

Kielce, dn. 15.02.2022 r.

**Dr hab. Monika Podgórska**  
Zakład Biologii Środowiska  
Instytut Biologii  
Wydział Nauk Ścisłych i Przyrodniczych  
Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach  
25-406 Kielce, ul. Uniwersytecka 7

### Recenzja rozprawy doktorskiej

mgr Łukasza Strzelecza

*pt. Zróżnicowanie flory roślin naczyniowych dawnych wyrobisk po wydobyciu rud kruszcowych jako lokalnych centrów różnorodności florystycznej na tle uwarunkowań siedliskowych*

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska została wykonana w Instytucie Biologii, Biotechnologii i Ochrony Środowiska na Wydziale Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach pod kierunkiem prof. dr hab. Adama Rostańskiego oraz pod opieką naukową promotora pomocniczego dr Moniki Jędrzejczyk-Korycińskiej.

Praca doktorska Pana magistra Łukasza Strzelecza **przedstawia wieloaspektowe badania z zakresu ekologii dawnych terenów pogórnicych**, obejmujące środowisko abiotyczne oraz biotyczne niewielkich wysp siedliskowych, jakie stanowią pozostałości po dawnym wydobyciu rud kruszcowych, zlokalizowanych w trzech gminach województwa śląskiego. **To trudne zagadnienia**, wciąż wymagające zbadania, ponieważ powstające przez wieki spontanicznie zbiorowiska roślinne są często poddawane współczesnym przekształceniom antropogenicznym, które zakłócają, spowalniają, a nawet zmieniają pierwotny kierunek sukcesji, dlatego **podjęcie się tej problematyki przez Autora jest w pełni uzasadnione**. Głównymi celami rozprawy doktorskiej było: 1) określenie roli czynników abiotycznych (związanych z charakterem podłoża oraz warunkami topograficzno-klimatycznymi) w procesie kształtowania się lokalnych centrów różnorodności florystycznej na terenach dawnej eksploatacji rud kruszcowych, 2) porównanie stopnia różnorodności gatunkowej oraz funkcjonalnej na obszarze wyrobisk zlokalizowanych na dwóch zróżnicowanych biotopach oraz w ich otoczeniu, a także 3) określenie wpływu parametrów abiotycznych na kształtowanie się lokalnych grup funkcjonalnych gatunków roślin w obrębie wyrobisk leśnych oraz śródpolnych.

ZAKŁAD BIOLOGII ŚRODOWISKA  
Instytut Biologii  
Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach

Rozprawa doktorska mgr Łukasza Strzelecza została zredagowana w języku polskim, na 114 stronach standardowego maszynopisu (w tym załączniki), w oparciu o **układ typowy dla prac z zakresu nauk przyrodniczych**. Na końcu pracy znajduje się streszczenie w języku polskim i angielskim. Praca zawiera 28 rycin, 17 tabel, a także 2 załączniki (wykaz gatunków oraz przykładowe fotografie wyrobisk pokopalnianych). **Praca jest napisana poprawnym językiem. Na uwagę zasługuje duża estetyka pracy.**

Wstęp jest prawidłowo napisany z wykorzystaniem wystarczającej liczby źródeł literatury. Cele pracy są jasno sformułowane, podobnie jak **przedstawione w dojrzały sposób hipotezy badawcze**. Rozdział drugi *Charakterystyka terenu badań* składa się z 6 podrozdziałów. W podrozdziale 2.1. (*Położenie i granice*) należałoby **podać liczbę** badanych wyrobisk oraz **obszar**, jaki zajmują (w ha lub km<sup>2</sup>), a także pokazać rozmieszczenie wyrobisk **na szczegółowej mapie topograficznej wraz z ich numeracją**. W podrozdziale 2.2. Autor przedstawia wyczerpującą charakterystykę budowy geologicznej terenu badań, która dowodzi, iż zarówno hałdy, jak i teren otaczający budują **utwory wapienia muszlowego, na co należy zwrócić uwagę przy interpretacji wyników badań. Na rys. 2. należałoby wprowadzić nazwy mezoregionów, o których jest mowa w tekście**. W kolejnych podrozdziałach (2.3., 2.4.) Autor prezentuje najważniejsze informacje na temat warunków hydrologicznych oraz klimatycznych terenu. W obszernym podrozdziale dotyczącym szaty roślinnej Autor przedstawia wiele ważnych informacji o współczesnym użytkowaniu badanego terenu, **co ma ogromny wpływ na otrzymane wyniki badań (w szczególności na bogactwo gatunkowe oraz obecność antropofitów i gatunków ruderalnych)**. Ostatni podrozdział zawiera szczegółowy i ciekawie napisany zarys historii eksploatacji rud kruszcowych w rejonie południowej części Polski. Rozdział 3. *Materiał i metody*. Doktorant prowadził badania w trakcie trwania 3 sezonów wegetacyjnych na 30 dawnych pozostałościach pogórnich znajdujących się w otoczeniu lasów (15 obiektów), oraz pól uprawnych (15 obiektów). W tabeli 2 zawierającej charakterystykę badanych wyrobisk pogórnich (lokalizację, wysokość wyrobisk, powierzchnię, przybliżony czas eksploatacji) **wiek hałd należałoby podać dla wszystkich wyrobisk**. W podrozdziale 3.1. przedstawiono metody poboru i analizy materiału glebowego. Autor pobrał w sumie 245 prób podłoża, **ale nie jest podane ile dokładnie prób pobrano z wyrobisk, a ile z otoczenia. Niejasne jest także sformułowanie: Każda pojedyncza próba składała się z 3 mniejszych (mieszana) (str. 19)**. Podrozdział 3.2. zawiera wyczerpujące dane **na temat licznych wskaźników topograficzno-klimatycznych**, wykorzystanych w późniejszych analizach. Kolejne podrozdziały (3.3. oraz 3.4.) dotyczą metod zbioru danych florystycznych oraz ich analiz. Pan mgr Łukasz Strzeleczek do poboru danych florystycznych wyznaczył powierzchnie 4m<sup>2</sup>. Próby pobierał z hałd, a także z otoczenia. **Na hałdach powierzchnie usytuowane były w różnych ich częściach (wierzchowina, wlot szybu, zbocze północne i południowe), jednakże do analiz dane te nie zostały wykorzystane (wszystkie pobrane próby na hałdach w analizach**

**potraktowano łącznie, a szkoda).** W sumie wykonano 129 spisów florystycznych (69 na wyrobiskach i 60 na powierzchniach w ich otoczeniu). **Metody przeprowadzonych analiz florystycznych opisano szczegółowo,** zarówno w zakresie analizy wskaźników różnorodności flory, jak i zależności pomiędzy składem gatunkowym, a cechami funkcjonalnymi gatunków (takimi jak: strategię życiowe Grime'a, długość życia, trwałość banku nasion, masa nasion, stosunek masy liścia do powierzchni oraz wiek pierwszego kwitnienia). Ostatni podrozdział metodyki dotyczy charakterystyki zastosowanych analiz statystycznych, m.in. analizy składowych głównych (PCA), nietendencyjnej analizy ordynacyjnej (DCA), kanonicznej analizy korespondencyjnej (CCA), które pozwoliły na wnikliwą eksplikację otrzymanych wyników badań. **Wyniki badań są przedstawione w sposób zwięzły, przejrzysty, przekonujący i ukierunkowane tak, aby zweryfikować postawione we wstępie hipotezy badawcze oraz osiągnąć cele badań.** Obejmują 5 głównych rozdziałów. W rozdziale 4.1. (*Porównanie warunków środowiskowych na dawnych wyrobiskach rud kruszcowych oraz w ich otoczeniu*) Autor wskazuje, że **podłoże hałd oraz ich najbliższego otoczenia,** zarówno w przypadku wyrobisk zlokalizowanych w lesie, jak i tych na terenach otwartych (śródpolnych), **różni się w zakresie analizowanych parametrów fizykochemicznych.** Obie grupy wyrobisk cechują się, m.in. wyższym pH, wyższą zawartością pierwiastków, takich jak: Mg, Ca, K, a także wyższą całkowitą zawartością metali ciężkich: Pb, Zn, Cd, **co dokumentuje, iż mamy do czynienia z dwoma różnymi siedliskami (hałdy i otoczenie).** Pewne różnice stwierdzono także w oparciu o analizowane wskaźniki topograficzne oraz klimatyczne. Rozdział 4.2. jest rozbudowany i dotyczy analizy zróżnicowania gatunkowego i specyfiki ekologicznej flory roślin naczyniowych. W obrębie wyrobisk stwierdzono łącznie 192 gatunki roślin naczyniowych (89 gatunków na wyrobiskach leśnych i 103 gatunki na wyrobiskach polnych). **Niestety, nie podano liczby gatunków występujących w otoczeniu hałd (str. 33),** wiadomo natomiast, że flora całego badanego terenu (wyrobiska i otoczenie) liczy 202 gatunki. **Przeprowadzone analizy dowodzą, że wskaźniki różnorodności oraz bogactwa gatunkowego, zarówno w obrębie powierzchni śródleśnych, jak i śródpolnych są wyższe na powierzchniach wokół wyrobisk.** Przeprowadzona analiza podobieństwa oraz odrębności składu gatunkowego wyrobisk oraz otoczenia wskazuje, że **w lasach powierzchni z wyrobisk oraz ich otoczenia wykazują podobieństwo pod względem składu gatunkowego, ale zarazem występują niewielkie różnice w obu tych grupach.** Natomiast w przypadku **powierzchni śródpolnych, skład gatunkowy powierzchni z wyrobisk różni się od tego, który występuje w otoczeniu, z uwzględnieniem niewielkiej grupy gatunków wspólnych dla obu grup.** W tabeli 14 Autor zawarł listy gatunków charakteryzujących badane obiekty w kilku grupach: gatunki wspólne dla wszystkich badanych wyrobisk, gatunki wyłączne dla wyrobisk polnych, gatunki wyłączne dla otoczenia polnego, gatunki wyłączne dla wyrobisk leśnych, gatunki wyłączne dla otoczenia leśnego. **Na uwagę zasługują następujące dane, które można odczytać z tabeli: 1) w grupie gatunków wspólnych dla wyrobisk polnych i leśnych są obecne, m.in. gatunki charakterystyczne**

dla starych lasów, 2) w grupie gatunków wyłącznych dla zbiorowisk leśnych notowano nawet gatunki o charakterze łąkowym i murawowym, 3) w otoczeniu polnym występuje sporo gatunków powszechnie uznanych za chwasty polne. Te trzy informacje rzutują na otrzymane wyniki w zakresie odrębności i bogactwa gatunkowego hałd i powinny zostać przedyskutowane w pracy. Kolejne rozdziały zawierają wyniki klasycznych analiz florystycznych (przynależność systematyczna stwierdzonych gatunków) oraz ekologicznych (analiza form życiowych, grup historyczno-geograficznych, grup ekologicznych flory), a także kilka dodatkowych, rzadziej spotykanych analiz o charakterze ekologicznym dotyczących: strategii życiowych, sposobu rozsiewania nasion, sposobu reprodukcji, długości życia, trwałości banku nasion, masy nasion, stosunku blaszki liściowej do jego masy i wieku pierwszego zakwitania. **Wszystkie te dokładnie przeprowadzone analizy pozwalają na kompleksową charakterystykę gatunków, a zarazem objaśniają stosunki ekologiczne panujące na hałdach dawnego górnictwa.** Przeanalizowana w rozdziale 4.4. zależność pomiędzy czynnikami abiotycznymi a składem gatunkowym wskazuje, iż **na terenach eksploatacji dawnego górnictwa rud kruszcowych parametry glebowe wykazują większy wpływ na zróżnicowanie składu gatunkowego roślin niż parametry topoklimatyczne.** Dodatkowo, w ostatnim rozdziale wyników przedstawiono relacje pomiędzy cechami gatunków a czynnikami środowiskowymi. Stwierdzono, m.in., iż **wskaźnik opisujący bogactwo cech funkcjonalnych osiągnął najniższą wartość w grupie wyrobisk leśnych, zaś najwyższą w grupie powierzchni z otoczenia śródpolnego.** Kolejną częścią pracy jest poprawnie przeprowadzona dyskusja z wykorzystaniem odpowiedniej liczby źródeł literatury polskiej i światowej, choć powinna zostać poszerzona o fragmenty dotyczące wpływu współczesnych działań antropogenicznych na aktualny skład gatunkowy zbiorowisk hałd. Uwagę Autora powinny zwrócić, m.in. wyniki analizy grup historyczno-geograficznych (wskazujące na znaczny udział archeofitów w otoczeniu śródpolnych hałd, co z pewnością mogło wpłynąć na wzrost bogactwa gatunkowego), czy analiza udziału gatunków charakterystycznych dla różnych klas zbiorowisk roślinnych, w tym znaczny udział gatunków ruderalnych, w szczególności w zbiorowiskach leśnych hałd, co z kolei może świadczyć o silnych współczesnych zaburzeniach (m.in. zaburzenie procesu sukcesji wtórnej i stąd słaba odrębność gatunkowa zbiorowisk hałd w stosunku do ich otoczenia). Pracę kończą poprawnie sformułowane wnioski, choć jeden z nich (nr 8) wymaga korekty, gdyż Autor pisze, iż w obrębie wyrobisk śródleśnych nie stwierdzono obecności gatunków roślin istotnie do nich przywiązanych, a w tabeli 14 podaje listy gatunków występujących wyłącznie na hałdach porośniętych lasem.

Poniżej wymieniłam kilka dodatkowych uwag, sugestii oraz pytań, które nasunęły mi się podczas lektury dysertacji:

#### Uwagi:

1) W pracy Autor używa sformułowań „biotop leśny”, „biotop śródpolny”, co nie jest do końca poprawne. Biotop to środowisko nieożywione, czyli zespół czynników abiotycznych (edaficznych oraz klimatycznych) tworzący warunki bytowania danego organizmu. Autor pisze np. o „biotopie śródpolnym”, wykazując tym samym różnice w podłożu pomiędzy hałdami i ich otoczeniem (czyli w jednym „biotopie” wskazuje wyraźnie na dwa różne siedliska, czyli dwa biotopy!), podobnie jest w przypadku terenów porośniętych przez las („biotop leśny” to także w tym przypadku dwa różne siedliska!). W pracy należałoby zatem zamiast sformułowań „biotop leśny” i „biotop polny” używać po prostu określeń, np. „wyrobiska i otoczenie leśne”, „wyrobiska i otoczenie polne”.

2) Galena to siarczek ołowiu (łac. *galena* = ruda ołowiu) – minerał zawierający ponad 80% ołowiu, nie zaś *utleniona ruda cynku, wzbogacona niewielką ilością ołowiu* (str. 16).

3) Gatunki charakterystyczne dla klasy *Nardo-Callunetea* to gatunki związane z kwaśnymi murawami bliźniczkowymi, nie zaś gatunki muraw piaszczystych, jak zostało podane w tabeli 4.

#### Sugestie:

1) Badane przez Autora wyrobiska zlokalizowane w województwie śląskim mają znacznie zróżnicowaną wysokość. W przyszłych badaniach można by było sprawdzić, czy istniejące różnice w wielkości hałd odpowiadają różnicom w bogactwie gatunkowym (nawiązanie do *teorii wysp McArthur’a i Wilsona*). Do tego celu należy wykonać spisy florystyczne z całej powierzchni hałd.

2) W zbiorowiskach polnych, już kilkumetrowe powierzchnie badawcze wystarczą w uchwyceniu reprezentatywnej grupy gatunków (gatunki są drobne, rosną pojedynczo i tworzą wielogatunkową mozaikę). Natomiast w zbiorowiskach leśnych taka niewielka powierzchnia może okazać się niewystarczająca. Gatunki leśne tworzą spore skupienia, np. *Asarum europaeum* czy *Hepatica nobilis* „same” mogą zająć całą kilkumetrową powierzchnię, stąd „bogactwo gatunkowe” może okazać się niższe, niż w rzeczywistości jest. Dlatego też w przyszłych badaniach należałoby zwiększyć powierzchnie do minimum 100m<sup>2</sup>.

3) W przyszłości można także podjąć się badań fitosocjologicznych związanych z przynależnością syntaksonomiczną zbiorowisk kształtujących się na wyrobiskach. Być może lasy na hałdach tworzą jakieś odrębne jednostki syntaksonomiczne, choćby w randze podzespołów czy wariantów w porównaniu z otoczeniem?

## Pytania:

1) Jedna z hipotez przedstawionych przez Autora mówi: *Pozostałości po wydobyciu rud kruszcowych stanowią niewielkie wyspy środowiskowe, które charakteryzuje specyficzny skład gatunkowy roślin, decydujący o ich odrębności w stosunku do obszaru, który stanowi ich otoczenie. Czy zatem w przypadku badanych przez Autora pozostałości po dawnym górnictwie, biorąc pod uwagę zarówno parametry glebowe, jak i skład gatunkowy, możemy mówić o wyspach?*

2) Biorąc pod uwagę wiek wyrobisk (większość z nich, jak podaje tabela 2, ma już kilkaset lat) należałoby się spodziewać, iż porastające je zbiorowiska będą przedstawiały zaawansowane stadia sukcesyjne zbiorowisk leśnych. Jednakże, jak wskazują analizy, stałymi składnikami flory roślin naczyniowych tych hałd są nadal gatunki zbiorowisk półnaturalnych oraz antropogenicznych. Zatem jakie czynniki wpłynęły na tę sytuację oraz jak zarazem wpływają one na bogactwo gatunkowe wyrobisk oraz odrębność tych siedlisk w stosunku do otoczenia?

**Pełniąc funkcję recenzenta jestem także zobligowana do wskazania uwag natury redaktorskiej, które mogą być użyteczne dla Autora w przygotowywaniu fragmentów pracy do druku.**

1) Trzy prace cytowane w tekście nie zostały zamieszczone w spisie literatury: Bellard i in. 2014 – str. 4, Keppel i in. 2012 – str. 5, Conrad i in. 2016 – str. 18.

2) Cztery prace zamieszczone w literaturze nie zostały zacytowane w tekście: Altun A., Yilmaz I., Yildirim M. 2010; Cabała J., Janeczek J., Kowalczyk A. 2021; Dray S., Legendre P. 2008; Muhlbachova G., Sagova-Mareckova M., Omelka M., Szakova J., Tlustos P. 2015.

3) Brakuje numeru podrozdziału pt. Szata roślinna obszaru badań (str. 11).

4) Ryc. 5. (str. 29) – na górnej rycinie brakuje znacznika „A”.

5) Ryc. 10 (str. 44) – obecny w legendzie skrót „sr” nie ma wytłumaczenia w podpisie do ryciny.

6) Ryc. 15 (str. 49) – w legendzie brak skrótu „B” zawartego w podpisie do ryciny, a w podpisie do ryciny brakuje skrótu NS.

Pozostałe drobne uwagi zaznaczono w manuskrypcie pracy, który przekazano Doktorantowi.

## Ocena końcowa

Wymienione powyżej zastrzeżenia i uwagi nie wpływają na **wysoką ocenę recenzowanej rozprawy doktorskiej, która stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, pokazuje szeroką wiedzę teoretyczną Doktoranta oraz udowadnia umiejętność samodzielnego prowadzenia przez niego pracy naukowej.** Zdając sobie sprawę ze wszystkich napotkanych problemów natury metodycznej, związanych z pracą badawczą na pozostałościach po dawnym, historycznym górnictwie, tym bardziej doceniam fakt, iż udało się Doktorantowi uzyskać ciekawe wyniki dotyczące ekologii dawnych terenów pogórnicznych, które zarazem stanowią podstawę do dalszych badań.

**Stwierdzam zatem, że recenzowana rozprawa doktorska mgr Łukasza Strzelecza spełnia warunki określone w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz.U. z 2018 r. poz. 1668 z późn. zm.) i 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 r. poz. 1669 z późn. zm.) wnioskuję do Wysokiej Rady o dopuszczenie mgr Łukasza Strzelecza do dalszych etapów przewodu doktorskiego.**

Zakres rozważań rozprawy kwalifikuje ją do **dziedziny nauk ścisłych i przyrodniczych i dyscypliny nauki biologiczne** według nowej klasyfikacji dziedzin i dyscyplin określonej w rozporządzeniu *w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin artystycznych* z dnia 20 września 2018r. (Dz.U. z 2018r. poz. 1818).

**Biorąc pod uwagę dużą samodzielność naukową Doktoranta, a także wysoki poziom merytoryczny, jak również estetyczny dysertacji wnoszę o jej wyróżnienie.**



dr hab. Monika Podgórska