dr hab. inż. Bożena Smreczak, prof. instytutu
Zakład Gleboznawstwa i Analiz Środowiskowych
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa
Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

Puławy, dnia 30 czerwca 2026 r.

Recenzja

rozprawy doktorskiej pani mgr Agnieszki Olgi Sołtys
pt. „*Wykorzystanie podpoziomu glebowego Ofh jako geoindykatora w ocenie stanu środowiska*"

1. Przedmiot i podstawa prawna recenzji

Recenzja rozprawy doktorskiej pani mgr Agnieszki Olgi Sołtys *pt. „Wykorzystanie podpoziomu glebowego Ofh jako geoindykatora w ocenie stanu środowiska"* została wykonana w odpowiedzi na uchwałę Nr25/2026 z dnia 23 kwietnia 2026 r. podjętą przez Radę Naukową Instytutu Chemii Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach oraz prośbę skierowaną przez dyrektor Instytutu Chemii, panią dr hab. Joannę Masternak. Rozprawa doktorska została napisana pod kierunkiem pani dr hab. Sabiny Dołęgowskiej, prof. UJK oraz pana dr Dariusza Widełа.

Na mocy rozporządzenia Ministra Edukacji i Nauki z dnia 11 października 2022 *w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin artystycznych*, rozprawa doktorska wpisuje się w dziedzinę nauki ścisłe i przyrodnicze oraz dyscyplinę nauki chemiczne.

2. Treść i struktura rozprawy doktorskiej

Pani mgr Agnieszka Olga Sołtys w rozprawie doktorskiej przedstawionej do recenzji podjęła się trudnego zadania badawczego związanego z analizą przydatności podpoziomu próchnicznego Ofh, występującego w ściółkach leśnych, do oceny zawartości dwóch grup zanieczyszczeń, tj. pierwiastków śladowych i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA). Zanieczyszczenia te są w przepisach wielu krajów traktowane jako szczególnie uciążliwe dla środowiska przyrodniczego, w tym gruntów leśnych. Jak wskazuje Doktorantka zagadnienie badawcze przedstawione w rozprawie doktorskiej nie jest nowe, ponieważ zostało podjęte przez Jej poprzedników, jednak nie ujmuje to wartości przeprowadzonych badań, które pozwoliły rozwinąć tę tematykę oraz wzbogacić ją o nowe wątki. Przeprowadzone badania oceniam za ważne i w pełni uzasadnione ze względu na ochronę powietrza, wody i gleby oraz zdrowie człowieka i innych organizmów żywych, które w polityce Unii Europejskiej mają priorytetowe znaczenie. Podejmowanie decyzji politycznych w zakresie ochrony zdrowia i środowiska przyrodniczego musi być poparte wiarygodnymi i rzetelnymi badaniami naukowymi. W ten nurt wpisuje się oceniana przeze mnie praca doktorska autorstwa pani mgr Agnieszki Olgi Sołtys.

Recenzowana rozprawa doktorska stanowi jednotematyczną monografię napisaną w języku polskim, którą Doktorantka podzieliła na sześć rozdziałów, a niektóre z nich podzieliła dodatkowo na podrozdziały. W spisie treści znajdują się także informacje, które nie posiadają numeracji.

Pani mgr Agnieszka O. Sołtys rozpoczyna rozprawę doktorską od *Spisu skrótów i akronimów*, których znaczenie wyjaśnia w języku polskim i w języku angielskim, następnie przedstawia *Wstęp* i wyodrębnia *Część literaturową* pracy podzieloną na trzy rozdziały, tj. *1.Geoindykatory, 2. Gleba i profile glebowe* oraz *3. Poziom Ofh jako potencjalny wskaźnik jakości gleb klimatu umiarkowanego względem wybranych zanieczyszczeń.* W treści tych trzech rozdziałów Doktorantka wyróżnia następujące podrozdziały: *1.1 Gleby jako wskaźniki jakości środowiska, 2.1 Podpoziom glebowy detrytyczno-epihumusowy* (Ofh) – *struktura i właściwości, 3.1 Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA)* i *3.2 Pierwiastki śladowe.* Kolejne rozdziały rozprawy doktorskiej to: 4. *Metodyka, 5. Wyniki* oraz *6. Dyskusja*, zebrane w *Część eksperymentalną*. W rozdziale 4. zostało zawartych sześć podrozdziałów: *4.1 Lokalizacja i charakterystyka obszaru badań, 4.2 Badania terenowe i pobieranie próbek, 4.3 Przygotowanie próbek, 4.4 Wykonywanie analiz fizykochemicznych*, w tym *4.4.1 Pomiar pH i przewodności elektrolitycznej właściwej, 4.4.2 Wyznaczanie efektywnej pojemności wymiennej kationowej gleby, 4.4.3 Oznaczanie zawartości materii organicznej, 4.4.4 Analiza zawartości C i N, 4.4.5*

Oznaczenie pierwiastków głównych i śladowych, 4.4.6 Oznaczanie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, 4.4.7 Oznaczanie tlenowych grup funkcyjnych, 4.4.8 Określenie wskaźnika krystaliczności metodą odejmowania amorficznego i 4.4.9 Badania mikroskopowe, następnie jest wskazany podrozdział *4.5 Elementy statystycznej interpretacji wyników* oraz *4.6 Tło geochemiczne, współczynniki geochemiczne i wskaźniki WWA*. W rozdziale *5.* pani mgr Agnieszka O. Sołtys wyróżnia podrozdziały odnoszące się do wyników, w tym *5.1. pH i przewodność elektrolityczna właściwa, 5.2. Materia organiczna, C i N, 5.3. CEC i grupy funkcyjne, 5.4. Pierwiastki główne i śladowe, 5.5. Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne*. Rozdział 6 Doktorantka poświęca dyskusji wyników z danymi literaturowymi, który zawiera w treści kilka podrozdziałów, tj. *6.1. Podpoziom Ofh jako potencjalny geoindykator względem wybranych pierwiastków głównych i śladowych, 6.1.1. Zmienność tła geochemicznego i współczynników geochemicznych w badanych (pod)poziomach glebowych, 6.2. Podpoziom Ofh jako potencjalny geoindykator względem wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, 6.2.1. Zmienność wskaźników diagnostycznych WWA w badanych (pod)poziomach glebowych oraz 6.3 Wpływ rodzaju lasu i wysokości nad poziom morza na właściwości podpoziomu Ofh.* Przedstawiony układ rozprawy doktorskiej budzi moje zastrzeżenia redakcyjne, ponieważ numeracją powinny zostać także objęte: *Wstęp, Cele i hipotezy pracy, Wnioski, Bibliografia, Spis tabel i rycin, Aneksy, Streszczenie* w języku polskim, *Abstract* w języku angielskim oraz *Wykaz aktywności naukowych* Doktorantki, co oznacza, że monografia powinna składać się z 17 rozdziałów. W spisie treści brakuje rozdziału/podrozdziału wskazującego na perspektywy przyszłych badań proponowanych przez Doktorantkę.

Część literaturową pani mgr Agnieszka Olga Sołtys rozpoczyna od charakterystyki różnych rodzajów geoindykatorów. Szczególną uwagę Doktorantka przypisuje glebom i ich różnym poziomom zróżnicowania stosowanym do oceny stopnia zanieczyszczenia środowiska. Następnie omawia podpoziomy organiczne wchodzące w skład ściółek leśnych, ze szczególnym uwzględnieniem podpoziomu Ofh oraz charakteryzuje grupy zanieczyszczeń stanowiących przedmiot pracy doktorskiej koncentrując się na ich zawartości i występowaniu w kraju, w tym szczególnie na obszarze Gór Świętokrzyskich. W części eksperymentalnej pani mgr Agnieszka Olga Sołtys opisuje obszar badań, sposób pobierania materiału badawczego i zastosowane metody analityczne odnoszące się nie tylko do wybranych grup zanieczyszczeń, ale też do innych właściwości gleb. Doktorantka pobrała łącznie 130 próbek z 65 stanowisk badawczych zlokalizowanych na 5 obszarach badawczych opisanych jako: 1. Wierna Rzeka, 2. Pasmo Posłowickie, 3. Pasmo Białogońskie, 4. Piaski i 5. Mójcza. W części metodycznej na uwagę zasługuje podrozdział poświęcony optymalizacji metodyki ekstrakcji WWA z materiału

glebowego. Było to zadanie trudne i czasochłonne, z którego Doktorantka wywiązała się bardzo dobrze. Doceniam ten aspekt wykonanej pracy, ponieważ ekstrakcja WWA z próbek bogatych w materię organiczną wymaga dużej staranności oraz wiedzy, a sposób przygotowania próbek wpływa na wyniki analizy chromatograficznej i interpretację wyników. Elementem wartym podkreślenia jest zastosowanie przez Doktorantkę dodatkowych analiz chemicznych charakteryzujących materię organiczną pod względem udziału tlenowych grup funkcyjnych oraz charakterystykę komponentów mineralnych poziomów glebowych O (Ofh) A i AE. W części eksperymentalnej pani mgr Agnieszka Olga Sołtys przedstawia także sposoby wyznaczania tła geochemicznego, współczynników geochemicznych i wskaźników diagnostycznych dla WWA. Zastosowanie w pracach naukowych tego typu indykatorów stanowi dużą wartość poznawczą, przyczyniając się do lepszej charakterystyki terenu oraz źródeł zanieczyszczeń.

W rozdziale *5. Wyniki*, Doktorantka w sposób uporządkowany dokumentuje rezultaty wykonanych badań rozpoczynając od charakterystyki właściwości gleb. Rozdział 6. Stanowi w zasadzie kontynuację rozdziału wyniki, uzupełnioną o część dyskusyjną. Doktorantka podsumowała wyniki badań formułując 10 wniosków. Podsumowując praca doktorska autorstwa pani mgr Agnieszki Olgi Sołtys liczy 171 stron. W treści pracy Doktorantka prezentuje 22 tabele oraz 18 wykresów i powołuje się na 333 pozycje literaturowe oraz 1 stronę internetową. Wśród pozycji literaturowych dominują publikacje w języku angielskim ważne dla przedmiotu badań.

W treści pracy Doktorantka zamieściła również wykaz aktywności naukowych wymieniając 4 prace naukowe. W trzech z nich jest współautorka, a w jednej główną autorką publikacji. Czasopisma na liście MNiSW mają 100 i 200 pkt, oraz IF w zakresie od 1,3 do 6,0, co oceniam bardzo wysoko. Doktorantka uczestniczyła w 7 krajowych konferencjach naukowych oraz 1 konferencji za granicą.

3. Ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej

Rozprawa doktorska pani mgr Agnieszki Olgi Sołtys jest poprawna pod względem merytorycznym. Doktorantka wprowadza czytającego w zakres tematyki badawczej trafnie dobierając pozycje literaturowe, następnie właściwie formułuje cel pracy i hipotezy badawcze, dobrze dobiera materiał badawczy i obszary badań, właściwie projektuje i przeprowadza prace terenowe oraz planuje i wykonuje analizy laboratoryjne, dokumentując liczbę powtórzeń oraz parametry oceny metod analitycznych. Doktorantka dobrze wybrała metody analizy statystycznej. W mojej ocenie wartościowe w pracy jest skupienie się Doktorantki nie tylko na

charakterystyce podpoziomu Ofh, ale także poziomów A i AE gleb leśnych, co pozwala na weryfikację hipotez badawczych oraz realizację celu pracy. Wszystkie wyniki zostały przedstawione za pomocą średnich i zakresów. Za pewien mankament rozprawy doktorskiej uważam sposób interpretacji wyników oraz ich dyskusji.

4. Formalna ocena rozprawy doktorskiej

Praca doktorska pani mgr Agnieszki O. Sołtys jest dobrze zaplanowana i udokumentowana oraz stanowi ważny wkład do literatury przedmiotu i charakterystyki gleb leśnych. Praca ma duże wartości poznawcze oraz praktyczne nie tylko dla obszaru Gór Świętokrzyskich.

Treść rozprawy doktorskiej oceniam pozytywnie. Poniżej zamieszczam komentarze, pytania, które będą podstawą do dyskusji i kwestie do wyjaśnienia, które nasunęły mi się po przeczytaniu dysertacji.

1. W tematyce rozprawy doktorskiej Autorka wskazuje, że ocenie poddaje stan środowiska analizując podpoziom organiczny Ofh. Jakie znaczenie w tej ocenie ma analiza zawartości pierwiastków głównych, które w rozdziale wyniki zostały potraktowane na równi z pierwiastkami śladowymi? Czy ma to związek z możliwością emisji z cementowni czy innych zakładów przetwórstwa m.in. wapieni w województwie świętokrzyskim? W badaniach gleboznawczych zawartość tych pierwiastków zaliczana jest do podstawowych właściwości gleb.
2. We wstępie brakuje celu pracy, chociaż Doktorantka powołuje się na przyjętą hipotezę badawczą.
3. Nie zgadzam się ze stwierdzeniem, że zastosowanie geoindykatorów może prowadzić do jednoznacznych ocen zmian zachodzących w środowisku. W mojej opinii geoindykatory są jedną z metod potwierdzenia takich zmian.
4. Moje wątpliwości budzi opisana głębokość pobierania próbek glebowych zdefiniowana przez Doktorantkę na 0-40 cm lub 0-60 cm (str. 15). W praktyce próbki pobierane są z głębokości zdefiniowanej w badaniach zależnie od ich celu lub przepisach prawnych. Na przykład w badaniach agrochemicznych próbki pobierane są z głębokości 0-20 cm i 0-40 cm, w przepisach Unii Europejskiej i dyrektywie o monitorowaniu gleby i jej odporności w warstwie 0-30 cm, a w rozporządzeniu Ministra Klimatu Środowiska z 2024 r. (Dz.U. 2024..) w warstwach 0-25 cm i 25-100 cm. W badaniach dotyczących zawartości azotanów w glebach są to głębokości 0- 30 cm,- 30-60 cm i 60-90 cm.
5. Doktorantka stwierdza, że gleby naturalne, które powstały bez ingerencji człowieka mają odczyn lekko kwaśny, mają niską zawartość frakcji ilastej oraz niską pojemność

wymiany kationów są podatne na przekształcenia wynikające z działalności człowieka (str. 17). Czy rzeczywiście takie gleby są bardziej podatne na przekształcenia wynikające z budownictwa i rolnictwa. W moim przekonaniu w tym zdaniu bardziej należałoby zaakcentować degradację chemiczną niż fizyczną.

6. Proszę o rozwinięcie zdania: Bezpośrednio z poziomem aktywności glebowej związana jest szybkość dostarczania azotu do gleby, która stanowi wskaźnik azotu (str. 19).
7. Proszę o wyjaśnienie dlaczego w rozprawie doktorskiej raz stosowane jest słowo podpoziom bez nawiasu a raz z nawiasem. Nie bardzo widzę uzasadnienie dla takiego zróżnicowania.
8. Doktorantka wyjaśnia, że gleby bielicowe tworzą się z piasków, żwirów i pyłów. Pragnę wskazać, że nie wszystkie piaski, żwiry i pyły są skałami macierzystymi gleb bielicowych. Z części z nich tworzą się także inne typy gleb na przykład gleby płowe.
9. W rozdziale Gleba i profile glebowe, Doktorantka nie wspomina o czynnikach glebotwórczych, które definiuje jako czynniki geologiczne, hydrologiczne biologiczne. Należy jeszcze wspomnieć o ważnych czynnikach jakimi są czas i działalność człowieka. Gospodarka leśna prowadzona przez człowieka również wpływa na procesy zachodzące w glebach.
10. Doktorantka stwierdza, że najwyżej położonym poziomem glebowym w profilu jest poziom organiczny O. Tak, jednak należy dodać, że w glebach leśnych i niektórych glebach uprawnych.
11. Proszę o przedstawienie uzasadnienia, że huminy należą do koloidów organicznych oraz stanowią składnik gleby o właściwościach sorpcyjnych w stosunku do kationów, a koloidy mineralne wykazują właściwości sorpcyjne w stosunku do WWA (str. 22).
12. Pragnę zaznaczyć, że opisy poszczególnych poziomów genetycznych (diagnostycznych), które wymienia Doktorantka w rozdziale 2 *Gleba i profile glebowe* są niepełne i nie zawsze właściwe. Proponuję tę część poddać reedycji przy przygotowaniu pracy do druku w czasopismach polsko- i angielskojęzycznych. Zalecam szczególną uwagę przy definiowaniu poziomu O i stosowaniu z nim różnych zaimków, ponieważ raz one dotyczą ściółki, a innym razem stopnia rozkładu torfu.
13. Doktorantka wskazuje, że WWA są podatne na fotoutlenianie (str.30). Pragnę zauważyć, że tylko niektóre z nich tworzą pod wpływem światła chinony.
14. Wśród potencjalnie rakotwórczych WWA podanych prze Doktorantkę (str.33) nie ma fluorantenu. Jest natomiast dibenzo(a,h)antracen. US EPA wśród 16 WWA nie wymienia perylenu, a naftalen.

15. Perylen nie należy do „lekkich WWA" jak wskazuje Doktorantka (str. 36). Masa cząsteczkowa tego związku wynosi 252, podobnie jak benzo(a)pirenu.
16. Należy wskazać, że niektóre mikroelementy są również zaliczane do pierwiastków potencjalnie toksycznych, na przykład Cu czy Zn. Przynależność do jednej grupy nie wyklucza przynależności do innej.
17. Doktorantka na str. 37 charakteryzuje komponenty kompleksu sorpcyjnego gleb, w tym substancje humusowe, tlenki i wodorotlenki żelaza i glinu oraz wtórne minerały ilaste oraz ich właściwości sorpcyjne w stosunku do pierwiastków śladowych. Zdanie, w którym wskazuje, że *sorpcja pierwiastków śladowych na frakcji mineralnej staje się istotna dopiero po wysyceniu pojemności wymiany kationów przez materię organiczną* jest mało zrozumiałe. Pojemność wymiany kationów jest miarą pojemności sorpcyjnej gleby, na którą wpływa materia organiczna. Bardzo proszę o rozwinięcie tej myśli
18. Oznaczenia zawartości materii organicznej wykonywane jest w temperaturze 5500C przez 5 godzin. Dlaczego zostały zmienione parametry tej metody i jak to mogło wpłynąć na uzyskane wyniki.
19. Mam zastrzeżenie do tytułów tabel dokumentujących wyniki na przykład tabeli 14. W tabeli brakuje opisu „obszary badawcze" w odniesieniu do wymienionych cyfr od 1 do 5 oraz wyjaśnienia co oznacza „σ". W tabeli 15, w odniesieniu do materii organicznej oraz C i N należy wskazać, że są to średnie udziały.
20. W przypadku opisu zawartości pierwiastków głównych i śladowych, bardziej zrozumiały byłby opis z podziałem na te grupy, a następnie na obszary badawcze.
21. Proszę o wyjaśnienie następującej kwestii. W procedurze badawczej opracowanej dla WWA próbki były rozpuszczane w mieszaninie octanu etylu i heksanu, natomiast w części wynikowej jest pokazany chromatogram wzorca rozpuszczonego w metanolu. W analizach chromatograficznych wzorce i próbki powinny być rozpuszczone w tym samym rozpuszczalniku. Ponadto rodzi się dodatkowe pytanie: czy stosowanie próbek rozpuszczonych w metanolu nie wpływa na żywotność kolumny chromatograficznej i włókna żarowego w detektorze MS?
22. W części wynikowej Doktorantka szczegółowo scharakteryzowała w odniesieniu do właściwości gleb średnie zawartości i udziały w odniesieniu do poszczególnych parametrów, jednak nie wskazała, które wartości różnią się statystycznie istotnie, co daje możliwość poprawnego wnioskowania.
23. Podział WWA na grupy w zależności od udziału pierścieni w cząsteczce jest często stosowany w pracach naukowych. Sugeruję jednak, żeby dla uściślenia wyników

podawać, że są to sumy stosując na przykład następujące symbole: ∑3pierścieniowych WWA, ∑4 pierścieniowych WWA itd.

24. W rozprawie doktorskiej brakuje odniesienia do przepisów krajowych w stosunku do gruntów leśnych i zawartości pierwiastków śladowych oraz WWA.
25. Proszę o interpretację z czego wynika kwaśny odczyn poziomów Ofh i dodatkową argumentację dlaczego w tym poziomie jest więcej tych związków z grupy WWA.
26. Rozprawa doktorska nie jest wolna od błędów edycyjnych, powtórzeń niektórych sformułowań i zdań oraz stosowania zwrotów potocznych.

Wymienione przeze mnie uwagi stanowią podstawę do dyskusji i nie pomniejszają wartości merytorycznej recenzowanej pracy, którą w całości oceniam bardzo pozytywnie pod względem formalnym.

5. Ocena kwalifikacyjna

Poddając ocenie kwalifikacyjnej całość pracy, uważam, że Doktorantka wykazała się dobrą ogólną wiedzą teoretyczną w dyscyplinie ochrona środowiska. Praca doktorska udowadnia, że pani mgr Agnieszka Olga Sołtys dobrze zna problematykę badawczą i posiada umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowo-badawczej. Badania przeprowadzone przez Doktorantkę wzbogaciły współczesną wiedzę o cenne informacje w zakresie możliwości zastosowania poziomu Ofh jako geoindykatora w ocenie stanu środowiska przyrodniczego.

Stwierdzam, że rozprawa doktorska spełnia wymagania określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t.j. Dz. U. z 2024 r., poz. 1571 ze zm.), dlatego wnioskuję do Rady Naukowej Instytutu Chemii Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach o przyjęcie rozprawy doktorskiej pani mgr Agnieszki Olgi Sołtys i dopuszczenie Doktorantki do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Bożena Smreczak

dr hab. inż. Bożena Smreczak, prof. instytutu