

Siedlce, dn. 29.08.2022r.

Dr hab. inż. Marcin Becher, prof. uczelni  
Instytut Rolnictwa i Ogrodnictwa  
Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny  
w Siedlcach

**Recenzja**  
**rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Pawła Telegi**  
**pt: „Gleby organiczne ściółkowe – geneza, właściwości i rola ekologiczna**  
**w ekosystemach Górskich”**

Recenzję wykonałem na prośbę Przewodniczącego Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo, Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Pana prof. dr hab. Cezarego Kabały. Praca doktorska została wykonana w Instytucie Nauk o Glebie, Żywienia Roślin i Ochrony Środowiska, pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Adama Bogacza.

Gleba niezależnie od występowania stanowi złożony i dynamiczny system, sterowany procesami naturalnymi, ale także antropogenicznymi związanymi z rozwojem cywilizacji. Jakość funkcjonowania cywilizacji zależy także od tego, czy dobrze rozumiemy naturę i aktywność gleby oraz od racjonalnego zarządzania nimi, w duchu ich ochrony, utrzymania aktywności i mądrego wykorzystania potencjału.

Obiektem zainteresowań naukowych Pana mgr inż. Pawła Telegi są gleby organiczne ściółkowe. Jest to szczególnie obiekt badań, głównie ze względu na występowanie gleb, specyficzną ich zmienność przestrzenną oraz stosunkowo małe ich rozpoznanie naukowe, co przekłada się na problemy z ich klasyfikacją. W tym kontekście badania naukowe podjęte przez Doktoranta uważam za uzasadnione i bardzo potrzebne.

Gleby ściółkowe w warunkach klimatycznych Polski występują głównie na obszarach górskich, przykrywając lite skały lub pokrywy blokowe i blokowo-gruzowe. Powstają one w specyficznych warunkach klimatu górskiego, przy udziale pokrywy roślinnej dostarczającej biomasy zwykle o szerokim stosunku C/N i odpornej na dekompozycję mikrobiologiczną. Mineralizacja materii organicznej dodatkowo jest tu spowolniona warunkami klimatycznymi i oligotroficznością środowiska. Gleby organiczne ściółkowe spełniają bardzo ważną rolę ekologiczną i hydrologiczną, stanowiąc ważny czynnik ekspansji roślin w specyficznych ekosystemach górskich.

W szóstym wydaniu Systematyki Gleb Polski (SGP 6) typ gleb ściółkowych wyróżniono w rzędzie gleb organicznych. Zaproponowano tu podtypy gleb ściółkowych: typowe, skaliste, rumoszowe i rędzinowe. Gleby te są zbudowane z materiału organicznego zawierającego powyżej 20% C związków organicznych, o cechach ściółkowych charakterystycznych dla pokrywającej teren roślinności. Jako poziom diagnostyczny występuje tu folik, a więc materiał organiczny akumulowany w warunkach aerobowych. Ponadto gleby te winny spełniać kryterium miąższości – 30 cm materiału folik, lub 10 cm tego materiału w przypadku zalegania bezpośredni na litej skale.

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska ma typowy układ powszechnie przyjęty w środowisku naukowym zajmującym się tematyką gleboznawczą.

W rozdziale „Wstęp i cel pracy” autor wprowadził w problematykę badań i wskazał zasadność ich podjęcia. Autor przedstawił tu ambitny cel badań: „określenie warunków występowania i rozmieszczenia gleb organicznych ściółkowych w rejonach górskich Sudetów (Góry Stołowe, Karkonosze), określenie czynników decydujących o ich wykształceniu się w aktualnej postaci i miejscu oraz przedstawienie roli jaką odgrywają w ekosystemach górskich”. Doktorant prawidłowo sformułował pięć hipotez badawczych.

W ramach przeglądu literatury Doktorant dokonał dalszego wprowadzenia w zagadnienia będące przedmiotem badań – przedstawił indywiduum gleb organicznych ściółkowych oraz ich klasyfikacje w Polsce i na świecie, a także aktualną wiedzę na ich temat.

W kolejnym rozdziale Doktorant dokonał szczegółowej charakterystyki obszaru badań gleboznawczych – Gór Stołowych i Karkonoszy. Rozdział ten ma formę klasycznego opisu fizjograficznego, gdzie poruszone są zagadnienia geomorfologii, geologii, pokrywy glebowej klimatu i hydrologii. W przypadku identyfikacji fizycznogeograficznej badanych obszarów w klasyfikacji dziesiętnej, Pan Magister powołał się na powszechnie znane opracowanie prof. Jerzego Kondrackiego. Myślę, że należało tu także powołać się na nowsze opracowanie polskich geografów: Solon i in. 2018. *Physico-geographical mesoregions of Poland: Verification and adjustment of boundaries on the basis of contemporary spatial data. Geographia Polonica, 91(2): 143–170.*

Ważnym zadaniem dodatkowym części teoretycznej pracy (tu rozdziały: Wstęp i cel pracy, Przegląd literatury, Charakterystyka obiektów badań) jest także dowiedzenie erudycji Autora, zdolności do wybiórczości i krytycznego myślenia w obszarze zagadnień będących treścią badań naukowych. Uważam, że Doktorant z tego zadania wywiązał się bardzo dobrze, zwłaszcza, że poruszane tu zagadnienia są interdyscyplinarne. Ponadto ta część pracy nie została nadmiernie rozbudowana o wiedzę „podręcznikową”, dzięki czemu rozprawa doktorska – w sensie objętości poszczególnych części – zachowuje właściwe proporcje.

Rozdział „Metodyka badań” został podzielony na podrozdziały „Prace terenowe” i „Analizy laboratoryjne”. Przede wszystkim chciałbym zwrócić tu uwagę, na bardzo dobre zaplanowanie terenowych prac gleboznawczych. Wytypowanie obszarów badań zostało poprzedzone pracami studyjnymi nad dostępnymi źródłami literaturowymi i kartograficznymi. Prace terenowe trwały prawie dwa lata, a ich zakres uważam za imponujący. Po pierwsze – badania terenowe były wykonywane na obszarze 2 pasm górskich. Po drugie – badania prowadzono na wytypowanych 11 powierzchniach badawczych, różniących się zmiennością siedlisk roślinnych i wysokością n.p.m. Na każdej powierzchni wykonano odkrywkę glebową. Dodatkowo, na potrzeby rzetelnego rozpracowania niektórych problemów badawczych, wykonano po 9 dodatkowych odkrywek sondujących. Po trzecie – na wytypowanych obiektach badawczych prowadzono inwentaryzację fitosocjologiczną, co jest ważnym atrybutem naukowym pracy, a niestety jest często pomijane przez innych badaczy prowadzących terenowe badania gleboznawcze.

Podczas prac terenowych zastały wykonane czynności badawcze niezbędne w każdym solidnych terenowych badaniach gleboznawczych, a dotyczące: morfologii gleb, położenia ich w terenie (w tym ustalenie współrzędnych geograficznych i wysokość nad poziomem morza), gospodarki wodnej gleb, rodzaju i natężenia erozji, zdefiniowania rodzaju i cech materiału macierzystego, obserwacji aktywności fauny glebowej i obecności korzeni roślin. Określono barwę gleb metodą porównawczą do skali barw Munsell’a. Wykonano dokumentację fotograficzną profili glebowych i pokrywy roślinnej wytypowanych obiektów badawczych. Próbkę glebowe pobierano do metalowych cylindrów (w stanie naturalnego układu) oraz do woreczków. Próbkę w stanie świeżym przechowywano w warunkach chłodniczych w temp 4 °C.

Według mojej opinii, zaplanowanie i wykonanie prac terenowych jest bardzo mocną stroną recenzowanej pracy.

Zakres wykonanych badań laboratoryjnych jest adekwatny dla założonego celu i weryfikacji hipotez badawczych. Informacje dotyczące procedur laboratoryjnych są podane w sposób schematyczny, gdzie powołano się na stosowne źródła. Najlepszą oceną tego fragmentu pracy jest fakt, że podane informacje są wystarczające dla innego badacza chcącego przeprowadzić analogiczne analizy laboratoryjne. W pracy wykorzystano szerokie spektrum analiz laboratoryjnych, które dotyczyły: popielności, stopnia rozkładu materii organicznej, uziarnienia (w uzasadnionych przypadkach), potencjalnej zwilżalności gleby, wyznaczenia indeksu chłonności wodnej gleb  $W_1$ , wyznaczenia krzywej sorpcji wody, gęstości gleb, porowatości gleb, odczynu gleb, kwasowości wymiennej, zawartości azotu i węgla, zawartości kationów wymiennych o charakterze zasadowym oraz stopnia ich wysycenia kompleksu sorpcyjnego, zasobności gleb w formy mineralne fosforu. Ponadto wykonano badania wieku poziomów organicznych (datowanie węglem  $^{14}\text{C}$ ) oraz oznaczenie zawartości szczątków roślinnych.

W rozdziale „Metodyka badań” zabrakło informacji na temat metod statystycznych oraz ilości powtórzeń przy badaniu poszczególnych parametrów.

Po analizie tej części rozprawy doktorskiej formułuję pewne uwagi, które podnoszę przede wszystkim w celu wywołania interesującej dyskusji naukowej podczas obrony rozprawy:

- Czy zastosowanie metalowych cylindrów do pobierania próbek w celu wyznaczenia gęstości objętościowej było uzasadnione w przypadku poziomów organicznych, często o niewielkiej miąższości i znacznym udziale szczątków roślinnych? Czy zdaniem Doktoranta mogło mieć tu zastosowanie metody polegającej na pobraniu i ustalenia masy materiału tworzącego dany podpoziom, ze znanej powierzchni (wyznaczonej przez ramkę) i ustalonej miąższości (Bednarek i in. 2004. Badania ekologiczno-gleboznawcze)?
- W pracy obliczono gęstość właściwą na podstawie równania regresji podanego przez Okruszkę (1971). Równanie to zostało wyznaczone dla utworów organicznych akumulowanych w procesie bagiennym, względnie wtórnie przeobrażanych po odwodnieniu. Czy wykorzystanie tej formuły dla materiału organicznego charakterystycznego dla gleb ściółkowych mogło mieć wpływ na uzyskane wyniki?
- Proszę Doktoranta o wyjaśnienie wpływu zastosowanej metody na zdefiniowanie formy oznaczonego węgla.
- Czy zdaniem Doktoranta określenie „mineralne formy fosforu” jest w pełni uzasadnione, przy ekstrakcji 0,5M HCl i oznaczeniu pierwiastka na spektrometrze ICP-AES?

W rozdziale „Wyniki badań” Pan Magister bardzo umiejętnie, sprawozdaje otrzymane wyniki badań naukowych. Rozdział ten jest najbardziej rozbudowaną częścią pracy, zajmującą 72 strony. W wielu fragmentach tekst tego rozdziału ma charakter przeglądu literatury i dyskusji naukowej, co w moim odczuciu przyczynia się do dobrego jego odbioru. Uważam także, że bardzo dobrym rozwiązaniem zastosowanym przez Autora było prezentowanie syntetycznych i opracowanych wyników badań (w postaci tabel i wykresów) w tekście tego rozdziału. Zaprezentowania pełnych wyników Autor dokonał na końcu rozprawy. Ogólnie, otrzymane wyniki badań oraz efekty ich opracowań statystycznych zaprezentowano w 44 tabelach oraz na 30 różnych opracowaniach graficznych. Bardzo ważnym walorem recenzowanej pracy są także zamieszczone fotografie, które bardzo czytelnie przedstawiają badane profile glebowe i powierzchnie badawcze. Jest to cenny – wręcz konieczny – element wzbogacający opracowanie gleboznawcze oparte na badaniach

terenowych. Zaprezentowane na końcu opracowania kompletne wyniki badań oraz fotografie stanowią niejako materiał źródłowy dla części opartej na badaniach własnych recenzowanej rozprawy doktorskiej.

Cześć wynikową pracy Autor podzielił na podrozdziały. Podział ten jest logiczny, zarówno pod względem rodzaju rozpracowywanych problemów, jak też kolejności występowania po sobie. Opis wyników dokonany przez Autora jest bardzo spójny, zrozumiały i dobrze argumentowany. Pan Magister nie ucieka tu od trudnych, często kontrowersyjnych zagadnień – zmierza się z nimi, rzetelnie je opisując. W mojej opinii, należy podkreślić fakt użycia przez Doktoranta symbolu Ow dla zaznaczenia „swoistości” morfologicznej podpoziomów organicznych głównie zbudowanych z materiału drzewnego w różnym stopniu rozkładu. Uważam, że rozwiązanie to powinno być przyjęte przez zainteresowane środowisko naukowe. Według mnie, bardzo interesującym fragmentem tego rozdziału jest porównanie oceny stopnia rozkładu materii organicznej według różnych kryteriów. Pan Magister wykazał istotne korelacje dla różnych metod oceny stopnia rozkładu materiałów organicznych, jednocześnie wykazał, że żadna z testowanych metod nie jest w pełni kompatybilna ze znanymi sposobami opisu materiału organicznego budującego poszczególne podpoziomy ściółek leśnych. Dokonana przez Autora klasyfikacja poziomów diagnostycznych, typów i podtypów gleb oraz opis morfologii profili zostały wykonane prawidłowo. Podobnie Doktorant zrozumiale i rzetelnie opisuje poszczególne właściwości gleb.

W przypadku opisywania popielności Autor użył określenia „zawartość frakcji mineralnej” – w mojej opinii lepszym określeniem byłoby „zawartość części mineralnych”. Podobnie przy stwierdzeniu „...zamulenie poziomów glebowych wzrasta wraz ze stopniem rozkładu materii organicznej...”, – należało raczej użyć terminu „zwiększenie zawartości popiołu”, gdyż proces ten nie koniecznie musi być związany z akumulacją wodną. Uważam także, że zamiast zwrotu „węgiel organiczny” poprawniej jest używać „węgiel związków organicznych”.

W moim odczuciu bardzo interesujący jest podrozdział „Przestrzenne zróżnicowanie morfologii profili gleb ściółkowych”, gdzie koniecznością do opisu problemu było wykonanie dodatkowych odkrywek sondujących na poszczególnych powierzchniach badawczych. Pan Magister wykazał tu różnice w tym zagadnieniu między badanymi pasmami górskimi. Na szczególne podkreślenie zasługuje podrozdział „Powstawanie i ewolucja gleb ściółkowych”, gdzie Autor przekonująco opisał możliwe warianty powstawania tych gleb. Wykorzystanie metody datowania radiowęglowego  $^{14}\text{C}$  pozwoliło Panu Doktorowi na określenie prawdopodobnego wieku gleb ściółkowych i tempa przyrostu poziomów ściółkowych.

W kolejnym, 16 stronicowym rozdziale Doktorant dokonał rzetelnej dyskusji naukowej otrzymanych wyników badań. Analiza tekstu wskazuje na bardzo duże umiejętności analityczne i interpretacyjne Pana Magistra w stosunku do otrzymanych rezultatów badań własnych. Doktorant wykazał się dużą dociekliwością, a w zagadnieniach będących przedmiotem dyskusji poruszał się bardzo swobodnie. Moim zdaniem stanowi to dowód bardzo dobrego przygotowania Doktoranta do realizacji rozprawy doktorskiej. Dyskusja wyników jest odważna, dobrze argumentowana i „dojrzała naukowo”. Odniósł się w niej do wszystkich badanych zagadnień w sposób wystarczająco szczegółowy, merytoryczny, a w uzasadnianych przypadkach krytyczny. Doktorant zwrócił uwagę, że SGP 6 nie przewidziała wariantu gleb, w których poziom folic zalega na utworze organicznym typu torf i/lub mursz, a także na trudności interpretacyjne w kontekście prawidłowej identyfikacji poziomów murszik i folik. Za ważny fragment tego rozdziału uznaję krytyczne podejście do przyjętego 30-dniowego okresu trwałego nasycenia wodą jako czynnika odróżniającego

materiały ściółkowe od torfowych. Ponadto Autor wykazał, że gleby ściółkowe charakteryzują się mozaikowym przestrzennym rozmieszczeniem i bardzo dużą zmiennością morfologiczną. Doktorant wykazał determinanty wpływające na zmienność badanych gleb. W badaniach wykazał, że gleby ściółkowe badanego obszaru są glebami młodymi. Ponadto Pan mgr inż. Paweł Telega stwierdził, że poziomy ściółkowe charakteryzują się znaczną hydrofobowością i przepuszczalnością wodną, a ich zdolności retencyjne wody są znacznie niższe od torfów. Wzrost stopnia rozkładu ściółek leśnych wpływa na zwiększenie potencjalnej retencji użytecznej. Generalnie, poziomy ściółkowe wykazały odmienne cechy fizykochemiczne w stosunku do torfów, przy czym w warunkach klimatu górskiego różnice te mogą zanikać. Doktorant wykazał, że metody stosowane do oceny stopnia rozkładu torfów są zawodne w przypadku takiej oceny dla gleb ściółkowych. Za istotne informacje uzyskane przez Doktoranta również uznaję ustalenia zasobów węgla i azotu oraz maksymalnych możliwości retencyjnych w stosunku do wody.

W rozdziale „Wnioski” Autor przedstawił 10 dobrze zredagowanych uzasadnianych wniosków. Stanowią one merytoryczne i syntetyczne podsumowanie rozprawy doktorskiej. Odnoszą się do najważniejszych tez pracy, a także udowadniają osiągnięcie zamierzonego celu badawczego.

W część wynikowo-interpretacyjnej recenzowanej rozprawy zabrakło mi formalnego, bezpośredniego i jednoznacznego odniesienia się do hipotez badawczych postawionych w pierwszym rozdziale. Jednocześnie stwierdzam, że po analizie wyciągniętych przez Autora wniosków czytelnik bez trudności znajduje takie odniesienie.

Źródła literaturowe wykorzystane przez Autora obejmują 287 pozycji. Taka ilość pozycji literaturowych świadczy o bardzo dobrej znajomości problemu badań. Dobrane pozycje są wartościowe i w pełni przydatne. Źródła literaturowe są związane z problemami naukowymi podejmowanymi przez Autora, wykorzystano je wiarygodnie i odpowiedzialnie. Sposób cytowań, jak i ich pozycja w tekście pracy doktorskiej są właściwe oraz dowodzą dużej sprawności Autora w tym zakresie. Należy także podkreślić bardzo dobry „język naukowy” rozprawy, gdzie zagadnienia zostały omówione w sposób logiczny i zrozumiały. Ponadto praca doktorska została dobrze zredagowana. Jedynie uważam, że rozpoczynanie każdego rozdziału od nowej strony ułatwiłoby czytelnikowi poruszanie się po tekście rozprawy doktorskiej.

Poza nurtem recenzji pozwolę sobie wyrazić opinię, że badane przez Autora obiekty są bardzo „cenne naukowo”. Dają możliwość rozszerzenia badań naukowych dotyczących wyznaczenia możliwego do osiągnięcia ekologicznego poziomu zasobów materii organicznej, w którym występuje stan równowagi między dopływem i mineralizacją materii organicznej, jak też badań nad transformacją materii organicznej w różnych warunkach siedliskowych oraz badań nad specjacją pierwiastków. Zajęcie się tymi problemami badawczymi, miałyby bardzo duże znaczenie praktyczne, w kontekście racjonalnej gospodarki glebową materią organiczną, jak też lepszego zrozumienia roli tych gleb w obiegu materii w ekosystemach. Proszę aby Autor ten akapit potraktował jako inspirację do ewentualnych kolejnych ambitnych wyzwań w pracy naukowej.

Po analizie tekstu rozprawy doktorskiej stwierdzam, iż Autor zaprezentował bardzo wysoki poziom wiedzy, umiejętność trafnego rozumowania oraz opracowania i prezentacji wyników badań. Recenzowana rozprawa doktorska jest wartościowym studium naukowym wnoszącym nową uniwersalną wiedzę na temat genezy gleb organicznych ściółkowych. W podsumowaniu pragnę jeszcze raz podkreślić swobodę i umiejętność Autora korzystania z literatury naukowej, trafność formowania poglądu naukowego, poprawność językową oraz opanowanie na wysokim poziomie warsztatu badawczego.

Moje uwagi pojawiające się w tekście mają charakter dyskusyjny, nie obniżają wartości naukowej i merytorycznej pracy, którą oceniam wysoko, a której lektura była przyjemnością.

Stwierdzam, że przedłożone do recenzji dzieło, zgodnie ze stosownymi przepisami prawa (Ustawa z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki – Dz. U. Nr 65, poz. 595, z późniejszymi zmianami z dnia 18 marca 2011 roku - Dz. U. Nr 84, poz. 455 i z dnia 3 lipca 2018 r. – Dz. U. poz. 1669) spełnia wymagania rozprawy doktorskiej. Ma charakter oryginalny, wybrany temat rozpracowany został metodycznie, rezultaty badań laboratoryjnych omówiono jasno i bardzo rzetelnie, skonfrontowano je z piśmiennictwem naukowym oraz wyciągnięto uprawnione wnioski.

Wnioskuje do Rady Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu o dopuszczenie mgr inż. Pawła Telegi do kolejnych etapów przewodu doktorskiego.

Wnioskuje także o wyróżnienie recenzowanej rozprawy doktorskiej mgr inż. Pawła Telegi. Swój wniosek uzasadniam rzetelnością i dogłębną analizą Doktoranta w analizie materiału badawczego, bardzo dobrym opracowaniem wyników badań, a przede wszystkim dostarczeniem nowej, istotnej wiedzy w zakresie genezy i roli ekologicznej organicznych gleb ściółkowych.



dr hab. inż. Marcin Becher, prof. uczelni