

Warszawa, 4 września 2023 r.

**Prof. dr hab. inż. Jolanta Kwiatkowska-Malina**  
**Zakład Gospodarki Przestrzennej i Nauk**  
**o Środowisku Przyrodniczym**  
**Wydział Geodezji i Kartografii**  
**Politechnika Warszawska**

## **RECENZJA**

**osiągnięcia naukowego**

**pt.: ” „Wpływ chemoróżnorodności glebowej materii organicznej na potencjał sorpcyjny  
względem zanieczyszczeń organicznych” cykl czterech publikacji**

**oraz pozostałego dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego**

**dr Aleksandry Ukalskiej-Jarugi**

**z Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach – Państwowy Instytut Badawczy,  
Zakład Gleboznawstwa Erozji i Ochrony Gruntów**

**ubiegającej się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk  
rolniczych, dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo**

### **Podstawa opracowania recenzji**

Recenzja została przygotowana na zlecenie Zastępcy Przewodniczącego Rady Naukowej IUNG-PIB w Puławach prof. dr hab. Janusza Podleśnego z dnia 14.07.2023 r., w związku z pismem Rady Doskonałości Naukowej DKRN. Z4.400.11.2023 z dnia 24.04.2023 r. i DKRN. Z4.400.11.2023 z dnia 29.05.2023 r., na podstawie umowy o dzieło z dnia 19.07.2023 roku (Znak sprawy: RN.471.1.2023 L. dz. RN-99/2023). Recenzję sporządzono zgodnie z art. 219 ust. ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (dalej zw. PSzWiN) z dnia 20. lipca 2018 r. (Dz.U. z 2022 r. poz. 574) w oparciu o analizę dostarczonych dokumentów w formie papierowej:

- Dane wnioskodawcy (załącznik 1),
- Kopia dokumentu potwierdzającego nadanie stopnia doktora (załącznik 2),
- Autoreferat przedstawiający opis dorobku i osiągnięć naukowych (załącznik 3),
- Wykaz osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej (załącznik 4),
- Wykaz i kopie publikacji naukowych wchodzących w skład osiągnięcia naukowego wraz z oświadczeniami współautorów (załącznik 5),
- Kopie dokumentów przedstawionych w wykazie osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej (załącznik 6).

Przekazane materiały oraz dotychczasowe czynności postępowania o nadanie stopnia doktora habilitowanego wskazują na pełną zgodność z wymogami ustawy PSzWiN.

### **1. Przebieg kariery zawodowej oraz informacje ogólne dotyczące Habilitantki**

Pani dr Aleksandra Ukalska-Jaruga ukończyła studia na Uniwersytecie Marii Curie Skłodowskiej w Lublinie i uzyskała w 2010 roku dyplom licencjata, a w 2012 roku stopień magistra. W 2011 roku ukończyła Studia Podyplomowe w zakresie Metrologii Chemicznej na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego oraz kurs audytora wewnętrznego, w ramach którego uzyskała uprawnienia w tym zakresie nadane przez Polskie Centrum Akredytacji. W 2019 roku obroniła

w IUNG-PIB rozprawę doktorską pt. *”Zawartość wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w glebach w zależności od składu frakcyjnego materii organicznej”* uzyskując stopień naukowy doktora nauk rolniczych w dyscyplinie ochrona i kształtowanie środowiska. Promotorem wiodącym była prof. dr hab. Barbara Maliszewska-Kordybach, a promotorem pomocniczym dr Bożena Smreczak. Rozprawa została wyróżniona nagrodą Rady Naukowej IUNG-PIB.

**Na podstawie przedłożonej dokumentacji stwierdzam spełnienie przesłanki, o której mowa w art. 219 ust. 1 ustawy PSzWiN dotyczącej posiadania stopnia doktora.**

W latach 2012-2013 była studentką Studiów Doktoranckich w IUNG-PIB w Puławach, a od 2013 roku i nadal Kandydatka jest zatrudniona w Zakładzie Gleboznawstwa Erozji i Ochrony Gruntów. W latach 2013-2016 była zatrudniona na stanowisku technika, a w latach 2016-2017 jako specjalista. W latach 2017-2019 była asystentem, a od 2019 roku i nadal jest adiunktem w Zakładzie Gleboznawstwa Erozji i Ochrony Gruntów. W latach 2010-2023 odbyła liczne szkolenia i kursy, które rozwinęły jej umiejętności analityczne, m.in. w: Polskim Centrum Akredytacji w Warszawie (2010-2011), Centrum Edukacji CE2 (Warszawa, 2011-2012; Zakopane, 2012; Kraków, 2012), Biebrzańskim Parku Narodowym (Biebrza, 2012), Gambit (Puławy, 2013), SHIM-POL A.M. Borzymowski (Lublin, 2013), Perlan Technologies (Gdynia, 2017), IUNG-PIB (Puławy, 2023).

Odbyła trzy staże naukowe związane z poszerzaniem wiedzy dotyczącej metod analitycznych oraz procesów i technik optymalizacji pracy w laboratorium badawczym w: (i) Institute for Reference Materials and Measurements - Joint Research Centre, pn. “Measurement Science in Chemistry, 5th International Summer School” na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, (10-23.07.2011); (ii) RECETOX (Research Centre for Toxic Compounds in the Environment), Brno, Czechy, (23-28.06.2014) w ramach „10 International Summer School on Toxic Compounds in the Environment”, na wydziale Masaryk University; (iii) USDA-ARS (United States Department of Agriculture, Iowa, USA, (19.11-03.12.2018).

## **2. Ocena osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę wniosku habilitacyjnego**

Oceniane osiągnięcie naukowe zgodne z art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy PSzWiN stanowi cykl czterech, spójnych tematycznie publikacji naukowych pt.: **„Wpływ chemoróżnorodności glebowej materii organicznej na potencjał sorpcyjny względem zanieczyszczeń organicznych”**.

### **Wykaz prac wchodzących w cykl publikacji:**

1. **Ukalska-Jaruga A.**, Bejger R., Debaene G., Smreczak B. Characterization of soil organic matter individual fractions (fulvic acids, humic acids, and humins) by spectroscopic and electrochemical techniques in agricultural soils. *Agronomy*, **2021**, 11: 1067, DOI: 10.3390/agronomy11061067  
IF = 3,949; **100 pkt.**
2. **Ukalska-Jaruga A.**, Smreczak B. The impact of organic matter on polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) availability and persistence in soils. *Molecules*, **2020**, 25: 2470, DOI:10.3390/molecules25112470  
IF = 4,412; **100 pkt.**
3. **Ukalska-Jaruga A.**, Debaene G., Smreczak B. Dissipation and sorption processes of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) to organic matter in soils amended by exogenous rich-carbon material. *Journal of Soils and Sediments*, **2020**, 20: 836–849, DOI: 10.1007/s11368-019-02455-8.  
IF = 3,308; **100 pkt.**
4. **Ukalska-Jaruga A.**, Bejger R., Smreczak B., Podlasiński M. Sorption of organic contaminants by stable organic matter fraction in soil. *Molecules*, **2023**, 28: 429, DOI:10.3390/molecules28010429  
IF = 4,927; **140 pkt.**

Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego to oryginalne, recenzowane prace twórcze, opublikowane w czasopismach anglojęzycznych (*Agronomy*, *Molecules*, *Journal of Soils*

and Sediments), z sumarycznym **IF = 16,596** i łączną liczbą punktów **440** (MEiN). Łączna liczba cytowań wskazanych na stronie wydawnictw, wynosi **85** (28.02.2023).

Pani dr Aleksandra Ukalska-Jaruga jako podstawę opracowania osiągnięcia naukowego wybrała współautorskie oryginalne prace naukowe opublikowane w latach 2020-2023, o liczbie autorów od 2. do 4., we wszystkich Kandydatka jest głównym autorem i autorem korespondencyjnym. Z dołączonych do dokumentacji oświadczeń współautorów wynika, że Habilitantka miała istotny udział merytoryczny i wykonawczy w powstawaniu publikacji, które są podstawą osiągnięcia naukowego. Udział Kandydatki w powstaniu publikacji waha się w zakresie od 70% do 80% i polegał na: zaplanowaniu i przeprowadzeniu doświadczeń, pobieraniu i przygotowaniu próbek, wykonywaniu analiz chemicznych (w tym opracowaniu metody oznaczeń frakcji biodostępnej z udziałem cyklodekstryn, izolacji i oceny stabilnej frakcji, składu frakcyjnego materii organicznej – kwasów huminowych i humin), elektrochemicznych, spektralnych, chromatograficznych, fizykochemicznych, opracowaniu wyników badań wraz z analizami statystycznymi, przeglądem literatury, przygotowaniem manuskryptu wg wymagań wydawnictwa, monitorowaniu procesu wydawniczego wraz z odpowiedziami na recenzje oraz akceptacją i korektą pracy po recenzjach. Zatem uważam, że **wskazane prace stanowią uzasadnioną podstawę wniosku o nadanie stopnia doktora habilitowanego.**

Celem ogólnym osiągnięcia naukowego była analiza wpływu składu frakcyjnego i struktury molekularnej materii organicznej gleb (SOM, ang. *soil organic matter*) na potencjał sorpcyjny względem różnych grup zanieczyszczeń organicznych z uwzględnieniem ich zachowania środowiskowego i trwałości w glebie.

Cele szczegółowe zrealizowane w pracach składających się na osiągnięcie naukowe to:

- Ocena zróżnicowania składu frakcyjnego i struktury molekularnej SOM metodami spektroskopowymi i elektrochemicznymi (*publikacja IV.2.1*);
- Ocena wpływu zróżnicowania frakcyjnego na potencjalną dostępność i trwałość związków organicznych (OCs, ang. *organic contaminants*) w glebach (*publikacje IV.2.2 i IV.2.3*);
- Ocena wpływu stabilnych form SOM na retencję i akumulację OCs w glebach (*publikacja IV.2.4*).

Sformułowano dwie hipotezy badawcze: (i) oddziaływania OCs-SOM zależą od składu molekularnego i właściwości SOM oraz właściwości zanieczyszczeń, (ii) akumulacja OCs w glebie zachodzi w wyniku niespecyficznych interakcji pomiędzy OCs i S-SOM.

Wybór takiego problemu badawczego jest trafny, ponieważ chemiczna degradacja gleb stanowi aktualnie jeden z głównych problemów ochrony powierzchni ziemi. Według Międzyrządowego Panelu Technicznego ds. Gleb (ITPS) chemiczna degradacja gleb jest trzecim najistotniejszym zagrożeniem dla funkcji gleb i usług ekosystemowych. Znalazło to odzwierciedlenie w dokumentach strategicznych UE: Strategia na rzecz ochrony gleb 2030 (COM/2021/699 final) oraz Europejski Zielony Ład (COM/2019/640 Final) zmierzających do dynamizacji działań w zakresie ochrony ekosystemów glebowych. Zanieczyszczenia należące do OCs, (m.in.: wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (PAHs, ang. *polycyclic aromatic hydrocarbons*) oraz pestycydy chlorowe (OCPs, ang. *organochloride pesticides*) i niechlorowe (NCPs, ang. *non-chloride pesticides*) zasługują na szczególną uwagę ze względu na stosunkowo wysoką odporność na procesy degradacji, długi czas pozostawania w niezmienionej formie w glebie oraz właściwości teratogenne, mutagenne, kancerogenne względem organizmów żywych. Charakteryzują się one słabą rozpuszczalnością w wodzie, niską lotnością oraz właściwościami hydrofobowymi. Wysokie powinowactwo PAHs do organicznych materiałów porowatych powoduje, że frakcja biodostępna (PB-PAHs, ang. *potentially bioavailable*) stanowi niewielką część ich całkowitej zawartości (TE-PAHs, ang. *total extractable*) zakumulowanej w glebie. Pozostałe formy tworzą pozostałość silnie

związaną z matrycą glebową (RE-PAHs, ang. *residual*). Stosowane do zwalczania szkodników w uprawach OCPs, z których najbardziej rozpoznawalnymi związkami są 4,4'-DDT i jego metabolity, należą do związków trudno ulegających rozkładowi, stwarzając zagrożenie dla środowiska. Podstawowym czynnikiem wpływającym na zakres akumulacji OCs oraz ich oddziaływanie w środowisku glebowym jest zawartość i skład SOM. OCs mogą oddziaływać z SOM poprzez asocjacje niekowalencyjne i tworzenie wiązań kowalencyjnych. Procesy mogące efektywnie wpływać na zachowanie OCs w glebach są wciąż nie do końca rozpoznane. Trudności w identyfikacji oddziaływań OCs-SOM oraz losów i kierunków przemian OCs w glebach, wynikają głównie z heterogeniczności i niestabilności składu SOM. Struktura związków organicznych, budowa chemiczna oraz wzajemne proporcje w obrębie SOM ulegają ciągłym zmianom. Niejednorodny skład i zróżnicowane właściwości fizykochemiczne SOM powodują, że istnieją liczne koncepcje jej budowy. Dlatego rozpoznanie chemicznej różnorodności SOM jest kluczowym aspektem pozwalającym na zrozumienie procesów akumulacji i transformacji zanieczyszczeń w glebie oraz mechanizmów, które determinują kierunek ich przebiegu. Nadal brakuje badań, które w sposób kompleksowy wskazywałyby na różnice w budowie chemicznej poszczególnych frakcji SOM odpowiadających za wiązanie zanieczyszczeń. Ponadto, w ostatnim czasie odnotowuje się coraz większe zainteresowanie zanieczyszczeniami organicznymi, takimi jak OCPs i NCPs oraz PAHs, pochodzącymi ze źródeł rozproszonych, gdyż nawet w niewielkich stężeniach mogą one powodować niekorzystne skutki środowiskowe i zdrowotne. Dlatego poznanie interakcji OCs-SOM jest szczególnie istotne.

Jak podaje Kandydatka, podobne badania były dotychczas prowadzone w bardzo ograniczonym zakresie i dotyczyły głównie analiz z wykorzystaniem pojedynczych zanieczyszczeń i frakcji, w tym głównie kwasów humusowych. Z uwagi na trudność w wydzieleniu humin nadal brakuje badań dotyczących wpływu tej frakcji na procesy akumulacji zanieczyszczeń. Dlatego przedstawione osiągnięcie naukowe będące podstawą do ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego, uzupełnia w pewnym stopniu istniejące luki wiedzy z zakresu badań podstawowych chemizmu środowiska glebowego i jest uzasadnione merytorycznie, zarówno ze względów poznawczych, jak i aplikacyjnych. Wybrane do cyklu prace są spójne tematycznie, istotne dla rozwoju nauki w zakresie poznania procesów transformacji zanieczyszczeń w glebach, budowy molekularnej i niejednorodności składu SOM oraz mechanizmów warunkujących jej potencjał sorpcyjny wobec zanieczyszczeń o różnych właściwościach fizykochemicznych i wpisują się w światowy nurt badań.

W publikacji pt.: „*Characterization of soil organic matter individual fractions (fulvic acids, humic acids, and humins) by spectroscopic and electrochemical techniques in agricultural soils*” szczegółowo opisano właściwości wyizolowanych frakcji kwasów fulwowych (FA, ang. *fulvic acids*), kwasów huminowych (HA, ang. *humic acids*) i humin (HN, ang. *humins*) odpowiedzialnych za reaktywność SOM względem zanieczyszczeń. Właściwości poszczególnych frakcji substancji humusowych i różnice między nimi są analizowane od wielu lat w ośrodkach naukowych krajowych i zagranicznych, ale ze względu na złożoność matrycy SOM trudne jest uzyskanie dokładnych danych o strukturze molekularnej i właściwościach opisujących reaktywność poszczególnych frakcji m.in. z zanieczyszczeniami. Ponadto, ze względu na silne związanie SOM z częścią mineralną gleby i trudności wynikające z procesów ich izolacji, dotychczas nie prowadzono szczegółowych badań frakcji HN. Dlatego na podkreślenie zasługuje fakt, że zespół, którego członkiem była Habilitantka po raz pierwszy przeprowadził badania w celu poszukiwania istotnych różnic w zachowaniu, formowaniu, składzie i właściwościach sorpcyjnych wydzielonych frakcji (FA, HA, HN) przy użyciu metod spektroskopowych (UV-VIS, ang. *ultraviolet-visible spectroscopy*; VIS-nearIR, ang. *visible near-infrared spectroscopy*) i elektrochemicznych (potencjał zeta: ZP, ang. *zeta potential*; średnicy cząstek: PSD (ang. *particle size diameter*), wskaźnika polidispersyjności: PDI, (ang. *polydispersity index*). Analizy prowadzono w próbkach różnych typów gleb (płowe, rdzawe,

mady, brunatne, czarne ziemie, czarnoziemy) użytkowanych rolniczo o zróżnicowanych właściwościach, co umożliwiło uzyskanie reprezentatywnych danych.

Otrzymane wyniki badań wskazały istotne różnice w składzie frakcyjnym i budowie molekularnej SOM, niezależnie od typu gleby. Zastosowane metody spektroskopowe i elektrochemiczne pozwoliły na bezpośrednie określenie zróżnicowania aromatyczności cząsteczkowej, typu grupy funkcyjnej, stopnia dojrzałości i potencjału sorpcyjnego wydzielonych frakcji SOM. Cząsteczki FA wykazywały silnie alifatyczną a HA alifatyczno-aromatyczną strukturę, zaś HN charakteryzowały się bardzo wyraźną, silnie skondensowaną konformacją związaną z najwyższą masą cząsteczkową spośród frakcji SOM. Stwierdzono, że zróżnicowana reaktywność SH może być związana z zawartością grup funkcyjnych i ich ładunkiem elektrycznym. Analizowane HA i HN zawierały grupy kwasowe (-COOH, -COH), alkoholowe/fenolowe (-OH), liczne grupy aminowe (-R-NH<sub>2</sub>) oraz pierwszo- (-R-C=O-NH<sub>2</sub>) i drugorzędowe (-R-C=O-NH-R) grupy amidów przy łańcuchach alifatycznych i pierścieniach benzenowych. Niewielki udział grup C-H w hydrofobowych związkach HN wskazywał na występowanie biopolimerów stabilizujących ich strukturę, tj. lipidy, białka, woski roślinne, polisacharydy, ligniny, kwasy tłuszczowe. FA charakteryzowały się niską zawartością grup kwasowych i fenolowych oraz wysoką zawartością grup metylowych (-CH<sub>3</sub>), metylenowych (=CH<sub>2</sub>) i etenyłowych (-CH=CH<sub>2</sub>). Poszczególne grupy funkcyjne bezpośrednio wpływały na ładunek cząstek podczas ich dysocjacji w polu elektrycznym. Cząsteczki FA wykazywały binarność ładunku, co oznacza ich wysoką zdolność sorpcji kationów i anionów, natomiast HA charakteryzowały się obecnością cząstek naładowanych ujemnie, a w przypadku HN naładowanych dodatnio. Wykazano różnice w budowie przestrzennej cząsteczek SOM, która determinuje ich kształt i rozmiar. Wyizolowane frakcje zawierały głównie cząsteczki o multimodalnym charakterze, co wskazuje na ich zróżnicowaną wielkość i ruchliwość. FA miały największy zakres średnic cząstek i indeks polidispersyjności w porównaniu z HA i HN, co wskazuje na elipsoidalny kształt cząsteczek związany ze strukturą długich alifatycznych łańcuchów. HA i HN miały znacznie mniejsze średnice cząstek, co mogło wynikać ze zwiększonej intensywności oddziaływań międzycząsteczkowych lub zdolności do łączenia się w zasocjowane cząsteczki tworzące kuliste agregaty.

Wyniki przeprowadzonych badań potwierdzają hipotezę, że poszczególne frakcje SOM istotnie różnią się właściwościami chemicznymi związanymi z indywidualnymi zdolnościami sorpcyjnymi, co bezpośrednio odzwierciedla ich zróżnicowany potencjał do wiązania zanieczyszczeń.

Dwie kolejne publikacje (IV.2.2 i IV.2.3) stanowią realizację celu dotyczącego oceny wpływu zróżnicowania frakcyjnego na potencjalną dostępność i trwałość związków organicznych (OCs), w glebach. W publikacji: pt.: "The impact of organic matter on polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) availability and persistence in soils" podjęto badania nad oceną dostępności i trwałości OCs na przykładzie czterech PAHs (fluoranten, pyren, chryzen, benzo(a)antracen) w glebach. Badania wykazały, że forma występowania zanieczyszczeń w środowisku glebowym zależy od zawartości SOM i od jej składu frakcyjnego. Stwierdzono, że dostępność zanieczyszczeń jest promowana przez labilne frakcje SOM, w tym FA i HA, natomiast ich trwałość zależy od stosunkowo stabilnych HN. Zatem, wyższy udział kwasów humusowych w SOM zwiększa potencjalną mobilność i biodostępność OCs. Procesy humifikacji materii organicznej wpływają na większą trwałość i mniejszą potencjalną dostępność, bioakumulację i ograniczenie toksyczności, m.in. PAHs.

Powszechnie uważa się, że mechanizmy podziału OCs podczas procesów humifikacji SOM oraz „starzenia” zanieczyszczeń w glebach obejmują migrację tych związków do miejsc o wysokiej sile wiązania (okluzji). PAHs zdeponowane bezpośrednio w glebie podlegają procesowi starzenia, co początkowo powoduje szybką i odwracalną sorpcję przez powierzchniowe grupy funkcyjne SOM (tworzenie frakcji potencjalnie biodostępnej PB-PAHs), a potem następuje okres powolnej dyfuzji do wnętrza struktur SOM trwający przez tygodnie, miesiące, a nawet lata (tworzenie frakcji resztkowej/niedostępnej RE-PAHs). Wyniki badań wskazują, że OCs podczas procesów starzenia

zatrzymują się w glebie i stają się coraz bardziej odporne na desorpcję i rozkład, dlatego z czasem udział frakcji resztkowej wzrasta, natomiast zmniejsza się udział frakcji biodostępnej w ogólnej zawartości OCs. Potencjalna ścieżka migracji OCs pomiędzy poszczególnymi frakcjami SOM może prowadzić do wyjaśnienia procesów zachowania się i zróżnicowanej dostępności OCs w glebach.

W publikacji pt.: "Dissipation and sorption processes of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) to organic matter in soils amended by exogenous rich-carbon material" badano wpływ wprowadzonej do gleby egzogennej materii organicznej z ERCM-biowęgla na zawartość i wzajemne proporcje pomiędzy frakcjami SOM. Stwierdzono znaczący spadek zawartości frakcji stabilnej i wzrost zawartości frakcji FA i HA po zastosowaniu biowęgla, co może wynikać z wysokiej podaży dodatkowego źródła łatwo dostępnego węgla dla mikroorganizmów biorących udział w przemianach SOM powodując mineralizację form trwałych. Wyniki analizy profili dyssypacji PAHs (fluoren, antracen, fenantren, pyren, chryzen) wskazały, że pomimo wprowadzenia do gleby silnego sorbenta, węglowodory ulegają szybkiej degradacji w pierwszych trzech miesiącach po zastosowaniu ERCM. Wynika to prawdopodobnie z tworzenia resztkowych form PAHs w efekcie okluzji zanieczyszczeń w strukturach biowęgla poprzez formowanie nieekstrahowalnej pozostałości. Wysoce porowata struktura drobnocząsteczkowego biowęgla sprzyjała fizycznej ochronie przed biodegradacją i ekstrakcją chemiczną zanieczyszczeń „zamkniętych” w mikroporach. Otrzymane wyniki wskazują na krótkotrwałą (do 9 m-cy) stabilizację, co może sugerować wysoki, ale nietrwały potencjał sorpcyjny biowęgla wobec OCs. Wykazano, że dodatek biowęgla może istotnie zredukować ilość PAHs zaadsorbowanych przez stabilne formy S-SOM. Niski poziom akumulacji PAHs przez SOM w glebach „świeżo” zanieczyszczonych potwierdza, że w początkowej fazie asocjacji OCs dominującą rolę odgrywa frakcja rozpuszczalnych form materii organicznej. Dodatek ERCM do gleb skutecznie modyfikował dynamikę interakcji PAHs-SOM, co sugeruje różną efektywność sorpcji i duże znaczenie czasu starzenia. Ponadto stwierdzono, że egzogenne materiały bogate w węgiel organiczny stosowane do regeneracji gleb mogą znacząco wpływać na procesy dyssypacji OCs do poszczególnych komponentów SOM. Niemniej, ich efektywność i trwałość zależy od warunków środowiskowych oraz właściwości stosowanych sorbentów.

Celem publikacji pt.: „Sorption of organic contaminants by stable organic matter fraction in soil” była ocena wpływu stabilnych form S-SOM na akumulację OCs w glebach z zastosowaniem badań opartych na spektroskopowej charakterystyce molekularnej S-SOM oraz doświadczeniu sorpcyjnym interakcji S-SOM ze związkami z grupy pestycydów chlorowanych - OCP: 4,4’DDT, NCP (atrazyna) a także PAHs (chryzen). Wyniki badań wskazują na występowanie niespecyficznych oddziaływań pomiędzy zanieczyszczeniami i materią organiczną. S-SOM charakteryzuje się różnym stopniem przekształcenia i właściwościami chemicznymi determinującymi sposób oddziaływania z OCs. Wyniki analiz spektroskopowych potwierdziły (dane z pracy IV.2.1), że głównym składnikiem S-SOM są naturalnie występujące cząsteczki biopolimerów roślinnych w różnych stadiach przeobrażenia, które zawierają liczne aromatyczno-alifatyczne podstawniki o charakterze hydrofilowym. Występowanie grup hydrofilowych determinuje podatność S-SOM na procesy peptyzacji/koagulacji, co wiąże się z ich odpornością na degradację, migracją w profilu glebowym oraz zdolnością do tworzenia wielowartościowych chelatów. Widma EEM potwierdziły niewielką zawartość układów wiązań nienasyconych, takich jak struktury aromatyczne z różnymi typami i liczbą podstawników zdolnych do wysokiego stopnia koniugacji - uważanych za "dojrzałe" formy SOM. Z badań wynika, że proces adsorpcji jest korzystny, wskazując na powstawanie silnych oddziaływań między adsorbentem a cząsteczkami zanieczyszczeń. Jest to związane z rywalizacją o miejsca sorpcyjne na sorbencie S-SOM przez poszczególne OCs, które wykazując duże powinowactwo do S-SOM układają się w przylegające do siebie warstwy. Zmienność siły sorpcji potwierdza niejednorodny charakter S-SOM, co istotnie wpływa na akumulację OCs. Pojedyncze jednostki SOM łączą się ze sobą na podstawie tożsamości grup funkcyjnych, tworząc rozbudowane domeny o charakterze

połączonych mikroskładników działających niezależnie jako skondensowana faza mikropodziału w funkcji czasu i składnika sorbenta. Sorpcja w domenach skondensowanych jest zazwyczaj utrudniona ze względu na dużą sztywność i gęstość struktury, co mogło powodować powolną sorpcję chryzenu i 44'DDT. Atrazyna ulegała szybkiej sorpcji, co może wynikać z mniejszej masy cząsteczkowej i większej reaktywności podstawników aminowych i metylenowych. Łańcuchy boczne S-SOM o wysokim stopniu rozgałęzienia mogą kondensować z cząsteczkami OCs przez wiązania kowalencyjne, zmniejszając oddziaływania międzycząsteczkowe poprzez wbudowywanie OCs w struktury. Struktura S-SOM jest zdominowana przez liczne wzajemnie przenikające się ugrupowania węglowodano- i lignino-podobne, tworzące niezależne domeny sorpcyjne w obrębie faz amorficznych. Wzajemne przenikanie się fazy skondensowanej i amorficznej w S-SOM powoduje powstawanie bardziej aktywnych i stabilnych miejsc wiązania, co pozwala na trwałą i skuteczną okluzję cząsteczek OCs. Procesy te istotnie wpływają na migrację, zawartość i dostępność OCs w glebie, dlatego są kluczowe w ocenie ryzyka środowiskowego obszarów narażonych na oddziaływanie zanieczyszczeń.

Podsumowując tę część recenzji stwierdzam, że cykl publikacji przedstawiony jako osiągnięcie naukowe wnosi istotny wkład w poznanie wpływu składu frakcyjnego i struktury molekularnej SOM na potencjał sorpcyjny i mechanizm dostępności (procesy transformacji) względem zanieczyszczeń organicznych w glebie. **Najważniejsze osiągnięcia wynikające z przeprowadzonych badań przedstawionych w cyklu publikacji to:**

1. Uzupelnienie luki w wiedzy dotyczącej mechanizmów interakcji OCs-SOM i warunków akumulacji OCs w glebie oraz budowy molekularnej, składu i właściwości chemicznych poszczególnych frakcji SOM, w tym mało poznanych HN.
2. Ustalenie, że dostępność zanieczyszczeń jest promowana przez labilne frakcje materii organicznej, w tym FA i HA, natomiast trwałość zależy od stosunkowo stabilnych frakcji, takich jak HN. Dlatego wyższy udział kwasów humusowych w SOM zwiększa potencjalną mobilność i biodostępność OCs. Bardziej zaawansowane procesy humifikacji wpływają na większą trwałość i mniejszą potencjalną dostępność zanieczyszczeń, co powoduje mniejszą bioakumulację i ograniczenie toksyczności tych związków.
3. Wykazanie, że tempo sorpcji i czas starzenia OCs w glebach uzależnione są od chemicznej różnorodności SOM, a dodatek egzogennych materiałów organicznych bogatych w węgiel, może modyfikować translokację zanieczyszczeń pomiędzy frakcjami i sposób ich wiązania.
4. Szczegółowe określenie wpływu stabilnej frakcji materii organicznej na procesy wiązania zanieczyszczeń wraz z charakterystyką poszczególnych domen tworzących aktywne miejsca sorpcyjne. Procesy te charakteryzują się występowaniem oddziaływań intermolekularnych, w wyniku których cząsteczki zanieczyszczeń penetrują struktury SOM i/lub są zatrzymywane poprzez działania sił chemicznych istotnie ograniczając biodostępność i potencjalną migrację zanieczyszczeń w glebie. Najszybciej wiązane są związki hydrofilowe o niewielkiej średnicy cząsteczek wyposażone w podstawniki o charakterze elektronoakceptorowym.

Sformułowane wnioski wynikają z badań wchodzących w skład osiągnięcia naukowego i świadczą o doświadczeniu dr Aleksandry Ukalskiej-Jarugi w zakresie podjętego problemu badawczego dotyczącego budowy molekularnej i niejednorodności składu SOM oraz mechanizmów wpływających na jej potencjał sorpcyjny wobec zanieczyszczeń o różnych właściwościach fizykochemicznych. W mojej ocenie **prace składające się na osiągnięcie naukowe stanowią oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, reprezentują wysoki poziom naukowy i wnoszą istotny wkład w rozwój dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo**, a zatem w pełni spełniają wymagania art. 219 ust.1, pkt.2 ustawy PSzWiN niezbędne do nadania stopnia doktora habilitowanego.

### 3. Ocena pozostałej aktywności naukowej, w tym realizowanej w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej

Pozostały dorobek naukowo-badawczy dr Aleksandry Ukalskiej-Jarugi jest bardzo obszerny. Obejmuje on 125 opracowań naukowych (Załącznik 4, pkt II.2.1-10, II.4.1-31, II.7.1-84), w tym 31 publikacji naukowych (27 posiada IF, w tym 22 po uzyskaniu stopnia doktora), 4 prace opublikowane w czasopismach nieindeksowanych w bazie JCR (w tym 2 po doktoracie), 1 rozdział w monografii w języku angielskim (przed doktoratem), 9 rozdziałów w monografii w języku polskim (w tym 2 po doktoracie), 11 referatów (5 po doktoracie) i 73 posterów/komunikatów naukowych (31 po doktoracie). Po uzyskaniu stopnia doktora jej dorobek obejmuje 62 prace wieloautorskie, w których w 31 jest pierwszym autorem. Opracowania wieloautorskie świadczą o aktywnym uczestnictwie Habilitantki w interdyscyplinarnych grupach badawczych oraz szerokiej współpracy z naukowcami spoza macierzystej jednostki.

Łączna suma punktów MNiSW/MEiN publikacji (wraz z pracami wchodzącymi w skład osiągnięcia) wg danych na dzień 28.02.2023 roku wynosi 2775 punktów, sumaryczny IF=103,795, odpowiednio **po uzyskaniu stopnia naukowego doktora 2530 punktów a sumaryczny IF=90,221. Liczba cytowań publikacji naukowych (bez autocytowań) wg Web of Science = 304, indeks Hirscha (h-index) według bazy Web of Science = 10. Dane te wskazują na dynamiczny rozwój naukowy Kandydatki po uzyskaniu stopnia doktora**

Od początku swojej działalności naukowej Kandydatka ma ściśle ukierunkowane plany naukowo-badawcze, które koncentrują się głównie na: (i) analizie procesów akumulacji wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (PAHs) w glebach oraz ocenie potencjału SOM do akumulacji zanieczyszczeń, (ii) analizie zanieczyszczeń z grupy pestycydów i metali poprzez rozpoznanie aktualnego stanu zanieczyszczenia gleb użytkowanych rolniczo w kraju i na świecie, ze względu na zagrożenia związane z ryzykiem przedostania się zanieczyszczeń do żywności.

Pierwsze prace badawcze dotyczyły analizy chemizmu gleb związanego z potencjałem akumulacji oraz trwałością zanieczyszczeń, których zawartość w glebach uzależniona jest od zawartości materii organicznej. Efektem tych badań są publikacje (Załącznik 4, pkt. II.4.1, II.4.5, II.4.10). Prace badawcze poszerzyła o analizę zanieczyszczeń z grupy pestycydów i metali, poprzez rozpoznanie aktualnego stanu zanieczyszczenia gleb w kraju i na świecie (Załącznik 4, pkt. II.2.7, II.4.14, II.4.15). Stwierdziła, że gleby użytkowane rolniczo w Polsce nie zawierają podwyższonych zawartości zanieczyszczeń a odnotowane przekroczenia mają charakter lokalny. Natomiast wyniki badań z Azerbejdżanu wykazały znaczącą trwałość pestycydów w glebach na terenach składowisk i fabryk środków ochrony roślin, a tym samym wysokie zagrożenie usług ekosystemowych gleb (publikacje: Załącznik 4, pkt. II.2.1, II.2.3, II.4.12). Prowadzone w tym kierunku dalsze badania dotyczyły oceny ekotoksycznych efektów oddziaływania tych związków, zarówno w ekosystemach lądowych (publikacje: Załącznik 4, pkt. II.4.7, II.4.9, II.4.19) jak i wodnych (publikacje: Załącznik 4, pkt. II.4.21, II.4.27). Badania wykazały, że kluczowym czynnikiem wpływającym na ograniczenie mobilności i toksyczności zanieczyszczeń jest materia organiczna, która poprzez swoje właściwości sorpcyjne może skutecznie immobilizować zanieczyszczenia.

Z uwagi na brak aktualnych danych literaturowych dotyczących różnorodności składu frakcyjnego i chemicznego, struktury molekularnej oraz właściwości determinujących zdolność do wiązania zanieczyszczeń przez SOM Habilitantka podjęła kolejne badania z tego zakresu (publikacje: Załącznik 4, pkt. II.2.2, II.4.3, II.4.8, II.4.11, II.4.22, II.4.23, II.4.30). Rozpoznanie różnic w chemoróżnorodności SOM stanowiły podstawę do podjęcia kolejnych celów badawczych umożliwiających szczegółową ocenę procesów sorpcji zanieczyszczeń z grupy pestycydów i WWA (publikacje: Załącznik 4, pkt. II.4.13, II.4.16, II.4.31).



Należy podkreślić, że **wyniki badań prowadzonych przez Kandydatkę w istotny sposób przyczyniały się do propagacji wiedzy na temat konieczności ochrony zasobów SOM**, w szczególności w glebach użytkowanych rolniczo, w aspekcie sposobów zarządzania i zrównoważonego użytkowania (publikacje: Załącznik 4, pkt. II.2.4, II.2.5, II.2.6, II.2.8, II.2.9, II.4.17). Gleby ubogie w materię organiczną wykazują wysoką podatność na degradację związaną ze spadkiem urodzajności oraz pogorszeniem ogólnego stanu sanitarnego. Deficyty węgla organicznego mogą być kompensowane poprzez dodatek egzogennych biodegradowalnych odpadów organicznych, zgodnie z założeniami gospodarki w obiegu zamkniętym (publikacje: Załącznik 4, pkt. II.4.4, II.4.6, II.4.18, II.4.25). Egzogenne materiały organiczne mogą stanowić również materiał o wysokim potencjale remediacyjnym (publikacje: Załącznik 4, pkt. II.2.10, II.4.26).

Habilitantka w ramach współpracy z zootechnikami, prowadzi również badania wpływu stanu ekosystemu rolno-leśnego na przyswajalność i akumulację mikro- i makro- elementów oraz pierwiastków śladowych przez zwierzęta z rodziny jeleniowatych (publikacje: Załącznik 4, pkt. II.4.20, II.4.24, II.4.28, II.4.29).

Wyniki badań Habilitantki przedstawiają w sposób kompleksowy funkcje SOM oraz jej poszczególnych komponentów w procesach akumulacji zanieczyszczeń. Opublikowane prace stanowią swoiste studium analiz, w którym szczegółowo wskazano procesy sorpcji zanieczyszczeń w czasie, ich dostępność oraz limity zawartości materii organicznej, które w wysokim stopniu determinują podatność gleb na zanieczyszczenie. **Badania mają dużą wartość naukową i aplikacyjną**, przyczyniając się do zrozumienia procesów ograniczonej biodostępności zanieczyszczeń w glebach. Uzyskane wyniki mogą być wykorzystywane jako efektywne narzędzie przy wyznaczaniu obszarów narażonych na zanieczyszczenie toksycznymi związkami organicznymi lub planowaniu działań w zakresie remediacji terenów skażonych. Ponadto, publikacje zawierają unikatowe opracowanie szczegółowo scharakteryzowanych, zoptymalizowanych i zwalidowanych nowoczesnych metod badawczych (GC-MS/MS, VIS-nearIR, UV-VIS, FTIR, EEM) służących ocenie składu ilościowego i jakościowego materii organicznej oraz zawartości różnych grup zanieczyszczeń.

Pani dr Aleksandra Ukalska-Jaruga uczestniczyła w realizacji 10. (6. po uzyskaniu stopnia doktora) projektów badawczych finansowanych w drodze konkursów krajowych (Narodowe Centrum Nauki OPUS: (2012-2016) nr 2011/03/B/ST10/05015, (2019-2022) nr 2018/31/B/ST10/00677, (2023-2027) nr 2022/45/B/NZ8/02398 i PRELUDIUM (2018-2021) nr 2018/29/N/ST10/01320 – **kierownik**; Narodowe Centrum Badań i Rozwoju LIDER XII INNO-MIK (2022-2024) lub zagranicznych (projekt Greenland „Sustainable management and gentle remediation of trace element contaminated land (2011-2014); projekt Polsko-Czeski CZ.3.22/1.2.00/12.03445 „Zagrożenia oraz korzyści wynikające z wprowadzania do gleb egzogennej materii organicznej” (2013-2015); EJP SOIL European Joint Programme (2020-2025) „Towards climate-smart sustainable management of agricultural soils” - **Co-lider** z IUNG-PIB WP5 “Education, training and capacity building”; ProbeField “A novel protocol for robust in field monitoring of carbon stocks and soil fertility based on proximal sensors and existing soil spectral libraries” 92021-2024; HORIZON-FPA, “Support Structure for Soil Living Labs” (2023-2027) Proposal acronym: SOILL – **wykonawca/koordynator** z IUNG-PIB).

Ponadto Kandydatka brała udział w realizacji projektów finansowych przez krajowe instytucje tj. Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi: Zadanie 1.2 w Programie Wieloletnim IUNG-PIB (2014-2015) i (2019-2022), Program badawczy IUNG-PIB nr 7.0 (2023-2024); Ministerstwo Edukacji i Nauki: Program badawczy IUNG-PIB nr 4.10 (2012-2015), Program badawczy IUNG-PIB nr 3.11 (2016-2018), Program badawczy IUNG-PIB nr 3.17 (2017-2019), Program badawczy IUNG-PIB nr 2.41/1.03 (2019-2022), Projekt pn. Młodzi Naukowcy IUNG-PIB (2018), Program badawczy IUNG-PIB nr 2.4 (2022-2024); Projekt „Monitoring Chemizmu Gleb Ornych w Polsce w latach 2015-2017”;

Projekt pn. „Gleba – przestrzeń rolnicza. Zrównoważone rolnictwo na terenach ekologicznych Lubelskiego Węgla Bogdanka S.A” (2020-2021); Projekt pn. WEPR: ”Wsparcie ekologicznej produkcji rolnej” Departament Cyfryzacji, Geodezji i Kartografii Urząd Marszałkowski Województwa Mazowieckiego w Warszawie (2020-2021); Projekt pn. „Rozpoznanie głównych zagrożeń zanieczyszczenia gleb na obszarach użytkowanych rolniczo województwa Lubelskiego” we współpracy z Wojewódzkim Funduszem Ochrony Środowiska (2023).

Pani dr Aleksandra Ukalska-Jaruga współpracuje z naukowcami z zagranicznych i krajowych ośrodków naukowych, m. in.: (i) USDA-ARS (United States Department of Agriculture), Iowa, USA w ramach współpracy z prof. Dan Olk złożono do Narodowego Centrum Nauki w ramach konkursu HARMONIA wnioski (ID: 417228) oraz w ramach konkursu SONATA wnioski (ID: 559546), (ii) Swedish University of Agricultural Science w ramach projektu EJP SOIL Horizon 2020 Programme „Towards climate-smart sustainable management of agricultural soils” w którym pełni funkcję co-lidera z IUNG-PIB WP5 “Education, training and capacity building”; (iii) Non-Governmental Research Organization Biologic, Romania, złożono dwa wnioski projektowe w konkursach KE BIODIVERSA, Biodiversa2022-633, pn.: ‘Multifunctional role of forest in preserving biodiversity and ecosystem service in increasingly hostile arid climate’, Acronim: BioForest oraz Joint Transnational Call 2022 “Management of water resources: resilience, adaptation and mitigation to hydroclimatic extreme events and management tools” Proposal number: Water4All-2022-00009, Acronim: Trees4Water; (iv) European Network of Living Labs (ENoLL) w ramach przygotowania i realizacji wniosku grantowego HORIZON-FPA, Support Structure for Soil Living Labs, HORIZON-MISS-2022-SOIL-01-08 Proposal number: 101112782 Proposal acronym: SOILL; (v) University of Bari, konsultacje w ramach badań nad SOM w aspekcie analiz chemoróżnorodności struktur i form jej występowania oraz interpretacji wyników otrzymanych analiz; współorganizacja sesji naukowych na konferencji European Geoscience Union w latach 2020-2021: 1. Weber J., Miano T., Ukalska-Jaruga A. European Geoscience Union (EGU) General Assembly, sesja nr SSS.5.7 pt. “Mutual interaction of humic substances with heavy metals, pesticides and PAHs”, 4-8 May 2020, Wiedeń, Austria (webinarium), 2. Weber J., Miano T., Ukalska-Jaruga A. European Geoscience Union (EGU) General Assembly, sesja nr SSS.7.8 pt. “Novel sorbent materials and humic substances for environmental remediation” 19-30 kwietnia 2021, Wiedeń Austria (webinarium); (vi) Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej - realizacja badań dotyczących zanieczyszczenia osadów dennych i organizmów związanych bezpośrednio ze środowiskiem wodnym przez związki z grupy WWA oraz badań nad wpływem dodatków doglebowych pochodzących z różnych substratów wyjściowych na SOM, publikacja współautorskich prac (Załącznik 4, pkt. II.4.2; pkt. II.4.6; pkt. II.4.21; pkt. II.4.27), URK, Katedra Gleboznawstwa i Agrofizyki złożenie wniosku w ramach konkursu Narodowego Centrum Nauki, OPUS (ID: 481501); (vii) Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Nauk o Glebie, Żywności i Ochrony Środowiska, przygotowano 3 wnioski w ramach konkursów Narodowego Centrum Nauki, OPUS (ID: 432708), SHENG (ID: 417152) i HARMONIA (ID: 417228), realizacja projektu pt. „Właściwości spektroskopowe i chemiczne glebowej frakcji humin w odniesieniu do ich wzajemnych interakcji z pestycydami” - opublikowanie 2. współautorskich prac (Załącznik 4, pkt. II.4.7; pkt. II.4.23); (viii) Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Katedra Bioinżynierii, analizy oddziaływań zanieczyszczeń z poszczególnymi komponentami gleb - opracowanie wskaźników i ich interpretacja w aspekcie procesów akumulacji i strat węgla w glebie, złożono wnioski w konkursach Narodowego Centrum Nauki, OPUS (ID: 559546) i SONATA (ID: 571241) oraz opublikowano 3 współautorskie prace (Załącznik 4, pkt. II.4.22; pkt. II.4.25; pkt. II.4.31); (ix) Uniwersytet Adama Mickiewicza w Poznaniu, Zakład Teledetekcji Środowiskowej i Gleboznawstwa, kompleksowa ocena zanieczyszczenia gleb przez organiczne związki szkodliwe na terenach silnie zanieczyszczonych w wyniku składowania odpadów niebezpiecznych na

obszarze byłego lotniska w Azerbejdżanie, efektem tej współpracy było opublikowanie współautorskiej pracy (Załącznik 4, pkt. II.4.15); (x) Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Katedra Gleboznawstwa, organizacja corocznych spotkań Krajowej Platformy Glebowej; SGGW, Centrum Wodne realizacja badań z zastosowaniem technik VIS-NIR w identyfikacji właściwości spektralnych gleb i materiałów roślinnych oraz mikroskopu elektronowego w ocenie migracji różnych typów zanieczyszczeń (w tym nanoplastików i plastyfikatorów) w obszarach gleba-roślina, złożono wniosek w konkursie Narodowego Centrum Nauki SONATA (ID: 571241) oraz opublikowano współautorską pracę (Załącznik 4, pkt. II.4.30); (xi) Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Zakład Etologii Zwierząt oraz Zakład Instrumentalnej Analizy Żywności, analizy pierwiastków śladowych i związków szkodliwych w różnych tkankach biologicznych (rośliny, zwierzęta) efektem są opublikowane 4 współautorskie prace (Załącznik 4, pkt. II.4.20; pkt. II.4.24; pkt. II.4.28, pkt. II.4.2).

Za działalność naukową Kandydatka została nagrodzona m.in.: nagrodą Międzynarodowego Towarzystwa Substancji Humusowych (travel grant IHSS), nagrodą Prezesa Polskiej Akademii Nauk - Oddział w Lublinie, odznaką honorową Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi „Zasłużony dla Rolnictwa”, nagrodą połączoną ze stypendium Ministra Edukacji i Nauki dla „Wybitnych młodych naukowców”. Była nominowana do nagrody Naukowiec Przyszłości 2021 przez Centrum Inteligentnego Rozwoju.

Należy do licznych towarzystw naukowych: International Humic Substances Society (IHSS), European Geosciences Union (EGU), International Union of Soil Sciences (IUSS), American Chemical Society (ACS).

Pełni rolę edytora w czasopiśmie Sustainability (Topical Advisory Panel Member). Była recenzentem w 39. czasopismach naukowych, w tym 28. z listy JCR oraz konkursach organizowanych przez Komisję Europejską (numer experta: EX2019D352989), m.in. Marie Skłodowska-Curie Actions, Individual Fellowships oraz The National Innovation Office in Hungary. Bierze czynny udział w pracach Komisji KT 191 ds. Chemii Gleby, Polskiego Komitetu Normalizacyjnego opiniując normy krajowe i zagraniczne wprowadzane w Polsce. Jest członkiem zespołu audytu wewnętrznego HRS4R w IUNG-PIB, w celu nadzoru nad odpowiednią procedurą wdrażania strategii HR (Human Resources).

Podsumowując, przebieg rozwoju naukowego i kariery zawodowej Habilitantki uważam za właściwy, m.in. dlatego, że zapewnił rozwój naukowy w podjętym obszarze badawczym i jednocześnie umożliwił wypracowanie **istotnego wkładu naukowego w rozwój dyscypliny naukowej rolnictwo i ogrodnictwo w wyniku Jej aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni czy instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej**, co jest wymogiem niezbędnym do nadania stopnia doktora habilitowanego zgodnie z art. 219 ustawy PSzWiN.

#### **4. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych, popularyzujących naukę i współpracy z otoczeniem gospodarczym i społecznym**

Od początku swojej pracy zawodowej, tj. od 2013 roku dr Aleksandra Ukalska-Jaruga jest zatrudniona w Instytucie badawczym, dlatego działalność dydaktyczna nie jest wpisana na stałe w Jej obowiązki zawodowe. Niemniej jednak Habilitantka dotychczas opiekowała się praktykantami (10 osób), stażystami (2 osoby) oraz nowo przyjętymi pracownikami do Zakładu Gleboznawstwa Erozji i Ochrony Gruntów IUNG-PIB (4 osoby). W ramach tych działań prowadziła szkolenia z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratorium, obsługi aparatury analitycznej oraz metod chemicznych wykorzystywanych w badaniach gleb. W 2023 roku zorganizowała dla pracowników Zakładu Gleboznawstwa Erozji i Ochrony Gruntów IUNG-PIB indywidualne szkolenie pt.: „Od poboru próbek środowiskowych do raportu z badań - kluczowe elementy walidacji”, które miało na

celu intensyfikację wysiłków w dążeniu do zachowania poprawnej jakości pracy w laboratorium i związanej z nią spójnością pomiarową i poprawności kontroli otrzymywanych wyników badań.

Kandydatka brała udział w przygotowaniu i organizacji cyklicznych wykładów i ćwiczeń (2014-2020) dla uczniów Zespołu Szkół Technicznych im. Marii Skłodowskiej-Curie w Puławach, dotyczących przedstawienia działalności Zakładu Gleboznawstwa Erozji i Ochrony Gruntów oraz zapoznania z metodami oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi i szczegółowymi technikami ich identyfikacji. Prowadziła zajęcia informacyjno-dydaktyczne z zastosowania analiz chromatograficznych dla studentów studiów doktoranckich IUNG-PIB (2017). Jest promotorem pomocniczym pracy doktorskiej pt.: „Factors controlling content and transformations of dissolved organic matter components in agricultural soils at field and global scales” mgr Tinjang Ren, doktorantki w Szkole Doktorskiej Nauk Ścisłych i Przyrodniczych Uniwersytetu Marii Curie Skłodowskiej w Lublinie.

Habilitantka aktywnie uczestniczy w działalności organizacyjnej Instytutu. Brała udział w organizacji licznych międzynarodowych i krajowych konferencji, sympozjów oraz warsztatów naukowych takich, jak: Warsztaty naukowe „Ocena ryzyka ekologicznego na terenach rolniczych narażonych na oddziaływanie zanieczyszczeń chemicznych” (2012), Puławy; Warsztaty naukowe „Jakość i bezpieczeństwo żywności pochodzenia roślinnego w aspekcie ochrony gleb użytkowanych rolniczo” (2013), Puławy; Międzynarodowe warsztaty naukowe „International Soli Platform Meeting” (2013), Puławy; Międzynarodowe warsztaty naukowe “Protection of soil functions – challenges for the future” (2013), Puławy; XII Symposium „Trace Elements in the Environment” (2014), Puławy; Warsztaty Naukowe organizowane w ramach Krajowej Platformy Glebowej: „Wskaźniki oceny jakości gleb” (2016), „Aktualny stan i potrzeby ochrony gleb zasobnych w węgiel organiczny” (2018), „Usługi ekosystemowe gleb – wskaźniki i metody oceny” (2019), „Integracja i doskonalenie systemów klasyfikacji gleb Polski - gleby rolnicze, leśne i antropogeniczne” (2020) Warszawa, „Europejskie wyzwania w zakresie oceny i ochrony gleb” (2021), Puławy (webinarium), „Zwiększanie zawartości węgla w Polskich glebach – możliwości i ograniczenia” (2022), Puławy (webinarium); Międzynarodowe Warsztaty Naukowe „9th Chemical Bioavailability Workshop” (2017) Warszawa; 30 Kongres Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego „Gleba źródłem życia” (2019) Lublin/Puławy; European Geoscience Union (EGU) General Assembly: sesja nr SSS.5.7 pt. “Mutual interaction of humic substances with heavy metals, pesticides and PAHs” (2020), Wiedeń, Austria (webinarium), sesja nr SSS.7.8 pt. “Novel sorbent materials and humic substances for environmental remediation” (2021) Wiedeń Austria (webinarium); Konferencja naukowa w ramach realizacji projektu EJP SOIL pt. „Europejskie inicjatywy w obszarze badań i innowacji na rzecz ochrony gleb - wyzwania i szanse do 2030 r.” (2020) Puławy (webinarium); Dzień informacyjny programu EJP SOIL w IUNG-PIB (2021) Puławy (webinarium).

Od 2023 roku jest członkiem zespołu audytu wewnętrznego HRS4R w IUNG-PIB.

W obszarze działalności o charakterze popularnonaukowym należy zaliczyć udział Kandydatki we współpracy z Centralną Biblioteką Rolniczą w Puławach, w organizacji XXI Pikniku Naukowego na Stadionie Narodowym w Warszawie.

Habilitantka współpracuje z otoczeniem zewnętrznym. W latach 2020-2022 koordynowała prace laboratoryjne zlecone na rzecz Lubelskiego węgla Bogdanka S.A oraz Urzędu Marszałkowskiego Województwa Mazowieckiego. W ramach projektu „WEPR: Wsparcie ekologicznej produkcji rolnej” dla Klastra "Polska Natura" prowadzi doradztwo w aspekcie prawidłowego stosowania środków ochrony roślin oraz ochrony gleb przed degradacją. W ramach współpracy z RA-WA Ryszard Wasiak prowadziła badania analizów z surowców roślinnych w roztworach organicznych przy użyciu techniki GC-MS/MS. Z Syngenta Polska współpracuje w zakresie stosowania środków ochrony roślin w zależności od gleb o różnych właściwościach fizykochemicznych.

Kandydatka współpracowała z Polskim Komitetem Normalizacyjnym, Komisja Chemii Gleby (KT 191) w ramach opracowania ekspertyz tj. opiniowania/zgłaszania licznych uwag do projektów końcowych norm (Załącznik 4 pkt. III.5.1). Ponadto współpracowała Komendą Miejską Policji w Bydgoszczy w zakresie sporządzania odpowiedzi na pisma w sprawie prowadzonych czynności oraz sporządzenia raportu z przeprowadzonych badań. Natomiast dla Ministerstwa Klimatu i Środowiska, Departament Gospodarki Odpadami opracowała Odpowiedź na pismo dotyczące opinii dokumentów dotyczących Trwałych Zanieczyszczeń Organicznych.

Działalność dydaktyczną, organizacyjną, popularyzującą naukę i współpracę z otoczeniem społecznym i gospodarczym oceniam pozytywnie i wyrażam pogląd, że są one wystarczające i odpowiadają wymaganiom ustawowym stawianym kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego.

## 5. Konkluzja

Osiągnięcie naukowe w formie cyklu jednotematycznych publikacji pt.: „Wpływ chemoróżnorodności glebowej materii organicznej na potencjał sorpcyjny względem zanieczyszczeń organicznych”. oraz pozostała aktywność naukowa **stanowi istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej rolnictwo i ogrodnictwo**. Pozytywnie oceniam również działalność, dydaktyczną, organizacyjną i współpracę z otoczeniem społecznym i gospodarczym. Zatem na podstawie analizy dostarczonych mi dokumentów stwierdzam, że Habilitantka wykazuje się istotną aktywnością naukową. Jej osiągnięcie naukowe oraz pozostały dorobek naukowy i organizacyjny odpowiadają wymaganiom określonym w Rozdz. 3. art. 219 ust.1 pkt. 2b i 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2022 poz. 574). Kandydatka znacznie powiększyła swój dorobek naukowy po uzyskaniu stopnia naukowego doktora. W związku z powyższym składam wnioszek do Komisji Habilitacyjnej **o dopuszczenie dr Aleksandry Ukalskiej-Jarugi do dalszego postępowania o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych, dyscyplinie naukowej rolnictwo i ogrodnictwo**.

Jolanta Kwiatkowska-Malina