

dr hab. Magdalena Zabochnicka-Świątek, prof. PCz
Wydział Infrastruktury i Środowiska
Politechnika Częstochowska

Częstochowa, 04.05.2022r.

RECENZJA

W POSTĘPOWANIU HABILITACYJNYM DR. INŻ. PRZEMYSŁAWA SERUGI Z WYDZIAŁU INŻYNIERII PRODUKCJI UNIWERSYTETU EKONOMICZNEGO WE WROCŁAWIU

1. Podstawa formalna opracowania

Podstawą formalną opracowania recenzji jest powołanie jako recenzenta przez Radę Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Śląskiej w postępowaniu dr inż. Przemysław Serugi.

Wniosek dr inż. Przemysław Serugi z dnia 20.12.2021 roku o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego został zgłoszony w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Oceny dokonano na podstawie przygotowanej przez Habilitanta dokumentacji w języku polskim i angielskim dostarczonej w formie papierowej i elektronicznej. Recenzja osiągnięcia naukowego została przeprowadzona zgodnie z wymogami określonymi w art. 221 ust. 1 ustawy z dn. 20 lipca 2018 r. – *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. 2020r. poz. 478, z późn. zm.).

2. Sylwetka Habilitanta

Dr inż. Przemysław Seruga uzyskał stopień naukowy doktora w dziedzinie nauk rolniczych, w dyscyplinie technologia żywności i żywienia uzyskany w Uniwersytecie Ekonomicznym we Wrocławiu, Wydziale Inżynieryjno-Ekonomicznym.

Tytuł magistra inżyniera Habilitant uzyskał w Uniwersytecie Ekonomicznym we Wrocławiu, Wydziale Inżynieryjno-Ekonomicznym na kierunku Zarządzanie i inżynieria produkcji, w specjalności: zarządzanie i inżynieria ochrony środowiska,

Dr inż. Przemysław Seruga wskazał jako miejsce zatrudnienia w jednostkach naukowych - Katedrę Inżynierii Bioprosesowej istniejącą w ramach Wydziału Inżynierii Produkcji w Uniwersytecie Ekonomicznym we Wrocławiu, gdzie jest zatrudniony na stanowisku adiunkta od lutego 2019, a w latach 2018-2019 był tam również zatrudniony na stanowisku Asystenta.

Habilitant jako podstawowe miejsce pracy wskazał - Zakład Gospodarowania Odpadami Gać Sp. z o.o., w którym rozwój zawodowy przebiegał następująco:

- 05.2018- do teraz Zakład Gospodarowania Odpadami GAĆ Dyrektor Zakładu,
Kierownik ds. projektu.
- 10.2015- 05.2018 Zakład Gospodarowania Odpadami GAĆ Kierownik instalacji
biologicznego przetwarzania odpadów - technolog.
- 02.2014 – 09.2015 Zakład Gospodarowania Odpadami GAĆ Z-ca kierownika instalacji
biologicznego przetwarzania odpadów - technolog.

3. Ocena osiągnięcia naukowego

Jako osiągnięcie naukowe, uzyskane po otrzymaniu stopnia doktora, będące podstawą wniosku dr Przemysław Seruga przedstawił cykl publikacji: pt.: **"Fermentacja metanowa frakcji organicznych odpadów komunalnych z zagospodarowaniem powstających produktów ubocznych"**.

Cykl publikacji wskazany przez Habilitanta jako osiągnięcie naukowe składa się z 6 publikacji, w tym jednej dwuautorskiej, czterech wieloautorskich i jednej autorskiej publikacji naukowych. Wszystkie publikacje zawierają współczynnik oddziaływania Impact Factor, który kształtuje się pomiędzy IF= 0,900, a IF=3,267. Ww. publikacje posiadają punkty wskazane przez MEiN w zakresie od 40 do 140 punktów. Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego, to:

[A1] Seruga P. 2021: The Municipal Solid Waste Management System with Anaerobic Digestion, *Energies*, 14, 2067, doi:10.3390/en14082067 [140 pkt MNiSW, IF= 2,702]
Udział habilitanta [100%]. Przygotowanie danych wejściowych, metodologia badań, realizacja badań, analiza wyników, opracowanie tabel oraz rysunków, redakcja artykułu, realizacja, odpowiedzi na uwagi recenzentów.

[A2] Seruga P., Krzywonos M. 2021: Separate collected versus mechanical segregated organic fractions in terms of fertilizers suitability, *Energies*, 14, 3971, doi: 10.3390/en14133971 [140 pkt MNiSW, IF= 2,702]
Udział habilitanta [90%]. Przygotowanie danych wejściowych, metodologia badań realizacja badań, analiza wyników, opracowanie tabel oraz rysunków, redakcja artykułu, realizacja, odpowiedzi na uwagi recenzentów.

[A3] Seruga P., Krzywonos M., Seruga A., Niedźwiecki Ł., Pawlak-Kruczek H., Urbanowska A. 2020: Anaerobic Digestion Performance: Separate Collected vs. Mechanical Segregated Organic Fractions of Municipal Solid Waste as Feedstock, *Energies*, 13, 3768, doi:10.3390/en13153768 [140 pkt MNiSW, IF= 2,702]

Udział habilitanta [70%]. Przygotowanie danych wejściowych, metodologia badań, realizacja badań, analiza wyników, opracowanie tabel oraz rysunków, redakcja artykułu, realizacja, odpowiedzi na uwagi recenzentów.

[A4] Seruga P., Krzywonos M., Paluszak Z., Urbanowska A., Pawlak-Kruczek H., Niedźwiecki Ł., Pińkowska H. 2020: Pathogen Reduction Potential in Anaerobic Digestion of Organic Fraction of Municipal Solid Waste and Food Waste, *Molecules*, 25, 275 [100 pkt MNiSW, IF=3,267]

Udział habilitanta [60%]. Przygotowanie danych wejściowych, metodologia badań, realizacja badań, analiza wyników, opracowanie tabel oraz rysunków, redakcja artykułu, realizacja, współudział w odpowiedziach na uwagi recenzentów.

[A5] Seruga P., Krzywonos M., Pyżanowska J., Urbanowska A., Pawlak-Kruczek H., Niedźwiecki Ł. 2019: Removal of Ammonia from the Municipal Waste Treatment Effluents using Natural Minerals, *Molecules*, 24, 3633 [100 pkt MNiSW, IF=3,096]

Udział habilitanta [70%]. Opracowanie koncepcji artykułu, metodologia badań, realizacja badań, opracowanie tabel i rysunków, redakcja artykułu, przygotowanie odpowiedzi recenzentom i poprawa artykułu.

[A6] Seruga P., Krzywonos M., Wilk M., Borowiak D. 2019: The Effect of Selected Parameters on the Stabilization Efficiency of the Organic Fraction of Municipal Solid Waste

(OFMSW) in the Mechanical and Biological Treatment Plant (MBT). *Rocznik Ochrony Środowiska (Annual Set The Environment Protection)*, 21, 316-329 [40 pkt MNiSW, IF= 0,900].

Analiza udziału artykułów zgłoszonych jako osiągnięcie naukowe (w rozumieniu Ustawy), wskazuje na istotny, w większości wiodący, udział habilitanta w ich powstawaniu. Udział procentowy w tworzeniu poszczególnych pozycji (potwierdzony deklaracjami współautorów) jest następujący: w jednej – 60%, w trzech 70%, w jednej 90% i w jednej na poziomie 100%.

Dr inż. Przemysław Seruga jako cel prac badawczych wskazał: scharakteryzowanie procesu fermentacji metanowej frakcji organicznych odpadów komunalnych z uwzględnieniem możliwości zagospodarowania powstających produktów ubocznych procesu (ścieków i pofermentatu). W pracach składających się na osiągnięcie Habilitant zweryfikował też wydajność i stabilność przebiegu procesu fermentacji frakcji biodegradowalnej wydzielonej ze zmieszanych odpadów komunalnych. Wyniki badań posłużyły do porównania procesów

fermentacji dwóch różnych substratów (frakcji biodegradowalnej oraz selektywnie zebranych bioodpadów). Celami szczegółowymi, które podjął Habilitant były:

- analiza systemu gospodarki odpadami komunalnymi uwzględniającego fermentację metanową,
- poszerzenie istniejącej wiedzy dotyczącej procesów biologicznego przetwarzania odpadów z wykorzystaniem fermentacji metanowej,
- przeprowadzenie optymalizacji metod przetwarzania odpadów i produktów ubocznych pochodzących z procesu,
- analiza stabilności procesu: fermentacji frakcji biodegradowalnej odpadów komunalnych, kofermentacji z innymi odpadami oraz fermentacji bioodpadów zbieranych selektywnie u źródła,
- opracowanie nowych metod przetwarzania, mogących znaleźć zastosowanie w skali przemysłowej,
- porównanie właściwości powstających produktów ubocznych oraz określenie możliwości ich dalszego zagospodarowania,
- omówienie w sposób kompleksowy warunków biologicznego przetwarzania odpadów z uwzględnieniem wymagań prawnych.

Habilitant uznał, za bardzo ważny aspekt uznał konieczność zweryfikowania stabilności i efektywności procesu fermentacji pod kątem docelowego przejścia na przetwarzanie selektywnie zebranych bioodpadów (artykuł A3). W artykule tym zaprezentował wyniki badań dot. analizy morfologicznej substratów przeznaczonych do fermentacji (m.in. odpady organiczne, drewno, papier, tworzywa sztuczne, szkło inertne, tekstylia, metale). Porównując frakcję biodegradowalną z niesegregowanych odpadów oraz selektywnie zebrane bioodpady Habilitant zaobserwował większą zawartość frakcji organicznej w odpadach zbieranych u źródła (68,1% w stosunku do 48,3%), przy porównywalnej zawartości drewna (8,1-7,2%). Uzyskana wydajność biogazu na tonę była nieco wyższa w przypadku bioodpadów (111,1 m³/tonę), w porównaniu do frakcji biodegradowalnej ze zmieszanych odpadów komunalnych (105,3 m³/tonę), wraz z wyższym stężeniem metanu: odpowiednio 58-60% i 51-53%. Co warto podkreślić, efektem utylitarnym pracy było rozpoczęcie w ZGO Gać sp. z o.o. zasilania jednej z dwóch komór fermentacyjnych selektywnie zebranymi bioodpadami.

W ramach kolejnej publikacji (Artykuł A4) dr inż. Przemysław Seruga dokonał analizy higienizacji odpadów kuchennych i restauracyjnych, stanowiących uboczny produkt pochodzenia zwierzęcego (UPPZ) kategorii 3. W celu rozwiązania ww. zagadnienia naukowego Habilitant nawiązał współpracę naukową z pracownikami Politechniki Wrocławskiej i bydgoskiego Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego. W ramach współpracy dokonano

walidacji metody usuwania patogenów w trakcie fermentacji niepoprzedzonej higienizacją w temperaturze 70°C. Badania zostały przeprowadzone w skali laboratoryjnej, w bioreaktorze z wykorzystaniem

perlonowych nośników parazytologicznych. Efektem użytecznym pracy było przeniesienie do skali przemysłowej w ZGO Gać sp. z o.o. opracowanej metody higienizacji.

W publikacji A6 dr inż. Przemysław Seruga opracował skuteczną i efektywną ekonomicznie metodę stabilizacji tlenowej frakcji organicznej wydzielonej ze zmieszanych odpadów komunalnych (artykuł A6). W pracy zastosowano plan frakcyjny eksperymentów (czteroczynnikowy). Poprzez analizę statystyczną sprawdzono istotność parametrów wpływających na proces stabilizacji, takich jak: napowietrzanie, nawadnianie, czas procesu oraz mechaniczne przerzucanie. W przeprowadzonym badaniu Habilitant wykazał, że mechaniczne przerzucanie okazało się nieistotne dla stopnia stabilizacji materiału. Wyznaczony statystycznie model został potwierdzony w przebiegu kontrolnym, w którym osiągnięto stopień stabilizacji wynoszący 47,5%, przy ustalonych nastawach czasów pracy wentylatora napowietrzania (10 minut działania i 5 minut przerwy), nawadniania (10 000 dm³/dobę) i przetwarzaniu trwającym 4 tygodnie. Opracowaną metodę prowadzenia stabilizacji również w tym przypadku wprowadzono do działalności ZGO Gać sp. z o.o.

W kolejnym artykule, Habilitant dokonał analizy możliwości oczyszczania ścieków powstających z biologicznego przetwarzania odpadów w firmie ZGO Gać sp. z o.o. przy użyciu sorbentów: *Zeocem Eco*, *Biozeo R01* i *Zeolite Subio*. Najwyższą skuteczność usuwania jonów amonowych ze ścieków, wynoszącą 52,3%, zanotowano dla próbki Bentonitu I (o 85% zawartości montmorylonitu). Najniższą zaś zaobserwowano przy zastosowaniu sorbentu Terra Bent Agro (40,3%).

Dr inż. Przemysław Seruga dokonał analizy procesu biologicznego przetwarzania frakcji biodegradowalnej odpadów komunalnych jako całości, tj. fermentacji, stabilizacji tlenowej oraz podczyszczania powstających ścieków i jego optymalizacji w zakładzie przemysłowym.

Przeprowadzone badania obejmowały porównanie powstałych z przetwarzania selektywnie zebranych bioodpadów oraz frakcji biodegradowalnej wydzielonej ze zmieszanych odpadów komunalnych osadów pofermentacyjnych, odcieków z odwadniania oraz wytworzonych kompostów (artykuł A1 i A2). Habilitant dowiódł, że wymagane jest opracowanie własnych rozwiązań i metod przetwarzania możliwych do zastosowania w warunkach polskich, dla instalacji fermentacji.

Dr inż. Przemysław Seruga osiągnął założone cele badawcze i uzyskał następujące wnioski:

- Fermentacja frakcji biodegradowalnej odpadów komunalnych pozwala na uzysk biogazu na poziomie ok. 105 m³/tonę wsadu i zawartości metanu na poziomie

około 52% metanu przy zachowaniu stabilności procesu, podczas gdy fermentacja selektywnie zebranych bioodpadów pozwala uzyskać ponad 110 m³ z tony wsadu przy zawartości metanu na poziomie około 59%.

- Selektywnie zebrane bioodpady pozwalają na podniesienie efektywności procesu fermentacji (zwiększenie zawartości metanu, przy porównywalnym uzysku biogazu z tony oraz mniejszej zawartości siarkowodoru w porównaniu do fermentacji frakcji biodegradowalnej odpadów komunalnych) przy zachowaniu stabilności procesu.
- Fermentacja i kofermentacja w warunkach termofilnych zapewnia efektywną higienizację odpadów. Przetwarzane odpady nie muszą być uprzednio poddawane pasteryzacji, co obniża koszty inwestycyjne oraz eksploatacyjne instalacji.
- Kofermentacja może stanowić kompleksowe rozwiązanie problemu zagospodarowania odpadów kuchennych i restauracyjnych. Pozwala na higienizację odpadów, odzyskanie z nich energii oraz wytworzenie nawozów organicznych.
- Stabilizacja tlenowa frakcji organicznej odpadów komunalnej może być procesem nieefektywnym, z uwagi na różny stopień wpływu poszczególnych parametrów procesu. Opracowany sposób stabilizacji tlenowej pozwala spełnić wymagania przed zdeponowaniem na składowisku przy obniżonych stawkach opłaty za korzystanie ze środowiska, co wpływa na efektywność ekonomiczną przetwarzania odpadów.
- Zagospodarowanie pofermentatu oraz ścieków powstających z procesu fermentacji frakcji biodegradowalnej odpadów komunalnych stanowi problem dla użytkowników instalacji. Podczyszczanie odcieków z wykorzystaniem sorbentów, wymaga dalszych badań i optymalizacji warunków procesu. Na podstawie przeprowadzonych badań nie uzyskano satysfakcjonujących rezultatów, pozwalających na wdrożenie tego sposobu oczyszczania odcieków w skali przemysłowej.
- Produkty uboczne powstające z fermentacji selektywnie zebranych bioodpadów nadają się do rolniczego wykorzystania, podczas gdy uzyskiwane z przetwarzania frakcji biodegradowalnej odpadów komunalnych nie.
- Możliwe jest przestawienie biogazowni z zaprojektowanych do fermentacji frakcji biodegradowalnej odpadów komunalnych na przetwarzające selektywnie zebrane bioodpady.

W swoich pracach dr inż. Przemysław Seruga przedstawił i omówił zagadnienia związane z biologicznym przetwarzaniem odpadów komunalnych. Habilitant skupił się na całościowym podejściu do procesu fermentacji metanowej wraz z zagospodarowaniem powstających produktów ubocznych, w tym poprzez ich kompostowanie. Co warto podkreślić, badania zostały przeprowadzone we współpracy z przemysłem - Zakładem Gospodarowania Odpadami Gać Sp. z o.o., w większości w skali przemysłowej, na funkcjonującej instalacji.

Podsumowując stwierdzam, że opisane w Autoreferacie i przedstawione w publikacjach wnioski oparte zostały na dużej wiedzy teoretycznej i umiejętnościach praktycznych Habilitanta i przedłożone osiągnięcie naukowe stanowi znaczący wkład w rozwój dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, moim zdaniem szczególnie w zakresie badań prowadzonych na instalacji w skali przemysłowej, co przełożyło się do wdrożenia proponowanych rozwiązań do praktyki gospodarczej.

4. Ocena aktywności Naukowej

Działalność naukowa dra inż. Przemysława Serugi związana jest z tematyką dot. fermentacji metanowej frakcji organicznych odpadów komunalnych z zagospodarowaniem powstających produktów ubocznych

Na całokształt dorobku naukowego Habilitanta składa się 30 publikacji, w tym 18 po uzyskaniu stopnia doktora, z czego 6 publikacji zostało wykazane jako osiągnięcie naukowe.

Sumaryczna liczba punktów według kryteriów MNiSW za publikacje wynosi 1840. Publikacje wymienione w osiągnięciu naukowym stanowią łącznie 660 punktów. Sumaryczny Impact Factor publikacji wynosi 41,910, z czego publikacje wymienione w osiągnięciu naukowym mają łączny IF = 15,369. Ponadto, Habilitant wykonał łącznie 39 recenzji artykułów naukowych w języku obcym w czasopismach z IF, oraz 6 w języku polskim.

Liczba cytowań wynosi odpowiednio: wg bazy Web of Science 101 cytowań, wg bazy Scopus 121 cytowań. Indeks Hirscha to odpowiednio: 7 wg bazy Web of Science, 8 wg bazy Scopus.

W dorobku dr inż. Przemysława Seruga zgromadził także dużą ilość, bo aż 23 karty aplikacji produktu.

Podejmowana aktywność naukowa dr inż. Przemysława Serugi dowodzi dużej aktywności Habilitanta w ciągu całego okresu dotychczasowej pracy zawodowej i tym samym spełnia wymagania stawiane kandydatom ubiegającym się o stopień naukowy doktora habilitowanego.

5. Ocena wykazywania się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej

Dr inż. Przemysław Seruga wykazuje się aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni. Od 01.08.2019 r. Habilitant pełni rolę Wykonawcy w projekcie badawczym "Samowystarczalna wielostopniowa technologia odzysku wody z wysoko uwodnionych produktów fermentacji dla celów rolniczych", dofinansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju zgodnie z umową: WATERWORKS2017/1/RECOWATDIG/01/2019.

W okresie od 01.05 do 31.10.2020r. Habilitant odbył staż naukowy w Katedrze Inżynierii Ochrony Środowiska na Politechnice Wrocławskiej.

W okresie od 08.11 do 12.11.2021 r. Habilitant odbył szkolenie na Uniwersytecie Ekonomicznym w Bratysławie na Słowacji, w ramach programu Erasmus+.

Habilitant posiada też doświadczenie w przygotowywaniu wniosków o projekty badawcze.

Podsumowując, Habilitant podejmował i skutecznie realizuje współpracę naukową z uczelniami i instytucjami naukowymi w kraju i za granicą.

6. Aktywność dydaktyczna, organizacyjna i popularyzujących naukę

Dr inż. Przemysław Seruga jest zatrudniony w Uniwersytecie Ekonomicznym we Wrocławiu w wymiarze 3/8 etatu.

Habilitant brał udział w budowie bioreaktora do prowadzenia procesów beztlenowych w Katedrze Inżynierii Bioprocessowej, którego był współprojektantem i współwykonawcą. Wyniki badań prezentował w czasie konferencji krajowych i międzynarodowych w postaci referatów i posterów.

Dr inż. Przemysław Seruga prowadził zajęcia laboratoryjne z przedmiotów: Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych oraz Metrologia. Prowadzę także Seminarium dyplomowe dla studentów studiów inżynierskich na kierunku Zarządzanie i inżynieria produkcji oraz jest recenzentem prac dyplomowych studiów pierwszego i drugiego stopnia na tym kierunku. Ponadto, w zakresie popularyzacji nauki Habilitant prowadził wykłady i zajęcia takie, jak: Wilk M., Ślęczka A., Seruga P., Krzywonos M.: Dwa oblicza pleśni, XVII Dolnośląski Festiwal Nauki organizowany przez UE we Wrocławiu, Wrocław, 24.09.2014 r. Ślęczka A., Wilk M., Seruga P., Krzywonos M.: Witaminki, witaminki dla chłopczyka i dziewczynki, XVII Dolnośląski Festiwal Nauki organizowany przez UE we Wrocławiu, Wrocław, 24.09.2014 r. Seruga P., Ślęczka A., Wilk M., Krzywonos M.: Czy wiesz, co zrobić ze śmieciami?, XVII Dolnośląski Festiwal Nauki organizowany przez UE we Wrocławiu, Wrocław, 24.09.2014 r.

Podsumowując, Dr inż. Przemysław Seruga wykazuje się dobrym zakresem podejmowanych działań w zakresie dydaktycznym i popularyzującym naukę, przy czym większe zaangażowanie mógł włożyć w działania organizacyjne.

7. Informacja o współpracy z sektorem gospodarczym

Współpraca dra inż. Przemysława Serugi z ZGO Gać sp. z o.o. umożliwiła podejmowanie współpracy z licznymi podmiotami z branży ochrony środowiska i energetycznej, takimi jak: Vinci Environnement SAS (Francja), Vecoplan AG (Niemcy), Eggersmann Anlagenbau GmbH (Niemcy), MPWIK Wrocław, BioKrap Krapkowice, Ekosystem Sp. z o.o. we Wrocławiu, ZWIK Oława, PWiK Brzeg, Promet-Plast s.c. w Gaju Oławskim oraz licznymi Urzędami Gmin z terenów województw opolskiego i dolnośląskiego.

Na uwagę zasługuje fakt, że w swoim dorobku Habilitant posiada aż 23 karty aplikacji produktu.

Habilitant dzieli pracę zawodową pomiędzy jednostką naukową a przedsiębiorstwem i wykazuje się znaczącą aktywnością w nawiązywaniu i realizowaniu współpracy z sektorem gospodarczym.

8. Wniosek końcowy

Przedstawione w recenzji powyżej osiągnięcia naukowe, zostały poddane analizie w zakresie wymaganych do spełnienia, na tym etapie kariery naukowej, kryteriów oceny osiągnięć. W szczególności, według recenzenta stwierdzono spełnienie następujących kryteriów:

1. Kryteria oceny w zakresie osiągnięć naukowo-badawczych Habilitanta - spełnione
2. Kryteria oceny w zakresie aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej - spełnione
3. Kryteria oceny w zakresie dorobku dydaktycznego, organizacyjnego i popularyzatorskiego - spełnione

Po dokonaniu szczegółowej oceny osiągnięcia naukowego, aktywności naukowej, dorobku dydaktycznego, popularyzatorskiego oraz w zakresie aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni stwierdzam, że przedstawiony dorobek dr inż. Przemysława Serugi **spełnia kryteria określone** w art. 221 ust. 1 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2021 poz. 478 z późn. zm.).

Podpisała Magdalena Zabochnicka-Świątek

