

dr hab. Małgorzata Dukowska, prof. UŁ  
Katedra Ekologii i Zoologii Kręgowców  
Wydział Biologii i Ochrony Środowiska  
Uniwersytet Łódzki  
ul. Banacha 12/16  
90-237 Łódź  
e-mail: małgorzata.dukowska@biol.uni.lodz.pl

Łódź, 3 stycznia 2023 r.

Recenzja rozprawy doktorskiej  
**pt.: „Wpływ antropogenicznych zaburzeń siedlisk w potoku górskim na  
strukturę makrozoobentosu i ichtiofauny”**  
wykonanej przez mgr Joannę Szmuc  
pod kierunkiem dr hab. Anety Bylak, prof. UR,  
w Zakładzie Ekologii i Ochrony Środowiska w Kolegium Nauk Przyrodniczych  
Uniwersytetu Rzeszowskiego

### **Podstawa formalna wykonania recenzji**

Podstawą wykonania recenzji było pismo Prorektora ds. Kolegium Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Rzeszowskiego, prof. dr hab. Idalii Kasprzyk z dnia 28.10.2022 r., odnoszące się do uchwały nr 123/10/2022 Rady Naukowej Kolegium Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Rzeszowskiego, z dnia 27 października 2022 r.

### **Ocena formalna rozprawy**

Przedstawiona do oceny praca doktorska ma charakter monografii liczącej 145 stron, w tym: 31 tabel, 19 rycin i 15 fotografii. Zawiera wszystkie niezbędne elementy pracy doktorskiej. Układ pracy jest klarowny, praca podzielona jest na stosowne rozdziały: Wstęp, Teren badań, Materiały i metody, Wyniki, Dyskusja, Literatura oraz streszczenie w języku polskim i angielskim. Zacytowano 302 pozycje literatury, w tym 194 w języku angielskim (64%) i 108 (36%) w języku polskim. Wnioski zastąpione są dwoma Podsumowaniami i ostatnim podrozdziałem Dyskusji – Konsekwencje dla praktyki.

## **Tematyka rozprawy – oryginalność badań**

Zasadniczą wartość rozprawie nadaje ustalenie wpływu przeprowadzonej renaturyzacji badanego potoku na jego faunę. Wiadomym jest, że odpowiednie działania renaturyzacyjne odgrywają istotną rolę w ochronie i kształtowaniu środowiska cieków poddanych w przeszłości antropopresji. Prowadzą one do poprawy warunków ekologicznych w zdegradowanych ciekach i są próbą przywrócenia im do stanu zbliżonego do naturalnego. Przedmiotem takich zabiegów był badany przez Doktorantkę potok, którego drożność w latach 70. XX w. została zaburzona przez zabudowy hydrotechniczne takie jak: betonowe zapory/progi przeciwrumowiskowe i przepusty kołowe. W 2012 r. przeprowadzono rekonstrukcję koryta potoku polegającą na usunięciu progów, zastąpieniu przepustów kołowych konstrukcjami łukowymi oraz przebudowie wtórnie utworzonych wodospadów erozyjnych na dwa kamienne bystrza. Właśnie tego typu zabiegi, obejmujące usunięcie barier poprzecznych (przywrócenie drożności koryta) i odtworzenie siedlisk w niewielkim potoku górskim, Doktorantka wykorzystała do zbadania wpływu antropogenicznych zaburzeń siedlisk na strukturę makrozoobentosu i ichtiofauny. Zagadnienie to ma duże znaczenie w dobie wciąż nasilającej się antropopresji i podejmowania działań renaturyzacyjnych cieków i ich dolin. Przeprowadzone przez Panią mgr Joannę Szmuc badania są aktualne i dobrze wpisują się we współczesną problematykę ekologii wód płynących.

## **Ocena merytoryczna rozprawy**

Wstęp pracy wprowadza czytelnika w ogólne zagadnienia dotyczące charakterystyki i funkcjonowania ekosystemów lotycznych, w szczególności potoków górskich. Szeroko omówione jest znaczenie czynników abiotycznych i antropogenicznych dla ryb i makrobezkręgowców bentosowych. Obie grupy organizmów są podstawą materiałową dysertacji. W myśl prowadzonych we wstępie rozważań, na końcu tego rozdziału Doktorantka przedstawiła cele pracy. Głównym celem dysertacji była **ocena reakcji fauny wodnej na antropogeniczne zmiany parametrów siedlisk w potoku górskim**, a celami szczegółowymi: ocena jakości siedlisk fauny wodnej w naturalnych i przekształconych odcinkach koryta potoku, analiza wpływu zaburzeń siedlisk w różnych skalach przestrzennych (skali zlewni, potoku, odcinka potoku i siedliska), ocena jakościowej, ilościowej i funkcjonalnej struktury makrozoobentosu, analiza przydatności przekształconych (zrenaturalizowanych) odcinków koryta potoku górskiego do bytowania ryb oraz ustalenie długoterminowych zmian ichtiofauny w odpowiedzi na modyfikację siedlisk.

Ponadto Doktorantka sformułowała odpowiednie, weryfikowane w badaniach, hipotezy zakładające, że:

1. Antropogeniczne przekształcenia siedlisk generowane przez zabudowę koryta potoku górskiego, związaną z prowadzeniem gospodarki leśnej, wpłynęły negatywnie na strukturę makrozoobentosu i ichtiofauny;
2. Zabiegi renaturyzacyjne doprowadziły do odtworzenia siedlisk zbliżonych do naturalnych i przyczyniły się do odbudowy zespołu bezkręgowców bentosowych oraz przywrócenia naturalnej struktury ichtiofauny;
3. W wyniku zabiegów renaturyzacyjnych nastąpiła zmiana zasięgów gatunków ryb w potoku.

W celu weryfikacji powyższych hipotez Doktorantka przeprowadziła wielokierunkowe badania przed i po renaturyzacji potoku Kamionka. Badany potok jest niewielki, ale rozlokowano wzdłuż niego (od ujścia w górę) na odcinku 1,8 km 9 stanowisk oraz dla porównania 3 stanowiska w potoku Turnica na odcinku 1,6 km. Badania przeprowadzono w dużej skali czasowej, bo w okresie 9 lat, toteż można uznać je za wieloletnie („*long-term study*”). Przed zabiegiem renaturyzacji badania były prowadzone tylko w ciągu 1 roku (2009), a po zabiegu przez 8 lat (od 2014 do 2021). Odłowy ryb prowadzono raz w roku (między drugą połową sierpnia, a pierwszą połową października), natomiast próby makrobezkręgowców bentosowych pobierano trzy razy w roku: wiosną, latem i jesienią. Terminy poboru prób były optymalne dla badań bioróżnorodności. Za bardzo pomysłową uważam rycinę 1 z diagramem prezentującym główne założenia metodyczne i plan badawczy.

Chcę podkreślić, że przeprowadzone przez Doktorantkę badania były niezwykle intensywne i pracochłonne. Obejmowały analizę hydromorfologiczną strumienia, struktury zespołu ryb i bentofauny oraz wpływu zaburzeń w skali mikrosiedlisk na taksony bezkręgowców wodnych. Na wszystkich stanowiskach złowiono łącznie 1812 ryb należących do czterech gatunków (głowacz przęgopłetwy, pstrąg potokowy, strzebla potokowa oraz brzanka). Dużą przeciwwagą materiałową stanowią makrobezkręgowce bentosowe, do analizy których zebrano 108 prób, zidentyfikowano około 170 tys. osobników, wśród których stwierdzono 80 taksonów. W związku z tym może wydawać się, że o ile analiza zespołu ryb, ocena ich możliwości przemieszczania się wzdłuż koryta potoków, tempa rekolonizacji i wskazanie czynników środowiskowych determinujących rozmieszczenie ryb po renaturyzacji było mniej czasochłonnym zadaniem, o tyle opracowanie związane z bentofauną było niewspółmiernie bardziej złożonym i skomplikowanym wyzwaniem dla Doktorantki i współpracującego z nią zespołu. Pobieranie prób bentosowych z potoków górskich jest trudnym zadaniem chociażby ze względu na kamieniste dno, a wybieranie bezkręgowców z osadów dennych, ich liczenie i identyfikacja taksonomiczna są czasochłonne i żmudne. Należy podkreślić, że w przeciwieństwie do większości badaczy zoobentosu, traktujących muchówki z rodziny

Chironomidae jako całość ze względu na ich trudną identyfikację, Pani mgr Joanna Szmuc dokonała identyfikacji tych muchówek do podrodzin, plemion i w jednym przypadku do rodzaju. Ponadto Kandydatka wykazała się szczegółową znajomością ekologii poszczególnych taksonów bezkręgowców, przyporządkowując je do odpowiednich funkcjonalnych grup troficznych, grup według preferowanego substratu, szybkości prądu, wrażliwości na drobnoziarnisty osad mineralny i na czynniki antropogeniczne w oparciu o wartości indeksu BMWP-PL.

Do najważniejszych osiągnięć rozprawy doktorskiej mgr Joanny Szmuc zaliczam:

1. Wykazanie, że renaturyzacja potoku Kamionka, polegająca na usunięciu niskich barier migracyjnych i odtworzeniu naturalnej struktury dna, umożliwiła ponowne zasiedlenie przez ryby jego środkowego i górnego odcinka.
2. Wykazanie, że tempo rekolonizacji mierzone rozszerzaniem zasięgu ryb jest stosunkowo szybkie, ale odbudowa typowej dla potoku górskiego struktury ichtiofauny trwa dłużej, gdyż zależy m. in. od czynników sezonowych i efektywności rozrodu.
3. Wykazanie, że utrzymanie ciągłości podłużnej cieką ma kluczowe znaczenie dla różnorodności i stabilności zgrupowania ryb.
4. Wykazanie, że przywrócona w wyniku przebudowy koryta mozaikowatość mikrosiedlisk, zapewniająca duże zróżnicowanie czynników środowiskowych, spowodowała wzrost bioróżnorodności makrozoobentosu.
5. Zwrócenie uwagi na znaczenie właściwego doboru technik renaturyzacyjnych, zapewniających powstanie dogodnych warunków do rozwoju fauny bezkręgowców wodnych, zróżnicowanych zarówno taksonomicznie, jak i funkcjonalnie.

W mojej ogólnej ocenie praca badawcza jest wykonana właściwie, rozprawa napisana bardzo starannie, fachowym, a jednocześnie żywym językiem. Ilustrowana czytelnymi, pełnymi informacjami, dobrze objaśnionymi tabelami i rycinami. Zastosowano w niej szeroką gamę metod statystycznych, dobranych w sposób przemyślany i precyzyjny. Prawidłowo przedstawiono i zinterpretowano wyniki różnorodnych testów statystycznych. Wyniki tej pracy istotnie przyczyniają się do wzbogacenia wiedzy na temat wpływu odpowiednio przeprowadzonej renaturyzacji siedlisk na faunę podgórskiego potoku.

Z obowiązku recenzenta pozwalam sobie wskazać kilka uwag i zadać Doktorantce pytania, które nasunęły mi się podczas czytania rozprawy. Jednocześnie podkreślam, że moje uwagi nie mają wpływu na ogólną ocenę wyrażoną w końcowej części rozprawy.

## Uwagi krytyczne, komentarze i pytania

1. Tytuł pracy jest niewystarczająco precyzyjny, ponieważ tylko pośrednio odzwierciedla zawartość dysertacji. Sugeruje bowiem, że badano wpływ antropogenicznych zaburzeń siedlisk na strukturę fauny potoku, tymczasem tutaj prześledzono zmiany jakim podlegała fauna potoku górskiego po usunięciu tych zaburzeń. Zatem bardziej adekwatny byłby tytuł: „Regeneracja fauny potoku górskiego po usunięciu zaburzeń antropogenicznych (lub po usunięciu presji antropogenicznej)” lub „Wpływ działań renaturyzacyjnych na odbudowę fauny w potoku górskim”.

2. Doktorantka omawiając we Wstępie znaczenie czynników abiotycznych w funkcjonowaniu potoków, szczególną uwagę zwraca na szybkość prądu, pisząc: „Prąd wody można uznać za najistotniejszy element definiujący funkcjonowanie ekosystemów wód płynących. Szybkość prądu wody decyduje nie tylko o cechach abiotycznych środowiska, ale również o rozmieszczeniu różnych organizmów wodnych”. W świetle powyższego stwierdzenia, skądinąd słusznego, dziwi fakt, dlaczego tego parametru siedliska nie uwzględniono w przeprowadzonych badaniach.

3. Zwracam uwagę na nieprecyzyjne używanie terminów „przepływ” i „szybkość prądu”. Już na pierwszej stronie dysertacji używana jest cała gama określeń blisko brzmiących tj.: ilość płynącej wody, szybkość prądu, prędkość przepływu, wahania przepływów, szybki prąd wody, wolniejszy nurt, wolniejszy prąd wody, przepływ wody, silny prąd wody. Ze względu na swoje odmienne znaczenie i jednocześnie jasno sprecyzowane w hydrobiologii definicje, terminy te powinny być używane jednoznacznie i konsekwentnie, nawet jeśli miałyby się powtarzać w tekście (przypuszczam, że Doktorantka, chcąc uniknąć powtórzeń tworzyła te różne określenia).

4. Obok abiotycznych parametrów środowiskowych determinujących występowanie ryb, ważnym czynnikiem jest również dostępność bazy pokarmowej. Czy nie byłoby zasadne przedstawić analizę zgrupowania bezkręgowców bentosowych (potencjalnej bazy pokarmowej ryb) przed analizą ichtiofauny, a następnie uwzględnić zasobność bazy pokarmowej jako ważnej zmiennej kształtującej strukturę zespołu ryb? Wszelkimi danymi dla tego celu Doktorantka dysponowała.

5. Poszczególne taksony bezkręgowców przyporządkowano do odpowiednich funkcjonalnych grup troficznych. Czy analizując muchówki z rodziny Chironomidae, Doktorantka wzięła pod uwagę, iż w obrębie tej rodziny wyróżniamy różne gildie?

6. W Dyskusji zwraca uwagę fragment, z treścią którego nie do końca się zgadzam: „Co ciekawe w przypadku potoku Kamionka duże zagęszczenie Chironomidae np. Orthoclaadiinae stwierdzane były w obrębie bystrzy, gdzie również zanotowano dużą ilość Tubificidae (Ryc. 12). Wynika to z faktu, że odcinek zajmowany przez bystrze obejmował zarówno kaskadę głazów jak i przegłębienia (płosa) pomiędzy nimi – to właśnie te odcinki z większą głębokością, wolniejszym prądem wody i możliwością odkładania substancji organicznej i drobnych frakcji piasku stworzyły korzystne siedliska dla wyżej wymienionych organizmów (Tabela 11)”.

Jeśli wyżej wymienione organizmy to Tubificidae i larwy Orthoclaadiinae, to owszem, Tubificidae mogły występować w zagłębieniach, gdzie szybkość prądu była mniejsza i obficie występowała drobnocząsteczkowa materia organiczna, ponieważ są one typowymi zbieraczami. Jednakże Orthoclaadiinae to reofilne ochotki, preferujące wyższe wartości szybkości prądu, zapewne związane były z kamieniami odżywiając się peryfitonem rozwijającym się na ich powierzchni, gdyż reprezentują gildię zdrapywaczy.

7. Larwy Trichoptera z rodziny Psychomyidae są peryfitonożercami (zdrapywaczami) nie filtratorami.

8. Praca napisana jest generalnie poprawnym językiem, w którym zauważyłam jednak kilka potknięć natury językowej i stylistycznej, np.:

- str. 5 – tempo akumulacji masy organicznej – powinno być materii organicznej,
- str. 8 – zmiany w strukturze zbiorowisk wodnych – powinno być biocenoz lub zbiorowisk organizmów wodnych,
- str. 17 – tytuł podrozdziału w Materiałach i metodach „Przestrzenna i czasowa struktura zbierania próbek” jest niepotrzebnie skomplikowany – wystarczyłoby „Czas i miejsce pobierania prób”. Należy dodać, że przestrzenna i czasowa struktura może dotyczyć populacji lub biocenozy i zwykle jest ona wynikiem jakiegoś procesu,
- str. 51 (ostatni wiersz) – enigmatyczne jest stwierdzenie „Makrozoobentos związany jest ze specyficznym podłożem”. Czy osady denne rzeczywiście są takim specyficznym podłożem?
- str. 55 – fragment zaczynający się od słów „Co ciekawe w przypadku potoku Kamionka...” powtórzony jest na stronie 56.

9. Uwagi dotyczące analiz statystycznych

- Zdaję sobie sprawę, że poprawny opis metod statystycznych jest znacznie utrudniony ze względu na to, że w języku polskim często brakuje odpowiedników znanych pojęć

statystycznych używanych w języku angielskim lub są one mało znane. Przykład: wybór zmiennych *metodą krokową do przodu* to poprawnie *metoda krokowa postępująca*.

- Niewłaściwe jest użycie skrótu PCO dla analizy głównych współrzędnych (jedna z metod skalowania wielowymiarowego, Principal Coordinates Analysis) – poprawny skrót to PCoA (patrz np. *Quinn, Keough, 2002. Experimental Design and Data Analysis for Biologists*). Chcę zaznaczyć, że PCoA nie jest popularną analizą w badaniach ekologicznych najprawdopodobniej z powodu trudności interpretacyjnych otrzymanych osi (tu: głównych koordynatów).
- W przypadku tabeli 14 niepełne jest przedstawienie wyników analizy SIMPER. Analiza ta najczęściej wskazuje gatunki, które wpływają na odległość (niepodobieństwo) dwóch zbiorów.
- W mojej opinii, Doktorantka niedostatecznie wyjaśniła użycie dwóch analiz (PCoA i PERMANOVA) poniekąd w tym samym celu. PCoA pokazała, że niektóre obiekty np. lata grupują się, a następnie użyto PERMANOVA, aby sprawdzić czy różnice między latami są istotne. Tymczasem zastosowanie porównań wielokrotnych po PERMANOVA pokazałoby, które obiekty nie różnią się statystycznie, czyli tworzą tzw. grupy jednorodne, które powinny być takie same jak w wyniku PCoA. Dodatkowo pokazanie wyników PCoA poprzez 95% elipsy pozwoliłoby na bardziej obiektywne, wcześniej poniekąd arbitralne, wyróżnianie grup.
- Zbyt duża jest również liczba tabel, głównie z powodu niepotrzebnie aż tak dokładnego przedstawiania wyników analizy wariancji, głównie PERMANOVA. Zamiast podawania pełnych wyników (źródła zmienności, SS, MS, df, pseudo F, p) można było ograniczyć się do podania w tekście wartości pseudo F, df i p.

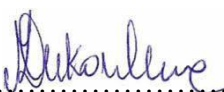
## **Podsumowanie**

Niezależnie od powyższych uwag uznaję, że przedłożona mi do recenzji rozprawa doktorska jest dziełem oryginalnym, wnoszącym do nauki wiedzę na temat renaturyzacji potoków górskich. Zakres i precyzyjny plan podjętych badań, niezwykle obszerny materiał, zastosowane metody i wykonane analizy wskazują na duże zaangażowanie Doktorantki w pracę naukową, umiejętność prowadzenia prac terenowych i laboratoryjnych oraz swobodę w analizowaniu danych z zastosowaniem zaawansowanych metod statystycznych.

### **Wniosek końcowy**

Rozprawa doktorska mgr Joanny Szmuc spełnia wszelkie wymagania określone w art. 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2003 r. Nr 65, poz. 595 z późniejszymi zmianami Dz. U. z 2007 r. poz. 1789) w związku z art. 179 ust. 1 Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 roku, poz. 1669).

Wobec powyższego składam wniosek do Rady Naukowej Kolegium Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Rzeszowskiego **o dopuszczenie mgr Joanny Szmuc do dalszych etapów przewodu doktorskiego**. Ponadto, biorąc pod uwagę bardzo wysoki poziom merytoryczny pracy **zwracam się z wnioskiem o stosowne wyróżnienie recenzowanej rozprawy**.



.....

dr hab. Małgorzata Dukowska, prof. UŁ