UNIWERSYTET MARII CURIE-SKŁODOWSKIEJ W LUBLINIE
Wydział Chemii
Instytut Nauk Chemicznych
Katedra Chemii Nieorganicznej

dr hab. Monika Wawrzkiewicz, prof. UMCS

Lublin, dn. 30.06.2026r.

Recenzja
rozprawy doktorskiej Pani mgr Agnieszki Olgi Sołtys
pt. „Wykorzystanie podpoziomu glebowego Ofh jako geoindykatora
w ocenie stanu środowiska" opracowana na zlecenie
Rady Naukowej Instytutu Chemii Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach
(uchwała nr 25/2026 z dnia 23 kwietnia 2026 r.)

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska została zrealizowana w Szkole Doktorskiej Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach w Instytucie Chemii na Wydziale Nauk Ścisłych i Przyrodniczych pod kierunkiem Pani Promotor dr hab. Sabiny Dołęgowskiej, prof. UJK oraz Promotora pomocniczego dr Dariusza Wideła.

Wstęp

Rozprawa doktorska mgr Agnieszki Olgi Sołtys dotyczy aktualnego i ważnego problemu oceny jakości środowiska glebowego, ze szczególnym uwzględnieniem możliwości wykorzystania podpoziomu detrytyczno-epihumusowego gleb leśnych, oznaczanego jako Ofh, jako geoindykatora zanieczyszczenia środowiska. Tematyka pracy jest w pełni uzasadniona naukowo, ponieważ stały monitoring środowiska, identyfikacja źródeł zanieczyszczeń oraz ocena ich akumulacji i migracji w poszczególnych elementach ekosystemu należą obecnie do kluczowych wyzwań nauk chemicznych i środowiskowych. Podjęty temat należy uznać za aktualny, wartościowy i wart prowadzenia badań, ponieważ gleby leśne pełnią istotną funkcję w zatrzymywaniu zanieczyszczeń pochodzących z depozycji atmosferycznej. Szczególne znaczenie ma tutaj podpoziom Ofh, który ze względu na dużą zawartość materii organicznej, obecność grup funkcyjnych oraz specyficzną strukturę może działać jak naturalny sorbent, zatrzymujący zarówno pierwiastki śladowe, jak i zanieczyszczenia organiczne, w tym wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA).

Oceniana rozprawa doktorska wpisuje się w rozwój dyscypliny nauki chemiczne, zwłaszcza w obszarze chemii środowiska, chemii analitycznej oraz badań nad procesami sorpcji i migracji zanieczyszczeń w układach naturalnych. Jej znaczenie wynika z połączenia badań terenowych z szeroką charakterystyką fizykochemiczną materiału glebowego, obejmującą m.in. oznaczenie

monika.wawrzkiewicz@umcs.pl
pl. Marii Curie-Skłodowskiej 2, 20-031 Lublin
tel. +48 81 537 57 38

NIP: 712-010-36-92
REGON: 000001353

zawartości pierwiastków głównych i śladowych, WWA, pH, przewodności elektrolitycznej, pojemności sorpcyjnej, zawartości materii organicznej, węgla i azotu, a także analiz uzupełniających dotyczących tlenowych grup funkcyjnych, wskaźnika krystaliczności oraz struktury mikroskopowej. Zasadniczym celem rozprawy była weryfikacja hipotezy, że podpoziom Ofh może stanowić użyteczny geoindykator jakości gleb klimatu umiarkowanego. W tym celu Autorka przeprowadziła badania próbek pobranych z różnych typów lasów, analizując zarówno właściwości fizykochemiczne podpoziomu Ofh, jak i zawartość wybranych zanieczyszczeń nieorganicznych oraz organicznych. Tak zaplanowane badania pozwalają nie tylko ocenić stopień zanieczyszczenia środowiska, ale również lepiej zrozumieć mechanizmy wiązania i retencji zanieczyszczeń w powierzchniowych warstwach gleb leśnych.

W mojej ocenie tematyka rozprawy jest dobrze osadzona w aktualnych kierunkach badań nad monitoringiem środowiska, geoindykatorami oraz rolą materii organicznej w wiązaniu zanieczyszczeń. Praca ma znaczenie zarówno poznawcze, jak i aplikacyjne, ponieważ może przyczynić się do rozszerzenia metod oceny jakości gleb leśnych oraz do lepszego wykorzystania naturalnych poziomów glebowych jako *„narzędzi diagnostycznych"* w badaniach środowiskowych.

Ocena formalna

Przedstawiona do oceny dysertacja doktorska mgr Agnieszki Olgi Sołtys została napisana w formie klasycznej i obejmuje 170 stron maszynopisu w języku polskim, zawiera 44 tabele (z czego 22 zamieszczono w aneksie) oraz 18 rycin. Przygotowana została na podstawie analizy 333 pozycji literaturowych. Rozpoczyna się spisem treści, wykazem skrótów i akronimów oraz wstępem. Część literaturowa rozprawy zawiera się na 32 stronach. Została ona podzielona na trzy zasadnicze rozdziały, w których Autorka omawia kolejno problematykę geoindykatorów (rozdział 1), właściwości gleb i profili glebowych (rozdział 2) oraz znaczenie podpoziomu detrytyczno-epihumusowego Ofh w kontekście oceny jakości środowiska (rozdział 3). Na szczególne podkreślenie zasługuje wyodrębnienie podrozdziałów dotyczących wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych oraz pierwiastków śladowych, co bezpośrednio koresponduje z zakresem badań własnych i ułatwia odbiorcy zrozumienie przesłanek podjęcia tematu. Na str. 42 maszynopisu rozprawy przedstawiono cel główny rozprawy doktorskiej oraz dwa cel szczegółowe na podstawie których sformułowano dwie hipotezy badawcze. Cele pracy zostały sformułowane poprawnie, jednak w opinii Recenzenta

mają dość ogólny charakter. Biorąc pod uwagę szeroki zakres przeprowadzonych badań oraz bardzo rozbudowaną część eksperymentalną zasadne byłoby ich bardziej szczegółowe doprecyzowanie co pozwoliłoby uwypuklić **ogromne zaangażowanie badawcze Doktorantki – warte podkreślenia.** Przedstawiony w rozprawie zakres badań jest bowiem znacznie szerszy niż wynikałoby to z dwóch celów szczegółowych.

Kolejny elementy rozprawy doktorskiej to część eksperymentalna, która została opracowana w sposób uporządkowany i szczegółowy. Doktorantka przedstawiła lokalizację oraz charakterystykę obszaru badań, sposób prowadzenia badań terenowych i pobierania próbek, procedury przygotowania próbek oraz szeroki zestaw zastosowanych metod analitycznych (podrozdział 4.4). W strukturze pracy wyraźnie wydzielono metody oznaczania podstawowych parametrów fizykochemicznych, zawartości materii organicznej, C i N, pierwiastków głównych i śladowych, WWA, tlenowych grup funkcyjnych, wskaźnika krystaliczności oraz badań mikroskopowych. Takie rozplanowanie części metodycznej świadczy o przemyślanej konstrukcji rozprawy i pozwala na ocenę poprawności zastosowanego warsztatu badawczego.

Wyniki badań zostały zaprezentowane w osobnym rozdziale, z zachowaniem podziału odpowiadającego analizowanym grupom parametrów. Następnie Autorka przechodzi do obszernej dyskusji (rozdział 6), w której omawia znaczenie podpoziomu Ofh jako potencjalnego geoindykatora względem pierwiastków głównych i śladowych oraz wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych. Cennym elementem układu pracy jest także wydzielenie zagadnień dotyczących zmienności tła geochemicznego, współczynników geochemicznych, wskaźników diagnostycznych WWA oraz wpływu rodzaju lasu i wysokości nad poziomem morza na właściwości badanego podpoziomu. Kolejne komponenty pracy doktorskiej to wnioski, bibliografia (333 odnośników literaturowych), spis tabel i rycin, aneksy, streszczenie w języku polskim i angielskim oraz wykaz aktywności naukowych.

Podsumowując, układ rozprawy oceniam pozytywnie. Jest on spójny, konsekwentny i adekwatny do charakteru przeprowadzonych badań. Kolejność rozdziałów jest logiczna, a sposób podziału treści ułatwia śledzenie toku rozumowania Autorki - od uzasadnienia wyboru tematu, przez opis metodyki, prezentację wyników, ich interpretację, aż po sformułowanie wniosków końcowych.

Ocena merytoryczna

Głównym celem rozprawy była ocena przydatności podpoziomu detrytyczno-epihumusowego Ofh jako potencjalnego geoindykatora jakości gleb klimatu umiarkowanego względem wybranych pierwiastków śladowych, tj. Cd, Hg i Pb, oraz wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych. Cel ten wynika z dobrze przedstawionych przesłanek literaturowych. Autorka słusznie zwróciła uwagę, że podpoziom Ofh, ze względu na specyficzną strukturę, dużą zawartość materii organicznej, obecność grup funkcyjnych oraz właściwości sorpcyjne, może pełnić funkcję naturalnej bariery ograniczającej migrację zanieczyszczeń w głąb profilu glebowego.

Na pozytywną ocenę zasługuje zakres wykonanych badań. Autorka przeanalizowała 130 próbek glebowych pobranych z podpoziomu Ofh oraz z poziomów A i AE, pochodzących z pięciu obszarów leśnych w rejonie Kielc. Tak zaplanowany materiał badawczy umożliwił porównanie właściwości podpoziomu Ofh z poziomami podścielającymi oraz ocenę wpływu typu lasu i położenia stanowisk na właściwości akumulacyjne badanego materiału.

Zakres analiz fizykochemicznych jest szeroki i obejmuje parametry istotne z punktu widzenia interpretacji procesów sorpcji i retencji zanieczyszczeń, takie jak pH, przewodność elektrolityczna właściwa, zawartość materii organicznej, C i N, efektywna pojemność wymienna kationowa, zawartość pierwiastków głównych i śladowych oraz 16 WWA. Uzupełnienie badań o oznaczenie tlenowych grup funkcyjnych, wskaźnika krystaliczności oraz obserwacje mikroskopowe wzmacnia interpretację uzyskanych wyników.

Istotną wartością pracy jest połączenie klasycznej charakterystyki fizykochemicznej próbek glebowych z oceną tła geochemicznego, współczynników geochemicznych oraz wskaźników diagnostycznych WWA. Dzięki temu rozprawa nie ogranicza się wyłącznie do oznaczenia zawartości zanieczyszczeń, lecz podejmuje próbę wyjaśnienia ich rozmieszczenia, potencjalnych źródeł oraz mechanizmów zatrzymywania w profilu glebowym. Szczególnie interesujące są wyniki wskazujące na wzbogacenie podpoziomu Ofh w Cd, Hg, Zn oraz WWA względem niżej położonych poziomów glebowych. Autorka wykazała również, że dla Pb zależności są mniej jednoznaczne, co świadczy o krytycznym podejściu do interpretacji wyników i uwzględnieniu możliwej roli frakcji mineralnej.

Za ważny element rozprawy należy uznać także wykazanie, że ocena jakości gleb o wyraźnej stratyfikacji pionowej nie powinna opierać się wyłącznie na próbkach pobieranych z określonej głębokości, lecz powinna uwzględniać zróżnicowanie poszczególnych poziomów i podpoziomów

glebowych. Jest to wniosek istotny zarówno z punktu widzenia poznawczego, jak i praktycznego, ponieważ może mieć znaczenie dla prawidłowej interpretacji danych środowiskowych oraz monitoringu zanieczyszczeń w glebach leśnych.

Pod względem merytorycznym rozprawa stanowi spójne i wartościowe opracowanie. Autorka wykazała się znajomością literatury przedmiotu, umiejętnością zaplanowania badań terenowych i laboratoryjnych, poprawnym doborem metod analitycznych oraz zdolnością do interpretacji wyników w kontekście procesów chemicznych zachodzących w środowisku glebowym. Przedstawione wyniki potwierdzają zasadność traktowania podpoziomu Ofh jako potencjalnego geoindykatora jakości gleb klimatu umiarkowanego, szczególnie względem Cd, Hg, Zn oraz WWA. Pewnym ograniczeniem pracy jest lokalny charakter badań, obejmujących wybrane obszary leśne rejonu Kielc, co Autorka zresztą dostrzega, wskazując potrzebę rozszerzenia badań na inne regiony Polski i różne typy zbiorowisk leśnych. Nie obniża to jednak wartości rozprawy, lecz wyznacza naturalny kierunek dalszych badań. Uzyskane wyniki stanowią dobrą podstawę do pogłębienia analiz dotyczących mechanizmów akumulacji zanieczyszczeń w podpoziomie Ofh, w tym roli frakcji węgla organicznego, porowatości, warunków redoks oraz aktywności mikrobiologicznej.

Oceniając wysoko poziom merytoryczny rozprawy, pragnę jedynie sformułować kilka uwag i pytań o charakterze dyskusyjnym, które nasunęły się podczas jej lektury:

1. W pracy przyjęto, że podpoziom Ofh może pełnić funkcję geoindykatora jakości gleb klimatu umiarkowanego. Warto byłoby jednak szerzej przedyskutować, jakie kryteria powinien spełniać dany poziom lub podpoziom glebowy, aby mógł być uznany nie tylko za warstwę akumulacyjną, ale właśnie za geoindykator. Czy sama podwyższona zawartość wybranych zanieczyszczeń jest wystarczająca, czy też konieczne byłoby określenie dodatkowych parametrów diagnostycznych, np. powtarzalności przestrzennej, stabilności czasowej lub zależności od źródeł emisji?
2. W rozprawie wykazano wzbogacenie podpoziomu Ofh w Cd, Hg, Zn oraz WWA, natomiast w przypadku Pb zależności były mniej jednoznaczne. Czy wyjaśnienia należy szukać w odmiennym mechanizm wiązania Pb? Jakie procesy chemiczne mogą odpowiadać za odmienne zachowanie Pb w porównaniu z Cd, Hg i Zn.
3. Pewnym ograniczeniem rozprawy jest brak szerszego odniesienia do zmienności sezonowej. Próbki pobrano w określonym czasie, natomiast podpoziom Ofh jest układem dynamicznym, zależnym od opadów, temperatury, aktywności mikrobiologicznej oraz

intensywności depozycji atmosferycznej. Czy zdaniem Doktorantki właściwości geoindykacyjne Ofh są stabilne w czasie i czy jednorazowe pobranie próbek pozwala w pełni ocenić jego potencjał diagnostyczny?

4. W pracy wskazano, że podpoziom Ofh może działać jak „naturalna gąbka" zatrzymująca zanieczyszczenia. Określenie to jest obrazowe i przydatne w części opisowej, jednak z punktu widzenia chemicznego warto doprecyzować, które procesy dominują: sorpcja fizyczna, kompleksowanie, wymiana jonowa, współstrącanie, oddziaływania hydrofobowe czy wiązanie z frakcją mineralno-organiczną.
5. Warto byłoby również przedyskutować możliwość praktycznego wykorzystania wyników pracy. Jeżeli podpoziom Ofh miałby być stosowany jako geoindykator, należałoby rozważyć potrzebę standaryzacji procedury pobierania próbek, określenia minimalnej liczby próbek, głębokości lub miąższości poboru, sposobu oddzielania podpoziomu Ofh oraz uwzględnienia typu siedliska leśnego.
6. Ciekawym kierunkiem dalszych badań byłoby rozszerzenie analiz o specjację pierwiastków śladowych oraz frakcjonowanie materii organicznej. Sama zawartość całkowita pierwiastków dostarcza istotnych informacji, ale nie pozwala w pełni ocenić mobilności, biodostępności i potencjalnego ryzyka środowiskowego. Tego typu badania mogłyby znacząco pogłębić interpretację mechanizmów akumulacji zanieczyszczeń w podpoziomie Ofh.

Powyższe uwagi mają charakter dyskusyjny i nie obniżają wartości merytorycznej rozprawy. Wskazują raczej na złożoność podjętej problematyki oraz na możliwe kierunki dalszego rozwijania badań nad wykorzystaniem podpoziomu Ofh jako geoindykatora jakości gleb klimatu umiarkowanego.

Podsumowując, rozprawa doktorska prezentuje **bardzo dobry poziom merytoryczny**, dotyczy aktualnego i ważnego problemu badawczego oraz wnosi istotny wkład w rozwój badań nad wykorzystaniem naturalnych poziomów glebowych jako narzędzi diagnostycznych w ocenie jakości środowiska. Zakres wykonanych badań, sposób opracowania wyników oraz sformułowane wnioski pozwalają pozytywnie ocenić wartość naukową pracy.

Ocena dorobku naukowego

Aktywność naukową Doktorantki oceniam pozytywnie. Wykaz publikacji naukowych Pani Sołtys obejmuje cztery artykuły naukowe ściśle związane z tematyką rozprawy doktorskiej, w tym

prace opublikowane w czasopismach o wysokiej punktacji ministerialnej: Environmental Reviews – 100 pkt, Land Degradation & Development – 200 pkt, Archives of Environmental Protection – 100 pkt. W mojej opinii na szczególne podkreślenie zasługuje publikacja przeglądowa dotycząca podpoziomu Ofh jako potencjalnego geoindykatora jakości gleb klimatu umiarkowanego oraz prace eksperymentalne poświęcone akumulacji pierwiastków śladowych i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w powierzchniowych poziomach gleb leśnych. Dorobek ten potwierdza, że Doktorantka aktywnie uczestniczyła w realizacji badań stanowiących podstawę rozprawy oraz potrafiła przedstawić ich wyniki w formie publikacji naukowych.

Pozytywnie należy również ocenić udział Doktorantki w konferencjach naukowych, zarówno krajowych, jak i międzynarodowych, w tym w Polskiej Konferencji Chromatograficznej, Zjeździe Polskiego Towarzystwa Chemicznego, konferencji ICSA 2024 oraz EUROANALYSIS 2025. Aktywność konferencyjna wskazuje na systematyczne prezentowanie wyników badań, konfrontowanie ich ze środowiskiem naukowym oraz rozwijanie kompetencji w zakresie komunikacji naukowej pomimo, że zabrakło Recenzentowi jednoznacznego stwierdzenia jaka była forma prezentowanych doniesień konferencyjnych.

Podsumowując, aktywność naukowa Pani mgr Agnieszki Sołtys jest adekwatna do etapu kariery naukowej, tematycznie spójna z rozprawą doktorską i potwierdza jej przygotowanie do prowadzenia samodzielnych badań naukowych w obszarze chemii środowiska, chemii analitycznej oraz badań nad zanieczyszczeniami gleb.

Wniosek końcowy

W podsumowaniu stwierdzam, że recenzowana przeze mnie rozprawa doktorska mgr Agnieszki Olgi Sołtys pt. „Wykorzystanie podpoziomu glebowego Ofh jako geoindykatora w ocenie stanu środowiska" spełnia kryteria 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.). Na tej podstawie wnioskuję do Rady Naukowej Instytutu Chemii Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach o dopuszczenie Pani Agnieszki Olgi Sołtys do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Ponadto składam **wniosek o wyróżnienie recenzowanej rozprawy doktorskiej** biorąc pod uwagę aktualność podjętej problematyki badawczej, szeroki zakres wykonanych analiz oraz wartość poznawczą uzyskanych wyników. Rozprawa doktorska Pani mgr Agnieszki Olgi Sołtys stanowi spójne i wartościowe opracowanie dotyczące możliwości wykorzystania podpoziomu

Ofh jako geoindykatora jakości gleb klimatu umiarkowanego względem wybranych pierwiastków śladowych oraz wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych.

Na szczególne podkreślenie zasługuje kompleksowy charakter badań, obejmujących zarówno analizę właściwości fizykochemicznych materiału glebowego, jak i oznaczenie zanieczyszczeń nieorganicznych oraz organicznych. Doktorantka wykazała umiejętność poprawnego zaplanowania badań terenowych i laboratoryjnych, zastosowania odpowiednich metod analitycznych oraz krytycznej interpretacji wyników w kontekście procesów akumulacji i migracji zanieczyszczeń w profilu glebowym.

Dodatkowym argumentem przemawiającym za wyróżnieniem rozprawy jest aktywność publikacyjna Doktorantki, obejmująca artykuły naukowe bezpośrednio związane z tematyką pracy, opublikowane w czasopismach o wysokiej punktacji ministerialnej i wskaźniku oddziaływania *impact factor*. Uzyskane wyniki mają znaczenie zarówno poznawcze, jak i aplikacyjne, ponieważ mogą przyczynić się do rozwoju metod monitoringu jakości gleb leśnych oraz bardziej precyzyjnej oceny stopnia zanieczyszczenia środowiska.

W mojej ocenie rozprawa wyróżnia się dobrym poziomem merytorycznym, konsekwencją badawczą oraz znaczącym wkładem w rozwój dyscypliny nauki chemiczne, w tym badań z zakresu chemii środowiska i chemii analitycznej, dlatego zasługuje na wyróżnienie.

Monika Wawrzkiewicz