

Prof. dr hab. Andrzej Witkowski
Zakład Paleooceanologii
Wydział Nauk o Ziemi
Uniwersytet Szczeciński
ul. Mickiewicza 16a
70-383 Szczecin
e-mail: witkowsk@univ.szczecin.pl

Szczecin 17.09.2018

**RECENZJA: rozprawy doktorskiej mgr Łukasza Peszka zatytułowanej:
„Różnorodność zbiorowisk okrzemek i ich wykorzystanie w ocenie jakości wód górnej
Wisłoki i wybranych dopływów (Beskid Niski, Magurski Park Narodowy)”.**

Tematem rozprawy doktorskiej mgr. Łukasza Peszka była analiza składu gatunkowego i ocena bioróżnorodności zespołów okrzemek bentosowych górnego biegu rzeki Wisłoki i jej dopływów w granicach Magurskiego Parku Narodowego. Natomiast celem pracy było wykorzystanie tych danych do określenia struktury i dynamiki tychże zespołów, a następnie do oceny jakości wód badanego obszaru z wykorzystaniem istniejących indeksów, bazujących na okrzemkach. Zgodnie z najlepszą praktyką stosowaną w tego typu badaniach w Polsce i na świecie ocena stanu jakości wód, bazująca na indeksach diatomologicznych, została wsparta szerokim wachlarzem badań chemicznych. Ponadto doktorant podjął próbę identyfikacji potencjalnych źródeł zanieczyszczeń wód w Magurskim Parku Narodowym. I właśnie z powyższych względów praca ta zasługuje na szczególną uwagę. Recenzowana rozprawa doktorska wpisuje się w ogólnoswiatowe zjawisko naukowe, jakim jest biomonitoring wód powierzchniowych z wykorzystaniem organizmów żywych. Warto w tym miejscu zaznaczyć, że przedmiot badań doktoranta, czyli okrzemki uważane są za jeden z najlepszych bioindykatorów i jest ta opinia poparta ogromną literaturą oraz szeregiem wskaźników pozwalających kwantyfikować jakość ocenianych wód. Okrzemkowe wskaźniki jakości wód zyskały na znaczeniu wraz z uznaniem je za obowiązkowe i wprowadzeniem do przepisów regulujących biomonitoring i obowiązujących w całej Unii Europejskiej w formie tzw. Dyrektywy Wodnej. Aby wykorzystać bioindykacyjny potencjał okrzemek, konieczny jest kompetentny znający florę diatomolog. Warunek ten doktorant spełnił w sposób znakomity, o czym świadczy lista zidentyfikowanych taksonów wraz z załączoną w pracy doktorskiej wysokiej klasy dokumentacją mikrofotograficzną. Zastosowanie indeksów okrzemkowych w biomonitoringu wód powierzchniowych wsparte jest krajowym ustawodawstwem i odpowiednimi przepisami wykonawczymi Ministerstwa Środowiska i to te fakty stanowią tło pracy. Wskaźniki okrzemkowe stosowane są z powodzeniem w całej zjednoczonej Europie i poza nią, można się jednakże spodziewać, że postęp, jaki dokonuje się na naszych oczach ograniczy ich znaczenie, choć nie należy oczekiwać, aby je całkowicie wyeliminował. Chodzi tu o wykorzystanie markerów molekularnych do znacznikowania

organizmów żywych, w próbach środowiskowych czyli tzw. metabarkoding. Metoda znacznikowania jest postrzegana jako wielka szansa na postęp w badaniach bioróżnorodności, przede wszystkim jednak w biomonitoringu, a tym samym może potencjalnie zastąpić diatomologów w ich żmudnym liczeniu okrzemek. Z metabarkodingiem wiązane są wielkie nadzieje, jednocześnie w stosowaniu kodów kreskowych dokonuje się szybki postęp. Świadczy o tym fakt, że Anglia w roku 2017 zawiesiła stosowanie wskaźnika trofii wód opartego na liczeniu okrzemek i wprowadziła system oparty na sekwencjonowaniu znacznikowych rejonów jednego z genów chloroplastowych - *rbcL*. Jak wykazały testy, indeks troficzny bazujący na liczeniu okrzemek i oparty na sekwencjonowaniu nowej generacji z wykorzystaniem *rbcL* są porównywalne. Wziąwszy pod uwagę oszczędności wynikające z likwidacji liczenia okrzemek oraz krótki czas uzyskiwania wyników, nie powinno dziwić to co się stało w Anglii.

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. Godne podkreślenia jest również wspomniane już przeprowadzenie badań przez doktoranta na obszarze Magurskiego Parku Narodowego, w wodach powierzchniowych, którego badania diatomologiczne, z wyjątkiem cytowanych w pracy analiz okrzemkowych opublikowanych przez doktoranta wraz z zespołem, nie były dotychczas prowadzone. Może zatem ten park w tej chwili szczycić się najlepiej spośród polskich parków opracowaną florą okrzemkową. 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. Łukasza Peszka jest kontynuacją badań diatomologicznych prowadzonych w Katedrze Gleboznawstwa, Chemii Środowiska i Hydrologii Uniwersytetu Rzeszowskiego. Przedmiotem badań są okrzemki z obszaru Podkarpacia z bardzo zróżnicowanych siedlisk, począwszy od rzek i potoków a skończywszy na zbiornikach zaporowych, stawach i glebach. Recenzowana rozprawa składa się ze 171 stron rękopisu oraz dwóch załączników. Tekst rozprawy składa się z ośmiu rozdziałów, w kolejności: wstęp, charakterystyka terenu badań, opis stanowisk, materiał i metody badań, wyniki, dyskusja, wnioski, literatura. Załączniki to kilkudziesięciostronicowa tabela z pełną listą zidentyfikowanych w pracy taksonów oraz 53 plansze z mikrofotografiami taksonów, w tym 38 plansz zawiera mikrofotografie z mikroskopu świetlnego, natomiast 15 ze skaningowego mikroskopu elektronowego. Godna podkreślenia jest bardzo wysoka jakość zdjęć i poprawna identyfikacja taksonów.

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 Magurskiego Parku Narodowego na tle obszarów

górskich i przedgórskich południowej Polski. Z tego mini przeglądu wynika, że badania doktoranta mają charakter pionierski. Podobnie jak i badania diatomologiczne całego zespołu z Uniwersytetu Rzeszowskiego w skład którego wchodzi również doktorant. 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 następujących kolejno rozdziale drugim i trzecim doktorant przedstawia charakterystykę terenu badań i opisuje stanowiska badawcze. Zarówno przedmiot badań (okrzemki), jak i cele badań, czyli wykorzystanie zespołów okrzemkowych do oceny stanu jakości wód rzeki Wisłoki oraz jej dopływów czy wreszcie warunki fizyko-chemiczne na obszarze badań uzależnione są od budowy geologicznej, charakteru podłoża, typu rzeźby czy warunków klimatycznych. Doktorant podkreśla także znaczenie procesów społecznych w nieodległej przeszłości i wyludnienia tego obszaru bezpośrednio po II wojnie światowej. Zmiany, jakie zaszły na obecnym obszarze Parku Narodowego, jak i w jego najbliższym otoczeniu, czyli wspomniane już wysiedlenie ludności i postępujące zalesienie (renaturyzacja), zwraca na to uwagę doktorant, miały wpływ na jego decyzję na wybór rejonu badań - to z jednej strony. Drugi powód to brak badań diatomologicznych na tym terenie. Wątek ten przewija się także w dalszej części pracy i jest wykorzystywany w dyskusji. Lokalizacja stacji badawczych wydaje się być dokonana z wyczuciem, doktorant pobierał próby z obszaru źródłiskowego i górnego biegu Wisłoki, ale także i z kilku strumieni będących jej dopływami. Każda stacja została bardzo dokładnie scharakteryzowana i przedstawiona na barwnej fotografii wykonanej w terenie. Niektóre z cech siedlisk z których doktorant pobierał próby (np. bardzo niski poziom lub nawet brak wody w strumieniach) okazały się mieć istotny wpływ na skład i strukturę zespołów okrzemek.

W rozdziale materiał i metody przedstawia doktorant najpierw badania terenowe, czyli pobór prób do badań diatomologicznych oraz analiz chemicznych. Pomiarów na stacjach badawczych objęty podstawowe parametry fizyko-chemiczne wód m.in. odczyn, tlen rozpuszczony, temperaturę, konduktancję, biogeny czy BZT5. Sam pobór prób nie odbiega od powszechnie stosowanych w tego typu badaniach. Z pewnością wielką zaletą był fakt wykorzystania przez doktoranta elektronowego mikroskopu skaningowego na co dzień. To znakomicie uwiarygodnia identyfikację małych i delikatnych taksonów np. należących do rodzaju *Achnanthes*, które zdecydowanie dominują w badanym materiale. Przy zakrojonych na szeroką skalę badaniach terenowych pojawia się jedno pytanie odnośnie poboru prób, dlaczego nie zebrano materiału w okresie lata w roku 2014. Jeśli badania miały ukazać zmiany sezonowe, to brak materiału z okresu lata 2014 mógł mieć istotny wpływ na wyniki. Chyba, że istnieją obiektywne przyczyny braku prób z sezonu letniego 2014, ale to powinno być wskazane w tekście rozprawy. W rozdziale materiał i metody doktorant wprowadza również zagadnienia związane z wykorzystaniem okrzemek w biomonitoringu wód czyli indeksami okrzemkowymi oraz metody analizy statystycznej.

W rozdziale omawiającym wyniki badań doktorant prezentuje najpierw wyniki badań środowiskowych w oparciu o pomiary instrumentalne i zwraca uwagę na bardzo dobrą i dobrą

jakość wód na terenie Magurskiego Parku Narodowego. Wyniki pomiarów środowiskowych znacznie rzadziej wskazują na jakość wód poniżej dobrej. W tabeli są dość liczne luki i czytelnik domyśla się, że jest to efekt suszy i bardzo niskiego stanu wód bądź jej w ogóle brak na stanowiskach badawczych. Tabele z parametrami fizyko-chemicznymi zostały opracowane dla każdej kampanii (sezonu) oddzielnie i bez trudu można zauważyć różnice pomiędzy sezonami pod względem uwzględnionych parametrów. Należy się domyślać, że taka sytuacja była skutkiem obiektywnych okoliczności, to jednak powinno być odnotowane w pracy, także pod kątem potencjalnego wpływu na wyniki analiz statystycznych. Informacja ta pojawia się dopiero pod koniec rozdziału „wyniki badań” podczas omawiania przez doktoranta wyników analizy statystycznej. Generalnie wyniki analiz środowiskowych zostały przedstawione w sposób przejrzysty i czytelny. Podobnie wyniki analiz struktury zespołów okrzemkowych. Liczba zidentyfikowanych taksonów - 581 reprezentujących 82 rodzaje - jest imponująca. Przegląd plansz na których doktorant zilustrował bogactwo gatunkowe nie daje powodu do wątpliwości w poprawność oznaczeń. Podobnie wysokie są wartości wskaźników bioróżnorodności. Niskie wartości wskaźnika Shannona występowały raczej wyjątkowo. Doktorant zwraca uwagę na istnienie związku pomiędzy wartością wskaźnika Shannona a rodzajem podłoża, aczkolwiek skrajne, tzn. najwyższe i najniższe wartości tego wskaźnika obserwował doktorant dla zespołów okrzemek epifitycznych z mchów i makrofitów odpowiednio. Kolejny podrozdział to prezentacja wyników analizy jakościowej i ilościowej zespołów okrzemek, także ze wskazaniem na ich rolę w składzie badanych zbiorowisk. Spośród niemal 600 taksonów jedynie 33 osiągnęły abundancje pozwalającą uznać je za dominanty. Struktura zespołów okrzemkowych została omówiona przez doktoranta w sposób wyczerpujący z uwzględnieniem dominacji i zmian sezonowych. Rzadko się zdarza, ale doktorantowi udało się niemal uniknąć błędów literowych w nazwach gatunków (raz była to nazwa *Pinnularia schoenfelderi*). Przy wspomnianej wyżej liczbie taksonów, jedna czy kilka pomyłek nie mają znaczenia. Omawiana część wyników została w pracy zilustrowana skonstruowanymi w czytelny sposób tabelami. Podsumowaniem tej części pracy są analiza podobieństwa ukazująca zmienność sezonową oraz analiza wpływu parametrów środowiskowych na strukturę zespołów okrzemkowych. Doktorant wykazał, że wpływ czynników środowiskowych na zespoły okrzemkowe charakteryzuje się zmiennością sezonową. Na podstawie stosowanego nazewnictwa zidentyfikowanych taksonów widać, że doktorant jest na bieżąco z tym zagadnieniem. Chociaż w przypadku *Gomphoneis olivaceum*, doktorant konsekwentnie używa *Gomphonema olivaceum* mimo, że większość środowiska diatomologicznego używa nazwy *Gomphoneis*. W takiej sytuacji wskazane byłoby krótkie uzasadnienie wyboru nazwy rodzajowej przez doktoranta. Szereg elementów prezentowanych przez doktoranta jako wyniki jego badań zasługuje na uwagę nie tylko ze względu na pionierski charakter pracy. Wykorzystanie wyników analiz diatomologicznych do wyliczenia indeksów okrzemkowych jest znakomitym przykładem praktycznego znaczenia pracy doktoranta. A zbieżność ocen jakości wód na podstawie pomiarów fizyko-chemicznych i analizy diatomologicznej daje powód do satysfakcji. Doktorant słusznie podkreśla bardzo wysoką liczbę taksonów okrzemek jaką zidentyfikował w badanych próbach i z pewnością

jest to jeden z silnych punktów jego pracy. Z pewnością też jest to efekt znakomitego warsztatu i narzędzi badawczych. Nie kwestionując osiągnięć doktoranta należy jednak zwrócić uwagę na postęp, jaki dokonał się w zakresie danych i materiałów historycznych, zarówno w Europie, jak i na świecie. Stąd ogromna liczba taksonów, których nazwy nie istniały w powszechnym obiegu. Dlatego też porównania wyników badań florystycznych doktoranta z tymi z obszarów Pd. Polski, które opublikowano np. w XX wieku, zwłaszcza tych z okresu przed powszechnym wykorzystaniem mikroskopii elektronowej, są wskazane, ale powinny być traktowane z rezerwą. W takich porównaniach należy brać pod uwagę ogrom zmian taksonomicznych i nomenklaturowych jakie dokonały się w latach 90-tych XX wieku i początkach XXI wieku. Należy mieć też na względzie liczbę taksonów nowych dla nauki, które zostały opisane we wspomnianym okresie, z pewnością przekracza ona kilkaset. Liczba nowych taksonów opisanych przez profesora Horsta Lange-Bertalota już dawno przekroczyła 2000, z tego większość została opublikowana po roku 1990. Z kolei zdecydowana większość spośród nich to taksony z siedlisk, którymi zajmował się doktorant. Zamieszczając te uwagi w recenzji nie miałem zamiaru umniejszać znaczenia obserwacji dokonanych przez doktoranta, moim zamiarem było raczej zwrócenie uwagi na niejednoznaczność tej konkluzji, która po części wynika z bogactwa gatunkowego zespołów okrzemkowych Magurskiego Parku Narodowego, w części jednak jest to efekt postępu w badaniach. Warto jednak podkreślić bardzo wysoką liczbę zidentyfikowanych taksonów i odkrycie kilku taksonów, które nie były dotychczas podawane w literaturze diatomologicznej od czasu ich opisanie.

W dyskusji doktorant dokonuje analizy uzyskanych wyników. Sposób przeprowadzenia dyskusji 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. W przypadku danych środowiskowych interesujący jest również fakt reakcji okrzemek na szybkie zmiany związane z rocznym cyklem hydrologicznym, który przejawia się wypłukiwaniem biogenów w okresie wiosennych roztopów i wzrostem udziału eutrafentów w składzie zespołów okrzemkowych. O ile więc obraz ogólny jest zgodny z założeniem doktoranta, że Magurski Park Narodowy z uwagi na warunki środowiskowe i bardzo słabą antropopresję powinien charakteryzować się zespołami okrzemek typowymi dla wód czystych i bardzo czystych, to jednak w skali konkretnych siedlisk mogą się zdarzać krótkotrwałe pogorszenia jakości wód. Takie sytuacje z pewnością są powtarzalne i w przypadku dłuższych serii obserwacji mogą wystąpić też na innych stacjach i w powiązaniu z innymi czynnikami. W tym kontekście doktorant wskazuje również na spadek pH w rejonie źródłowym Wisłoki i rolę, jaką odgrywają tu żeremia bobrowe.

Generalnie jednak, zgodnie z założeniami doktoranta na skład gatunkowy zbiorowisk okrzemek Magurskiego Parku Narodowego największy wpływ ma fakt ich renaturyzacji z wtórnym zalesieniem oraz minimalna presja ze strony nielicznych mieszkańców. Dzięki temu okrzemki występujące w Wisłoce i jej dopływach charakteryzują się składem, różnorodnością

i wartościami indeksów typowymi dla wód czystych i bardzo czystych. Doktorant dokonuje przeglądu poszczególnych dominantów, zwraca uwagę na niejednoznaczności w ocenie autekologii dla niektórych z nich podając jako przykład *Gomphonema micropus*. Krytycznej ocenie poddaje również doktorant efekty wykorzystania indeksów okrzemkowych. Zwraca m.in. uwagę na rozbieżności w ich wartościach, co wiąże się np. z wielkością cieków. Nie wszystkie spośród testowanych indeksów dawały wyniki zgodne z wynikami analiz fizykochemicznych, tak było np. z indeksem TDI w małych potokach Magurskiego Parku Narodowego. Zatem indeksy okrzemkowe są użyteczne, ale ich stosowanie wymaga tzw. podejścia zdroworozsądkowego. Zgadzam się z konkluzją recenzowanej pracy, w myśl której Magurski Park Narodowy jest obszarem cennym pod względem diatomologicznym. Występujące tu zespoły okrzemkowe są ciekawe i charakteryzują się rzadko spotykaną różnorodnością gatunkową. Dzięki badaniom mgr. Łukasza Peszka Magurski Park Narodowy jest bodajże jedynym parkiem narodowym w Polsce z tak dobrze poznaną mikroflorą okrzemkową.

Kończą pracę, spis cytowanej literatury i lista zidentyfikowanych taksonów. Spis cytowanej w pracy literatury z 379 pozycjami jest imponujący. 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. Jest tu zarówno literatura starsza, jak i najnowsza, co wystawia dobre świadectwo doktorantowi w tym względzie.

Uważam, że cel badawczy recenzowanej pracy został osiągnięty, a o tym przekonaniu niech świadczy jej szczegółowa ocena. Samą pracę oceniam wysoko, mimo przytaczanych wyżej niedociągnięć. Praca napisana jest ładnym językiem, doktorant uniknął irytującej nowomowy, ale nie uniknął potknięć stylistycznych i błędów literowych. Jest ich sporo, 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. Wydaje mi się, że część moich uwag stylistycznych (terminologicznych) wiąże się z tłumaczeniem terminów z języka angielskiego i podam tu jeden z przykładów. Użyty w pracy (str. 120) termin „zgryzanie” zapewne dotyczy angielskiego „grazing”, które jednak w polskiej literaturze ekologicznej tłumaczy się jako „spasanie”. Mogą natomiast przydać się moje uwagi odnośnie stylu i redakcji pracy w dalszej karierze naukowej doktoranta.

Mimo kilku uwag krytycznych, uważam, że cel badawczy recenzowanej pracy został osiągnięty, praca ta jest kompendium wiedzy o zespołach okrzemkowych Magurskiego Parku Narodowego. Doktorant przeprowadził pobór prób, dokonał ich analizy, opracował wyniki i dokonał ich krytycznego porównania z istniejącą wiedzą. Dlatego w podsumowaniu stwierdzam, że recenzowana praca doktorska mgr. Łukasza Peszka 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 Rady Wydziału Biologiczno-Rolniczego Uniwersytetu Rzeszowskiego o dopuszczenie mgr. Łukasza Peszka do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Z poważaniem



Andrzej Witkowski

