



dr hab. Damian Chmura, prof. ATH
Akademia Techniczno-Humanistyczna
w Bielsku-Białej
e-mail: dchmura@ath.bielsko.pl

Bielsko-Biała, 13 lutego 2022 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pana Mgr Łukasza Strzelecza pod tytułem „Zróżnicowanie flory roślin naczyniowych dawnych wyrobisk po wydobyciu rud kruszcowych jako lokalnych centrów różnorodności florystycznej na tle uwarunkowań siedliskowych”, wykonanej w Instytucie Biologii, Biotechnologii i Ochrony Środowiska Wydziału Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach pod kierunkiem promotora prof. dr hab. Adama Rostańskiego oraz przy współdziałaniu promotorki pomocniczej dr Moniki Jędrzejczyk-Korycińskiej

Uwagi formalne

Praca doktorska poświęcona jest zagadnieniu funkcjonowania obiektów pogórnich jakimi są dawne wyrobiska rud kruszcowych w krajobrazie oraz ich roli w utrzymywaniu lokalnej różnorodności biologicznej. Tematyka ta jest przedmiotem intensywnych badań nie tylko promotora i promotorki pomocniczej, ale także szerszego grona badaczy głównie z Europy Centralnej m.in. z Niemiec i Czech. Problem istnienia terenów silnie przekształconych przez górnictwo jest nadal aktualny pomimo odrotu od ciężkiego przemysłu w tym rejonie Europy. Wyrobiska, hałdy, osadniki, dawne kamieniołomy mogą być ostoją dla gatunków rzadkich, chronionych lub przeciwnie formować wtórne siedliska dla rodzimych gatunków ekspansywnych bądź dla inwazyjnych gatunków obcego pochodzenia. Zrozumienie procesów kolonizacji i sukcesji tych obiektów jest kluczowe dla ochrony przyrody, zarządzania terenami, wykorzystania potencjalnych świadczeń ekosystemowych tych antropogenicznych tworów.

Rozprawę doktorską stanowi maszynopis liczący 114 stron. Rozprawa składa się z 6 głównych rozdziałów: *wstępu i celów pracy, charakterystyki obszaru badawczego, materiałów i metod, wyników, dyskusji, wniosków*. Dalszą numerację otrzymały: *literatura, streszczenie w języku polskim, summary, spis rycin oraz załączniki*. W pracy zawarto 28 rysunków, 17 tabel, 2 załączniki (lista florystyczna oraz dokumentacja fotograficzna – 6 zdjęć).



Struktura pracy jest typowa dla prac naukowych zwłaszcza o charakterze monograficznym z rozbudowanym opisem terenu badań oraz szczegółowym opisem wyników przeprowadzonych badań.

Dobór cytowanego piśmiennictwa obejmujący zarówno prace klasyczne niektóre z lat 60. XX wieku jak i najnowsze pozycje bibliograficzne jest właściwy. W bibliografii można znaleźć zarówno prace naukowe (oryginalne i przeglądowe, metodyczne) z wiodących czasopism o charakterze botanicznym i ekologicznym jak i pozycje książkowe, popularnonaukowe, dokumenty. Nie brak też zacytowanych źródeł internetowych oraz użytych programów komputerowych.

Zakres badań i zastosowana metodyka

Do badań wytypowano 30 dawnych pozostałości wydobywczych po eksploatacji rud kruszonośnych. Połowa z nich znajdowała się na terenach leśnych a druga połowa w otoczeniu pól uprawnych. Badania terenowe przeprowadzono w latach 2016 – 2018. Polegały one na zebraniu danych środowiskowych obejmujących próby glebowe celem analiz fizykochemicznych (łącznie 245 prób i 11 parametrów), zebraniu danych topograficznych i klimatycznych wykorzystujących cyfrowy model terenu (7 parametrów). Badania florystyczne wykonano w obrębie wyrobisk ze zróżnicowaniem na wierzchowinę, strony południową i północną i ewentualnie wewnętrzne zbocze oraz dno szybu. Oprócz tego w bezpośrednim sąsiedztwie poza oddziaływaniem wyrobiska wytyczono powierzchnie kontrolne. Powierzchnie badawcze miały kształt kwadratu o wymiarach 2×2 m. Spisu roślin dokonywano z oceną pokrycia ze skalą procentową. Nie podano jednak czy to była dowolna skala czy też miała określone przedziały, jak np. skala Londo. Liczba spisów w obrębie siedliska leśnego i terenów uprawnych nie jest równa w odniesieniu do liczb spisów na powierzchniach w ich otoczeniu. Można przypuszczać, że lokalne warunki terenowe nie zawsze pozwalały na zlokalizowanie powierzchni kontrolnej lub uległy one zniszczeniu. Nie zostało to też wyjaśnione. Na podstawie spisów składu gatunkowego określono współczynnik wierności ϕ Chytrego i Tichego będącego miarą przywiązania gatunku do określonego miejsca wraz z istotnością statystyczną oraz wyliczono wskaźniki różnorodności taksonomicznej: bogactwo gatunkowe, wskaźnik Shanona-Wienera (podano wzór co jest warte uwagi bo są 3 wersje tego wskaźnika), wskaźnik równomierności gatunkowej (*evenness*).

Stwierdzonym gatunkom roślin naczyniowych przyporządkowano cechy z powszechnie dostępnych baz, m.in. LEDA, Bioflor. Są to cechy ekologiczne dotyczące np. rozsiewania, strategii

życiowych, reprodukcji jak i innego rodzaju cechy, takie jak przynależność do grup geograficzno-historycznych i grup socjo-ekologicznych.

Łącznie zebrano dwanaście cech. Dobór cech nie budzi większych zastrzeżeń bo reprezentują one trzy najważniejsze właściwości gatunków odpowiadające za trwanie w siedlisku i konkurencję, rozmnażanie i wzrost oraz zdolność rozprzestrzeniania się. Ponadto są cechy wskazujące czy gatunki są rodzime lub obce oraz z jakich typów ekosystemów się wywodzą. Tak zebrane dane poddano różnym analizom statystycznym głównie z zakresu ekologii numerycznej w tym technikom ordynacyjnym PCA, DCA, CCA, RLQ oraz klasycznym nieparametrycznym testom na badanie różnic i związków między zmiennymi. Do tej części mam parę uwag bo opis metod nie do końca jest jasny. Na stronie 25 pojawia się oto takie zdanie: „Dla zobrazowania głównych czynników mających wpływ na wariację danych względem macierzy badanych parametrów posłużono się analizą głównych składowych (PCA)”. O jakie parametry chodzi? Lektura wyników wskazuje na to, że PCA użyto głównie do okazania współzależności i siły różnicowania poszczególnych zmiennych abiotycznych podłoża wyrobisk i otoczenia na terenach leśnych i śródpolnych. Często w takich sytuacjach zmienne się skaluje bo są wyrażone w różnych jednostkach a to może być źródłem artefaktów statystycznych. W tekście nie ma informacji czy taką procedurę zastosowano.

Analiza podobieństwa ANOSIM oraz wybór tej metody nie zostały opisane w metodyce. Warto nadmienić, że jest uważana za słabszą alternatywę dla metody ADONIS – permutacyjnej analizy wariacji przy użyciu macierzy odległości. Ponadto jej wykonanie byłoby bardziej spójne gdyby Doktorant przeprowadził analizę NMDS – niemetryczne wielowymiarowe skalowanie. Zamiast tego została wykonana nietendancyjna analiza korespondencji DCA. Z nią bardziej byłoby zgodne pasywne permutacyjne dopasowanie wektorowe w przestrzeni ordynacyjnej tzw *vector fitting*.

Można dyskutować czy wskaźniki różnorodności funkcjonalnej mają być opisane w rozdziale dotyczącym analizy statystycznej. Moim zdaniem powinny się pojawić przy opisie wskaźników różnorodności taksonomicznej - rozdział wcześniej. Same w sobie nie testują żadnych hipotez we wnioskowaniu statystycznym. Mają interpretację ekologiczną w odniesieniu do kompozycji gatunkowych fitocenoz lub całych biocenoz.



Na rysunkach 9 - 20 przedstawiono rozkład współczynnika cwm (*community weighted means*) czyli ważone zbiorowiskowe średnie wybranych cech gatunków. Czy wyliczone wartości są wyrażone w procentach ale przeskalowane do skali 0 - 1? Między niektórymi spośród 4 grup wyrobisk i ich otoczenia widać wyraźne różnice a przy innych nie jest to wyraźne. Sugerowałbym przanalizowanie tych danych testem statystycznym lub w oparciu o dane surowe liczby gatunków reprezentujących określone cechy testem analizy kontyngencji (test Chi-kwadrat lub test G).

Dla przedstawienia zależności między składem gatunkowym, cechami gatunków oraz wybranymi danymi środowiskowymi wykonano podwójną analizę czyli RLQ oraz analizę *fourth-corner*. Obydwie analizy do tego służą, brak jedynie przy metodzie RLQ informacji o przetestowaniu całego modelu (funkcja `ade4::randest`). Skorelowano za to cechy gatunków z osiami RLQ. W przypadku analizy *fourth-corner* podano istotności związków między cechami a zmiennymi środowiskowymi lecz nie jest napisane czy brano pod uwagę poprawkę na liczbę testów (np. poprawkę Bonferroniego) czy też nie. Obydwa podejścia są prawidłowe lecz trzeba je podać i uzasadnić.

Strony 55, 56, 57 - zawierające odpowiednio rysunki 22, 23 i 24 - w opisach są opatrzone terminem „analiza korelacji kanonicznych”. Test analizy korelacji kanonicznej *Canonical correlation analysis* to nie to samo co kanoniczna analiza korespondencji (*canonical correspondence analysis* lub *constrained correspondence analysis*). Łączy je ten sam akronim – CCA i podobna funkcja lecz różni je algorytm.

Do testowania istotności w ordynacjach zastosowano test permutacyjny. Liczba użytych iteracji aż 49999 nie jest błędem, aczkolwiek tak duża liczba z pewnością nie jest konieczna. Natomiast określenie statystyki F jest błędne choć pojawia się w wynikach generowanych przez program. Skądinąd gdzie indziej autorzy programu piszą, że powinno się stosować określenie pseudo-F by nie mylić jej ze statystyką F w analizie wariancji.

Testu *U* Manna-Whitneya, na który powołuje się Doktorant, nie ma w pakietach domyślnych ani doinstalowanych użytych w pracy. Jest za to test Wilcozona sumy rang, który służy do tego samego celu.

W podpisie do rysunku 27 w ostatnim zdaniu jest mowa o korelacjach w odniesieniu do analizy *fourth-corner*, natomiast powinno się mówić o zależnościach lub asocjacjach.



Katedra Ochrony i Inżynierii Środowiska

Większość analiz została wykonana osobno dla wyrobisk leśnych i ich otoczenia oraz dla wyrobisk położonych w otoczeniu pól wraz z najbliższym sąsiedztwem. Czy wykonano analizy porównawcze czy Doktorant planuje takie analizy zrobić w przyszłości? Mając choćby cechy gatunków, które w odpowiedzi na warunki środowiskowe kształtują się niezależnie od składu gatunkowego, porównanie takie ma sens.

W maszynopisie znajdują się nieliczne błędy o charakterze edytorskim, które nie mają żadnego wpływu na odbiór pracy.

Uzyskane wyniki i główne walory dysertacji doktorskiej

Dość liczne wyniki pracy skłoniły Autora do sformułowania 10 wniosków. Najciekawsze wyniki dotyczą wskazania relatywnie dużego bogactwa gatunkowego na tle sąsiednich terenów, małych różnic między wyrobiskami śródleśnymi a ich otoczeniem, większego znaczenia wpływu środowiska glebowego niż czynników topoklimatycznych, ale ogółem o małej roli na tle genezy tych obiektów. Wiele uzyskanych wyników nie dziwi, wręcz intuicyjnie można się było ich spodziewać, lecz zostały pokazane przy użyciu dobrze zaprojektowanych badań terenowych i za pomocą najnowszych narzędzi statystycznych.

Rozprawa doktorska po małych poprawkach i uzupełnieniach ma szansę być opublikowana w częściach w czasopismach wysoko punktowanych jak np. *Land Degradation and Development* lub *Science of the Total Environment*.

Konkluzja

Na podstawie przeprowadzonej oceny stwierdzam, że rozprawa doktorska Pana mgr Łukasza Strzelecza spełnia warunki określone w artykule 13 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. 2003 nr 65, poz. 595) oraz na podstawie art. 179 ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę Prawo o szkolnictwie wyższym.

Zwracam się zatem do Rady Instytutu Biologii, Biotechnologii i Ochrony Środowiska z wnioskiem o jej przyjęcie oraz wnoszę o dopuszczenie Kandydata do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia naukowego doktora.

Damian Chmura