



Prof. dr hab. Andrzej Witkowski
Instytut Nauk o Morzu i Środowisku
Uniwersytet Szczeciński
ul. Mickiewicza 16a
70-383 Szczecin
e-mail: andrzej.witkowski@usz.edu.pl

Szczecin 17.01.2020

**RECENZJA: Rozprawy doktorskiej mgr Piotra Knysaka zatytułowanej
„Wpływ człowieka na ekosystemy źródlane na podstawie różnorodności okrzemek
i ich autekologii”**

Tematem rozprawy doktorskiej mgr. Piotra Knysaka był wpływ człowieka na ekosystemy źródlane na podstawie analizy składu gatunkowego i oceny różnorodności zespołów okrzemkowych zasiedlających źródła Polski Środkowej. Bardziej szczegółowo badane źródła usytuowane są na terenie województwa Łódzkiego, a jedno z nich nawet w granicach miejskich Łodzi. Doktorant podjął się szczegółowej analizy zespołów okrzemkowych źródeł będąc głęboko przekonany o ich wyjątkowości jako ekosystemów z pogranicza wód powierzchniowych i podziemnych. Źródła z reguły zajmują na tyle mały obszar i nie rzucają się w oczy, iż zdarza się, że stają się śmietnikami lub ulegają zadeptywaniu, niestety niekiedy przez turystów. Są na tyle mało znaczące w otaczającym je krajobrazie, że sąsiedztwo zabudowań, czy to miejskich czy wiejskich, stanowi dla ich funkcjonowania wielkie zagrożenie. Nawet źródła ukryte w lasach, z uwagi na fakt zasilania je przez wody podziemne, nie są zabezpieczone przed negatywnymi skutkami gospodarowania człowieka. Co prawda dzisiejsze zmiany chemizmu wód źródłanych pod wpływem działalności człowieka ujawnią się niekiedy po wielu latach, ale już zimowe posypywanie dróg solą objawi się po sezonie zimowym wzrostem przewodnictwa elektrolitycznego i pojawieniem się form halofilnych (jak to się dzieje w przypadku okrzemek). Powyższe, negatywne skutki wpływu aktywności człowieka na źródła, nie mają przynależności państwowej czy lokalizacji geograficznej, są uniwersalne i mogą wystąpić wszędzie, gdzie są źródła i z ich wód i otoczenia korzystają ludzie. Wokół tych

negatywnych związków człowieka ze środowiskiem, z ekosystemami źródeł Polski Środkowej, mgr Piotr Knysak tworzy narrację w swojej pracy doktorskiej. Doktorant, aby zobrazować negatywny wpływ człowieka na ekosystemy badanych źródeł dokumentuje, analizując ich strukturę i dynamikę, zasiedlające je zespoły okrzemkowe. Jednokomórkowców o unikalnej fizjologii komórki i autekologii czyniących z okrzemek jedne z najlepszych bioindykatorów.

Celem badań w recenzowanej pracy doktorskiej była szczegółowa analiza składu gatunkowego, różnorodności, struktury i dynamiki zespołów okrzemek bentosowych zasiedlających badane źródła. Bazując na składzie gatunkowym zespołów okrzemkowych i ich zmianach (ewentualnie braku zmian) sezonowych doktorant dokonał analizy ekologicznej wód badanych źródeł. Zgodnie z najlepszą praktyką stosowaną w tego typu badaniach w Polsce i na świecie charakterystyka ekologiczna źródeł bazująca na składzie gatunkowym zespołów okrzemkowych została wsparta pomiarami najważniejszych parametrów fizycznych i chemicznych mierzonych w badanych źródłach. Recenzowana rozprawa doktorska, podobnie jak i badania zespołu, w którym pracował doktorant wpisuje się w ogólno-światowe zjawisko naukowe jakim są badania siedlisk i całych ekosystemów uzależnionych od wypływu wód gruntowych, nie tylko lądowych, także w morskiej strefie litoralnej. Ogromna literatura przedmiotu zaświadcza o tym, że zrozumienie dla konieczności prowadzenia badań jest szerokie na całym świecie, a Europa i Polska odgrywają w tych badaniach ważną rolę.

Aby wykorzystać bioindykacyjny potencjał okrzemek, konieczny jest kompetentny znający florę diatomolog. Warunek ten doktorant spełnił w sposób bardzo dobry, o czym świadczy lista zidentyfikowanych taksonów wraz z zamieszczonymi w pracy doktorskiej wysokiej klasy mikrofotografiami wybranych gatunków okrzemek. Doktorant wykonał wielką pracę analityczną związaną z poborem prób, pomiarami parametrów środowiskowych, przygotowaniem preparatów mikroskopowych, a następnie analizą mikroskopową. Z pewnością nie mniej czasochłonna była identyfikacja składu gatunkowego okrzemek oraz wykonanie licznych analiz statystycznych. Aspekty bioindykacyjne wyraźnie podnoszą znaczenie pracy, choć i sama warstwa florystyczna i taksonomiczna bez trudu wystarczyłaby na uzyskanie stopnia naukowego doktora. Tego typu badania są nadal prowadzone w Polsce zbyt rzadko, tym bardziej więc doktorantowi należy się uznanie za wybór tematu oraz rejonu badań.

Rozprawa doktorska mgr. Piotra Knysaka wpisuje się w badania diatomologiczne prowadzone w Katedrze Algologii i Mykologii Uniwersytetu Łódzkiego. Przedmiotem badań są okrzemki ze źródeł zróżnicowanych pod względem budowy geologicznej obszaru alimentacyjnego, a przede wszystkim pod względem natężenia destruktywnego oddziaływania człowieka. Recenzowana rozprawa liczy 255 stron rękopisu oraz dwóch aneksów, jednego na płycie DVD drugiego wydrukowanego w pracy na 30 stronach. Tekst rozprawy składa się z następujących rozdziałów: wstępu, przedmiotu, obiektu i celu badań, opisu terenu badań, materiału i metod badań, wyników, dyskusji, podsumowania i wniosków, streszczenia, spisu literatury i plansz z mikrofotografiami zidentyfikowanych w pracy taksonów. Doktorant sporządził 8 plansz z mikrofotografiami okrzemek z mikroskopu świetlnego. Godna podkreślenia jest bardzo wysoka jakość zdjęć i poprawna identyfikacja występujących gatunków. Aneksy stanowią dwie tabele, pierwsza z pełną listą zidentyfikowanych w pracy taksonów oraz ich liczebnością w poszczególnych źródłach natomiast druga to szczegółowe wyniki analizy SIMPER.

We wstępie doktorant przedstawia charakterystykę okrzemek pod kątem budowy komórki oraz pancerzyka jako cech będących podstawą identyfikacji tych organizmów. W krótkich paragrafach przedstawia okrzemki jako bioindykatory oraz zasady biomonitoringu w Polsce, aby dalej przejść do stanu badań flory okrzemkowej źródeł Polski środkowej. W kończącym wstęp podrozdziale doktorant przedstawia cele badań. Cele przedstawione są w sposób zwięzły, wyczerpują zakres przeprowadzonych badań, a kolejnością nawiązują do układu pracy. W krótkim podrozdziale doktorant przedstawia hipotezę badawczą nawiązującą do stabilności warunków środowiskowych w źródłach, która to cecha sprawia, że mimo presji ze strony korzystającego z nich lub żyjącego obok nich człowieka, zachowują one zróżnicowane zespoły okrzemkowe. Aby osiągnąć postawiony w pracy cel badawczy, czyli charakterystykę badanych źródeł pod kątem różnorodności gatunkowej zespołów okrzemek doktorant stawia szereg pytań badawczych, na które zamierza odpowiedzieć:

- poddając analizie skład gatunkowy zespołów okrzemkowych i określając udział poszczególnych taksonów;
- wykorzystując system indykacji ekologicznej oparty na autekologii zidentyfikowanych taksonów;

- dokonując analizy zróżnicowania zespołów okrzemkowych w zależności od pomiarów czynników środowiskowych i natężenia antropopresji na badane źródła.

Taki sposób prezentacji przez doktoranta celu i zakresu badań wzbudza uznanie recenzenta.

W rozdziale trzecim doktorant przedstawia charakterystykę terenu badań i względnie dokładnie opisuje badane źródła. Osnowę dla całej rozprawy w warstwie wynikowej oraz w dyskusji stanowi charakterystyka badanych źródeł. Czynnikiem zasadniczym różnicującym badane źródła jest budowa geologiczna terenu, na którym występują i wiek warstwy wodonośnej zasilającej dane źródło, czyli osady czwartorzędowe bądź trzeciorzędowe. W przedstawionej w rozdziale trzecim szczegółowej charakterystyce dwunastu badanych źródeł znalazły się m.in. zdjęcia miejsc poboru prób, dokładna ich lokalizacja, natężenie wypływu czy rodzaj podłoża. Bazując na wynikach badań przeprowadzonych w zespole, którego członkiem jest też doktorant, próbuje on szacować natężenie wpływu aktywności ludzkiej na badane źródła, określając ją w skali od 0 do 3, przy czym 0 oznacza izolację źródła od wpływu człowieka. Powstaje w ten sposób tabela, z której wynika, że tylko jedno z badanych źródeł – Bukowa Góra jest izolowane od wpływu człowieka. Pozostałe badane źródła w mniejszym lub większym stopniu podlegają antropopresji, co jest dość zaskakującym wynikiem. Sam pobór prób nie odbiega od powszechnie stosowanych metod w tego typu badaniach.

W rozdziale czwartym, który dotyczy metod, doktorant przedstawia badania diatomologiczne oraz zakres i rodzaj wykonanych analiz chemicznych. Pomiary na stacjach badawczych objęły podstawowe parametry fizyko-chemiczne wód m.in. odczyn, tlen rozpuszczony, temperaturę, konduktancję oraz podstawowe biogeny. Identyfikację małych i delikatnych taksonów np. należących do rodzaju *Achnantheidium*, *Psammothidium* czy *Eunotia*, które w badanym materiale osiągały wysokie udziały uwiarygodnia fakt wykorzystania przez doktoranta elektronowego mikroskopu skaningowego. Godny podkreślenia jest fakt bardzo długiego okresu czasu poboru prób obejmującego lata 1998–2018, chociaż ten maksymalny okres czasu obejmował tylko część spośród badanych źródeł. Tym niemniej ogólna liczba badanych prób wyniosła 246 i jeśli uwzględnimy fakt, że doktorant w każdej próbie zliczał minimum 500 okryw okrzemek, to uzyskane dane prezentowane w rozdziale wyniki są imponujące. Struktura, dynamika i różnorodność zespołów okrzemkowych w poszczególnych źródłach zostały określone przy

wykorzystaniu odpowiednich wskaźników. Aby przedstawić wyniki badań i zobiektywizować ten ogrom danych doktorant wykorzystał metody statystyczne obejmujące analizę skupień, skalowanie wielowymiarowe, analizę głównych składowych oraz analizę SIMPER.

Rozdział piąty, czyli wyniki, doktorant rozpoczyna od prezentacji parametrów środowiskowych w oparciu o pomiary instrumentalne i są to po kolei temperatura, pH, przewodnictwo elektrolityczne i tlen, a następnie podstawowe biogeny. Następnie przechodzi on do przedstawienia wyników analizy różnorodności zespołów okrzemkowych w każdym ze źródeł. W przywołanych wyżej podrozdziałach doktorant w sposób bardzo skrótowy przedstawia zarówno warunki środowiskowe, jak i zróżnicowanie zespołów okrzemkowych. Przyjęcie takiego sposobu narracji ma swoje konsekwencje dla lektury całej pracy i wydaje mi się nie było najszcześniejszym wyborem. Dopóki wyniki badań opisywane są przez doktoranta dla źródeł z dwoma stacjami poboru prób opis tych źródeł jest rozbudowany i nie stanowi dla czytelnika problemu. Poszczególne analizy dla źródeł Podwódka (36 prób) i Podwierzchowiec (37 prób) są rozbudowane, grafika dla poszczególnych analiz prezentuje się w sposób interesujący. Z chwilą przejścia w pracy do opisu źródeł z jedną stacją (19 prób), widać jak z upływem czasu doktorant zaczyna się tym opisem męczyć. Dlatego uważam, że efekt byłby ciekawszy i łatwiejszy do przedstawienia dla doktoranta, gdyby charakterystyka środowiskowa oraz wskaźniki bioróżnorodności znalazły się w opisie wyników dla każdego z badanych źródeł oddzielnie. Zaś podrozdziały 5.1 i 5.2, w mojej ocenie, bardziej pasują w obecnej formie do dyskusji niż do wyników. Natomiast zbiorcze potraktowanie wyników różnorodności gatunkowej badanych zespołów okrzemkowych sprawia, że w samym opisie poszczególnych źródeł tak naprawdę mamy przedstawioną dynamikę zespołów i bogactwo gatunkowe zamiast różnorodności. Generalnie pomimo wysokiej liczby występujących taksonów wskaźnik bioróżnorodności przyjmuje średnie wartości.

Pomimo uwag do struktury rozdziału opisującego wyniki badań, same wyniki analiz struktury zespołów okrzemkowych dzięki zastosowaniu analizy SIMPER są interesujące. Ogółem zidentyfikował doktorant w badanych próbach 278 taksonów, zaś przegląd plansz ilustrujących dominujące gatunki nie daje żadnego powodu do wątpliwości w poprawność oznaczeń. Świadczy to o dobrym przygotowaniu warsztatowym doktoranta. Warto jednak podkreślić bardzo wysoką liczbę zidentyfikowanych taksonów, a także

zwrócić uwagę na fakt, że praca jest niemal wolna od błędów literowych w nazwach okrzemek, co zdarza się rzadko. Jedynym wyjątkiem jest w tej pracy użycie nazwy rodzajowej *Fragilarioforma* zamiast *Fragilariforma*.

Prezentując wyniki analizy jakościowej i ilościowej zespołów okrzemek doktorant wskazuje ich rolę w składzie badanych zbiorowisk. Spośród 278 zidentyfikowanych taksonów jedynie kilkanaście osiągnęło abundancję i znaczenie w badanych zespołach okrzemkowych dające im pozycję dominantów. Opis zespołów okrzemkowych doktorant prezentuje z żelazną konsekwencją zaczynając od struktury zespołów okrzemkowych szczegółowo omówionej z uwzględnieniem stałości występowania dominacji i zmian sezonowych. Następnie przedstawia wyniki analizy skupień, wielowymiarowego skalowania i SIMPER, która daje mu możliwość porównania zespołów okrzemkowych pomiędzy badanymi źródłami. Dzięki zastosowaniu analizy SIMPER wskazuje też gatunki różnicujące poszczególne źródła pomiędzy sobą. Mając scharakteryzowany zespół okrzemek przechodzi doktorant do omówienia stanu ekologicznego danego źródła bazując na zasiedlających je okrzemkach. Wykorzystuje tu system zaproponowany przez Van Dama i współautorów w publikacji z roku 1994. Z załączonych diagramów widać wyraźnie, że system ten dla niektórych parametrów sprawdza się i pozwala dobrze scharakteryzować np. zasolenie, pH, trofię czy saprobię, dla niektórych parametrów np. natlenienie wody czy wilgotność wyniki są słabe. Zmiany pomiędzy jakością wyników analizy ekologicznej widoczne są także pomiędzy poszczególnymi źródłami. Doktorant komentuje te problemy w opisie wyników, zwracając uwagę na brak kalibracji odnośnie wspomnianych parametrów, dla wciąż dużej liczby taksonów. Warto tu także odnotować fakt bardzo licznego występowania alfa-mezo-polisaprobiontów i polisaprobiontów w źródle Bukowa Góra, które jak wynika przyjętej klasyfikacji jest odizolowane od wpływu człowieka.

Jakość opisu wyników badań w przyjętej przez doktoranta formule (wspomniana wyżej) pogarsza się wraz z wzrastającą liczbą scharakteryzowanych źródeł. W początkowej części opisu nie zdarzają się pomyłki, pojawiają się jednak pod koniec opisu zespołów okrzemkowych. Najczęściej są to „połknięte” litery lub wyrazy, ale zdarzają się też (całkiem pod koniec wyników) błędnie wpisane nazwy źródeł.

W dyskusji doktorant dokonuje analizy uzyskanych wyników na tle wiedzy w przedmiocie jego badań w istniejących zasobach literaturowych, zaczyna jednak od

przeglądu literatury dotyczącej wpływu człowieka na źródła. Doktorant podkreśla destrukcyjny wpływ człowieka na ekosystemy źródeł szczególnie zaś dopływ „nowoczesnej chemii” związanej z ochroną zdrowia, która spływa do źródeł poprzez kontrolowany i niekontrolowany system ścieków komunalnych. Dopływ związków chemicznych do źródeł zależy od budowy geologicznej obszarów ich występowania i jest on monitorowany, ale skala tego typu badań jest nadal zbyt mała. Słusznie podkreśla znaczenie prowadzonych przez siebie badań indykacyjnych opartych na bioróżnorodności i strukturze zespołów okrzemkowych. Jednak tego typu badania nadal należą do wyjątków i mają znacznie mniejszy zasięg niż badania chemizmu wód źródłanych. Problematyka ochrony ekosystemów źródeł przewija się w całej pracy i fakt ten godny jest podkreślenia, jednakże w mojej ocenie podrozdział 6.1 bardziej nadawałby się jako ukoronowanie całej dyskusji na ostatnich stronach rozdziału 6. W kolejnym podrozdziale dyskusji doktorant odnosi wyniki pomiarów parametrów środowiskowych koncentrując się głównie na solach biogenych. Następnie przechodzi on do dyskusji wyników badań zespołów okrzemkowych. Jednakże podrozdział 6.3, zamiast wskaźników różnorodności prezentuje przemyślenia doktoranta na temat bogactwa gatunkowego. Widać tu wyraźnie jedno – najniższą liczbę taksonów okrzemek zidentyfikował doktorant w źródle Łagiewniki, które położone jest na silnie zurbanizowanym terenie miejskim. Zależność pomiędzy liczbą taksonów a stopniem nasilenia antropopresji w pozostałych źródłach nie była już tak oczywista.

W kolejnym podrozdziale doktorant dyskutuje wyniki swoich badań nad dynamiką i strukturą zespołów okrzemkowych i ta część pracy wydaje mi się być jej najcenniejszą częścią. Doktorant zwraca uwagę na dominację w badanych zespołach gatunków ubikwistycznych rozprzestrzenionych w wodach powierzchniowych Europy śr., które mają niski potencjał bioindykacyjny. Podkreśla też inercję systemu zasilania źródeł związaną ze sposobem ich zasilania w wodę co przekłada się na zmiany chemizmu wód i na organizmy zasiedlające je. Przejawia się to m.in. słabym zróżnicowaniem sezonowym czy też wieloletnim. Doktorant zwraca jednak uwagę na wspomniany wyżej wpływ soli z posypywania dróg publicznych i jej krótkotrwały efekt w postaci wzrostu udziału form halofilnych w niektórych źródłach. Charakterystyka warunków ekologicznych oparta na cechach indykacyjnych okrzemek, jest moim zdaniem nierówna z przyczyn obiektywnych. Wynika to z faktu dominacji wspomnianych już przez doktoranta gatunków o szerokiej

amplitudzie tolerancji na poszczególne parametry, a tym samym słabych bioindykatorów. Cennym uzupełnieniem dyskusji jest odniesienie się doktoranta do czerwonej listy okrzemek zagrożonych w Polsce. Kolejne tego typu opracowania pozwolą na dalsze uściślenie listy taksonów zagrożonych.

Dyskusja potwierdza dużą wiedzę doktoranta w zakresie przedmiotu badań. Stosując ten sam schemat jak przy prezentacji wyników badań, doktorant omawia swoje badania na tle bogatych danych literaturowych. Dyskusja jest urozmaicona, a doktorant odwołuje się do danych literaturowych i wyników swoich badań, aby przedstawić tło środowiskowe dla badanych zespołów okrzemek.

Pracę kończą spis cytowanej literatury i lista zidentyfikowanych taksonów w formie cyfrowej na CD. Spis cytowanej w pracy literatury z 188 pozycjami zawiera zarówno pozycje starsze, szczególnie odnośnie geologii i hydrogeologii źródeł i taksonomii, ale także literaturę najnowszą dotyczącą zespołów okrzemkowych w źródłach. Obfitość cytowanej literatury najdobitniej przejawia się w dyskusji, a zwłaszcza w kontekście regionalnym (dyskusja zespołów okrzemkowych w Polsce pd.) oraz w kontekście ekologii i autekologii zidentyfikowanych taksonów.

Uważam, że cel badawczy recenzowanej pracy został osiągnięty, a o tym przekonaniu niech świadczy jej szczegółowa ocena. Samą pracę oceniam dobrze, mimo przytaczanych wyżej niedociągnięć. Praca napisana jest ładnym językiem, doktorant uniknął irytującej nowomowy, choć nie uniknął potknięć stylistycznych, błędów literowych i wspomnianych wyżej „połknięć”. Jest ich trochę, więc nie ma miejsca na ich wyliczanie, kopię pracy z moimi uwagami przekazuję doktorantowi. Należy oczekiwać, że praca zostanie opublikowana i jeśli język publikacji będzie angielski to moje uwagi nie przydadzą się. Z pewnością są w tej pracy doktorskiej dane na kilka publikacji w dobrym czasopiśmie z zakresu nauk o środowisku.

Mimo uwag krytycznych, uważam, że cel badawczy recenzowanej pracy został osiągnięty, praca ta jest kompendium wiedzy o zespołach okrzemkowych występujących w źródłach Polski Środkowej. Doktorant przeprowadził pobór prób, przygotował materiał do badań, wykonał analizę mikroskopową, opracował wyniki i dokonał ich krytycznego porównania z wynikami wcześniejszych badań na ten temat w badanym przez siebie regionie, szerzej w Polsce środkowej i południowej i dalej w Europie i na świecie. Dlatego w podsumowaniu stwierdzam, że recenzowana praca doktorska mgr. Piotra Knysaka

spełnia warunki stawiane rozprawom doktorskim w myśl Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, Dz. U. z 2003 r. Nr 65, poz. 595 oraz Rozporządzenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 15 stycznia 2004 r. w sprawie warunków i trybu przeprowadzania przewodów doktorskich i habilitacyjnych, Dz. U. z 2004 r. Nr 65, poz. 596. W związku z tym wnioskuję do Komisji Uniwersytetu Łódzkiego do spraw stopni naukowych w dyscyplinie nauki biologiczne o dopuszczenie mgr. Piotra Knysaka do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Z poważaniem



Andrzej Witkowski