątpliwym wydaje się zamieszczanie w pracy o ekologicznym wybitnie charakterze informacji o cechach istotnych w diagnostyce Nematoda. Przecież w pracy nie ma rozwinięcia tej kwestii. Jest zatem zbędna, niepotrzebnie wydłużając i tak obfity tekst. Pierwsze zdanie pierwszego akapitu na s. 33 jest niezrozumiałe. Co oznacza zwrot *relative abundance in the sample assemblage*? I dlaczego *relative abundance*, a nie *density*? Dlaczego autorka nie chce skorzystać z miary *density*, tracąc w ten sposób niepotrzebnie cenną informację o bezwzględnej ilości zwierząt braną pod uwagę przy wszelkich porównaniach. Na s. 35 w 7 wierszu od dołu napisano błędnie, że nicienie z grupy 1B *feeding on suspended matter*. Nie mogą, skoro są *deposit-feeders*. Na s. 33 znajdujemy

informację o wskaźnikach *diversity* użytych w analizie z powołaniem się na źródło. Potrzebne tu jednak bliższa informacja na temat tych wskaźników z podaniem ich matematycznych formuł. W tym wypadku nie wystarczy powołanie się na źródło/źródła.

Rozdziały 3, 4, 5 i 6 (każdy stanowi zamkniętą całość o charakterze odrębnego artykułu naukowego) zawierają bogaty zestaw rezultatów dotyczących kilku głównych kwestii (szczegółowych celów) rozprawy przywołanych na początku recenzji. Ogólna ocena tych czterech części dysertacji jest wysoka, także z powodu staranności i precyzji przeprowadzonych analiz oraz z racji dobrego zilustrowania wyników stosownymi tabelami, wykresami, diagramami i dendrogramami. Niestety, jakość opisów, zwłaszcza opisów tabel i rysunków pozostawia wiele do życzenia. Są to uchybienia formalnej na ogół natury, ale wpływające w sposób znaczący na jakość tej dysertacji i na możliwość dobrego (wygodnego i niezakłóconego) jej odbioru. Lektura tej pracy jest uciążliwa, a powody takiego stanu rzeczy są następujące.

- W pracy brakuje strony zawierającej spis i rozwinięcie licznych cytowanych w rozprawie skrótów.
- Tytuły części tabel są niewłaściwe, nie oddają w sposób dostatecznie precyzyjny istoty ich treści. Dotyczy to np. tab. 3.1 i 3.3 oraz tab. 5.4. Skutkuje to niewygodnym i utrudnionym ich odbiorem, zmuszając czytelnika do niepotrzebnej fatygi dociekania o istocie prezentowanych w nich wyników.
- Liczne opisy rycin są nietrafne, niekompletne lub/i mało precyzyjne. Przykładem może być opis ryc. 3.3, w którym informuje się, że nMDS plot powstał na podstawie danych o zespole mejofauny (*meiofauna community data*). To skrajnie posunięta ogólnikowość opisu, a wymagana jest precyzja. Jakie to dane, czego dotyczą? Jaki charakter miały cechy w tej analizie? Jaka była ich liczba? Czym były wartości w komórkach macierzy wyjściowej? Powyższe uwagi dotyczą także wielu innych rycin, takich jak np. ryc. 3.1, 3.4, 3.5, 3.7, 3.11, 4.10, 4.12, 4.17, 4.18, 5.6, 6.6, 6.9, 6.15, 6.17 (tu napisano np. że to jest *PCO plot based on nematode families!*) i innych.
- Przy każdym podaniu wielkości i zakresu odstępstwa od niej trzeba podać czy idzie o odchylenie standardowe czy też o błąd standardowy. Nie wolno zmuszać czytelnika, aby domyślał się z jaką miarą odchylenia ma do czynienia.
- W podpisie pod ryc. 6.21 napisano, że długość wektorów i kierunek odpowiadają wartościom korelacji. Po pierwsze, korelacji względem czego? Po drugie, o wielkości korelacji decyduje/świadczy sposób usytuowania obiektów względem tych wektorów.

Biorąc pod uwagę mnogość analizowanych zależności i porządkowań należało zadbać o klarowność i wygodę odczytywania tabel i rycin poprzez umieszczenie przy nich dokładnej informacji o charakterze danych, które były podstawą wyliczeń albo rozwiązać ten problem w

inny sposób, np. powołując się na stosowne macierze danych zamieszczonych w appendiksie. Nb. takie macierze mogłyby być dołączone do pracy w formie cyfrowej, co umożliwiłoby recenzentowi sprawdzenie poprawności obliczeń. Wszystkie kwestie dotyczące metod statystycznych powinny być zgrupowane i precyzyjnie opisane w jednym rozdziale o metodach, w tradycyjny sposób. Niezasadnym jest, aby czynić to kilkakrotnie w czterech rozdziałach 3, 4, 5 i 6.

Jest kilka jeszcze innych wątpliwości jakie nasuwają się po lekturze rozdziałów 3, 4, 5 i 6.

- W kilku miejscach autorka informuje o sposobie transformacji danych wyjściowych do analiz wielowymiarowych. Na s. 62 pisze o macierzy podobieństw wyliczonej na podstawie danych standaryzowanych i następnie transformowanych przy użyciu pierwiastka kwadratowego (s. 62 i 139) lub logarytmu (s. 139). Zabieg taki jest nieuzasadniony, gdy brać pod uwagę charakter danych będących podstawą obliczeń tj. gęstość zwierząt w jednostce powierzchni. Wystarczyłaby tu transformacja pierwiastkiem. Poza tym byłoby wskazane, aby wyjaśnić o jaki rodzaj standaryzacji chodzi. Większości czytelników termin ten kojarzy się ze standaryzacją wartości zmiennej celem uzyskania średniej zero i wariancji równej 1. Brak takiego wyjaśnienia może wprowadzić część czytelników w konfuzję. Także na s. 100 mowa o standaryzacji, o jaką standaryzację chodzi?
- Na s. 41 w 6 wierszu od góry informuje się o transformowanych pierwiastkiem kwadratowym danych. O jakie dane chodzi? O gęstość czy o dominację?
- Ryc. 3.2 jest opisana w niedokładny sposób, a wykresy z lewej strony zwane przez autorkę *large figures* są narysowane błędnie. Powinny mieć postać diagramów słupkowych, a nie krzywych.
- Dlaczego autorka traktuje odrębnie od 21 pozostałych stadia nauplialne widłonogów i wąsonogów. Mają one przecież swą taksonomiczną przynależność. Są więc 23 grupy w tym Copepoda i Cirripedia, a w prezentowanej analizie fakt, że to stadia larwalne nie ma znaczenia. Poza tym czy te naupliusy Copepoda to nie są aby larwy Harpactocoida, tak licznie reprezentowanych w próbach?

W pracy trafiają się pomyłki, które chciałbym traktować jako, wynikające z nieuwagi przejęzyczenia raczej, niż błędy.

- Na stronie 48, 6 wiersz od góry powinno być *coordinates*, a nie *components*.
- Skąd na stronie 63 w 4 wierszu od góry wzięła się *Principal Component Analysis*?
- Na ryc. 4.8 pod osią odciętych jest opis *species rank* w sytuacji gdy idzie przecież o rodzaje.

- Na s. 100 w 1 i 2 wierszu od gry autorka pisze: ...*Euclidean distance similarity resemblance matrices*. O co chodzi w tej lawinie pojęć odległości i podobieństwa?

Praca napisana jest dobrym na ogół, klarownym językiem. Ten ogólny pozytywny obraz psują jednak pojawiające się tu i ówdzie uchybienia, niedokładności i niezręczności. Są miejsca, gdzie autorka posługuje się mało precyzyjnymi sformułowaniami lub sformułowaniami nazbyt uproszczonymi.

- Przykładem może być bardzo niezręczne zdanie *The meiofauna community structure was separated in three clusters* na s. 47, pierwszy wiersz od góry. Nie struktura przecież jest klasyfikowana lecz obiekty, w tym wypadku 40 stacji!
- Autorka w sposób uporczywy używa słowa *comparable* w miejsce słowa *similar* na określenie jakiegoś podobieństwa lub analogii.
- W wielu miejscach rozprawy w sposób niewłaściwy zaznacza się akapity, co w sposób odczuwalny zakłóca lekturę.
- Rażą kolokwializmy w rodzaju *struktura jakościowo – ilościowa, analiza jakościowo – ilościowa*.
- Razić może rodzaj antropomorfizmu, gdy traktuje się dno oceanu poniżej głębokości 3000m jako *ekstremalne środowisko* (pierwszy akapit polskiego streszczenia). Nie jest ekstremalne dla bytującej tam biocenozy. Sama autorka pisze dwa zdania dalej o wysokiej różnorodności biologicznej i dynamice głębokowodnego ekosystemu.
- W przypadku rzeczy policzalnych należy stosować pojęcie *liczby*, a nie *ilości*. Zatem *liczba rodzajów*, a nie *ilość rodzajów* (ss. 5 i 7).

Autorka dyskutuje obszernie uzyskane rezultaty analiz i czyni to w każdym z czterech w/w rozdziałów oraz na końcu całości rozprawy. Dyskusje są wyczerpujące, oparte na bardzo bogatym zestawie literatury przedmiotu. Dobre podsumowania i konkluzje są zręcznymi elementami syntetycznych aspektów tej rozprawy, poza tym bardzo analitycznej w swym charakterze. Ocenia się te dyskusje pozytywnie, zwracając wszelako uwagę na fragmenty i stwierdzenia nazbyt ogólnikowe i jałowe z powodu swej oczywistości. Takim jest np. zakończenie rozdziału 3.4.3 na s. 57; stwierdzenie, że produktywność i dostępność materii organicznej są pierwszorzędnymi dla głębokowodnych zgrupowań Nematoda (s. 94, ostatni akapit); i że *...gradients in food availability define the spatial differences in the vertical penetration of nematofauna (and generally meiobentos) into the sediment*. To przecież dość oczywiste. W streszczeniu polskim, na końcu ostatniego akapitu zamieszczono, nie mające

związku z treścią rozprawy, ogólnikowe informacje o zaletach badań prowadzonych technikami genetyki molekularnej.

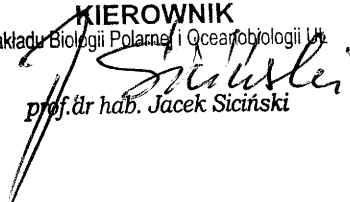
Dwie informacje, jedna ze s. 126, druga ze s. 127 są wzajemnie sprzeczne. Raz autorka pisze o swych spostrzeżeniach, że ... *vertically segregated assemblages are difficult to distinguish*, później, że ... *nematode assemblages ... clearly illustrated differences between sediment layers at investigated stations*. Trzeba też zwrócić uwagę na fakt niepotrzebnego rozbudowywania dyskusji o fragmenty będące w istocie prezentacją/powtórzeniem wyników, fragmenty będące oczywistościami (rodzajem dydaktyzmu), ogólnikami lub opisami, których właściwym miejscem byłby wstęp rozprawy. Takie niepasujące do charakteru tekstu fragmenty znajdujemy np. w rozdziałach: 3.4.3, 4.4.2, 5.4.4, 6.4.1 i 7.

Swoje rozważania, w tym metody opracowania kolekcji, metody analizy statystycznej etc., oparła autorka na bardzo bogatym zestawie publikacji. W pracy zacytowano aż 325 tekstów źródłowych. Opanowanie literatury przedmiotu także ocenia się tu wysoko.

Przedstawiona mi do oceny rozprawa doktorska jest wartościowym dziełem, obfitującym w bogate i znaczące wyniki dotyczące ekologii słabo wciąż poznanego zespołu mejofauny głębokiego dna oceanu. Zarówno program badań, wielkość analizowanego materiału, przyjęte sposoby taksonomicznej analizy kolekcji, przyjęte procedury i narzędzia statystyczne, analiza wyników i ich dyskusja zasługują na pozytywną ocenę. Dlatego rozprawę oceniam wysoko. Wartości uzyskanych wyników upatruję w precyzyjnym opisie zjawisk bardziej, niż w fakcie ich odkrycia. Część konkluzji to znane kwestie. Co jednak godne uznania autorka pokazała te zjawiska w ich skomplikowanym układzie zależności i korelacji. Całość oceniam jako solidną pracę obfitującą w dobrze umotywowane i uzasadnione wyniki. Postawione na początku pracy cele zostały zrealizowane z powodzeniem. Uzyskany obraz oceniam jako znaczący efekt precyzyjnie przeprowadzonej analizy i wartościowy wynik naukowy. Nadmiar postawionych sobie zadań mógł, jak się wydaje, zaważyć na znaczącej dość liczbie uchybień formalnych. Z drugiej strony, ponieważ w pracy realizowano kilka wątków, to zaletą takiego stanu rzeczy mogą być potencjalne profity naukowe w postaci kilku znaczących publikacji.

Stwierdzam, że praca doktorska mgr Katarzyny Grzelak spełnia ustawowe wymogi stawiane rozprawom doktorskim i wnoszę o dopuszczenie kandydatki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Pabianice, dn. 27.IV.2015 rok

KIEROWNIK  
Zakładu Biologii Polarnej i Oceanobiologii UŁ  
  
prof. dr hab. Jacek Siciński