

Gliwice, 06.03.2025 r.

RECENZJA

osiągnięcia naukowego oraz aktywności naukowej **dr Viry Hovorukha**
z Uniwersytetu Opolskiego w związku z postępowaniem o nadanie Jej stopnia
naukowego doktora habilitowanego
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie
inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka

1. Podstawa opracowania

Recenzję sporządzono na podstawie powołania na recenzenta i powołanie w skład komisji habilitacyjnej przez Radę Naukową Uniwersytetu Opolskiego. Informację otrzymałem w piśmie przewodniczącego Rady Naukowej Pana dr hab. Sławomira Mitrusa, prof. UO z dnia 24 stycznia 2025. Załącznikiem do pisma był komplet dokumentów dr Viry Hovorukha w formie drukowanej oraz elektronicznej dotyczący wniosku z dnia 21 października 2024 o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. W komplecie dokumentów znajdowały się:

1. Dane wnioskodawcy.
2. Odpis dyplomu nadania stopnia doktora.
3. Autoreferat do wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego.
4. Wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny.
5. Kopie 10 publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego dr Viry Hovorukha zatytułowanego *Zastosowanie metod mikrobiologicznych do utylizacji odpadów organicznych z równoczesną produkcją wodoru i unieczynnianiem aktywnych form metali ciężkich*.
6. Oświadczenia współautorów o indywidualnym wkładzie w powstanie publikacji wskazanych jako osiągnięcie naukowe.
7. Potwierdzenia odbycia staży naukowych.

8. Potwierdzenia otrzymania nagród oraz uczestnictwa w warsztatach.

2. Podstawowe dane o habilitantce

Pani dr Vira Hovorukha uzyskała w 2013 roku tytuł magistra w specjalności mikrobiologia w Centrum Edukacyjno-Naukowym „Instytut Biologii”, Kijowski Uniwersytet Narodowy im. Tarasa Szewczenki w Kijowie. Jej praca magisterska pt. *Rozpowszechnianie bakterii redukujących żelazo w ekosystemach naturalnych* została wyróżniona za szczególne osiągnięcia naukowe. Kolejnym etapem jej rozwoju naukowego było uzyskanie w 2016 roku stopnia doktora nauk biologicznych w specjalności mikrobiologia w Instytucie Mikrobiologii i Wirusologii im. D.K. Zabołotnego Narodowej Akademii Nauk Ukrainy w Kijowie. Dysertacja doktorska Pani dr Viry Hovorukhy nosiła tytuł *Rola mikroorganizmów redukujących żelazo w cyklach biogeochemicznych węgla i żelaza*, a jej badania koncentrowały się na mikrobiologicznych procesach transformacji pierwiastków w środowisku naturalnym.

W latach 2011–2022 Pani dr Vira Hovorukha była związana z Instytutem Mikrobiologii i Wirusologii im. D.K. Zabołotnego Narodowej Akademii Nauk Ukrainy w Kijowie, gdzie pracowała kolejno jako inżynier I kategorii (2011–2016), młodszy pracownik naukowy (2016–2017), pracownik naukowy (2017–2021) oraz starszy pracownik naukowy w Dziale Biologii Mikroorganizmów Ekstremofilnych (2021–2022). W latach 2020–2021 pełniła także funkcję docenta w Katedrze Biotechnologii na Wydziale Bezpieczeństwa Środowiskowego, Inżynierii i Technologii Narodowego Uniwersytetu Lotniczego w Kijowie. Od 2022 roku jest zatrudniona na stanowisku adiunkta w Instytucie Inżynierii Środowiska i Biotechnologii Uniwersytetu Opolskiego.

Jej zainteresowania badawcze koncentrują się na zastosowaniu metod mikrobiologicznych do utylizacji odpadów organicznych, produkcji wodoru oraz unieczynnianiu aktywnych form metali ciężkich.

3. Charakterystyka osiągnięcia naukowego

Dr Vira Hovorukha przedłożyła jako osiągnięcie naukowe cykl dziesięciu powiązanych tematycznie artykułów naukowych, zatytułowany *Zastosowanie metod mikrobiologicznych do utylizacji odpadów organicznych z równoczesną produkcją wodoru i unieczynnianiem aktywnych form metali ciężkich*. Osiągnięcie to dotyczy interdyscyplinarnych badań nad biokonwersją odpadów organicznych, w szczególności fermentacją ciemną i bioremediacją metali ciężkich, z wykorzystaniem mikroorganizmów w procesach detoksykacji oraz odzysku energii.

Zaprezentowany cykl obejmuje zarówno badania podstawowe nad mikrobiologicznymi mechanizmami fermentacji, jak i aspekty aplikacyjne dotyczące wdrażania tych metod w przetwarzaniu odpadów. Poszczególne publikacje koncentrują się na analizie warunków procesowych, optymalizacji parametrów oraz wpływie składu odpadów na efektywność fermentacji i immobilizacji metali.

Lista publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego:

1. Hovorukha V. (2024) *The effect of fermentation modes on the efficiency of organic waste treatment in batch bioreactors*. Archives of Environmental Protection, 50(1), 80–86. [DOI: 10.24425/aep.2024.149434]. [Publikacja1]
2. Havryliuk O., Hovorukha V., et al. (2023) *A noxious weed Ambrosia artemisiifolia L. (ragweed) as sustainable feedstock for methane production and metals immobilization*. Sustainability, 15, 6696. [DOI: 10.3390/su15086696]. [Publikacja2]
3. Havryliuk O., Hovorukha V., et al. (2023) *Anaerobic degradation of the invasive weed Solidago canadensis L. (goldenrod) and copper immobilization by a community of sulfate-reducing and methane-producing bacteria*. Plants, 12, 198. [DOI: 10.3390/plants12010198]. [Publikacja3]
4. Hovorukha V., et al. (2022) *Detoxification of copper and chromium via dark hydrogen fermentation of potato waste by Clostridium butyricum strain 92*. Processes, 10, 170. [DOI: 10.3390/pr10010170]. [Publikacja4]
5. Tashyrev O., Hovorukha V., et al. (2022) *Spatial succession for degradation of solid multicomponent food waste and purification of toxic leachate with the obtaining of biohydrogen and biomethane*. Energies, 15, 911. [DOI: 10.3390/en15030911]. [Publikacja5]
6. Havryliuk O., Hovorukha V., et al. (2022) *Bioremediation of copper- and chromium- contaminated soils using Agrostis capillaris L., Festuca pratensis Huds., and Poa pratensis L. mixture of lawn grasses*. Land, 11, 623. [DOI: 10.3390/land11050623]. [Publikacja6]
7. Havryliuk O., Hovorukha V., et al. (2021) *Bioremoval of hazardous cobalt, nickel, chromium, copper and cadmium compounds from contaminated soil by Nicotiana tabacum plants and associated microbiome*. Biosystems Diversity, 29(2), 88–93. [DOI: 10.15421/012112]. [Publikacja7]
8. Havryliuk O., Hovorukha V., et al. (2021) *Anaerobic degradation of aquatic plant Pistia stratiotes and soluble Cu(II) detoxification by methanogenic granular microbial preparation*. Energies, 14(13), 3849. [DOI: 10.3390/en14133849]. [Publikacja8]

9. Hovorukha V., et al. (2021) *Hydrogen dark fermentation for degradation of solid and liquid food waste*. *Energies*, 14(7), 1831. [DOI: 10.3390/en14071831]. [Publikacja9]
10. Hovorukha V., et al. (2020) *High efficiency of food waste fermentation and biohydrogen production in experimental-industrial anaerobic batch reactor*. *The Open Agriculture Journal*, 14, 174-186. [DOI: 10.2174/1874331502014010174]. [Publikacja10]

Publikacja 1 stanowi podstawę cyklu publikacji. Przeprowadzono analizę efektywności dwóch wariantów fermentacji wieloskładnikowych stałych odpadów organicznych: ściśle beztlenowej fermentacji z syntezą wodoru oraz fermentacji z pulsacyjnym dostępem powietrza. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że oba podejścia stanowią skuteczną metodę przyspieszonej degradacji stałych odpadów organicznych, jednak różnią się pod względem uzyskiwanych efektów. Fermentacja ściśle beztlenowa jest bardziej efektywna w kontekście intensyfikacji procesu oraz uzysku wodoru, co czyni ją odpowiednim wyborem w zastosowaniach wymagających szybkiej biodegradacji i produkcji gazu energetycznego. Fermentacja z pulsacyjnym dostępem powietrza pozwala natomiast na dodatkowe oczyszczanie płynu pofermentacyjnego, co może być istotnym czynnikiem w aplikacjach ukierunkowanych na minimalizację zanieczyszczeń i dalszą obróbkę ścieków.

Badania zaprezentowane w Publikacji 2 dotyczą wykorzystania inwazyjnego gatunku roślinnego jako substratu do fermentacji metanowej. Autorzy wykazali, że *Ambrosia artemisiifolia* może służyć jako źródło węgla w procesach metanogenezy, jednocześnie przyczyniając się do unieczynnienia metali ciężkich w osadzie fermentacyjnym. Wyniki są istotne z punktu widzenia gospodarki o obiegu zamkniętym, choć konieczne jest dalsze badanie składu produktów fermentacyjnych oraz potencjalnych toksyn uwalnianych w trakcie rozkładu biomasy.

Podobnie jak w poprzednim artykule w Publikacji 3, Autorzy analizują wpływ biomasy roślin inwazyjnych na procesy fermentacyjne i immobilizację metali. Wyniki potwierdzają możliwość jednoczesnego wykorzystania fermentacji beztlenowej i mikrobiologicznej detoksykacji. W publikacji zabrakło jednak szczegółowej analizy interakcji między mikroorganizmami a metalami ciężkimi, co mogłoby dostarczyć dodatkowych informacji o mechanizmach immobilizacji.

Badania przedstawione w publikacji 4 koncentrują się na fermentacji ciemnej z użyciem szczepu *Clostridium butyricum*, oceniając jego zdolność do jednoczesnej produkcji wodoru i detoksykacji metali ciężkich. Wyniki sugerują, że warunki procesu

mają istotny wpływ na aktywność metaboliczną mikroorganizmów, jednak brakuje badań nad stabilnością ich działania w dłuższym okresie.

W publikacji 5 Autorzy analizują sukcesję mikrobiologiczną w trakcie fermentacji odpadów spożywczych. Praca wnosi istotny wkład w rozwój wiedzy o dynamice zmian populacji mikroorganizmów w procesach degradacyjnych, lecz nie uwzględnia wpływu potencjalnych inhibitorów metabolicznych na wydajność fermentacji.

Publikacja 6 koncentruje się na wykorzystaniu roślin trawiastych w procesie fitoremediacji gleb skażonych metalami ciężkimi. Wyniki wskazują na istotny potencjał tej metody, jednak brakuje analizy długoterminowej skuteczności oraz wpływu warunków glebowych na efektywność procesu.

Badania przedstawione w publikacji 7 stanowiły próbę określenia zdolności tytoniu do akumulacji metali ciężkich potwierdzając jednocześnie skuteczność tej rośliny w bioremediacji gleb zanieczyszczonych metalami. Wyniki sugerują, że specyficzne mikroorganizmy mogą wspomagać procesy detoksykacyjne, jednak w pracy zabrakło badań nad wpływem warunków atmosferycznych na efektywność fitoremediacji.

Publikacja 8 przedstawia wyniki badań nad możliwością wykorzystania *Pistia stratiotes* jako substratu do fermentacji metanowej. Wyniki wykazały potencjał tej rośliny w procesach biodegradacji, lecz nie uwzględniono możliwości powstawania produktów ubocznych mogących ograniczać efektywność fermentacji.

Badania przedstawione w publikacji 9 potwierdzają, że fermentacja ciemna może być efektywną metodą rozkładu odpadów spożywczych i jednoczesnej produkcji bioenergii. W publikacji pominięto jednak analizę wpływu rodzaju odpadu na efektywność procesu, co mogłoby dostarczyć dodatkowych informacji o stabilności działania układu mikrobiologicznego.

Ostatnia publikacja (10) w cyklu analizuje skalowanie fermentacji wodorowej odpadów spożywczych na poziomie eksperymentalnym. Badania są wartościowe z punktu widzenia aplikacyjnego, lecz konieczna jest dalsza walidacja wyników w warunkach rzeczywistych.

Przedłożony przez dr Virę Hovorukę cykl publikacji składa się z 10 artykułów naukowych, opublikowanych w recenzowanych czasopismach indeksowanych w Web of Science oraz Scopus, posiadających łącznie 27,004 Impact Factor (IF). Sumaryczna liczba punktów tzw. ministerialnych wynosi 890, co potwierdza wysoką wartość naukową osiągnięcia (dane aktualne na dzień złożenia wniosku).

Warto podkreślić, że większość publikacji została opublikowana w czasopiśmie open access jednego wydawnictwa, co świadczy o konsekwentnej strategii publikacyjnej autorki. Takie podejście sprzyja szerokiej dostępności wyników badań oraz zwiększa ich potencjał cytowań. Jednocześnie ograniczenie się głównie do jednej grupy wydawnictw może wpływać na odbiór dorobku w różnych środowiskach akademickich oraz jego rozpoznawalność w szerokim kontekście międzynarodowym.

Przedłożony cykl publikacji stanowi spójny zbiór badań nad mikrobiologicznymi metodami detoksykacji środowiska, biokonwersją odpadów organicznych oraz odzyskiem energii z biomasy. Publikacje prezentują kompleksowe podejście do zagadnień związanych z fermentacją ciemną, immobilizacją metali ciężkich oraz fitoremediacją, łącząc biotechnologię środowiskową, mikrobiologię i inżynierię procesową.

Warto podkreślić, że dr Hovorukha w autoreferacie szczególnie akcentuje interdyscyplinarny charakter swoich badań, wskazując na ich zastosowanie zarówno w ochronie środowiska, jak i w rozwoju technologii bioenergetycznych. Wyniki jej badań przyczyniają się do udoskonalenia metod oczyszczania ścieków, remediacji gleb oraz produkcji bioenergii.

Najważniejsze osiągnięcia autorki wynikające z cyklu publikacji:

1. Opracowanie nowych strategii mikrobiologicznego oczyszczania środowiska
 - Badania dr Hovorukhy wykazały, że szczepy bakterii redukujących siarczany i metanogeny mogą skutecznie immobilizować metale ciężkie.
 - Eksperymenty przeprowadzone w ramach badań wskazują na możliwość integracji fermentacji beztlenowej z procesami remediacji, co może mieć istotne znaczenie dla metod oczyszczania ścieków i rekultywacji gleb skażonych metalami ciężkimi.
2. Optymalizacja fermentacji ciemnej jako metody biodegradacji odpadów organicznych
 - Publikacje autorki dostarczają szczegółowych danych na temat parametrów wpływających na wydajność fermentacji, takich jak temperatura, czas retencji, skład mikrobiologiczny oraz stężenie substratu.
 - Badania wykazały możliwość jednoczesnego prowadzenia fermentacji wodorowej i metanowej, co zwiększa efektywność przetwarzania biomasy odpadowej.
3. Zastosowanie biomasy roślin inwazyjnych w procesach biokonwersji

- Przedstawione badania wskazują na potencjał wykorzystania roślin inwazyjnych w produkcji biogazu i immobilizacji metali ciężkich.
 - Eksperymenty przeprowadzone w ramach badań potwierdzają, że biomasa tych roślin może stanowić alternatywny surowiec do fermentacji metanowej, jednocześnie zmniejszając problem inwazyjnych gatunków w ekosystemach.
4. Rozwój interdyscyplinarnego podejścia do biotechnologii środowiskowej
- Cykl publikacji dr Hovorukhy pokazuje, że skuteczna biokonwersja odpadów wymaga połączenia mikrobiologii, inżynierii procesowej oraz analizy biochemicznej.
 - Wskazano na możliwość integracji metod fermentacyjnych z procesami remediacji gleb, stabilizacji metali ciężkich oraz produkcji bioenergii, co podkreśla interdyscyplinarność badań.

4. Ocena istotnej aktywności naukowej realizowanej na więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej

Dr Vira Hovorukha prowadzi aktywną działalność naukową wykraczającą poza jedną instytucję, realizując badania w różnych ośrodkach akademickich i naukowych w Europie, Azji oraz Ameryce Północnej. Jej międzynarodowa aktywność obejmuje udział w projektach badawczych, staże naukowe, współpracę w ramach publikacji oraz udział w międzynarodowych gremiach naukowych.

Po uzyskaniu stopnia doktora, dr Hovorukha uczestniczyła w 12 projektach naukowych, w tym w 5 jako główny wykonawca oraz w 7 jako wykonawca. Kluczowe międzynarodowe inicjatywy badawcze obejmują między innymi:

1. Ukraińsko-indyjski projekt badawczy (2015–2017).
2. Projekty (trzykrotnie) finansowane przez U.S. Civilian Research and Development Foundation (CRDF Global).
3. Program badań podstawowych Narodowej Akademii Nauk Ukrainy (2016–2018).
4. Program Fundacji Kościuszkowskiej.
5. Program EMBO Solidarity Grants.
6. Program Narodowego Centrum Nauki w Polsce.

Projekty te wskazują na aktywnie prowadzoną współpracę międzynarodową dr Hovorukhy oraz jej interdyscyplinarne podejście do biotechnologii środowiskowej.

Dr Hovorukha odbyła staże naukowe (dwukrotnie) w The University of Southern Mississippi oraz współprowadziła kurs pt. Application of thermodynamic prediction

for developement of microbial biotechnological approaches w Guru Jambheshwar University w Indiach. Uczestniczyła w warsztatach dotyczących biznesu organizowanych przez Departament Stanu USA w ramach GIST Innovates Ukraine. Najważniejsze osiągnięcia w zakresie aktywności naukowej oprócz realizacji ww. projektów, staży, udziału w programach europejskich i międzynarodowych dotyczą także publikacji we współpracy z naukowcami z różnych krajów, choć ich liczba jest stosunkowo mniejsza w stosunku do publikacji z naukowcami z Ukrainy. Efektem współpracy międzynarodowej dr Hovorukhy są między innymi publikacje naukowe, które powstały we współpracy z naukowcami z instytucji zagranicznych. Przykładem może być artykuł: Hovorukha V., Havryliuk O., Gladka G., Kalinichenko A., Sporek M., Stebila J., Mavrodi D., Mariychuk R., Tashyrev O.: *Detoxification of copper and chromium via dark hydrogen fermentation of potato waste by Clostridium butyricum strain 92, Processes* (2022, 10, 170); Współautor: Dr Dmitri Mavrodi – University of Southern Mississippi, USA.

Dorobek dr Hovorukhy potwierdza jej zaangażowanie w badania prowadzone w więcej niż jednej instytucji naukowej, w tym zagranicznej. Współpraca międzynarodowa przyczyniła się do rozwoju jej badań i zwiększenia ich rozpoznawalności w obszarze inżynierii środowiska i biotechnologii.

5. Wkład osiągnięć Habilitantki w rozwój dyscypliny naukowej

Dorobek naukowy dr Viry Hovorukhy obejmuje szeroki zakres zagadnień związanych z biotechnologią środowiskową, inżynierią procesową oraz technologiami bioenergetycznymi, co stanowi istotny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Przedstawione osiągnięcia badawcze dotyczą w szczególności:

- biokonwersji odpadów organicznych,
- fermentacji ciemnej jako metody produkcji bioenergii,
- mikrobiologicznej detoksykacji środowiska,
- technologii immobilizacji metali ciężkich,
- zastosowania roślin inwazyjnych w procesach biotechnologicznych.

Osiągnięcia Habilitantki wnoszą istotny wkład w rozwój nowoczesnych metod biotechnologicznego oczyszczania środowiska oraz produkcji bioenergii. Jej badania dostarczają nowych rozwiązań technologicznych w zakresie mikrobiologicznych metod remediacji środowiska oraz zastosowania fermentacji ciemnej w konwersji odpadów organicznych do biogazu, co ma istotne znaczenie dla strategii

zrównoważonego rozwoju i gospodarki cyrkularnej.

Dr Hovorukha jest autorką 97 prac naukowych (po uzyskaniu stopnia doktora), w tym:

- 15 artykułów w czasopismach z bazy JCR,
- 3 rozdziałów w monografiach,
- 29 artykułów w recenzowanych czasopismach,
- 50 streszczeń konferencyjnych.

Łączny Impact Factor (IF) jej publikacji wynosi 36,904, natomiast suma punktów MEiN to 1406.

Indeksy cytowań dr Hovorukhy według baz (na dzień złożenia wniosku):

- Web of Science: H-index = 5, liczba cytowań = 62 (po odjęciu autocytowań: 33),
- Scopus: H-index = 6, liczba cytowań = 113 (po odjęciu autocytowań: 65).

Dr Hovorukha aktywnie uczestniczyła w 37 międzynarodowych konferencjach naukowych, prezentując 11 doniesień ustnych i 6 posterów.

Najważniejsze wydarzenia obejmują:

- The Fourth China-Ukraine Forum on Science and Technology (Harbin, Chiny, 2018),
- 3rd International Conference "Smart Bio" (Kaunas, Litwa, 2019),
- V All-Polish Scientific-Practical Conference "Renewable Energy Sources - Theory and Practice" (Opole, Polska, 2019),
- International Forum on Climate Change and Sustainable Development (Mikołajów, Ukraina, 2021),
- VII International Scientific Conference "Latest Achievements of Biotechnology" (Kijów, Ukraina, 2023).

Dorobek dr Hovorukhy obejmuje publikacje o odpowiednio wysokim Impact Factor, liczne wystąpienia konferencyjne, współpracę międzynarodową oraz udział w projektach badawczych, co stanowi istotny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo, energetyka. Należy jednak zaznaczyć, że mimo aktywnego zaangażowania w projekty naukowe, dr Hovorukha nie pełniła dotychczas funkcji kierownika żadnego z nich. Jej rola ograniczała się do uczestnictwa w badaniach jako wykonawca, co wskazuje na jej wkład merytoryczny, lecz jednocześnie brak samodzielnego doświadczenia w zarządzaniu projektami badawczymi.

Nie umniejsza to wartości jej dorobku naukowego, gdyż publikacje oraz realizowane badania potwierdzają jej kompetencje w obszarze mikrobiologicznych technologii środowiskowych oraz biokonwersji odpadów organicznych. Jednakże, dalszy rozwój naukowy mógłby skorzystać na zdobyciu doświadczenia w koordynowaniu własnych

projektów badawczych, co pozwoliłoby na większą niezależność w kształtowaniu kierunków przyszłych badań oraz na umocnienie jej pozycji w środowisku naukowym. Najważniejsze osiągnięcia wnoszące wartość do dyscypliny obejmują:

1. Nowatorskie podejście do mikrobiologicznego oczyszczania środowiska, w szczególności remediacji metali ciężkich i fermentacji beztlenowej.
2. Opracowanie strategii konwersji biomasy odpadowej do biogazu, co wspiera rozwój technologii odnawialnych źródeł energii.
3. Integrację biotechnologii z gospodarką cykularną, umożliwiającą efektywne zarządzanie odpadami organicznymi i minimalizację ich wpływu na środowisko.

Podsumowując, badania dr Hovorukhy dostarczają cennych wyników zarówno na poziomie fundamentalnym, jak i aplikacyjnym, co czyni jej dorobek istotnym wkładem w rozwój nauki w zakresie inżynierii środowiska i technologii bioenergetycznych. Przyszłe badania powinny koncentrować się na walidacji procesów w skali przemysłowej oraz analizie efektywności ekonomicznej zaproponowanych technologii.

6. Podsumowanie i wniosek końcowy

Na podstawie przedstawionej dokumentacji stwierdzam, że wyniki badań przedstawione w cyklu 10 publikacji zatytułowanego *Zastosowanie metod mikrobiologicznych do utylizacji odpadów organicznych z równoczesną produkcją wodoru i unieczynnianiem aktywnych form metali ciężkich* są osiągnięciami naukowymi dr Viry Hovorukha. Udokumentowana aktywność naukowa wpisuje się w aktualne trendy dotyczące mikrobiologicznych metod remediacji środowiska, fermentacji ciemnej oraz biokonwersji biomasy do biogazu. Jej prace mają potencjalne zastosowanie w technologii oczyszczania ścieków, immobilizacji metali ciężkich oraz gospodarce obiegu zamkniętego. Udostępnione informacje potwierdzają, że dr Vira Hovorukha wnosząc znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej spełnia wymagania prawne w zakresie ubiegania się o stopień doktora habilitowanego (tekst jedn. Dz. U z 2023 r., poz. 742). Dlatego rekomenduję wniosek do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

06/03/25

Sebastian Werle