

dr hab. inż. Agnieszka Pusz, prof. uczelni
Politechnika Warszawska
Wydział Inżynierii Środowiska
Katedra Ochrony i Kształtowania Środowiska
agnieszka.pusz@pw.edu.pl

Recenzja
rozprawy doktorskiej mgr Aleksandry Cichoń,
pt. „Kształtowanie procesów pedogenicznych w glebach technogenicznych
utworzonych na zwałowiskach kopalni wapieni z uwzględnieniem
wybranych czynników”

Przedmiot recenzji

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgr Aleksandry Cichoń, pt. „Kształtowanie procesów pedogenicznych w glebach technogenicznych utworzonych na zwałowiskach kopalni wapieni z uwzględnieniem wybranych czynników”, wykonana pod kierunkiem dr hab. Izabelli Pisarek, prof. UO oraz promotora pomocniczego dr inż. Katarzyny Łuczak. Oceniana rozprawa ma być podstawą do nadania stopnia doktora w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Podstawa formalna wykonania recenzji

Podstawę formalną sporządzenia niniejszej recenzji stanowi uchwała Rady Naukowej Uniwersytetu Opolskiego z dnia 25 września 2025 r. oraz pismo, Pana dra hab. Sławomira Mitrusa, prof. UO – Przewodniczącego Rady Naukowej Uniwersytetu Opolskiego, z tego samego dnia, informujące o powołaniu mnie na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr Aleksandry Cichoń.

W ramach recenzji dokonano oceny zgodności rozprawy z aktualnym brzmieniem art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2024 r. poz. 1571 z późn. zm.), określającym wymagania stawiane rozprawie doktorskiej. Zgodnie z tym przepisem, rozprawa doktorska powinna spełniać następujące kryteria:

1. Prezentować ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie albo dyscyplinach oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej;
2. Stanować oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej albo oryginalne dokonanie artystyczne;
3. Przyjąć formę zgodną z ustawą, tj. być pracą pisemną (monografią naukową, zbiorem opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych), pracą projektową, konstrukcyjną, technologiczną, wdrożeniową lub artystyczną, albo samodzielną i wyodrębnioną częścią pracy zbiorowej;
4. Zawierać streszczenie w języku angielskim, a w przypadku rozprawy przygotowanej w języku obcym – streszczenie w języku polskim. W przypadku gdy rozprawa doktorska nie jest pracą pisemną, wymagany jest opis w językach polskim i angielskim.

Spełnienie powyższych wymagań zostało poddane analizie w dalszych częściach recenzji, w odniesieniu do treści rozprawy, jej struktury, zakresu przeprowadzonych badań oraz sformułowanych tez.

Celowość podjęcia i oryginalność tematu

Rozprawa doktorska mgr Aleksandry Cichoń podejmuje temat, który należy uznać za aktualny i oryginalny w kontekście współczesnych badań z zakresu inżynierii środowiska, gleboznawstwa oraz rekultywacji terenów pogórnich. Przedmiotem pracy jest analiza procesów pedogenicznych zachodzących w glebach technogenicznych utworzonych na zwałowiskach kopalni wapieni, z uwzględnieniem wybranych czynników środowiskowych i sukcesyjnych. Temat ten, choć wpisuje się w szerszy nurt badań nad glebami zdegradowanymi i rekultywowanymi, pozostaje wciąż słabo rozpoznany w literaturze naukowej, zwłaszcza w odniesieniu do podłoża wapiennych. Dotychczasowe badania krajowe i zagraniczne koncentrowały się głównie na terenach pokopalnianych związanych z eksploatacją węgla brunatnego, rud metali czy surowców energetycznych, natomiast zwałowiska wapienne ze względu na specyficzne właściwości fizyczne i chemiczne były marginalnie obecne w analizach pedologicznych. Brakuje kompleksowych opracowań, które łączyłyby ocenę właściwości fizycznych i chemicznych takich gleb z analizą ich potencjału siedliskowego, dynamiki sukcesji leśnej oraz klasyfikacji w świetle obowiązujących systemów WRB 2022 (World Reference Base for Soil Resources) oraz SGP 2019 (Systematyka Gleb Polski). Oba systemy są komplementarne: WRB 2022 zapewnia międzynarodową porównywalność, natomiast SGP 2019 umożliwia precyzyjne odniesienie do warunków krajowych. Ich równoległe zastosowanie wzmacnia wartość klasyfikacyjną i analityczną badań. Tym samym rozprawa wypełnia istotną lukę badawczą, dostarczając nowych danych empirycznych i interpretacyjnych.

Oryginalność pracy przejawia się nie tylko w wyborze obiektu badawczego i zakresu analiz, lecz także w konstrukcji autorskiego wskaźnika jakości gleb – WGP_{Ca} oraz innych wskaźników m.in. WC/N , $ITGL$, które zostały obliczone na podstawie wyników samodzielnie przeprowadzonych badań terenowych i laboratoryjnych. Wskaźniki te pozwalają na ocenę udatności rekultywacji oraz potencjału siedliskowego gleb technogenicznych w sposób zintegrowany. Takie podejście nie było dotąd stosowane w odniesieniu do zwałowisk wapiennych, co dodatkowo podkreśla nowatorski charakter rozprawy. Celowość podjęcia tematu znajduje również uzasadnienie w kontekście aktualnych wyzwań środowiskowych i klimatycznych. Gleby technogeniczne, zwłaszcza te o wysokiej zawartości węgla organicznego, mogą pełnić funkcję magazynów węgla i być uwzględniane w bilansach sekwestracji w ramach polityki klimatycznej Unii Europejskiej. W tym świetle badania Autorki mają wartość poznawczą oraz potencjał wdrożeniowy w zakresie planowania rekultywacji i zagospodarowania terenów pogórnich.

Charakterystyka rozprawy doktorskiej i ocena strony technicznej

Rozprawa doktorska mgr Aleksandry Cichoń została przygotowana w formie monografii naukowej, ze streszczeniem w języku polskim i angielskim, zgodnie z obowiązującymi wymaganiami formalnymi określonymi w art. 187 ust. 3 i 4 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2024 r. poz. 1571 z późn. zm.). Praca liczy 199 stron maszynopisu i obejmuje 8 rozdziałów głównych, streszczenia w języku polskim i angielskim (rozdziały 9 i 10), bibliografię zawierającą 235 pozycji (rozdział 11), spis tabel i rysunków (rozdziały 12 i 13) oraz załączniki w postaci sześciu tabel (rozdział 14). Dokumentacja badawcza została zilustrowana 39 tabelami, w tym 6 tabelami w formie załączników oraz 39 rysunkami.

Praca rozpoczyna się wstępem (rozdział 1), w którym Autorka trafnie identyfikuje lukę badawczą dotyczącą gleb technogenicznych i wskazuje na potrzebę opracowania narzędzi oceny ich potencjału siedliskowego.

Kolejny rozdział 2 (Przegląd literatury) stanowi rozbudowaną i wieloaspektową analizę źródeł naukowych, dokumentów klasyfikacyjnych oraz aktów normatywnych, które tworzą teoretyczne i metodologiczne podstawy pracy. Jego struktura jest przejrzysta i logiczna,

a zakres tematyczny obejmuje kluczowe obszary związane z przedmiotem rozprawy. W rozdziale tym Autorka m.in. omawia genezę i definicję gleb technogenicznych, odwołując się do polskiej klasyfikacji gleb (SGP 2019) i systemu WRB 2022, a także wcześniejszych opracowań PTG. Wskazuje na trudności klasyfikacyjne wynikające z heterogeniczności materiału zwałowego, braku poziomów diagnostycznych oraz obecności cech antropogenicznych, które nie są w pełni uwzględnione w tradycyjnych systemach gleboznawczych. W tym kontekście trafnie identyfikuje potrzebę adaptacji istniejących klasyfikacji do warunków gleb zdegradowanych i rekultywowanych. W dalszej części rozdziału omówione zostały mechanizmy powstawania gleb technogenicznych, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu sukcesji roślinnej, wieku rekultywacji, składu materiału zwałowego oraz warunków wodnych. Wartościowa jest część poświęcona rekultywacji zwałowisk po eksploatacji wapienia, która w literaturze krajowej występuje sporadycznie. Autorka cytuje nieliczne prace dotyczące tego typu podłoża, wskazując na ich specyfikę chemiczną (wysoka zawartość CaCO_3 , alkaliczność, niska zawartość próchnicy) oraz trudności w przywracaniu funkcji siedliskowych. W tym kontekście uzasadnia wybór obiektu badań, którym jest zwałowisko wewnętrzne kopalni odkrywkowej wapienia „Górażdże”. Uzupełnienie rozdziału o syntetyczne zestawienie porównawcze systemów klasyfikacyjnych w formie tabeli mogłoby dodatkowo ułatwić orientację w różnicach między WRB 2022, SGP 2019 i KGL 2000 (Klasyfikacja gleb leśnych) oraz podkreślić argumentację Autorki dotyczącą potrzeby adaptacji klasyfikacji do warunków technogenicznych. Warto również rozważyć krótkie odniesienie do badań dotyczących zależności między wodą, glebą i roślinnością przy omawianiu sukcesji leśnej, ponieważ zagadnienia te coraz częściej towarzyszą analizom rekultywacyjnym. Rozdział ten stanowi solidne podstawy teoretyczne dla dalszych części rozprawy. Cytowania są poprawne, źródła aktualne, a struktura tekstu przejrzysta. Na szczególne uznanie zasługuje umiejętność krytycznej analizy systemów klasyfikacyjnych oraz wskazanie ich ograniczeń w kontekście gleb antropogenicznych. Autorka wykazała się bardzo dobrym rozeznaniem w literaturze przedmiotu, umiejętnością selekcji źródeł oraz zdolnością do ich krytycznej analizy.

W rozdziale 3 (Cel i zakres pracy) Autorka przedstawia cel pracy, który koncentruje się na analizie wpływu trzech kluczowych czynników (rodzaj podłoża, czas, roślinność) na procesy glebotwórcze w glebach technogenicznych powstałych na terenach po górnictwie surowców węglanowych. W rozdziale tym Autorka dodatkowo wprowadziła nowy wskaźnik jakości gleb – WGP_{Ca} , podkreślając praktyczny wymiar pracy i jej znaczenie dla rekultywacji terenów pogórnich. Struktura rozdziału jest logiczna, a sformułowane tezy badawcze są spójne z założonym celem.

Rozdział 4 (Charakterystyka obiektu badawczego) stanowi kompleksowe opracowanie dotyczące obiektu badań, jakim jest kopalnia wapienia „Górażdże” wraz z jej otoczeniem. Autorka w sposób systematyczny przedstawiła wszystkie kluczowe aspekty środowiskowe i techniczne, począwszy od lokalizacji i warunków klimatycznych, poprzez geomorfologię, budowę geologiczną i hydrogeologię, aż po roślinność, charakterystykę złoża, eksploatację oraz przebieg prac rekultywacyjnych. Jest to rozdział o charakterze opisowo-analitycznym, pełniący funkcję tła terenowego dla dalszych rozdziałów badawczych. W rozdziale tym można rozważyć dodanie zestawienia chronologii rekultywacji, np. w formie tabeli lub osi czasu. Takie uzupełnienie ułatwiłoby powiązanie wieku sukcesji z lokalizacją profili glebowych i wspomogłoby interpretację wyników w rozdziałach analitycznych.

Rozdział 5 (Metodyka badań) przedstawia szczegółowy opis zastosowanych metod badawczych, zarówno terenowych, jak i laboratoryjnych. Na początku rozdziału Autorka opisuje sposób lokalizacji i dokumentacji profili glebowych uwzględniając podział obszaru badań na sektory sukcesji leśnej o różnym wieku drzewostanów. Dokumentacja terenowa została przeprowadzona zgodnie z zasadami polskiej klasyfikacji gleb (SGP 2019) oraz systemu WRB 2022, z uwzględnieniem cech morfologicznych, genezy warstw, obecności materiału zwałowego i poziomów antropogenicznych. W dalszej części rozdziału szczegółowo

przedstawiła zakres analiz laboratoryjnych. Obejmują one oznaczenia podstawowych właściwości fizycznych i chemicznych gleb: pH w KCl i H₂O, zawartość CaCO₃, przewodność elektrolityczną właściwą (PEW), zawartość węgla organicznego (Corg) i azotu ogólnego (N og.), składniki przyswajalne (P₂O₅, K₂O, Mg), właściwości sorpcyjne (Hh, S, T, V) oraz analizę granulometryczną. Dodatkową, wartościową analizą byłoby określenie azotu mineralnego (amonowego i azotanowego). W rozdziale tym Autorka wskazuje, że wszystkie analizy zostały przeprowadzone zgodnie z metodyką stosowaną w gleboznawstwie oraz obowiązującymi normami, warto jednak wskazać konkretne normy, na które się powołano. W interpretacji wyników Autorka zastosowała uznane procedury analizy statystycznej stosowane w badaniach gleboznawczych. Dobór testów jest trafny i odpowiada charakterowi danych, a uwzględnienie analizy skupień dodatkowo wzbogaca wartość interpretacyjną wyników. W rozdziale tym również przedstawiono sposób obliczania i interpretacji wskaźników jakości gleb, których konstrukcja oparta została na wynikach badań własnych. Na uznanie zasługuje opracowanie autorskiego wskaźnika jakości gleb – WGP_{Ca}. Zastosowane wskaźniki tworzą nowatorskie narzędzie oceny udatności rekultywacji oraz potencjału siedliskowego gleb technogenicznych, co znacząco podnosi wartość aplikacyjną rozprawy. Autorka wykazała się bardzo dobrą znajomością metod analitycznych, umiejętnością ich praktycznego zastosowania oraz zdolnością do tworzenia własnych narzędzi oceny.

Rozdział 6 (Omówienie wyników badań) stanowi kluczowy element pracy. Podrozdział 6.1 „Morfologia profili glebowych” został opracowany z dużą starannością. Jego celem jest przedstawienie szczegółowych opisów 20 profili glebowych zlokalizowanych na wydzielonych obszarach zrehabilitowanych zwałowisk wewnętrznych kopalni odkrywkowej wapienia „Górażdże”. Autorka konsekwentnie stosuje standardy SGP 2019, systemu WRB 2022 oraz KGL 2000, uwzględniając cechy morfologiczne poszczególnych poziomów, genezę warstw, obecność materiału zwałowego, strukturę, barwę, wilgotność, obecność węglanu wapnia, korzeni, szczątków organicznych i cech antropogenicznych. Każdy profil został opisany w sposób systematyczny, z uwzględnieniem lokalizacji, typu rekultywacji, wieku sukcesji oraz charakterystyki pokrywy roślinnej. Szczególną wartością naukową rozdziału stanowi próba klasyfikacji gleb technogenicznych w warunkach trudnych, przy braku typowych poziomów diagnostycznych, obecności przemieszanych warstw zwałowych i silnej zmienności materiału. Autorka podejmuje próbę przypisania profili do jednostek WRB takich jak Cambisols, Arenosols, Technosols z uwzględnieniem kwalifikatorów dodatkowych (np. calcaric, skeletic). W przypadku klasyfikacji SGP 2019 zastosowano jednostki takie jak aggerosol, aggerosol próchniczny, aggerosol opadowo-glejowy, industriosol, a w przypadku KGL 2000 – gleby industrioziemne i urbanoziemne o niewykształconym profilu. Takie podejście świadczy o świadomości klasyfikacyjnej i umiejętności adaptacji systemów do warunków nietypowych. Rozdział ten zawiera również syntetyczne zestawienia porównawcze, w których Autorka grupuje profile według wieku sukcesji, typu rekultywacji oraz dominujących cech morfologicznych. Tabele są przejrzyste, zawierają kompletne dane, a ich układ ułatwia dalszą analizę statystyczną. Na szczególną pochwałę zasługuje fakt, że Autorka nie ograniczyła się do klasyfikacji, lecz podjęła próbę interpretacji genezy poszczególnych poziomów, wskazując na procesy sedymentacyjne, przemieszczania materiału, akumulacji próchnicy oraz wpływ sukcesji roślinnej na strukturę i barwę gleby. Takie podejście nadaje rozdziałowi charakter analityczny, a nie tylko opisowy. Merytoryczna uwaga, którą warto rozważyć, dotyczy możliwości wzbogacenia rozdziału o mapę lokalizacji profili z naniesionym podziałem na klasy wieku sukcesji oraz typy rekultywacji. Taki dodatek, choć nieobowiązkowy, zwiększyłby czytelność rozdziału i ułatwiłby powiązanie danych terenowych z wynikami analiz laboratoryjnych. Dodatkowo, można byłoby rozważyć wprowadzenie syntetycznej tabeli porównawczej typów gleb w zależności od wieku sukcesji. W kolejnych podrozdziałach 6.2– 6.11 Autorka prezentuje wyniki analiz laboratoryjnych przeprowadzonych na próbkach gleb pobranych z 20 profili terenowych, zróżnicowanych pod względem wieku sukcesji leśnej i typu rekultywacji. Wyniki obejmują m.in. wartości pH (w KCl i H₂O), zawartość CaCO₃,

przewodność elektrolityczną właściwą (PEW), zawartość węgla organicznego (Corg), azotu ogólnego (N og.), stosunek C/N, właściwości sorpcyjne (Hh, S, T, V), składniki przyswajalne (P_2O_5 , K_2O , Mg) oraz analizę granulometryczną. Autorka wykazuje świadomość interpretacyjną, wskazując na zależności między właściwościami gleb a wiekiem sukcesji, typem rekultywacji oraz składem materiału zwałowego. Szczególnie interesujące są obserwacje dotyczące wzrostu zawartości Corg i poprawy właściwości sorpcyjnych w starszych klasach sukcesji, co potwierdza pozytywny wpływ sukcesji leśnej na rozwój funkcji siedliskowych gleb technogenicznych. Autorka trafnie interpretuje wyniki statystyczne, unikając nadinterpretacji i zachowując ostrożność w formułowaniu wniosków. Podrozdział 6.12 jest bardzo istotnym elementem pracy, ponieważ wprowadza trzy różne wskaźniki oceny jakości gleb: liczbę bonitacyjną wg Skawiny i Trafas, indeks trofizmu gleb leśnych (ITGL) oraz wskaźnik jakości gleb powstałych na terenach po górnictwie surowców węglanowych (WGP_{Ca}). Takie podejście pozwala na wieloaspektową analizę zarówno gleb naturalnych, jak i technogenicznych, a także ocenę ich przydatności w procesach rekultywacji. Mocne strony rozdziału to kompleksowość, ponieważ zastosowanie trzech wskaźników daje pełniejszy obraz jakości gleb, porównanie gleb referencyjnych i technogenicznych w kontekście udatności rekultywacji oraz interpretacja wyników w powiązaniu z wiekiem sukcesji i procesami glebotwórczymi. Rozdział ten został opracowany na wysokim poziomie merytorycznym. Autorka wykazała się kompetencją analityczną, umiejętnością prezentacji wyników oraz zdolnością do tworzenia własnych narzędzi do ich interpretacji.

Rozdział 7 (Dyskusja wyników) stanowi interpretację danych przedstawionych w rozdziale szóstym. Jego konstrukcja jest przejrzysta, logiczna, a treść świadczy o wysokim poziomie dojrzałości naukowej. Autorka dokonuje zestawienia wyników w kontekście wieku sukcesji leśnej, typu rekultywacji oraz składu materiału zwałowego. Wskazuje na wyraźne tendencje rozwojowe gleb technogenicznych, takie jak wzrost zawartości węgla organicznego, poprawa właściwości sorpcyjnych, stabilizacja odczynu oraz zwiększenie dostępności składników pokarmowych w starszych klasach sukcesji. Szczególną wartość naukową rozdziału stanowi wprowadzenie i zastosowanie wskaźników jakości gleb. Autorka nie tylko przedstawia ich konstrukcję i sposób obliczania, ale również interpretuje ich wartości w odniesieniu do konkretnych profili glebowych i klas sukcesji. Wskaźniki te pozwalają na syntetyczną ocenę udatności rekultywacji oraz potencjału siedliskowego gleb technogenicznych, co stanowi istotny wkład w rozwój metod oceny gleb. Dyskusja uwzględnia również porównania z wynikami innych autorów, zarówno krajowych, jak i zagranicznych. Autorka odnosi się do badań prowadzonych na innych zwałowiskach, wskazując na podobieństwa i różnice w dynamice procesów glebotwórczych. Takie podejście nadaje pracy wymiar porównawczy, a jednocześnie podkreśla specyfikę gleb wapiennych jako środowiska o odmiennym przebiegu sukcesji i transformacji właściwości glebowych. Warto podkreślić również sposób prowadzenia dyskusji, w której Autorka unika nadinterpretacji, zachowując ostrożność w formułowaniu wniosków i wyraźnie oddzielając obserwacje od hipotez. W rozdziale widoczna jest umiejętność syntetyzowania danych, łączenia wyników z teorią oraz formułowania uogólnień o charakterze aplikacyjnym. Merytoryczna uwaga, którą warto rozważyć, dotyczy możliwości wzbogacenia rozdziału o odniesienie do potencjału gleb technogenicznych w kontekście bilansu węgla organicznego. Wskaźniki takie jak WGP_{Ca} i WC/N mogą mieć zastosowanie nie tylko w ocenie rekultywacji, lecz także w analizach środowiskowych dotyczących sekwestracji węgla. Krótkie odniesienie do tego aspektu zwiększyłoby aplikacyjność wyników i podkreśliło ich znaczenie w szerszym kontekście.

Wnioski (rozdział 8) są konkretne, dobrze powiązane z wynikami badań i mają charakter syntetyczny. Autorka wskazuje na potwierdzenie hipotez dotyczących wpływu sukcesji leśnej na właściwości fizyczne i chemiczne gleb technogenicznych. Podkreśla, że gleby technogeniczne wapienne wykazują potencjał rozwojowy w warunkach naturalnej sukcesji, co ma istotne znaczenie dla planowania rekultywacji. W części aplikacyjnej Autorka odnosi się do praktycznych możliwości wykorzystania wyników badań w ocenie stopnia udatności

przeprowadzonej rekultywacji. Szczególnie istotne jest podkreślenie możliwości zastosowania wskaźnika WGP_{Ca} jako narzędzia wspomagającego decyzje rekultywacyjne i klasyfikacyjne, ze wskazaniem jego skuteczności w analizie gleb technogenicznych oraz potencjału adaptacji do innych typów podłoża antropogenicznych. Podsumowując, rozdział ten został opracowany rzetelnie i stanowi spójne, logiczne oraz wartościowe podsumowanie rozprawy. Autorka wykazała się umiejętnością syntetyzowania wyników, formułowania wniosków o charakterze naukowym i praktycznym.

Streszczenie w języku angielskim odpowiada treści pracy i spełnia wymogi formalne. Łączna liczba pozycji bibliograficznych wynosi 235, w tym 23% cytowań pochodzi z ostatniego dziesięciolecia. Udział literatury anglojęzycznej (23%) i polskojęzycznej (77%) odzwierciedla zarówno międzynarodowy kontekst badań, jak i osadzenie pracy w krajowych realiach rekultywacyjnych i klasyfikacyjnych.

Strona techniczna rozprawy została przygotowana z dużą starannością. Formatowanie tekstu jest spójne, zastosowano jednolity styl czcionki, interlinię i marginesy. Numeracja stron, nagłówków i tabel jest konsekwentna. Tabele i ryciny są czytelne, poprawnie opisane, zawierają źródła i jednostki miary. Język rozprawy jest naukowy, precyzyjny i w większości poprawny stylistycznie, z drobnymi uwagami dotyczącymi ujednolicenia terminologii.

Uwagi szczegółowe i redakcyjne

1. Warto rozważyć uproszczenie układu pracy tzn., jeśli w danym punkcie znajduje się tylko jeden podpunkt, nie ma potrzeby tworzenia kolejnych poziomów numeracji (np. treści z 2.1.1. można włączyć do 2.1, 2.2.1 do 2.2 i 5.3.1 do 5.3).
2. Na stronie 5 zaleca się podanie pełnej nazwy ustawy z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych, a zapis „Dz. U.” przenieść do bibliografii.
3. Cytowanie rysunków (1, 4, 5, 6, 9) powinno pojawić się w tekście przed każdym rysunkiem.
4. Na stronie 10 w zdaniu dotyczącym powierzchni gruntów zdegradowanych warto usunąć słowo „obecnie”, ponieważ dane pochodzą z 2021 roku.
5. W cytowaniach należy stosować zapis (Siuta, 1998) zamiast „według Siuty (Siuta 1998)”, np. str. 33.
6. Zaleca się poprawę drobnych błędów redakcyjnych: brak odstępów (np. „Tab.2”), brak kropek na końcu zdań, brak przecinków po „wg Skawiny i Trafas,”, korektę literówek (np. „gleb” na „gleby”, „laboratorium” na „do laboratorium”), doprecyzowanie odwołań do tabel (np. „zgodnie z tabelami 9–15”) oraz poprawę zdania na stronie 35 zamiast „fitotoksyczny” powinno być „toksyczny”.
7. Rozdział 2.5 „Procesy glebotwórcze na glebach pokopalnianych” zawiera dwa podrozdziały, w których brakuje numeracji (2.5.1 oraz 2.5.2).
8. W rozdziale 4.1 warto dodać mapę lokalizacji obiektu z podziałem na sekcje a w rozdziale 4.8 oś czasu przebiegu prac rekultywacyjnych.
9. W rozdziale 6 należy wyjaśnić opisy pod profilami glebowymi (cechy charakterystyczne, oznaczenia literowe).
10. W rozdziale 6.3 warto dodać dwa podrozdziały, takie jak części szkieletowe (6.3.1) i części ziemiste (6.3.2). Spostrzeżenie to dotyczy również rozdziałów 6.7 i 6.8.
11. W rozdziale 6.4 należy poprawić sformułowanie „wartość odczynu” określeniem „wartość pH”, ponieważ na podstawie wartości pH klasyfikuje się gleby.
12. Dobrym rozwiązaniem byłoby dodanie syntetycznej tabeli porównawczej systemów klasyfikacyjnych WRB 2022, SGP 2019 i KGL 2000.
13. Warto krótko omówić ograniczenia zastosowanych metod statystycznych w kontekście heterogeniczności materiału zwałowego.
14. Warto rozważyć krótkie odniesienie do badań dotyczących zależności między wodą, glebą i roślinnością przy omawianiu sukcesji leśnej.

15. Zaleca się ujednolicenie terminologii dotyczącej właściwości gleb (np. fizyczne, chemiczne, fizykochemiczne, fizyko-chemiczne) oraz wyjaśnienie różnic między tymi pojęciami.
16. Proszę wytłumaczyć co oznacza pojęcie „obiekt badawczy” w kontekście pracy, jaka jest różnica w pomiędzy obiektem badawczym a obiektem badań.
17. W całej pracy należy zdefiniować i ujednolicić stosowane terminy, np. „gleby technogeniczne”, „gleby antropogeniczne”, „profil glebowy”, „przekrój glebowy”, „punkt badawczy”, aby zwiększyć spójność tekstu i zgodność z poszczególnymi klasyfikacjami.

Podsumowując ww. uwagi mają charakter redakcyjny i techniczny, nie podważają merytorycznej jakości pracy, a jedynie wskazują obszary, które warto dopracować w wersji publikacyjnej.

Ocena merytoryczna pracy

Przedstawiona rozprawa doktorska prezentuje wysoki poziom naukowy, dużą wartość poznawczą oraz istotny potencjał aplikacyjny. Autorka wykazała się dojrzałością badawczą, umiejętnością krytycznej analizy, interdyscyplinarnym podejściem oraz zdolnością do tworzenia autorskich narzędzi oceny jakości gleb. Praca wnosi istotny wkład w rozwój wiedzy o glebach technogenicznych, ich klasyfikacji, funkcjach siedliskowych i roli w procesach rekultywacyjnych. Wyniki badań są aktualne, dobrze udokumentowane i osadzone w międzynarodowym kontekście literaturowym, a ich interpretacja prowadzona jest w sposób rzetelny i zgodny z zasadami metodologii naukowej. Postawione cele i tezy pracy zostały w pełni zrealizowane, a dysertacja przygotowana została z dużą starannością i odznacza się wysoką wartością naukową i praktyczną. Rozprawa spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim w dziedzinie nauk inżyniersko-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Odnośnie do kluczowych kwestii przedstawionych w rozprawie doktorskiej mgr Aleksandry Cichoń, nasuwają się istotne przemyślenia, które mogą stanowić wartościowy punkt wyjścia do dyskusji.

Przede wszystkim warto zwrócić uwagę na kwestię klasyfikacji gleb technogenicznych wapiennych w systemach WRB 2022, SGP 2019 oraz KGL 2000. Autorka trafnie wskazuje trudności w przypisaniu profili do jednostek diagnostycznych, co rodzi pytanie o potrzebę wyodrębnienia nowych kwalifikatorów lub podkategorii dla gleb rekultywowanych metodą sukcesji. Wskazane byłoby rozważenie potrzeby adaptacji lub rozszerzenia klasyfikatorów, zwłaszcza w kontekście gleb o silnie antropogenicznej genezie.

Kolejnym aspektem wymagającym dyskusji jest porównanie skuteczności sukcesji naturalnej i rekultywacji technicznej. Wyniki pracy jednoznacznie wskazują na pozytywny wpływ sukcesji leśnej na właściwości gleb, jednak nie podjęto próby oceny trwałości tych efektów w dłuższej perspektywie czasowej ani ich porównania z efektami rekultywacji technicznej. Taka analiza mogłaby wzbogacić aplikacyjny wymiar pracy.

Zastosowanie wskaźnika jakości gleb (WGP_{Ca}) jest niewątpliwie innowacyjnym elementem rozprawy. Warto jednak rozważyć jego potencjał wdrożeniowy, czy może on być stosowany w praktyce inżynierskiej, np. w ocenie projektów rekultywacyjnych, czy też wymaga dalszej walidacji na innych typach podłoża antropogenicznych. Dyskusja nad jego uniwersalnością i ograniczeniami interpretacyjnymi byłaby cennym uzupełnieniem. Z punktu widzenia metodyki warto rozważyć powtarzalność zastosowanego schematu badań w innych typach zwałowisk oraz ewentualne modyfikacje wynikające z różnic w składzie badanego materiału.

W kontekście polityki klimatycznej pojawia się pytanie, czy gleby technogeniczne objęte sukcesją leśną mogą być uwzględniane w bilansie węgla organicznego. Praca wskazuje na ich potencjał jako wtórnych magazynów węgla, co otwiera pole do dalszych badań nad ich rolą w sekwestracji i trwałości tego procesu.

Powyższe spostrzeżenia mają charakter konstruktywny i nie podważają wartości naukowej rozprawy. Stanowią raczej sugestię rozwinięcia wybranych zagadnień oraz wskazanie potencjalnych kierunków dalszych badań i możliwości zastosowań praktycznych. Zatem do dyskusji pozostają następujące zagadnienia, wynikające z analizy treści rozprawy doktorskiej:

1. Czy obecne systemy klasyfikacyjne wystarczająco opisują gleby technogeniczne wapienne, czy istnieje potrzeba ich rozszerzenia lub adaptacji do warunków rekultywacji sukcesyjnej?
2. Czy sukcesja leśna może być traktowana jako pełnoprawna metoda rekultywacji, jakie są jej ograniczenia i ryzyka w kontekście trwałości efektów?
3. Czy zaproponowany schemat badań można zastosować w innych typach zwałowisk, jakie modyfikacje byłyby konieczne ze względu na różnice w składzie materiału zwałowego?
4. Czy zastosowane wskaźniki jakości gleb (m.in. WGP_{Ca}) mogą stanowić narzędzie oceny, np. w projektach rekultywacyjnych?
5. Czy gleby technogeniczne mogą być uwzględniane w bilansie węgla organicznego jako wtórne magazyny węgla? Jakie warunki muszą zostać spełnione, by uznać je za trwałe i efektywne w tym zakresie?

Wniosek końcowy

Reasumując stwierdzam, że opiniowana rozprawa doktorska mgr Aleksandry Cichoń pt. „Kształtowanie procesów pedogenicznych w glebach technogenicznych utworzonych na zwałowiskach kopalni wapieni z uwzględnieniem wybranych czynników” spełnia wszystkie wymagania określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2024 r. poz. 1571 z późn. zm.). Praca stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, wykazuje szeroką wiedzę teoretyczną Autorki w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka oraz potwierdza jej umiejętność samodzielnego prowadzenia badań naukowych.

Wnioskuje zatem do Rady Naukowej Uniwersytetu Opolskiego o dopuszczenie Pani mgr Aleksandry Cichoń do dalszych etapów przewodu doktorskiego i publicznej obrony rozprawy.

Jednocześnie, podkreślając wartość naukową, interdyscyplinarność tematu, kompleksowe opracowanie metodologiczne oraz oryginalność pracy, wnioskuje o jej **wyróżnienie**. Rozprawa wyróżnia się wysokim poziomem merytorycznym, nowatorskim podejściem oraz potencjałem aplikacyjnym. Wprowadzenie autorskiego wskaźnika i jego zastosowanie w analizie udatności rekultywacji stanowi istotny wkład w doskonalenie metod oceny skuteczności rekultywacji. Praca posiada również potencjał wdrożeniowy w zakresie planowania rekultywacji i zagospodarowania terenów górniczych.