

Toruń, 20.09.2023 r.

dr hab. Piotr Hulisz, prof. UMK
Katedra Gleboznawstwa i Kształtowania Krajobrazu,
Wydział Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej,
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Mateusza Stolarczyka pt. „Uwalnianie biogenów oraz węgla organicznego z gleb torfowych na przykładzie różnie przekształconych torfowisk wysokich w Bieszczadach Zachodnich.”

Recenzję wykonano na zlecenie Zastępcy Przewodniczącego Rady Dyscypliny Nauki o Ziemi i Środowisku Uniwersytetu Jagiellońskiego dr. hab. Anity Bokwy, prof. UJ (pismo z dnia 12.07.2023 roku). Praca doktorska była realizowana w Pracowni Gleboznawstwa i Geografii Gleb pod opieką promotorską prof. dr. hab. Marka Drewnika.

1. Uzasadnienie wyboru tematu pracy oraz cel badań

Pan mgr Mateusz Stolarczyk w swojej rozprawie podjął badania, których celem było określenie potencjału uwalniania do wód gruntowych i powierzchniowych rozpuszczonej materii organicznej oraz związków fosforu i azotu z torfowisk wysokich w Bieszczadach Zachodnich, będących w różnym stopniu przekształcenia wskutek działalności człowieka (rozdział 2). Wybór tematyki badawczej uważam za trafny i uzasadniony. W rozdziale 1, stanowiącym przegląd literatury, Autor wskazał na istotne braki w badaniach torfowisk wysokich, szczególnie tych położonych na obszarach górskich. W odniesieniu do tego faktu, w pełni zgadzam się opinią Autora (s.18), że torfowiska wysokie w Bieszczadach Zachodnich stanowią interesujące obiekty badawcze ze względu na zróżnicowany stopień przekształcenia antropogenicznego, dobrą dokumentację oraz długą historię użytkowania. Ponadto należy stwierdzić, że temat realizowany przez Doktoranta stanowi rozwinięcie i uzupełnienie pewnych zagadnień badawczych realizowanych wcześniej w tym regionie oraz wpisuje się w najnowsze trendy w literaturze przedmiotu dotyczących wpływu działalności człowieka na funkcjonowanie torfowisk. Badania te są także kluczowe w kontekście oceny skutków antropopresji, w tym stopnia zniekształcenia gleb, procesów prowadzących do eutrofizacji oraz

emisji gazów cieplarnianych z gleb, co jest niezbędne do podjęcia właściwych i skutecznych działań ochronnych i renaturyzacyjnych. Właściwa diagnoza gleb torfowisk, szczególnie bardzo wrażliwych na ingerencję człowieka gleb torfowisk wysokich, które oprócz bardzo dużej wartości ekologicznej, stanowią ogromny rezerwuár węgla organicznego jest bardzo ważnym i jednocześnie trudnym zadaniem badawczym. Konieczna jest bardzo szeroka analiza problemu, co często wymusza zastosowanie podejścia interdyscyplinarnego. Moim zdaniem, cel badań został sformułowany prawidłowo. Autor postawił trzy pytania badawcze oraz trzy hipotezy, które jednoznacznie podkreślają wnikliwy i wieloaspektowy charakter podjętych badań.

2. Struktura pracy

Treść zawarta w rozprawie odpowiada pod względem merytorycznym tytułowi pracy, który ma charakter problemowy. Układ pracy jest zgodny z zasadami pracy naukowej i odpowiada wymaganiom stawianym tego typu opracowaniom. Rozprawę przygotowano z zachowaniem właściwych proporcji objętościowych pomiędzy jej poszczególnymi częściami. Zasadniczy tom obejmuje łącznie 112 stron wydruku komputerowego. Tekst uzupełnia 20 rycin i 10 tabel. W odniesieniu do objętości pracy ich liczba może się wydawać stosunkowo niewielka. Należy jednak zwrócić uwagę, że przedstawiają one dane zgeneralizowane, najczęściej będące wynikiem analiz statystycznych, co pozytywnie wpływa na przejrzystość pracy i ułatwia śledzenie toku rozumowania Doktoranta. Dane szczegółowe wraz dokumentacją kartograficzną i fotograficzną znajdują się w osobnym, dobrze zaprojektowanym tomie, stanowiącym 99-stronicowy załącznik. Do tych danych Autor odnosi się właściwie w tekście rozprawy.

Całość pracy została podzielona na 10 rozdziałów, do których Doktorant zaliczył niepotrzebnie „Spis literatury”, „Spis rycin” i „Spis tabel”. Nie mam istotnych zastrzeżeń dotyczących hierarchicznego układu treści oraz tytułów rozdziałów i podrozdziałów. Należy podkreślić, że struktura treści w rozdziałach prezentujących wyniki badań oraz ich dyskusję (5 i 6) jest logiczna i bardzo dobrze odzwierciedla przyjęte podejście badawcze.

Przed spisem treści, zarówno w zasadniczym tomie rozprawy, jak i załączniku, znajduje się wykaz stosowanych skrótów (symboli) oraz wyjaśnienie zasad nazewnictwa pierwiastków i związków chemicznych oraz oznaczenia tabel i rycin. Jest to ważny dla potencjalnego czytelnika zabieg redakcyjny, który jednocześnie podkreśla staranne podejście Autora do przygotowania rozprawy.

3. Merytoryczna i formalna ocena pracy

3.1. Zakres badań oraz przyjęte metody badawcze

Charakterystykę obszaru badań przedstawiono w rozdziale 3, która obejmuje środowisko przyrodnicze i działalność człowieka w Bieszczadach Zachodnich (podrozdział 3.1), torfowiska w Bieszczadach Zachodnich i ich przemiany (podrozdział 3.2) oraz szczegółową charakterystykę obszaru badań (podrozdział 3.3). Bardzo pozytywnie postrzegam zwrócenie uwagi przez Autora jedynie na te cechy środowiska przyrodniczego obszaru badań, których analiza jest istotna przy realizacji projektu badawczego. Uniknięto w ten sposób nadmiernego rozrostu treści rozdziału i związanego z tym pewnego chaosu informacyjnego. Mam jednak pewne zastrzeżenia do treści podrozdziału 3.3, w którym zamieszczono charakterystykę warunków atmosferycznych (ss. 29-30). Autor porównując średnią roczną temperaturę powietrza dla okresu badań ze średnią z wielolecia, nie podał jakiego zakresu lat dotyczyła ta średnia. Jeśli dostępne były wartości średnich wieloletnich dla poszczególnych miesięcy, to może warto byłoby je umieścić dla porównania w tabeli 1? Druga uwaga dotyczy braku danych dotyczących opadów, które stanowią ważny czynnik kształtujący właściwości gleb.

W pierwszej części rozdziału 4 „Obiekty i metody badań” Autor zamieścił charakterystykę torfowisk wybranych do badań (podrozdział 4.1), która obejmowała m.in. ich dokładną lokalizację, powierzchnię, głębokości zalegania osadów organicznych, opis roślinności, stopień przekształcenia antropogenicznego, sezonową zmienność zalegania poziomu wód gruntowych. Moim zdaniem, podrozdział 4.1 został przygotowany wzorcowo, a na szczególną uwagę zasługuje wykorzystanie przez Doktoranta map opartych na danych pomiarowych LIDAR, które bardzo dokładnie odzwierciedlają rzeźbę terenu w poszczególnych obiektach badań.

W podrozdziale 4.2 zamieszczono opis metod badań terenowych, które przeprowadzono na 15 powierzchniach badawczych w obrębie trzech torfowisk (Litmirz, Tarnawa Niżna I i Tarnawa Niżna II). Bardzo pozytywnie oceniam:

- właściwy dobór obiektów badawczych, uwzględniających różny stopień przekształcenia antropogenicznego torfowisk: od naturalnych, poprzez słabo przekształcone, do silnie przekształconych, pozwalający na przeprowadzenie analiz porównawczych,
- włączenie do badań pomiarów sezonowych właściwości gleb, a także analiz wód gruntowych i powierzchniowych.

Niemniej jednak należy zwrócić uwagę na pewne nieścisłości i niejasności występujące w tym podrozdziale, tj.:

- brakuje wyjaśnienia, że badania interwałowe dotyczyły dwóch głębokości (0-10 i 10-30 cm) – tak przynajmniej wynika z zestawień danych zamieszczonych w załączniku (ss. 69-86).

- brakuje informacji, ile łącznie pobrano próbek gleb i wód (s. 41),

- nie objaśniono, czy był jakiś schemat przestrzenny pobierania próbek sezonowych (poletko badawcze, siatka punktów, itp.), taki jak np. stosuje się w monitoringu gleb, aby uniknąć błędu związanego ze zmiennością lokalnych warunków glebowych. Czy może pobierano próbki zawsze z jednego, ściśle określonego punktu?

Zakres i metody badań laboratoryjnych opisano na prawie trzech stronach manuskryptu (podrozdział 4.3). Analizy zostały wykonane w próbkach glebowych podzielonych na dwie części, tj. próbki przechowywane w temperaturze 2°C w stanie wilgotności połowej (niezhomogenizowane) oraz próbki wysuszone w temperaturze 35°C, rozdrobnione i pozbawione żywych korzeni. Takie podejście pozwoliło na zastosowanie szerokiego zakresu analiz właściwie uwzględniających specyfikę badanych gleb. Obejmuje on nie tylko analizy parametrów służących podstawowej charakterystyce gleb, takich jak uziarnienie, odczyn, zawartość węgla organicznego i azotu, ale także analizy specjalistyczne (np. form fosforu i azotu mineralnego, rozpuszczalnych form węgla, kwasowości wymiennej, zawartości kationów o charakterze zasadowym), ściśle służące realizacji celu badawczego. Wszystkie z nich były wykonywane zarówno w próbkach pobranych z poziomów genetycznych gleb w profilach, jak i w próbkach służących badaniom sezonowym. Zakres badań laboratoryjnych uzupełniają analizy biogenów i rozpuszczalnych form węgla w wodach powierzchniowych i gruntowych.

Po przejrzaniu treści podrozdziału 4.3 nasuwają się pewne uwagi dyskusyjne. W moim odczuciu w opis niektórych metod specjalistycznych powinien być nieco szerszy, ponieważ wiele z nich jest stosowanych w dość wąskim kręgu badaczy. Na pewno rozwinięcia wymagałyby akapity charakteryzujące wskaźniki Q2/Q4, Q2/Q6 oraz Q4/Q6, SUVA, a przynajmniej należałoby wskazać czemu służyły te analizy wraz z podaniem niezbędnych wzorów (w następnym podrozdziale). Poza tym prosiłbym o wyjaśnienie następujących kwestii:

- Dlaczego wśród właściwości chemicznych gleb (s.45) Autor wymienia: popielność i uziarnienie?

- Czy analizy wykonane poza UJ w Krakowie były zlecane czy wykonał je sam Doktorant?

W podrozdziale 4.4 (Badania kameralne) omówiono na jakiej podstawie klasyfikowano badane gleby, wymieniono wskaźniki oparte na oznaczeniach laboratoryjnych oraz zawarto opis metod wykorzystanych do statystycznej analizy danych. Nie mam większych zastrzeżeń

do treści tego podrozdziału. Chciałbym natomiast zwrócić uwagę, że analiza składowych głównych (PCA) (s.45) daje zwykle wstępny obraz zależności pomiędzy poszczególnymi parametrami, bez uwzględnienia istotności statystycznej tych zależności. Jest ona także często używana do redukcji rozmiaru zbioru danych. Być może lepszym rozwiązaniem przy ewentualnym publikowaniu wyników rozprawy w czasopismach byłoby zastosowanie bardziej zaawansowanych analiz jak analizy korelacji kanonicznych (CCA) czy analizy redundancji (RDA) i jednocześnie wziąć pod uwagę także zależności wodno-glebowe w odniesieniu do stopnia antropogenicznego przekształcenia badanych gleb?

Reasumując, przyjęty zakres badań i zastosowane metody badawcze pozwoliły na zebranie bardzo wartościowych danych empirycznych, które należy uznać za wystarczające do właściwej realizacji założonego celu badań oraz prawidłowego wnioskowania. Metody statystyczne wykorzystano w sposób racjonalny, co pozwoliło na prawidłowe sformułowanie ogólnych zależności między badanymi parametrami na podstawie danych szczegółowych.

3.2. Dobór źródeł piśmienniczych

Spis literatury jest bardzo bogaty i zawiera aż 318 pozycji, co może świadczyć o dociekliwości naukowej Doktoranta. Należy zaznaczyć, że znajdują się tutaj zarówno artykuły krajowe, jak i zagraniczne, o szerokim spektrum tematycznym, w większości opublikowane w okresie ostatnich dwudziestu lat. Moim zdaniem, spis ten dobrze odzwierciedla wielowątkowe podejście zastosowane w niniejszej pracy i ma ścisły związek z zakresem badań. Autor umiejętnie wykorzystał także publikacje o charakterze ogólnym oraz te służące charakterystyce obszaru oraz obiektu badań. Chociaż spis literatury został sporządzony rzetelnie, to chciałbym wskazać na bardzo drobne niekonsekwencje wynikające z niejednolitego formatowania poszczególnych pozycji literatury. Wystarczy np. porównać pozycje 211, 235, 302 i 307, których format odbiega od przyjętego schematu.

Ponadto na uwagę zasługuje przegląd literatury, obejmujący 12 stron (Rozdział 1), który stanowi bardzo dobre wprowadzenie do przeprowadzonych badań, oparte na zwięzłej charakterystyce najbardziej aktualnych problemów związanych z badaniem torfowisk w Polsce i na świecie.

W rozdziale „Dyskusja wyników” Autor zacytował ponad 100 pozycji literatury, porównując wyniki własne z danymi literaturowymi i konfrontując swoje spostrzeżenia z poglądami innych autorów. Wszystkie wymienione powyżej fakty niewątpliwie potwierdzają bardzo dobrą znajomość literatury przedmiotu przez Doktoranta.

3.3. Dokumentacja tabelaryczna i graficzna

Nie mam większych zastrzeżeń odnośnie szaty graficznej i zestawień tabelarycznych w pracy, które w większości przypadków zostały przygotowane starannie i są komplementarne w stosunku do treści pracy. Niemniej jednak chciałbym zwrócić uwagę na kilka mankamentów związanych z graficzną prezentacją wyników badań:

- Ryc.1, s. 29 – przedstawiony schemat jest niezbyt dobrej jakości,
- Ryc. 12, s.72 – w podpisie brak jest wyjaśnienia symboli parametrów glebowych oraz informacji na temat głębokości pobrania próbek (punkt b),
- Ryc. 15, s.76 – wykres jest nieczytelny. Sugerowałbym, aby rozbić treść na trzy odrębne ryciny zgodnie ze stopniem przekształcenia gleb (np. 15a, b i c).

3.4. Język i styl

Dysertacja została napisana językiem bardzo precyzyjnym, co wskazuje na opanowanie techniki pisania prac naukowych przez Autora. Formułuje on swoje poglądy w sposób jasny i zrozumiały, a przy tym dość zwięzły i dlatego pracę czyta się dobrze. Doktorant nie ustrzegł się jednak od drobnych błędów edytorskich, językowych i terminologicznych. Z obowiązku recenzenta chciałbym wymienić najważniejsze z nich:

- s. 43 – „Na drugiej części próbek” zamienić na „W drugiej części próbek”,
- s. 50 – sformułowanie „pH rosło” jest nieprecyzyjne (choć w takiej formie występuje w języku angielskim). Powinno być raczej „wartości pH wzrastały”.
- s. 64, tab.10 s.65 – lepiej moim zdaniem, byłoby stosować termin „stężenie” niż „koncentracja” (choć używane są jako synonimy). „Stężenie” jest stosowane najczęściej w przypadku roztworów.
- Co jakiś czas w tekście należałoby przywoływać wyjaśnienia skrótów analizowanych parametrów (ich pełne nazwy). Takie sformułowania jak np. „Wartości SUVA” mogą być niejasne dla czytelnika (s. 66).
- s.2 Załącznika – powinno być „mierzona” zamiast „mirzona”.

3.5. Ogólna ocena pracy i uwagi dyskusyjne

Pan mgr Mateusz Stolarczyk podjął interesujący, ważny i równocześnie ambitny temat badawczy. W mojej opinii do największych zalet niniejszej rozprawy należą:

- Podjęcie zagadnienia o dużym znaczeniu zarówno w aspekcie teoretycznym, jak i praktycznym.

- Zastosowanie kompleksowego podejścia badawczego opartego na analizach gleb i wód oraz właściwy i jednolity dobór metod analitycznych służących do rozwiązania problemu badawczego.
- Uzupełnienie stanu wiedzy na temat procesów zachodzących w glebach torfowisk wysokich pod wpływem antropopresji.
- Wykazanie powiązań pomiędzy różnym stopniem przekształcenia antropogenicznego badanych gleb a ich właściwościami, w tym szczególnie cechami jakościowymi i ilościowymi materii organicznej oraz zawartością biogenów.
- Uwzględnienie w badaniach sezonowej dynamiki uwalniania rozpuszczalnej materii organicznej i związków biogennych z gleb.
- Interpretacja i dyskusja uzyskanych wyników z zachowaniem klarownej i logicznej struktury pracy.
- Krytyczne podejście do uzyskanych wyników i ich wnikliwa dyskusja w odniesieniu do literatury przedmiotu.

Jednakże lektura niniejszej rozprawy nasunęła mi następujące pytania i uwagi dyskusyjne.

- Moim zdaniem, w końcowej części podrozdziału 1.1 (Wprowadzenie) zabrakło choćby krótkiego odniesienia do rezultatów badań paleogeograficznych, paleośrodowiskowych, które również są prowadzone na obszarach torfowisk wysokich. W tym kontekście, odnosząc się do wyników badań zamieszczonych w niniejszej rozprawie na s. 49, pojawiają się dodatkowe pytania. Jak wytłumaczyć dużą zmienność popielności nie tylko w poziomach powierzchniowych gleb, ale także w układzie profilowym? Czy w powiązaniu z innymi właściwościami gleb można to uznać za zapis wpływu użytkowania historycznego, denudacji zboczy, innych zmian środowiskowych, itp.? Czy analizując zmienność profilową właściwości geochemicznych i fizycznych, byłaby możliwa identyfikacja etapów rozwoju torfowiska (np. w profilach SP4, ZD5)? W jakim stopniu zapis zmian środowiska został zaburzony w wyniku działalności człowieka?
- Jak wytłumaczyć niskie wartości pH i jednocześnie wysoki udział kationów wymiennych (nawet 80-90%) w niektórych glebach (s. 70)? Jaki wpływ na uzyskane wyniki mogła mieć zastosowana procedura analityczna? Dlaczego Doktorant nie oznaczył glinu wymiennego, którego zawartość pozwoliłaby jednoznacznie i zgodnie z kryteriami klasyfikacji WRB na zastosowanie kwalifikatora Dystric w opisie badanych gleb?

- Aspekt praktyczny rozprawy został słabo wyeksponowany. Moim zdaniem, należałoby podkreślić istotne znaczenie przeprowadzonych badań dla zrównoważonego zarządzania obszarami torfowisk oraz podejmowania działań w zakresie ochrony przyrody.
- Autor sformułował 6 wniosków. Wszystkie z nich wynikają bezpośrednio z celów badawczych. Jednakże, moim zdaniem, rozważając w przyszłości publikację uzyskanych wyników, należałoby się zastanowić nad bardziej syntetycznym formułowaniem treści. Dotyczy to szczególnie wniosków nr 2 i 5.

Reasumując, należy stwierdzić, że recenzowana rozprawa doktorska Pana mgr. Mateusza Stolarczyka pt. „Uwalnianie biogenów oraz węgla organicznego z gleb torfowych na przykładzie różnie przekształconych torfowisk wysokich w Bieszczadach Zachodnich” stanowi udaną próbę oryginalnego i kompleksowego rozwiązania problemu naukowego i tym samym wnosi istotny wkład do stanu wiedzy na temat geochemii gleb torfowisk górskich, w obrębie dziedziny nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku. Wykorzystanie szerokiego zakresu danych oraz ich rzetelna wielowątkowa analiza osadzona w dobrej znajomości literatury świadczą niewątpliwie o bardzo dobrym opanowaniu ogólnej wiedzy teoretycznej przez Doktoranta oraz umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Przedstawione w mojej recenzji uwagi krytyczne i dyskusyjne mają głównie charakter uzupełnień i poprawek redakcyjnych oraz nie wpływają na bardzo wysoką ocenę niniejszej dysertacji.

4. Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę powyższe, należy stwierdzić, że recenzowana praca spełnia ustawowe kryteria stawiane rozprawom doktorskim, określone w *art. 13 ust. 1 ustawy z dnia 13 marca 2003 r. o stopniach i tytułach naukowych oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki* i może stanowić podstawę jej obrony publicznej. **W związku z tym wnoszę o dopuszczenie Pana mgr. Mateusza Stolarczyka do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora.**

