

Dr hab. inż. Małgorzata Cimochowicz-Rybicka,
Profesor Politechniki Krakowskiej
Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki
Katedra Technologii Środowiskowych
Ul. Warszawska 24
31-155 Kraków

Kraków, 27 listopada 2025

RECENZJA

osiągnięcia naukowego:

- 1. monografii naukowej pt. „Zastosowanie biopreparatów do intensyfikacji kofermentacji metanowej osadów ściekowych i odpadów tłuszczowych” oraz**
- 2. cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych pt. „Ocena właściwości nawozowych fosforanu magnezowo-amonowy w środowisku glebowym”**

oraz aktywności naukowej, działalności dydaktycznej, organizacyjnej, popularyzacyjnej

dr Małgorzaty Worwąg w związku z postępowaniem habilitacyjnym

1. Podstawa formalno - prawna i merytoryczna opracowania recenzji

Podstawa formalno-prawna oceny:

Pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka, Prodziekana ds. nauki Wydziału Infrastruktury i Środowiska Politechniki Częstochowskiej Pana dr hab. inż. Pawła Mirka, prof. PCz z dnia 6.10.2025r. R-WliS.BOD.521.1.2025.3.4 o powołaniu Komisji habilitacyjnej w celu przeprowadzenia postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, wszczętego na wniosek dr Małgorzaty Worwąg informującego o powołaniu dr hab. inż. Małgorzaty Cimochowicz-Rybickiej, prof. PK do pełnienia funkcji recenzentki w ww. postępowaniu habilitacyjnym oraz Uchwała nr 67/2024/2025 Rady Dyscypliny naukowej Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka Politechniki Częstochowskiej w roku akadem. 2024/2025 z dnia 22.09.2025r. w sprawie powołania komisji habilitacyjnej w ww. postępowaniu, w skład której, jako recenzentka, weszła dr hab. inż. Małgorzata Cimochowicz-Rybicka, prof. PK.

Podstawa merytoryczna oceny:

A. Osiągnięcia naukowe, które stanowią znaczący wkład w rozwój dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, a będących podstawą do nadania stopnia doktora habilitowanego zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2024 poz.1571 z póź. zm.) zostały przedstawione do oceny w postaci:

- 1. monografii naukowej (zgodnie z art. 219 ust.1. pkt 2a Ustawy) pt. „Zastosowanie biopreparatów do intensyfikacji kofermentacji metanowej osadów ściekowych i odpadów**

łuszczowych”, Małgorzata Worwąg, wydanej przez Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa, 2024, s. 1-133, ISBN: 978-83-65976-04-8, e-ISBN 978-83-65976-05-5, DOI: 10.17512/CUT/9788365976055, które w roku opublikowania monografii w ostatecznej formie było ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit.a,
oraz

2. cyklu 4 powiązanych tematycznie artykułów naukowych (zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2b *Ustawy*), pt. „*Ocena właściwości nawozowych fosforanu magnezowo-amonowy w środowisku glebowym*” opublikowanych w czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit.b.

B. Materiały, stanowiące załącznik do Wniosku o wszczęcie postępowania habilitacyjnego, przekazane recenzentce, a w szczególności:

1. Dane wnioskodawcy;
2. Kopia dokumentu potwierdzającego nadanie stopnia doktora;
3. Autoreferat (w języku polskim);
4. Wykaz osiągnięć;
5. Załączniki do Autoreferatu;
6. Egzemplarz monografii naukowej;
7. Elektroniczny zapis przedstawionej dokumentacji.

W Autoreferacie Habilitantka przedstawiła:

- a. Imię i nazwisko;
- b. Informację o wykształceniu, stopniu naukowym doktora, dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych;
- c. Omówienie osiągnięć (tytuł, cel naukowy osiągnięcia naukowego i osiągniętych wyników);
- d. Informację o wykazaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej (działalność naukowo-badawcza prowadzona przed i po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych oraz podsumowanie dorobku naukowego)
- e. Informację o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę

2. Podstawowe informacje o Habilitantce

Stopnie naukowe:

Dr Małgorzata Worwąg, w roku 2004, uzyskała licencjat na kierunku biotechnologia w Wyższej Szkole Pedagogicznej w Częstochowie na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym (obecnie Uniwersytet Jana Długosza w Częstochowie, Wydział Nauk Ścisłych, Przyrodniczych i Technicznych) – tytuł pracy: „*Znaczenie biologii molekularnej w badaniach nad filogenezą i ewolucją*” (promotor: dr Cezary Gębicki). Dwa lata później obroniła pracę magisterską na kierunku: biologia, w specjalności: biotechnologia roślin i mikroorganizmów na Uniwersytecie Śląskim w Katowicach, na Wydziale Biologii i Ochrony Środowiska, (obecnie Wydział Nauk

Przyrodniczych) – tytuł pracy: „*Test alleliczności mutantów karłowych *Hordeum vulgare L.* i analiza polimorfizmu DNA*” (promotor: prof. dr hab. Mirosław Małuszyński; recenzent: prof. dr hab. Iwona Szarejko). Stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska Habilitantka uzyskała w roku 2010 po obronie rozprawy doktorskiej na Politechnice Częstochowskiej, na Wydziale Inżynierii i Ochrony Środowiska – tytuł pracy: „*Intensyfikacja stabilizacji beztlenowej wybranych osadów ściekowych*” (praca obroniona z wyróżnieniem; promotor: prof. dr hab. inż. January Bień; recenzenci: dr hab. inż. Tadeusz Marcinkowski, dr hab. inż. Lidia Wolny, prof. PCz).

Zatrudnienie:

W latach 2010 – 2020 Habilitantka była adiunktem w Zakładzie Inżynierii i Chemii Środowiska, w Instytucie Inżynierii Środowiska (obecnie Katedra Sieci i Instalacji Sanitarnych), na Wydziale Infrastruktury i Środowiska, Politechniki Częstochowskiej. Pozostając na stanowisku adiunkta, na tym samym Wydziale, Pani dr Małgorzata Worwąg sprawowała, w okresie 09.2021 – 08.2024, funkcję Zastępcy Kierownika Katedry Sieci i Instalacji Sanitarnych. Począwszy od września 2024r., do chwili obecnej, jest Prodziekanem ds. dydaktycznych na Wydziale Infrastruktury i Środowiska Politechniki Częstochowskiej.

Habilitantka, mając podstawy wiedzy z dziedziny nauk ścisłych i przyrodniczych – biologia, od roku 2010 rozpoczęła swoją działalność naukową w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w obszarze technologii ścieków, ze szczególnym uwzględnieniem procesów przeróbki osadów ściekowych, koncentrując się na ich beztlenowej stabilizacji oraz zajmowała się zagadnieniami związanymi z procesami odzysku fosforu z tych osadów w kierunku wykorzystania go w środowisku glebowym (jako nawozy sztuczne).

3. Ocena osiągnięć naukowych Kandydatki

3.1. Wprowadzenie

W swoim wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego, dr Małgorzata Worwąg wskazała, jako swoje główne osiągnięcia naukowe, zgodnie z art. 221 ust.10 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tj. Dz.U. z 2021r. poz.478 z późn. zm.) monografię i cykl czterech powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych.

Wobec takiego zaprezentowania dorobku naukowego Kandydatki w Jej wniosku z dnia 28 maja 2025 roku do Rady Doskonałości Naukowej, dalsza analiza dorobku naukowego, zawarta w niniejszej recenzji, została podzielona na dwie główne części: ocenę osiągnięć naukowych (monografia i cykl artykułów) oraz analizę pozostałego dorobku Kandydatki.

3.2. Ocena osiągnięcia naukowego wskazanego przez Kandydatkę w Jej wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego - monografia

Pani dr Małgorzata Worwąg przedstawiła zagadnienie dot. intensyfikacji procesu współfermentacji osadów ściekowych i odpadów tłuszczowych (OT) za pomocą wybranych biopreparatów oraz przy zastosowaniu biopreparatu własnego. Prace badawcze z tego zakresu, jak również wyniki i wnioski, opisane zostały w monografii pt. „*Zastosowanie biopreparatów do intensyfikacji kofermentacji metanowej osadów ściekowych i odpadów tłuszczowych*”.

Monografia zawiera cztery rozdziały o numeracji od 1 do 4 wraz z podpunktami

(odpowiednio) oraz cztery nienumerowane pozycje, w tym rozdział *Podsumowanie i wnioski, Bibliografia, Streszczenia* (w języku polskim i angielskim). Zamieszczony został również *Wykaz ważniejszych oznaczeń* oraz *Wprowadzenie*.

W **Rozdziale 1**, Autorka przedstawiła część teoretyczną pracy dot. podjętej problematyki badawczej na podstawie wybranych przez siebie zagadnień z literatury przedmiotu. Rozdział ten zawiera ogólny opis procesu fermentacji metanowej i stosowanych w nim substratów, krótką charakterystykę osadów powstających na oczyszczalniach ścieków, rolę odpadów tłuszczowych we wspólnym procesie fermentacji z osadami ściekowymi, wspomaganie biodegradacji związków organicznych w warunkach beztlenowych za pomocą metod dezintegracji: m.in. mechanicznej (ultradźwiękowa), fizycznej (termiczna), chemicznej (alkaliczna, ozonowanie), biologicznej (enzymy). Ostatnie podrozdziały poświęcone zostały opisowi biopreparatów (charakterystyka, metody tworzenia, zastosowanie).

Podsumowanie recenzentki (Rozdział 1): całość tworzy podstawę teoretyczną do podjęcia opracowania założonego zagadnienia badawczego, wyrażonego w tytule pracy.

Rozdział 2 zawiera tezy, cel i zakres badań (pkt. 2.1) oraz metodykę badawczą (pkt. 2.2).

Na podstawie analizy literatury i wcześniejszych badań własnych, Habilitantka postawiła 3 tezy pracy:

- 1...*Dodatek biopreparatów wpływa na poprawę efektywności procesu fermentacji metanowej wyrażoną przez szybszą hydrolizę, wzrost współczynnika produkcji biogazu, poprawę stopnia przefermentowania.*
2. *Wpływ stosowanych biopreparatów na wzrost efektywności fermentacji metanowej zależy od rodzaju i dawki biopreparatu oraz udziału odpadów tłuszczowych w mieszaninie.*
3. *Skuteczność biopreparatów, w przypadku prowadzenia fermentacji ciągłej, jest związana z częstotliwością ich dodawania, która zależy od wielkości obciążenia bioreaktora odpadem tłuszczowym...*

Następnie Autorka nakreśliła 3 cele pracy i sformułowała cel naukowy monografii:

- 1...*Określenie wpływu dodatku biopreparatów na efektywność procesu fermentacji metanowej osadów ściekowych w oparciu o stopień przefermentowania.*
2. *Dobór najkorzystniejszych parametrów biopreparatów: rodzaju i dawki w zależności od udziału odpadów tłuszczowych w mieszaninie z osadami ściekowymi poddanyymi kofermentacji metanowej.*
3. *Ustalenie wpływu sposobu dawkowania biopreparatu w zależności od udziału odpadów tłuszczowych w mieszaninie z osadami ściekowymi na szybkość ustabilizowania się parametrów procesowych fermentacji metanowej: skład oraz współczynnik produkcji biogazu.*

Cel naukowy prowadzonych prac badawczych koncentrował się na określeniu *...wpływu dodatku biopreparatu na przebieg i efektywności procesu kofermentacji metanowej osadów ściekowych z odpadami tłuszczowymi...*

Zamieszczony opis obiektów badawczych i założony harmonogram prac doświadczalnych (pkt. 2.1.1) wskazał sposób przebiegu organizacji pracy wraz z przedstawieniem szczegółowych zadań nad realizacją celów i udowadnianiem tez pracy. W przyjętej metodyce badań (pkt.2.2), Habilitantka uwzględniła: charakterystykę użytych w badaniach substratów (mieszanina osadów nadmiernego i wstępnego z odpadami tłuszczowymi wraz z osadem przefermentowanym jako zaszczerpienie), opis stosowanych biopreparatów (komercyjne w postaci sypkiej: DBC Plus Typ L; DBC Plus Typ R5; płynne: drożdże *Saccharomyces cerevisiae* szczep PCM 2567-FY), opis biopreparatu własnego (wyizolowane mikroorganizmy z badanych osadów z dodatkiem 5% OT w s.m.o., zakres analiz fizykochemicznych, przedstawienie podstawowych parametrów

fermentacji metanowej, wskazanie statystycznego opracowania wyników).

Podsumowanie recenzentki (Rozdział 2): możemy stwierdzić zasadność i poprawność sformułowanych celów i postawionych tez pracy, a także właściwe sprecyzowany cel naukowy prowadzonych doświadczeń. Przyjęta metodyka badań zapewniła realizację podjętych badań doświadczalnych.

Uwagę zwraca kolejność zapisu: najpierw tezy potem cele/cel naukowy. Jakkolwiek nie ma reguły, ani jasno sprecyzowanych priorytetów w określaniu celu i stawianej tezy, to zazwyczaj najpierw określa się cel pracy, który stanowi ogólny zarys naszych zamierzeń badawczych i dążenie do uzyskania spodziewanych wyników, a następnie precyzuje się konkrety wręcz twierdzenie, które należy udowodnić (pozytywnie lub negatywnie). Cel nakreśla obszar tematyczny, a teza precyzuje problem badawczy postawiony w temacie pracy. Zdaniem recenzentki, w pracach z nauk inżyniersko-technicznych wystarczające jest stawianie celów (głównych, częściowych), aby zapewnić realizację, rozwiązania problemu badawczego, projektowego, wdrożeniowego.

W Rozdziale 3, najdłuższy rozdział (strony: 49/133), Habilitantka przedstawiła wyniki badań, które opisane w poszczególnych pkt, obejmują:

- (pkt. 3.1) zmiany parametrów fizykochemicznych podczas 10-dobowej współfermentacji metanowej uwzględniające zmiany: w suchej masie i suchej masie organicznej mieszanin osadów, ChZT, LKT, pH, zasadowości, LKT/Z;
- (pkt. 3.2) wpływ dodatku biopreparatów na efektywność fermentacji metanowej osadów ściekowych – proces 25-dobowy;
- (pkt. 3.3) wpływ dodatku biopreparatów na efektywność fermentacji metanowej osadów ściekowych – proces półciągły;
- (3.4) ocena statystyczna wyników badań.

Podsumowanie recenzentki (Rozdział 3): opis badań, przedstawienie graficzne i tabelaryczne wyników pozwalają czytelnikowi - biorąc pod uwagę ilość doświadczeń, wariantów i analizowanych parametrów - przeanalizować przebieg prowadzonych badań laboratoryjnych.

Rozdział 4, to blisko 14 stron analizy i dyskusji otrzymanych wyników badań. Habilitantka omówiła otrzymane wyniki w 3 głównych punktach:

- pkt. 4.1 – przebieg hydrolizy podczas 10-dobowej fermentacji metanowej osadów ściekowych i odpadów tłuszczowych z dodatkiem biopreparatów, w tym z biopreparatem własnym;
- pkt. 4.2 – wpływ dodatku biopreparatów na efektywność procesu podczas 25-dobowej fermentacji metanowej osadów ściekowych i odpadów tłuszczowych;
- pkt. 4.3 - wpływ dodatku biopreparatów na efektywność procesu podczas półciągłej fermentacji metanowej osadów ściekowych i odpadów tłuszczowych.

Podsumowanie recenzentki (Rozdział 4): Habilitantka przeprowadziła dokładną analizę swoich wyników badań, wzbogacając ją dyskusją w odniesieniu do rezultatów podobnych doświadczeń innych naukowców, tworząc tym samym pełniejszy obraz własnego wkładu w rozwój dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka dotyczącej części środowiskowo-energetycznej.

Autorka zwróciła uwagę na bardzo ważny problem technologiczny, a mianowicie, że utrzymanie stabilności procesu fermentacji metanowej osadów ściekowych jest bardzo trudne, nawet w warunkach laboratoryjnych, a w szczególności podczas eksploatacji pełnoskalowej. Efektywność procesu zależy od wielu czynników: (m.in. pH,

temperatury, zależności biocenotycznych, substancji toksycznych), a znaczącą rolę odgrywa skład substratu. Dlatego istotne jest szukanie rozwiązań w celu zapewnienia tej stabilności, w szczególności gdy możemy uzyskać dobre efekty energetyczne (produkcja metanu).

Habilitantka przyjęła obliczony stopień przefermentowania badanych mieszanin osadów jako jeden z głównych parametrów przy ocenie wpływu zastosowanych biopreparatów do intensyfikacji procesu współfermentacji osadów ściekowych i odpadów tłuszczowych. Wartości tych parametrów przedstawiła na wykresach, co z jednej strony jest czytelne i łatwe do analizy danej serii badawczej, z drugiej strony różna skala przyjęta na osi rzędnych utrudnia szybkie porównanie wyników pomiędzy seriami badań. Pewnym rozwiązaniem byłoby ujednoczenie skali lub zestawienie tabelaryczne otrzymanych rezultatów.

W serii trzeciej badań (proces półciągły), monitorowana była również produkcja biogazu, w szczególności objętość wydzielającego się metanu – kalorycznego gazu, który charakteryzuje energetyczny potencjał hodowanej biomasy. Warto podkreślić fakt, iż Habilitantka uzyskała stosunkowo wysoki procent produkcji metanu (pow. 70% poza rozruchem bioreaktora) w próbach mieszanych z dodatkiem biopreparatów – co zostało zinterpretowane przez Autorkę badań.

Opis prac badawczych, analiza i dyskusja rezultatów pozwoliły Habilitantce na sprecyzowanie wniosków końcowych, które zostały zamieszczone w kolejnym rozdziale.

W Rozdziale: Podsumowanie i wnioski, Habilitantka podkreśla działanie i skuteczność stosowania biopreparatów w procesach rozkładu wielu zanieczyszczeń, wskazując na czynniki warunkujące ich prawidłowe oddziaływanie na środowisko, w którym są stosowane. Potwierdza realizację założonych zadań i stwierdza udowodnienie tez. Formułuje wnioski końcowe.

Na tej podstawie można określić najważniejsze osiągnięcia badawcze, do których należą:

- analiza przebiegu oraz efektywność 10-dobowej współfermentacji w warunkach beztlenowych osadów ściekowych z odpadami tłuszczowymi (udział w odniesieniu do s.m.o.) z dodatkiem biopreparatów - poprawa stopnia przefermentowania o około 10÷15%;
- wykazanie, że stopień przefermentowania po zastosowaniu biopreparatów do intensyfikacji 10-dobowej fermentacji metanowej zależał od dawki biopreparatu oraz ilości odpadów tłuszczowych; dodatek 20% odpadów tłuszczowych do mieszaniny fermentacyjnej był graniczny, dodatek biopreparatów (komercyjnego DBC Plus Typ L dawka 30g/m³ oraz własny dawka (5g/dm³) poprawił stopień przefermentowania o około 10%;
- określenie limitującego wpływu dużych dawek OT (25% i 30%) na przebieg współfermentacji osadów - uzyskany stopień przefermentowania wynosił około 12%, po zastosowaniu biopreparatu nastąpiła poprawa efektywności o około 4%;
- wskazanie możliwości zastosowania biopreparatów, w celu minimalizacji skutków nieregularnego obciążenia komórek fermentacyjnych odpadami tłuszczowymi w aspekcie poprawy efektywności procesu i wykorzystania potencjału dodatkowego do zwiększenia produkcji biogazu;
- wykazanie, że zastosowanie odpowiednio dobranego biopreparatu i jego dawki do wspomaganie fermentacji metanowej osadów ściekowych z odpadami tłuszczowymi pozwala na zwiększenie udziału odpadów tłuszczowych w mieszaninie;

- określenie sposobu dawkowania biopreparatu w celu poprawy efektywności i stabilności parametrów procesowych współfermentacji osadów ściekowych z odpadami tłuszczowymi w przypadku zmiennego obciążenia komór fermentacyjnych ładunkiem zanieczyszczeń - układ półciągły.
- udowodnienie znaczenia biopreparatów (mieszana mikroflora) we wspomaganie procesu unieszkodliwiania odpadów tłuszczowych podczas współfermentacji z osadami ściekowymi.

Podsumowanie recenzentki: Analizując przedstawioną przez Habilitantkę monografię, recenzentka uznaje ją jako osiągnięcie naukowe spełniające warunki zgodnie z art. 267 ust 2 pkt 2 lit a.

Przedstawione prace badawcze wpisują się w obszar zagadnień z dziedziny nauk inżynierijno-technicznych, dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Wśród wypunktowanych osiągnięć tej części dorobku naukowego, należy wskazać opracowanie nowego, własnego biopreparatu, który może zostać wykorzystany w celu podniesienia efektywności współfermentacji osadów ściekowych i odpadów tłuszczowych. A zatem, można mówić o wkładzie Kandydatki w rozwój tej dziedziny i dyscypliny nauki.

Przedmiotowe badania mają charakter nie tylko naukowy, ale również wdrożeniowy, co oznacza, że ich wyniki są ukierunkowane na praktyczne zastosowania i realne wsparcie procesów rozwojowych.

3.3. Ocena osiągnięcia naukowego wskazanego przez Kandydatkę w Jej wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego – cykl artykułów

Pani dr Małgorzata Worwąg przedstawiła również cykl powiązanych tematycznie czterech artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych, które w roku opublikowania artykułu, w ostatecznej formie, były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. b. – jako Jej dorobek po otrzymaniu stopnia doktora.

Tytuł osiągnięcia naukowego: „**Ocena właściwości nawozowych fosforanu magnezowo-amonowy w środowisku glebowym**”.

Celem badań naukowych prowadzonych przez Habilitantkę i opisanych w publikacjach od P1 do P4 z lat 2018-2019, była:

- ✓ ocena wpływu dodatku fosforanu magnezowo-amonowego na wzrost roślin oraz parametry chemiczne i fizyczne gleby (P1- P3),
- ✓ analiza migracji fosforu w profilu glebowym po nawożeniu fosforanem magnezowo-amonowym (P2, P3);
- ✓ ocena skuteczności odzysku związków fosforu w postaci fosforanu magnezowo-amonowego z przefermentowanych osadów ściekowych oraz popiołów z przefermentowanych osadów ściekowych (P4).

Przedstawione do oceny artykuły zostały opublikowane w następujących czasopismach/wydawnictwach:

P1. (2018) - Rocznik Ochrona Środowiska = Annual Set The Environment Protection; punkty MNiSW: 15, IF=0,563 (udział 100%)

P2. (2019) - Rocznik Ochrona Środowiska = Annual Set The Environment Protection; punkty

MNiSW: 40, IF=0,804 (udział 70%)

P3. (2019) - E3S Web of Conferences, Indeksowane w bazach: Web of Science; Scopus. punkty MNiSW: nie dotyczy, IF- nie dotyczy (udział 70%)

P4. (2018) - Desalination and Water Treatment, punkty MNiSW: 20 (**obecnie 100**), IF=1,234 5-letni IF=1,290, (udział 100%)

Opisane w artykułach **P1, P2, P3** doświadczenia laboratoryjne dotyczyły analizy wpływu dodatku struwitu na wzrost i biomasę roślin oraz na chemiczne i fizyczne parametry gleby. W publikacji P1 eksperymenty (typ: wazonowe) przeprowadzono w kontrolowanych warunkach komory fitotronowej. Z kolei badania zawarte w publikacjach P2 i P3 przeprowadzono przy wykorzystaniu kolumn lizymetrycznych, w których jest możliwość badań na różnych poziomach przemywania gleby (3 poziomy - dla każdej mieszanki gleby z odpowiednią dawką struwitu). Na podstawie wykonanych doświadczeń, Habilitantka sformułowała wnioski, z których najważniejsze to:

1. zwiększenie dawki struwitu pozytywnie wpływa na właściwości fizyczne i chemiczne gleby, w tym: odczyn pH, kwasowość, zawartość pierwiastków biogennych (azotu i fosforu) oraz zawartość mikro- i makroelementów;
2. w badaniach z gorczycą białą (*Sinapis alba*): wykazanie dawki 0,5 g struwitu na 250 g gleby jest wystarczająca do osiągnięcia max długości pędów; uzyskanie najwyższej wartości świeżej biomasy (10,87 g) oraz suchej biomasy (9,22 g) rośliny przy dawce 1 g struwitu /250 g gleby, 3. wykazanie, że ilość wypłukiwanego fosforu z gleby jest bezpośrednio zależna od zastosowanej dawki struwitu; mechanizm uwalniania fosforu pozostaje jednak podobny we wszystkich wariantach, a ilość fosforu w eluacie rośnie proporcjonalnie do ilości zastosowanego nawozu;
3. najwyższe stężenia fosforu w profilu glebowym występuje na wysokości 20 i 30 cm – w przypadku zastosowania dawki 0,1 g i 1.0 g struwitu odpowiednio;
4. w wyniku obserwacji stwierdzono, że po szóstym cyklu pobierania próbek eluatu nastąpił spadek stężenia wypłukiwanego fosforu i dalsze wypłukiwanie będzie prowadziło do sukcesywnego zmniejszania stężeń rozpuszczalnych form fosforu, aż do ich całkowitego wyczerpania.

Zakres badań przedstawionych w **P4**, dotyczył odzysku pierwiastków biogennych w postaci struwitu ($MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$) z osadów ściekowych. Autorka przeprowadziła identyfikację oraz ocenę efektywności metody umożliwiającej odzysk fosforu i innych pierwiastków z uwzględnieniem różnych źródeł materiału wyjściowego, czyli: osady prefermentowane i popioły powstałe po ich termicznym przekształceniu.

Na podstawie uzyskanych wyników badań, Habilitantka wskazała następujące, najważniejsze wnioski:

1. podczas wytrącania osadu z cieczy nadosadowej prefermentowanych osadów ściekowych, największą masę (6,70 g) uzyskano dla jonów Mg^{2+} , 40 mg/dm³ i NH_4^+ , 300 mg/dm³; również przy tej konfiguracji jonów odnotowano 19 % odzysk fosforu;
2. przy wytrącaniu osadu z popiołów największą masę (6,524 g) uzyskano po 1 h wytrąsania w 0,4 mol/dm³ roztworze HCl; największą ilość odzyskanego fosforu wynoszącą 54 % uzyskano po 2 h ekstrakcji roztworem o stężeniu 0,4 mol/dm³;
3. uzyskane wyniki analizy XPS struktury osadu wykazały, że efektywność odzysku fosforu z osadów ściekowych jest niższa niż z popiołów z osadów ściekowych;
1. zawartość związków fosforu w postaci struwitu dla osadów ściekowych wynosiła odpowiednio 0,5%, a dla popiołów 4%;
4. obecność metali ciężkich w osadach ściekowych i ich popiołach obniża efektywność

wytrącania z nich struwitu, dlatego należy najpierw usunąć metale ciężkie, a następnie prowadzić proces odzysku fosforu.

Podsumowanie recenzentki: W ocenie tego stadium osiągnięcia naukowego należy zauważyć, że w 2 artykułach, Habilitantka jest jedynym autorem (udział 100%), a w 2 pozostałych jest na pierwszym miejscu i Jej udział procentowy przy tworzeniu wynosi 70%, co zostało potwierdzone w oświadczeniach Współautorki.

Osiągnięcia naukowe wykazane w przedstawionych artykułach wpisują się w zakres dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka ze względu na badania nad odzyskiem fosforu w postaci struwitu czyli fosforanu magnezowo-amonowego. Jest to związek, który z jednej strony stanowi poszukiwane źródło fosforu (np. do nawożenia roślin), z drugiej strony stwarza ciągle nierozwiązany problem na oczyszczalniach ścieków (wytrącanie się, blokowanie urządzeń, zatykanie rurociągów). Habilitantka dostarczyła dane na temat jego rozpuszczalności, dostępności fosforu dla roślin oraz wpływu na właściwości fizyczne i chemiczne gleby, w tym zdolności retencji składników odżywczych i ograniczania strat fosforu wskutek wymywania.

Analizując zakres przeprowadzonych badań zarówno prezentowanych w monografii, jak i na podstawie zamieszczonych artykułów, można prześledzić sposób rozpracowywania poszczególnych zagadnień: od przeglądu literatury i nakreślenia problemu badawczego poprzez zaplanowanie i przygotowanie doświadczeń laboratoryjnych, w tym przyjęcie odpowiednich procedur zarówno istniejących (normy, standardy), jak i opracowanie własnych, zaprojektowanie stanowisk laboratoryjnych, wykonanie samodzielnie eksperymentów, analizę i interpretację uzyskanych wyników badań, sformułowanie znaczących wniosków będących rezultatem wszystkich prac analitycznych.

Według opinii recenzentki, powyższe osiągnięcia stanowią wkład i poszerzenie wiedzy z zakresu dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, a tym samym pozwalają na spełnienie wymogu zgodnie z obowiązującymi przepisami.

3.4. Ocena aktywności naukowej - pozostały dorobek naukowy i publikacyjny

3.4.1. Najważniejsza aktywność Habilitantki przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych

Habilitantka przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych, od chwili studiów doktoranckich na Wydziale Biologii i Ochrony Środowiska Politechniki Częstochowskiej, interesowała się zagadnieniami z obszaru unieszkodliwiania osadów ściekowych koncentrując się na ich beztlenowej stabilizacji i intensyfikacji tego procesu. Na dorobek dr Małgorzaty Worwag w tym czasie, składają się m.in.:

1. 8 opublikowanych artykułów w czasopismach naukowych, współautorskich (w przedziale udziału od 20 do 70%);
2. 2 wystąpienia na międzynarodowych konferencjach w tym 2 wygłoszone referaty;
3. udział w 2 projektach badawczych (prace B+R, jako wykonawca);
4. udział w 2 zespołach badawczych opracowujących ekspertyzy dla otoczenia społeczno-gospodarczego (Oczyszczalnia ścieków Kraków-Płaszów; Oczyszczalnia ścieków Brzeg Dolny).

Analizując aktywność Habilitantki w tym okresie, należy zaznaczyć, że jedna z pozycji publikacyjnych, współautorska z Jej 70% udziałem (2008r.), dotyczyła współfermentacji odpadów tłuszczowych z osadami ściekowymi i właśnie tę tematykę kontynuowała po doktoracie, opracowując swoją monografię habilitacyjną.

3.4.2 Aktywność Habilitantki po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych

Na dorobek naukowy dr Małgorzaty Wąwor, po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych, składa się:

1. 13 opublikowanych rozdziałów w monografiach naukowych – w 5 jako pierwszy Autor; udział 20-80%;
2. 30 opublikowanych artykułów w czasopismach naukowych, w tym 19 z IF, pozostałe pkt z listy MEiN – w 7 jako pierwszy Autor; udział 5-100%;
3. 19 wystąpień na konferencjach krajowych i zagranicznych – referaty;
4. udział w 6 projektach badawczych (w 1 jako kierownik, pozostałe wykonawca);
5. udział w zespole roboczym przygotowującym wniosek o dofinansowanie badań do konkursu w ramach programu Horyzont Europa (HORIZON-CL6-2023-ZEROPOLLUTION-02-1-two stage);
6. udział w zespole przygotowującym projekt do konkursu NAWA: Wyzwania strategii „Less Waste” oraz transfer wiedzy w czasie pandemii COVID-19, akronim CENTROID;
7. udział w realizacji umowy w ramach konsorcjum na cele realizacji międzynarodowego projektu B+R+I. Firma IGO S . z o.o. (2021)
8. członkostwo w redakcji naukowej monografii, współautorka: Wyd. P.Cz, Częstochowa, 2022, s. 1-205, ISBN: 978-83-7193-919-8, e-ISBN 978-83-7193-920-4;
9. udział w 2 komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych (jako przewodnicząca KO oraz członek KO);
10. promotor pomocniczy w 3 doktoratach – obecnie;
11. recenzent 35 artykułów zagranicznych;
12. udział w 2 zespołach w ramach współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym (Oczyszczalnia ścieków Gdańsk-Wschód oraz urząd Miasta Częstochowa);
13. ekspert w programie Climate Leadership United Nations Environment Programme, UNEP (Program Organizacji Narodów Zjednoczonych [ONZ] ds. Środowiska);
14. Członek panelu doradczego czasopisma Sustainability (Wydawnictwo MDPI);
15. redaktor gościnny w 2 czasopismach (w jednym w 2 wydaniach).

Nieodłącznym elementem charakterystyki dorobku Habilitantki jest zestawienie danych z analizy bibliograficznej dorobku naukowego. Przeprowadzony przez recenzentkę przegląd udziału Habilitantki w pracach naukowych przedstawionych i potwierdzonych analizą bibliometryczną dokonaną przez Bibliotekę Główną Politechniki Częstochowskiej (BG PCz; raport o ilości publikacji z dnia 14.04.2025r. oraz wskaźniki dla 34 publikacji stan na dzień 23.04.2025r.) zapoznanie się z oświadczeniami współautorów, wskazują jednoznacznie, że podane wskaźniki, udział procentowy wkładu pracy dr Małgorzaty Wąwor, a zatem „wymierna” charakterystyka Kandydatki, została przedstawiona rzetelnie.

INFORMACJE NAUKOMETRYCZNE (Załącznik 4, IV, wg Wykazu osiągnięć naukowych):

Sumaryczna liczba dokumentów wg raportu BG PCz wynosi **128** (specyfikacja: referaty w WoS; artykuły w czasopismach; referaty; fragmenty w książkach; inne; fragmenty w monografiach; praca doktorska; rozdziały w monografiach; abstrakty; redakcja mat. konf.; monografie).

Dane naukowe w odniesieniu do opublikowanych 34 publikacji wg bazy JCR (obliczony zgodnie z rokiem opublikowania):

1. liczba punktów MNiSW: suma punktów z publikacji – **1897** (27+1870) **pkt MEIN**, w tym:

- **27 pkt** przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora
- **1870 pkt** po uzyskaniu stopnia naukowego doktora
- **290 pkt** po uzyskaniu stopnia doktora – stara punktacja
- **1580 pkt** po wprowadzeniu „nowej punktacji w 2019 r

2. Sumaryczny **IF = 43,927**

3. Informacja dot. cytowań – baza Scopus (BG PCz):

Podsumowanie cytowań w bazie Scopus :

- ilość cytowanych publikacji – 25
- ilość cytowań – **840** (bez autocytaowań)
- indeks Hirscha – **H = 10**

Sumaryczny Impact Factor, punktacja zgłoszonych artykułów z dorobku naukowego jest przesłanką do uznania wkładu tych prac Habilitantki w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

3.4.3. informacje o aktywności naukowej realizowanej w innych uczelniach

Habilitantka odbyła 3 krótkoterminowe staże naukowe w:

1. Technical Institute in Sligo, Ireland National University, Irlandia - realizacja stażu organizowanego przez ECO INVEST Centrum transferu Technologii Medycznych Park Technologiczny Sp. z o.o nt.: "Zarządzanie własnością intelektualną oraz procesy komercjalizacji innowacji stosowane w jednostce przyjmującej"; projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego; termin 09-23.05.2013r.; (certyfikat);

2. Norwegian University of Life Sciences (NMBU), Ås, Norwegia - udział w Szkole Letniej w ramach projektu BioTEnMaRe „Innovation in recycling technologies of sewage sludges and other biowastes - energy and matter recover”, DzPol Nor/1885/2013; termin 9-13.11.2015r.; (publikacja: KACPRZAK Małgorzata, NECZAJ Ewa, FIJAŁKOWSKI Krzysztof, GROBELAK Anna, GROSSER Anna, WORWAĞ Małgorzata, RORAT Agnieszka, BRATTEBO Helge, ALMAS Asgeir R., SINGH Bal Ram Sewage Sludge Disposal Strategies for Sustainable Development Environmental Research Vol.156, 2017, s. 39-46; rys.tab.bibliogr.poz.34. ISSN 0013-9351, URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935117304322>. Punkty MNiSW: 45, IF=4,732 5-letni IF=4,744);

3. Higher Education Institution (HEI)- Faculty of Technologies, Kowno, Litwa, wyjazd w ramach programu ERASMUS + w celu prowadzenia zajęć dydaktycznych; termin: 9-13.10.2023r.

W załączonej do wniosku dokumentacji, Habilitantka wykazała artykuł współautorski, który był wynikiem współpracy w ramach projektu BioTEnMaRe (poz. 2). Z pozostałych wyjazdów nie odnotowano publikacji. Zdaniem recenzentki to wyczerpuje, w

podstawowym zakresie, wymogi art. 219., pkt 1 ust 3. („Wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni”).

4. Ocena dorobku dydaktycznego i organizatorskiego, popularyzatorskiego

4.1 Działalność dydaktyczna

Do osiągnięć zalicza się:

1. *przed doktoratem*: prowadzenie zajęć w formie ćwiczeń laboratoryjnych i audytoryjnych na kierunkach: ochrona środowiska, inżynieria środowiska z przedmiotów z obszaru biologii; systemów ochrony środowiska; ekologii; biotechnologii ścieków i odpadów; biotechnologii w unieszkodliwianiu osadów ściekowych;
2. *po doktoracie*: prowadzenie autorskich wykładów, ćwiczeń oraz zajęć laboratoryjnych na kierunkach: inżynieria środowiska, ochrona środowiska, biotechnologia, architektura krajobrazu (na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych, pierwszego i drugiego stopnia) obejmujących **ponad 31 przedmiotów** (m.in. biologia, mikrobiologia, biotechnologia; zarządzanie środowiskiem; bioreaktory; technologie fermentacyjne, membranowe; biomateriały, podstawy modelowania w biotechnologii, itp.).
3. udział w opracowaniu programów kształcenia dla kierunku biotechnologia, przygotowywanie sylabusów do przedmiotów;
4. przygotowywanie stanowisk dydaktyczno-badawczych;
5. przygotowywanie stanowisk dydaktycznych - kierunki: architektura krajobrazu, biotechnologia, inżynieria środowiska
6. prowadzenie zajęć w Kauno Kolegija Higher Education Institution w Kownie, Faculty of Technologies w ramach programu ERASMUS+ (9-013.10.2023), Litwa - w ramach programu Erasmus+;
7. promotor **25** obronionych prac dyplomowych (w tym **14** magisterskich i **11** inżynierskich);
8. recenzent 17 obronionych prac dyplomowych (w tym 5 magisterskich i 12 inżynierskich).

Dorobek dydaktyczny Habilitantki, recenzentka ocenia jako bardzo dobry. Na szczególną uwagę zasługuje różnorodność i ilość prowadzonych zajęć dydaktycznych i to zarówno w Polsce, jak i za granicą.

4.2. Działalność organizacyjna

Kandydatka czynnie uczestniczyła i uczestniczy w działaniach na rzecz Politechniki Częstochowskiej, Wydziału Infrastruktury i Środowiska, Katedry Sieci i Instalacji Sanitarnych. Sprawuje bardzo ważne funkcje, jest powoływana do różnych zespołów, m.in.:

- ❖ prodziekan ds. dydaktycznych, członek Senatu PCz, członek Komisji ds. dydaktycznych PCz- kadencja 2024-2028;
- ❖ członek Komitetu Sterującego projektu Rozwój kompetencji kluczem dla rozwoju gospodarki - 2024; członek Komisji ds. imprez masowych; przewodnicząca Rady programowej Wydziału Infrastruktury i Środowiska (kadencja 2024-2028);
- ❖ członek Rady Społeczno-Gospodarczej na Wydziale Infrastruktury i Środowiska (kadencja 2024-2028);
- ❖ zastępca Kierownika Katedry Sieci i Instalacji Sanitarnych na Wydziale Infrastruktury i Środowiska Politechniki Częstochowskiej (kadencja 2021-2024);

- ❖ założycielka oraz opiekun Studenckiego Koła Naukowego EnviBioTeam;
- ❖ koordynator zespołu badawczego na Wydziale Infrastruktury i Środowiska, lata 2021 – 2024 (różne tematy);
- ❖ członek Zespołu ds. promocji Wydziału Infrastruktury i Środowiska (2021-2024);
- ❖ członek Rady Bibliotecznej Politechniki Częstochowskiej (2012-2016).
- ❖ organizacja: Pikników Naukowych, Festiwalu Nauki, targów edukacyjnych, cyklu warsztatów biologicznych i chemicznych dla szkół ponadgimnazjalnych; warsztatów dla uczniów szkół średnich oraz podstawowych; warsztatów naukowych; workshopów; spotkań projektowych; działalność w ramach Systemu Informacji o Nauce (POL-on).

Do tej grupy aktywności należy zaliczyć również podnoszenie własnych kwalifikacji (udział lub wkład organizacyjny) poprzez zaliczanie licznych kursów i szkoleń pozwalających doskonalić warsztat badawczy, dydaktyczny, kształtować świadomość pracy na rzecz osób z niepełnosprawnościami.

Kandydatka w uznaniu zasług organizacyjnych otrzymała od JM Rektora PCz 5 nagród zespołowych i indywidualną, w latach 2019-2023

Recenzentka ocenia działalność organizacyjną Habilitantki niezwykle wysoko.

4.3 Działalność popularyzująca naukę

Aktywność dr Małgorzaty Worwąg popularyzująca naukę jest związana przede wszystkim z propagowaniem działalności na rzecz Politechniki Częstochowskiej w imprezach, wydarzeniach promujących naukę organizowanych przez Politechnikę Częstochowską. (Załącznik D13, Autoreferat): m.in.:

1. kursy przygotowawcze do matur; festiwale nauki; Dni Otwarte PCz; prowadzenie zajęć pokazowych dla uczniów szkół średnich i podstawowych; warsztaty laboratoryjne dla szkół średnich (nt. „Izolacja DNA z cebuli i pomidora”); zajęcia warsztatowe z zakresu mikrobiologii, biologii molekularnej, biologii doświadczalnej: „Biotechnologia – nasz wybór”; wykłady podczas Powiatowej Sesji Ekologicznej pod hasłem „Środowisko ponad wszystko”; organizacja webinarium on-line: „Żywność genetycznie modyfikowana” 27.09.2022, w ramach Projektu: „HUB Innowacji Energetycznych i popularyzacji nauki na Wydziale Infrastruktury i Środowiska PCz”, Program MEiN „Społeczna Odpowiedzialność Nauki – Popularyzacja nauki i promocja sportu” na lata 2021-2022; organizacja Seminarium Architektury Krajobrazu – promocka kierunku architektura krajobrazu;
2. opiekun Koła Naukowego EnviBioTeam działającego przy Wydziale Infrastruktury i Środowiska; działalność promocyjna; organizacja warsztatów naukowych, w tym pt. ROLA WODY W ŻYCIU CZŁOWIEKA I ŚRODOWISKU w ramach Forum '24 oraz IX Konferencji naukowej „Science 2 Business” w 2024r. i 2025r.; Dzień Ziemi na WliŚ 14.04.2025 r.; otrzymany grant pt. „Odzysk i odnowa wody z zastosowaniem zasad gospodarki cyrkulacyjnej, Umowa Nr SKN/SP/571423/2023” → wspólne publikacje i udział w konferencjach naukowych;
3. praca w zespole jako współtwórcy wniosku, wykonawcy projektu EKOdetywi w zakresie prowadzenia warsztatów na jurajskim szlaku – program rozwoju oferty dydaktycznej uczelni technicznej w zakresie realizacji trzeciej misji, w ramach działania 3.1. „kompetencje w szkolnictwie wyższym” w osi III POWER, NCBR.

Podsumowując działalność dorobku dydaktycznego, organizacyjnego i aktywności na rzecz popularyzacji nauki Habilitantki, recenzentka uznaje ją za bardzo dobrą i w najwyższym stopniu spełniającą wymogi w procedurze nadania stopnia doktora habilitowanego.

5. Podsumowanie i wniosek końcowy

Na podstawie dokumentacji przedstawionej do oceny istotnego osiągnięcia naukowego (monografia i cykl artykułów), dorobku naukowego, działalności dydaktycznej, organizacyjnej, popularyzatorskiej, zawodowej - aktywność dr Małgorzaty Worwąg, na wymienionych płaszczyznach, oceniam jak najbardziej pozytywnie.

Habilitantka wykazuje bardzo dobry poziom osiągnięć naukowych, co potwierdza wieloletni dorobek publikacyjny, doświadczalny i zawodowy. Realizuje spójny i oryginalny program badawczy, koncentrując się na bardzo ważnym zagadnieniu dot. intensyfikacji beztlenowych procesów przeróbki osadów ściekowych z jednoczesnym wykorzystaniem, zazwyczaj stwarzających problemy eksploatacyjne, odpadów tłuszczowych oraz zastosowaniem biopreparatów stabilizujących procesy technologiczne i pracę urzędzeń. Kolejny temat badawczy, podjęty przez Kandydatkę, dotyczył odzysku fosforu z osadów ściekowych w formie możliwej do zastosowania go jako nawozu. Jednocześnie należy stwierdzić, że uwalnianie osadów z zawartości fosforu stwarza możliwości lepszego, dalszego ich wykorzystania, w szczególności po obróbce termicznej jako popioły. Taki produkt może być zastosowany w postaci komponentu do produkcji materiałów budowlanych (np. kompozyt cementowy w spoiwach).

Także pod względem popularyzacji nauki, oraz pracy organizacyjnej Habilitantka wykazała się dużą aktywnością, co pozwala i w tym przypadku ocenić Jej dorobek bardzo dobrze. W obszarze dydaktycznym Kandydatka prowadzi szeroki zakres zajęć, opracowuje nowe przedmioty oraz wprowadza nowoczesne metody kształcenia. Angażuje się w opiekę nad studentami i doktorantami, wspierając rozwój ich kompetencji i prowadząc ich prace badawcze. W zakresie dydaktyki, Kandydatka zasługuje na uznanie i również najwyższą ocenę.

Na podstawie oceny osiągnięć naukowych przedstawionych w postaci monografii i cyklu tematycznych publikacji oraz aktywności naukowej, działalności dydaktycznej, organizacyjnej, popularyzacyjnej, zawodowej, stwierdzam, że Habilitantka spełnia wymogi określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tj. Dz. U. 2018 poz. 1571 ze zm.), w związku z czym popieram wniosek o nadanie dr Małgorzacie Worwąg stopnia doktora habilitowanego.