

Lublin, 19. 08. 2019 r.

Prof. dr hab. Elżbieta Jolanta Bielińska  
Instytut Gleboznawstwa, Inżynierii  
i Kształtowania Środowiska  
Zakład Biologii Gleby  
Uniwersytet Przyrodniczy  
w Lublinie

## **Recenzja** **rozprawy doktorskiej mgr inż. Pawła Dłużewskiego**

nt.

### **„Określenie zróżnicowania zawartości węgla organicznego i aktywności enzymatycznej w glebach rdzawych w różnowiekowych borach świeżych”**

Niniejsza opinia została napisana w odpowiedzi na pismo Pana prof. UPP dr hab. inż. Jerzego Bykowskiego, Dziekana Wydziału Inżynierii Środowiska i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu z dnia 15 lipca 2019 roku wraz z informacją, że zgodnie z uchwałą Rady Wydziału Inżynierii Środowiska i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu z dnia 11 lipca 2019 r. zostałam powołana na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr inż. Pawła Dłużewskiego pt.: „Określenie zróżnicowania zawartości węgla organicznego i aktywności enzymatycznej w glebach rdzawych w różnowiekowych borach świeżych”, opracowanej pod kierunkiem promotora rozprawy: Pani prof. dr hab. inż. Jolanty Komisarek. Przewód został wszczęty w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

#### **1. Ocena zasadności przeprowadzonych badań**

Zalesienie gleb porolnych radykalnie zmienia ich właściwości chemiczne i biologiczne, w tym cykl obiegu węgla, co generuje określone efekty środowiskowe. W kontekście globalnego ocieplenia, a wręcz prognozowanej katastrofy klimatycznej, badania określające zmiany w ilości i sekwestracji węgla w glebach na terenach zalesionych mają fundamentalne znaczenie. Stanowią obecnie jeden z głównych nurtów badań realizowanych w obszarze związanym z oceną ryzyka środowiskowego. W literaturze naukowej brakuje jednoznacznych

informacji dotyczących wpływu czynnika czasowego na akumulację węgla w zalesionych glebach porolnych. Rozpoznanie tego zagadnienia w warunkach zmieniającego się klimatu pozwoli na opracowanie zrównoważonej strategii racjonalnego zarządzania środowiskowego, prowadzącej do ograniczenia emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery. Te aspekty dowodzą, że wybór tematu rozprawy doktorskiej pt.: „Określenie zróżnicowania zawartości węgla organicznego i aktywności enzymatycznej w glebach rdzawych w różnowiekowych borach świeżych” jest bardzo uzasadniony, a problematyka niezmiernie ważna, zarówno z poznawczego, jak i aplikacyjnego punktu widzenia. Badania te, bardzo aktualne dla światowych problemów i trendów ekologicznych, są fragmentem badań rozwojowych, a także stanowią realizację celów nowej polityki ekologicznej państwa w sferze racjonalnego użytkowania zasobów glebowych i realizacji strategii zrównoważonego rozwoju Polski.

## **2. Formalna strona pracy**

Praca doktorska mgr inż. Pawła Dłużewskiego liczy 197 stron. Całość została podzielona na 9 głównych części, wyodrębnionych zgodnie z klasycznym schematem redagowania prac naukowych. Są to:

1. WSTĘP;
2. PRZEGLĄD LITERATURY z czterema podrozdziałami I rzędu, w tym podrozdział 2.1. zawiera dwa podrozdziały II rzędu, a podrozdział 2.2. cztery podrozdziały II rzędu;
3. HIPOTEZA, CEL I ZAKRES PRACY;
4. MATERIAŁ I METODY BADAŃ – z sześcioma podrozdziałami I rzędu;
5. WYNIKI – z dwoma podrozdziałami I rzędu, w tym podrozdział 5.2. zawiera dwa podrozdziały II rzędu;
6. PODSUMOWANIE I DYSKUSJA;
7. WNIOSKI;
8. SPIS LITERATURY;
9. ANEKSY – obejmujące: opis morfologiczny i podstawowe właściwości pedonów na powierzchniach badawczych (I), ryciny (II), tabele (III).

W pracy zamieszczono STRESZCZENIE i SUMMARY oraz, co zasługuje na wysoce pozytywne podkreślenie – SPIS SYMBOLI, a także bardzo bogaty materiał dokumentacyjny, obejmujący:

- 59 rycin w głównym tekście pracy i 7 rycin w Aneksach, ilustrujących m.in.: lokalizację terenu badań na tle numerycznego modelu terenu, rozmieszczenie punktów

badawczych na podkładzie mapy ewidencyjnej, przestrzenne zróżnicowanie głębokości zalegania poziomów glebowych na powierzchniach badawczych, podobieństwa lub różnice badanych parametrów glebowych (wykresy skrzynkowe, dendrogramy) oraz ich czasową zmienność, krzywe uziarnienia analizowanych profili glebowych, biologiczne wskaźniki aktywności biologicznej gleb – wykonanych na wysokim profesjonalnym poziomie pod względem merytorycznym, technicznym oraz estetycznym, co wpływa korzystnie na możliwość odbioru ich treści przez czytelnika;

- 4 tabele (zamieszczonych w tekście pracy) – zawierające dane dotyczące właściwości fizycznych profili reprezentowanych w obrębie powierzchni testowych oraz zawartości  $C_{org}$  w analizowanych poziomach genetycznych na tych powierzchniach;
- 8 tabel zamieszczonych w ANEKSACH – zawierających szczegółowe wyniki badań oraz wyniki zaawansowanej analizy statystycznej uzyskanych rezultatów.

Układ rozprawy nie budzi żadnych zastrzeżeń, jest ograniczony do zagadnień merytorycznych, niezbędnych dla przeprowadzenia wywodu zgodnego z koncepcją Autora. Poszczególne rozdziały i podrozdziały pracy ściśle się zazębiają i stanowią logiczną całość, co ułatwia jej studiowanie.

Temat pracy określony w tytule jest komunikatywny i w pełni oddaje istotę rozprawy.

Praca jest napisana językiem stylistycznie poprawnym, w sposób pozwalający na dokładne śledzenie prowadzonych badań i analizę uzyskanych wyników. Ma to istotne znaczenie w świetle faktu, że rozprawa obejmuje problematykę, która wymaga stosowania precyzyjnej terminologii, nie pozwalającej na wprowadzanie uproszczeń.

Wykaz literatury sporządzony jest bardzo starannie. Bazę bibliograficzną rozprawy stanowi 230 pozycji literaturowych, w znacznej mierze angielskojęzycznych (119 pozycji – 52%), które pod względem formalnym cytowane są w sposób właściwy.

### **3. Merytoryczna ocena pracy**

Rozprawa doktorska została przygotowana na podstawie oryginalnych wyników uzyskanych przez Autora pracy w ramach kompleksowych badań właściwości gleb. Strategicznym celem pracy było określenie trendu zmian zawartości węgla organicznego oraz aktywności enzymatycznej gleb w różnowiekowych borach mieszanych świeżych, zlokalizowanych na gruntach porolnych, w latach 2013-2015. W badaniach tego typu relacji, pozwalających na uchwycenia zmian akumulacji węgla organicznego w zalesionych glebach porolnych w skali czasowej i przestrzennej, wskazane jest podejście holistyczne, poprzez kompleksowe badanie właściwości gleb, ze szczególnym uwzględnieniem subtelnych

parametrów przemian środowiska glebowego, związanych z biologicznymi właściwościami gleb, jak aktywność enzymatyczna i skład mikrobiocenotyczny. Dlatego też, na wyróżnienie zasługuje zastosowany przez Autora rozprawy kreatywny model badawczy, polegający na przeprowadzeniu dwóch grup badań: podstawowych, obejmujących oznaczenie zawartości  $C_{org}$  i aktywności wybranych enzymów glebowych oraz badań uzupełniających, do których zaliczono: skład granulometryczny, odczyn, respirację gleby, wilgotność aktualną, sumę kationów zasadowych, kationy kwaśne, kationową pojemność wymienną, azot Kjeldahla i właściwości mikrobiologiczne gleby.

Prace badawcze zlokalizowano na dwóch powierzchniach: Skrzynka Wielka i Kochowo-Parcele, charakteryzujących się takimi samymi typami gleb, podobną budową geologiczną i porośniętych tym samym gatunkiem drzew (*Pinus silvestris*) oraz o zbliżonych warunkach meteorologicznych. Stacjonarne punkty badawcze wyznaczono w oparciu o badania terenowe, analizy map glebowo-rolniczych i taksacyjnych oraz wiercenia glebowe (od kilku do kilkunastu na każdą powierzchnię testową). Na powierzchni Skrzynka Wielka wyznaczono 8 punktów badawczych, a na powierzchni Kochowo-Parcele – 6. Próbkę glebową do badań pobierano raz w miesiącu, tego samego dnia na obydwu powierzchniach testowych. W wyznaczonych punktach badawczych jednorazowo określono zmienność gleb oraz zawartość materii organicznej w układzie krzyżowym i na tej podstawie wyznaczono powierzchnie badawcze o wymiarach 5x6 m, które podzielono na 30 kwadratów o boku 1,0 m. Każdorazowo, z jednego kwadratu pobierano po 3 próbki glebowe, odrębnie do analiz: chemicznych, enzymatycznych (próbki odpowiednio przechowywano i transportowano) oraz oznaczeń gęstości objętościowej (o strukturze nienaruszonej) – łącznie po 9 próbek z każdego kwadratu. W okresie 11.2014 – 11.2015 pobierano dodatkowo próbki glebowe w celu określenia respiracji gleby w warunkach laboratoryjnych. Natomiast próbki glebowe do analiz mikrobiologicznych pobrano jednorazowo w okresie wiosennym 2015 roku. Ponadto, wyznaczono transekty o długości 600 dla powierzchni testowej Skrzynka Wielka i 1500 m dla powierzchni Kochowo-Parcele. Łącznie w 20 odkrywkach glebowych (do głębokości 60 cm i pogłębionych świdrem do głębokości 120 cm) obu transektów oraz w 14 pełnowymiarowych profilach glebowych (do 120 cm) określono budowę morfologiczną gleb. W ramach badań laboratoryjnych, prowadzonych od kwietnia 2013r. do listopada 2015r., oznaczono następujące cechy badanych gleb: skład granulometryczny, zawartość węgla organicznego, odczyn i respirację gleby, wilgotność aktualną, sumę kationów zasadowych, kationy kwaśne, kationową pojemność wymienną, azot Kjeldahla, aktywność 3 enzymów glebowych: dehydrogenaz, ureazy i fosfatazy kwaśnej. Badania mikrobiologiczne

obejmowały oznaczenie liczebności bakterii heterotroficznych, promieniowców i grzybów. Liczebność poszczególnych grup mikroorganizmów jest jednym z powszechnie stosowanych wskaźników aktywności biologicznej gleby oraz szacowania zmian zachodzących w glebie pod wpływem czynników środowiskowych (w tym warunków pogodowych, lokalizację gleby, obecność roślin) i może pośrednio świadczyć o jakości warunków glebowych. Mierzona wartość aktywności enzymów odzwierciedla stan *in situ* determinowany nie tylko przez aktualne warunki istniejące w glebie, ale też w znacznej mierze, dzięki akumulacji enzymów w formie kompleksów próchnicznych, przez historię zdarzeń poprzedzających oznaczenie, w tym m.in. warunków klimatycznych, stosowanych zabiegów, zmianą użytkowania gruntów. W pracy wykorzystano 4 wskaźniki biochemicznej jakości środowiska glebowego, bazujące na aktywności badanych enzymów glebowych i zawartości węgla organicznego. Na wyróżnienie zasługuje również opracowanie statystyczne uzyskanych wyników badań, uwzględniające m.in.: współczynnik zmienności, hierarchiczne metody grupowania (analiza skupień), analizę regresji wielokrotnej.

Koncepcja i konstrukcja pracy jest poprawna i przejrzysta. W rozdziale WSTĘP zamieszczono informuje o zagadnieniach jednoznacznie uzasadniających cel pracy. W rozdziale PRZEGLĄD LITERATURY Autor, wykorzystując przegląd krajowej i światowej literatury, omawia w sposób uporządkowany i logiczny problemy, które porusza w swojej rozprawie doktorskiej. Rozdział ten, przedstawiony na 17 stronach, został napisany poprawnie pod względem formalnym i merytorycznym. Należy podkreślić, że Doktorant w rozdziale PRZEGLĄD LITERATURY umiejętnie i wyraźnie eksponuje aspekty, które jednoznacznie uzasadniają cel badań i postawione hipotezy badawcze. Cały rozdział został napisany wyczerpująco, jasno i ładnym językiem. Czyni to dobrą podstawę do analizy rozwiązań metodycznych i dyskusji wyników. Jego staranna redakcja ułatwia zrozumienie stawianych hipotez badawczych.

Hipotezy oraz cel (niezmiernie ważny i ambitny) i zakres pracy – zostały dobrze wyeksponowane, są przekonujące i jasno sformułowane. Postawiono następujące hipotezy badawcze:

- Zawartość węgla organicznego w glebach leśnych wzrasta wraz z wiekiem drzewostanów.
- Zawartość węgla w poziomie akumulacyjno-próchnicznym (A) wykazuje sezonowe zmiany.
- Wiek drzewostanu kształtuje aktywność mikrobiologiczną gleb.

Rozdział MATERIAŁ I METODY BADAŃ, bardzo starannie opracowany pod względem merytorycznym i edytorskim, obejmuje łącznie z rycinami 16 stron. W rozdziale tym Autor szczegółowo przedstawił charakterystykę fizjograficzno-geomorfologiczną terenu badań, uwarunkowania meteorologiczne, metodykę badań terenowych i laboratoryjnych oraz opis zastosowanych metod statystycznych. Praca pod względem metodycznym została wykonana prawidłowo. Zastosowana w pracy metodyka badań potwierdzona jest w światowej i krajowej literaturze, co świadczy o właściwym opanowaniu przez Doktoranta nowoczesnego warsztatu badawczego.

Tak wykonane badania czynią wiarygodnym cały rozdział WYNIKI. W rozdziale tym na 80 stronach bardzo wnikliwie, jasno i precyzyjnie omówiono uzyskane rezultaty, które zilustrowano przejrzystymi, estetycznie wykonanymi tabelami i rycinami. Zarówno tytuły tabel, jak i rycin są bardzo komunikatywne i jednoznacznie informują czytelnika o rodzaju przedstawianych i analizowanych cechach. Autor wykazał się bardzo dobrą i wyważoną interpretacją uzyskanych rezultatów, a także umiejętnością korzystania z weryfikacji statystycznej. Zamieszczone szczegółowe wyniki analizy statystycznej pozwalają nie tylko na prawidłową interpretację uzyskanych danych, ale także czynią je wiarygodnymi. Sposób ich przedstawienia spełnia wymogi współczesnych opracowań naukowych. Chcę podkreślić, że rozdział WYNIKI, ułożony w logiczną sekwencję problematyczną został napisany bardzo profesjonalnie. Można tutaj wyróżnić część analityczną i syntetyczną. W części analitycznej Doktorant dokonuje opisu uzyskanych wyników w ujęciu badanych czynników środowiskowych i ich interakcji. W części syntetycznej rozpatruje związki pomiędzy różnymi zmiennymi, traktując czynniki środowiskowe jako źródła dynamicznej zmienności. Jest to podejście prawidłowe, odpowiadające wymaganiom rozpraw naukowych, które nie powinny stanowić jedynie prostego opisu faktów. Rozdział WYNIKI powinien zostać zatytułowany WYNIKI I DYSKUSJA, ponieważ Autor omawiając uzyskane rezultaty, zwłaszcza dotyczące właściwości chemicznych i biologicznych badanych gleb, porównuje uzyskane wyniki z danymi przytaczanymi przez różnych autorów, co ze względu na obszerność zebranego materiału dowodowego oceniam wysoce pozytywnie. W rozdziale tym Doktorant wykazał się logiką wyводу i prawidłową ekspozycją istotnych wątków.

Bardzo ważnym elementem rozprawy jest rozdział PODSUMOWANIE I DYSKUSJA przedstawiony na 11 stronach. Również w tym rozdziale uzyskane wyniki badań zostały bardzo dobrze skonfrontowane z obszerną literaturą naukową. Autor dokładnie porównuje swoje wyniki z danymi literaturowymi, wyjaśnia zależności i tendencje uzyskane w badaniach własnych, jednocześnie wyraźnie prezentuje swój punkt widzenia. Pozwoliło to

na bardzo precyzyjne, a przy tym klarowne dyskutowanie wyników kluczowych dla generalnych założeń i celów pracy. Na podkreślenie zasługuje kompleksowe spojrzenie na zagadnienia sformułowane w tytule pracy. Rozdział ten charakteryzuje się wysokim poziomem naukowym.

Ostatecznym efektem rozprawy jest rozdział WNIOSKI. Wnioski w liczbie 7 zostały sformułowane w sposób wyważony i precyzyjny, aczkolwiek moim zdaniem niektóre zawierają informacje zbyt szczegółowe. Rozdział ten można określić jako STWIERDZENIA I WNIOSKI, ponieważ niektóre z wypunktowanych tu stwierdzeń, to w zasadzie nie ogólne tezy, a raczej przedstawione w uproszczonej formie podsumowanie uzyskanych wyników. W kontekście obszerności zebranego materiału dowodowego uwaga ta ma charakter zdecydowanie dyskusyjny. Generalnie, tak sformułowane wnioski są adekwatne do uzyskanych wyników badań i oprócz czysto poznawczych walorów, mają one również duże znaczenie praktyczne.

Streszczenie i summary są wyważone, poprawne i przejrzyste. Autor prawidłowo rozłożył akcenty. Opisywana koncepcja badań i zaplanowany sposób ich realizacji w pełni odpowiadają problemom określonym w tytule rozprawy doktorskiej i zdefiniowanym celu badań.

Mam uwagi dotyczące redakcyjnej strony rozprawy:

- W tekście pracy zdarzają się, wprawdzie bardzo nieliczne usterki językowe, wynikające najczęściej z tzw. „skróków myślowych”, np. sformułowania: „obniżenie/zmniejszenie odczynu”, „próby” – w odniesieniu do próbek gleby, czy „najwyższą zawartość tych parametrów ...” lub „spadek ilości sum opadów”.
- Ureaza jest pojedynczym enzymem, nie tworzy grupy enzymów, więc określa się ten enzym w liczbie pojedynczej, w przeciwieństwie do dehydrogenaz, czy proteaz – na str. 102 zastosowano obydwie formy.
- Na str. 103 sformułowanie: „średnia zawartość ureazy..” jest nieprawidłowe, ponieważ oznaczana jest pośrednio aktywność!! tego enzymu, a nie zawartość – podobnie, jak w przypadku wszystkich znanych enzymów glebowych.
- Str. 111 – sformułowanie: „aktywność enzymatyczna agrosystemów” – proponuję uzupełnić o: „aktywność enzymatyczna gleb w agrosystemach”.
- Str. 124 – nie oznacza się zawartości mikroorganizmów w glebie, tylko pośrednio ich liczebność.
- Kilka „drobiazgów” w spisie literatury: np. poz. 155. – nazwa czasopisma „Sylwan” jest z małej litery lub poz. 170. Powers i in. 2012 – w tekście pracy jest rok 2011.

Przytoczone powyżej uwagi, dotyczące głównie redakcyjnej strony rozprawy, łatwe do korekty, w niczym nie obniżają wartości rozprawy doktorskiej. Rozprawa jest nowatorska, bardzo starannie przygotowana, prezentuje wysoki poziom merytoryczny, wnosi do literatury oryginalne wyniki mające nie tylko znaczenie poznawcze, ale również duże znaczenie praktyczne. Zakres osiągnięć naukowych pracy jest bardzo szeroki. Do najważniejszych zaliczam wykazanie, że:

- Zmiana sposobu użytkowania gleb modyfikuje ich właściwości fizykochemiczne, chemiczne i biologiczne, prowadząc do przemian gleb uprawnych w gleby środowisk typowo leśnych.
- Zawartość węgla organicznego w zalesionych glebach porolnych wzrasta wraz z wiekiem drzewostanu.
- Wzrost wieku drzewostanu na porolnych glebach leśnych modyfikuje skład mikroflory glebowej, poprzez zwiększenie liczebności grzybów oraz obniżenie liczebności bakterii heterotroficznych i promieniowców, co wiąże się z indywidualną wrażliwością poszczególnych grup mikroorganizmów na aktualne warunki istniejące w środowisku glebowym.
- Zróżnicowane, wraz ze wzrostem wieku drzewostanu nasilenie badanych procesów biochemicznych w zależności od rodzaju enzymu wynika zarówno z ich odmiennej wrażliwości i odporności na czynniki środowiskowe, jak i z zawartości w środowisku glebowym specyficznych substratów dla reakcji enzymatycznych.
- Obliczone wskaźniki biochemicznej jakości gleby odzwierciedlają implikacje, spowodowane przez zmienione zalesieniem gruntów porolnych obiegi i zasoby węgla organicznego w zależności od wieku drzewostanu oraz mogą stanowić przydatne kryterium, pozwalające na określenie i sprecyzowanie dryfu siedliskowego w przekształconym ekosystemie.

Reasumując stwierdzam, że oceniana rozprawa doktorska zawiera bogaty materiał badawczy, w pełni oryginalny i nowatorski, rzetelnie opracowany, przedstawiony w sposób systematyczny i zinterpretowany w oparciu o najnowszą literaturę krajową i zagraniczną. Jej wyniki mają nie tylko charakter poznawczy, ale także aplikacyjny. Praca została wykonana bez zastrzeżeń pod względem metodycznym. Na uwagę zasługuje również kompleksowe ujęcie badań. Całość jest twórczym i oryginalnym wkładem Autora w rozwój dziedziny nauk inżynierjno-technicznych, dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.



## Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę wysoką wartość poznawczą i aplikacyjną rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Pawła Dłużewskiego pt.: „Określenie zróżnicowania zawartości węgla organicznego i aktywności enzymatycznej w glebach rdzawych w różnowiekowych borach świeżych”, stwierdzam, że przedmiotowa rozprawa doktorska odpowiada warunkom określonym w art. 13 ust. 1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, z późniejszymi zmianami. W szczególności ze względu na:

- zawarte w pracy elementy nowatorskie;
- duży potencjał aplikacyjny uzyskanych wyników badań;
- znaczący wkład w rozwój dziedziny nauk inżynieryjno-technicznych, dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Uwzględniając powyższe wnoszę do Wysokiej Rady Wydziału Inżynierii Środowiska i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu o dopuszczenie Pana mgr inż. Pawła Dłużewskiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Jednocześnie z uwagi na duże walory poznawcze, wynikające z kompleksowości i dogłębności badań wraz z ich dużą wartością poznawczą i użyteczną oraz wzorowe opracowanie wyników i wyważoną ich interpretację stawiam wniosek o wyróżnienie pracy nagrodą JM Rektora Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.

Prof. dr hab. Elżbieta Jolanta Bielińska