

dr hab. inż. Krystyna Malińska, prof. PCz,
Politechnika Częstochowska
Wydział Infrastruktury i Środowiska
Katedra Sieci i Instalacji Sanitarnych
ul. Brzeźnicka 60A
42-200 Częstochowa
krystyna.malinska@pcz.pl
695 659 327

Częstochowa, 18.03.2024 r.

Recenzja

osiągnięcia naukowego

w formie cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych pod wspólnym tytułem:

**„Dobór krytycznych parametrów funkcjonalnych dla biomasy roślinnej
i wytwarzanych z niej biowęgla wraz z parametryzacją procesu wytwarzania
w kontekście ich dalszego użycia”**

oraz dorobku naukowego, dydaktycznego, organizacyjnego i popularyzatorskiego

Pana dr. Bogdana Saletnika

w związku z postępowaniem o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk inżynierijsko-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka

1. Podstawa formalna opracowania recenzji

Podstawą formalną opracowania niniejszej recenzji jest Uchwała RD IŚGiE 1/2024 Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie z dnia 12 stycznia 2024 r. oraz pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Pana prof. dr hab. Krzysztofa Józwiakowskiego z dnia 22 stycznia 2024 r. (nr NE.5210.5.1.2023).

Recenzja została przygotowana w oparciu o dokumentację w formie elektronicznej zawartą na nośniku danych. Dokumentacja zawierała: wniosek o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynierijsko-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, dane wnioskodawcy, kopie dyplomu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora, autoreferat w języku polskim, wykaz osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny w języku polskim, oświadczenia autora i współautorów o indywidualnym wkładzie w prace składające się na osiągnięcie naukowe w języku polskim, kopie publikacji wchodzące w skład osiągnięcia naukowego oraz kopie dokumentów potwierdzające określone osiągnięcia.

Ocenę sporządzono zgodnie z wytycznymi w art. 219 Ustawy prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2023 r., poz. 742 ze zmianami).

2. Sylwetka Habilitanta

Pan dr Bogdan Saletnik ukończył studia licencjackie na kierunku biologia na Wydziale Biologiczno-Rolniczym Uniwersytetu Rzeszowskiego (2010), a następnie na tym samym Wydziale podjął studia magisterskie na kierunku biologia ze specjalnością biologia eksperymentalna, które ukończył w 2012 r. Pracę doktorską pod tytułem „Ocena możliwości zastosowania biowęgla i popiołu z biomasy do nawożenia wybranych gatunków roślin energetycznych” obronił w 2018 r. uzyskując stopień doktora nauk rolniczych w dyscyplinie agronomii na Wydziale Biologiczno-Rolniczym Uniwersytetu Rzeszowskiego. Promotorem rozprawy doktorskiej był Pan prof. dr hab. Czesław Puchalski. W oparciu o dostępne informacje Habilitant nie ubiegał się uprzednio o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

Pracę naukowo-zawodową Pan dr Bogdan Saletnik rozpoczął w 2013 r. zajmując stanowisko starszego referenta naukowo-technicznego w Zakładzie Technologii Bioenergetycznych Wydziału Biologiczno-Rolniczego Uniwersytetu Rzeszowskiego. Stanowisko to zajmował do 2018 r. Od 2018 r. do chwili obecnej – pracuje na stanowisku adiunkta badawczo-dydaktycznego w Katedrze Technologii Bioenergetycznych (obecnie Katedra Bioenergetyki, Analizy Żywności i Mikrobiologii) Wydziału Biologiczno-Rolniczego Uniwersytetu Rzeszowskiego.

3. Charakterystyka i ocena osiągnięć naukowego

Główne osiągnięcie naukowe Habilitanta będące podstawą ubiegania się o uzyskanie stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka stanowi cykl publikacji naukowych pod wspólnym tytułem:

„Dobór krytycznych parametrów funkcjonalnych dla biomasy roślinnej i wytwarzanych z niej biowęgla wraz z parametryzacją procesu wytwarzania w kontekście ich dalszego użycia”.

Przedstawiony jako główne osiągnięcie cykl składa się z 5 współautorskich publikacji naukowych (A1-A5) opublikowanych w czasopismach o zasięgu międzynarodowym (2 artykuły w czasopiśmie *Applied Sciences*, 1 – w *Materials*, 1 – w *Energies* i 1 – w *Molecules*):

(A1) Saletnik B., Zaguła G., Bajcar M., Tarapatsky M., Bobula G., Puchalski C.: Biochar as a multifunctional component to the environment – a review. *Applied Sciences* 2019, 9(6), 1139, doi.:10.3390/app9061139

(A2) Saletnik B., Bajcar M., Saletnik A., Zaguła G., Puchalski C.: Effect of the pyrolysis process applied to waste branches biomass from fruit trees on the calorific value of the biochar and dust explosivity. *Energies* 2021, 14(16), 4898, doi.:10.3390/en14164898

(A3) Saletnik B., Saletnik A., Zaguła G., Bajcar M., Puchalski C.: The use of wood pellets in the production of high quality biocarbon materials. *Materials* 2022, 15(13), 4404, doi.:10.3390/ma15134404

(A4) Saletnik B., Saletnik A., Zaguła G., Bajcar M., Puchalski C.: Oak biomass in the form of wood, bark, brushwood, leaves and acorns in the production process of multifunctional biochar. *Molecules* 2022, 27(21), 7191, doi.:10.3390/molecules27217191

(A5) Saletnik B., Bajcar M., Zaguła G., Saletnik A., Tarapatsky M., Puchalski C.: Biochar as a stimulator for germination capacity in seeds of Virginia Mallow (*Sida hermaphrodita* (L.) Rusby). *Applied Sciences* 2019, 9(16), 3213, doi.:10.3390/app9163213

Wkład w powstanie każdej z wymienionych publikacji naukowych został określony przez Habilitanta za wiodący i oszacowany na 80%. Za swój wkład Habilitant wskazuje w szczególności: główne autorstwo i pełnienie roli autora korespondującego, autorstwo pomysłu badań, opracowanie koncepcji i określenie warunków dla prowadzenia doświadczeń, udział w realizacji badań, analizie wyników i formułowaniu wniosku oraz przygotowanie i edycja tekstu manuskryptów. W każdej z tych pozycji Habilitant był pierwszym autorem. Habilitant zapewnił, że żadna z tych publikacji nie była częścią w cyklu publikacji w innym postępowaniu habilitacyjnym. Sumaryczny współczynnik wpływu *Impact Factor* (IF) wynosi 16,875, a liczba punktów MNiSW (poprzednio MEiN) wynosi 560.

Tematyka badań, których rezultaty Habilitant zwał w publikacjach naukowych stanowiących osiągnięcie naukowe, dotyczy otrzymywania biowęglu z wybranych rodzajów biomasy roślinnej oraz wpływu parametrów procesu pirolizy (temperatury i czasu trwania procesu) na właściwości otrzymanych biowęgli i ich dalszych zastosowań. Pomimo faktu, że tematyka związana z biowęglem, a w szczególności z otrzymywaniem biowęglu z różnych substratów – zarówno pochodzenia roślinnego, jak i zwierzęcego – projektowaniem jego właściwości pod kątem określonych zastosowań, itp., jest od kilku dekad przedmiotem intensywnego zainteresowania wielu naukowców z różnych ośrodków naukowo-badawczych na całym świecie, to w dalszym ciągu istnieje potrzeba prowadzenia badań, np. nad optymalizacją procesu pirolizy różnych rodzajów biomasy i wpływu parametrów technologicznych na właściwości biowęglu czy też nowych możliwości zastosowań tego ciekawego materiału. Wydaje się to tym bardziej zasadne, że skala do tej pory prowadzonych badań i liczba dostępnych publikacji nie przekłada się bezpośrednio na komercjalizację wiedzy i technologii w tym zakresie.

Analizę aktualnego stanu wiedzy (na czas, w którym powstała publikacja z roku 2019) Habilitant przedstawił w publikacji naukowej otwierającej cykl (A1). W niej też wskazał obszary i luki w wiedzy, które wymagają uzupełnienia i prowadzenia dalszych badań. Warto podkreślić, że to ogromne w ostatnich latach zainteresowanie biowęglem, jego właściwościami i zastosowaniami – szczególnie do poprawy właściwości gleb oraz wzrostu i plonowania roślin – przekłada się na ciągłe uaktualniania wymagań jakościowych dla biowęgli (*EBC Guidelines for sustainable production of biochar*, wersja 10.3) w celu bezpiecznego ich stosowania. Co więcej, w unijnych regulacjach (i.e. *Fertilising Product Directive* 2019/1009) materiały otrzymane w wyniku pirolizy zostały uwzględnione w kategorii materiałów składowych CMC 14 (i.e. *Commission Delegated Regulation* EU 2021/2028 z dnia 7 czerwca 2021).

W osiągnięciu naukowym Habilitant podjął się badań nad optymalizacją prowadzenia procesu pirolizy ze szczególnym uwzględnieniem bezpieczeństwa przetwarzania biomasy w tym procesie, jak również podczas transportu i magazynowania biowęglu, co wiąże się z poznaniem

podstawowych parametrów wybuchowości biomasy i otrzymanego z niej biowęgla. W związku z tym, Habilitant sformułował główną hipotezę, która mówi, że „modyfikacja parametrów prowadzenia pirolizy i odpowiedni dobór surowca pochodzenia roślinnego pozwoli uzyskać funkcjonalne biowęgłe o pożądanym właściwościach, bez negatywnego wpływu na potencjał wybuchowości”. W ramach tych badań podjął się analizy trzech zagadnień, które dotyczyły: (1) biowęglowego paliwa stałego na bazie pelletów i gałęzi drzew owocowych, (2) funkcjonalnego biowęgla z biomasy dębu oraz (3) „bio-karbo-kondycjonera” do hydrokondycjonowania nasion.

Pierwsze zagadnienie zostało przeanalizowane w dwóch publikacjach naukowych (A2 i A3). Drugiemu zagadnieniu poświęcono jedną publikację naukową (A4), podczas gdy tematyka trzeciego zagadnienia została zawarta w jednej publikacji naukowej (A5).

Po przeprowadzeniu analizy i oceny merytorycznej wyników badań opublikowanych w artykułach naukowych stanowiących osiągnięcie Pana dr. Bogdana Saletnika stwierdzam, że Habilitant prawidłowo zidentyfikował problemy badawcze i wystarczająco uzasadnił konieczność opracowania dla nich rozwiązań. W publikacjach naukowych, które stanowią osiągnięcie naukowe Habilitanta, hipotezy i cele badawcze zostały poprawnie sformułowane, eksperymenty badawcze zostały poprawnie zaprojektowane i przeprowadzone, metody badawcze, analityczne i statystyczne dobrane odpowiednio, a wyniki przedstawione i omówione w sposób wyczerpujący. Postawione przez Habilitanta cele badawcze zostały osiągnięte, co zostało potwierdzone w publikacjach naukowych stanowiących osiągnięcie naukowe. Uzyskane wyniki oraz sformułowane wnioski w przedstawionym cyklu publikacji naukowych stanowią ważny wkład poznawczy i aplikacyjny oraz pozwalają na wskazanie dalszych kierunków badań związanych z otrzymywaniem biowęgla z różnych rodzajów biomasy i jego nowymi zastosowaniami.

Za znaczący wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka można przede wszystkim wskazać:

- analizę i omówienie problemu bezpieczeństwa podczas przetwarzania biomasy w procesie pirolizy i określenie zagrożenia wybuchem poprzez wyznaczenie wskaźników wybuchowości dla wybranych rodzajów biomasy (tj. biomasy sadowniczej: gałęzie jabłoni, wiśni, gruszy; pelletów drzewnych oraz biomasy dębu: drewno, kora, gałęzie, liście oraz żołądź) oraz otrzymanych z niej biowęgla,
- analizę właściwości (w tym też podatności na wybuchowość) biowęgla z biomasy dębu z różnych jego części (tj. drewno, kora, gałęzie, liście i żołądź) pod kątem wykorzystania energetycznego i nawozowego,
- dobór parametrów pirolizy (tj. parametru temperaturowo-czasowego) dla różnych rodzajów biomasy do otrzymywania funkcjonalnych biowęgla z przeznaczeniem na cele energetyczne i nawozowe,
- określenie możliwości wykorzystania wybranego rodzaju biowęgla (otrzymanego ze słomy jęczmiennej) do zwiększania wartości siewnej nasion ślazuwca pensylwańskiego podczas ich hydrokondycjonowania.

Kończąc tę część recenzji i mając na względzie dbałość o kompletność informacji chciałabym zauważyć, że w niektórych częściach wniosku podane przez Habilitanta informacje

wymagałyby uzupełnienia i/lub doszczegółowienia. Na przykład, w Załączniku 3 w pkt. 7.1 (podobnie w Załączniku 4, w części III w pkt. 2) warto byłoby wskazać ramy czasowe prowadzonej współpracy z podmiotami gospodarczymi oraz na czym ta współpraca polegała. W tym samym załączniku, w pkt. 7.1, w którym znajduje się wykaz opracowanych ekspertyz i raportów, przydatne do wykonania recenzji byłoby uzupełnienie o informacje czy były one wykonywane indywidualnie czy zespołowo. W tekście autoreferatu, który stanowi Załącznik 3, można zauważyć drobne błędy stylistyczne i edytorskie.

Podsumowując ocenę wskazanego przez Habilitanta osiągnięcia naukowego, mogę stwierdzić, że przedstawiona tematyka i prowadzone badania są wartościowe, mają duże znaczenie poznawcze i aplikacyjne, i stanowią znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria środowiska, energetyka i górnictwo. Uważam, że przedstawione przez Pana dr. Bogdana Saletnika osiągnięcie naukowe spełnia wymagania określone w art. 219 Ustawy prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2023 r., poz. 742 ze zmianami).

4. Ocena aktywności naukowej, w tym w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej

Zainteresowania naukowe i badawcze Pana dr. Bogdana Saletnika są niezwykle różnorodne ale przede wszystkim koncentrują się na zagadnieniach związanych z otrzymywaniem biowęgla z różnych rodzajów biomasy roślinnej, optymalizacją procesu pirolizy oraz praktycznymi zastosowaniami biowęgla (np. w uprawie roślin). Oprócz tego, Habilitant zajmował się zagadnieniami związanymi, m.in. z oceną właściwości owoców i warzyw z upraw ekologicznych, przechowywaniem owoców, czy np. wpływem pola magnetycznego w wybranych zastosowaniach. Przed uzyskaniem stopnia doktora wśród wiodących zainteresowań naukowo-badawczych Habilitanta było zastosowanie biowęgla i popiołu z biomasy do nawożenia wybranych gatunków roślin energetycznych. Zainteresowanie biowęgłem Habilitant rozwijał również po uzyskaniu stopnia doktora realizując prace badawcze dotyczące otrzymywania biowęgla z wybranych rodzajów biomasy roślinnej oraz analizując ich właściwości, a także związane z nimi różne możliwości aplikacji pozyskanych materiałów. Rezultatem tych pracy jest cykl publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe będące postawą do ubiegania się o uzyskanie stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk inżynierijno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Warto wskazać na inne, ważne osiągnięcia Pana dr inż. Bogdana Saletnika, do których należą przede wszystkim niewymienione w osiągnięciu publikacje naukowe, uzyskane patenty i dokonane zgłoszenia patentowe. Są one wymiernym wynikiem aktywności naukowej Pana dr. Bogdana Saletnika.

Pan dr Bogdan Saletnik wykazał się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni. Wśród krajowych ośrodków, z którymi współpracował/nadal współpracuje Habilitant, znajdują się Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu (współpraca z prof. dr hab. inż. Janem Oszmiańskim) oraz Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie (współpraca z prof. dr hab. Andrzejem Marczukiem). Warto podkreślić, że współpraca Habilitanta z innymi uczelniami zaowocowała wymiernymi rezultatami w postaci publikacji naukowych (3 artykuły naukowe), zgłoszeń patentowych (2 zgłoszenia patentowe do UPRP) oraz złożonych grantów badawczych (2 wnioski o dofinansowanie). Granty te uzyskały dofinansowanie w ramach

Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Podkarpackiego na lata 2014-2020: w jednym Habilitant pełnił funkcję kierownika projektu, a w drugim był wykonawcą. Habilitant współpracuje także z instytucjami zagranicznymi, co również przyniosło wymierne rezultaty w postaci uzyskania finansowania dla międzynarodowego projektu badawczego w ramach programu *COST European Cooperation in Science & Technology*. Na uwagę zasługuje fakt, że Habilitant podejmuje współpracę badawczą w ramach interdyscyplinarnych zagadnień z naukowcami z jednostki macierzystej, czego potwierdzeniem są opublikowane do tej pory artykuły naukowe (6 artykułów) i monografia naukowa (1 monografia). Pan dr Bogdan Saletnik zrealizował dwumiesięczny staż szkoleniowy w laboratorium firmy Altec (Czechy), podczas którego doskonalił swoje umiejętności analityczne w zakresie oznaczania rtęci za pomocą spektrometru AMA-254. W 2021 r. Habilitant odbył również ponad dwutygodniowy staż naukowy na Uniwersytecie Przyrodniczym w Lublinie w celu prowadzenia badań nad biowęglem.

Pan dr Bogdan Saletnik realizował/realizuje projekty badawcze (12 projektów) finansowane z środków krajowych, jak i zagranicznych. Pełni/pełnił w nich rolę kierownika jak i wykonawcy.

Na szczególną uwagę zasługuje aktywność Habilitanta w zakresie uzyskanych praw własności przemysłowej. Habilitant jest współautorem 3 patentów przyznanych przez UPRP oraz 6 zgłoszeń patentowych (również przed UPRP).

Habilitant angażuje się we współpracę z otoczeniem społeczno-gospodarczym: współpracował m.in. z: Tauron Wytwarzanie S.A., Solarheat Angerman S.J., Eko Gospodarstwo Rolne Janusz Futoma czy Browar Tarnobrzeg Sp. z o.o. Na zlecenie tych podmiotów podjął się wykonania ekspertyz i opracowania raportu (4 ekspertyzy i 1 raport).

W okresie przed i po doktoracie Pan dr Bogdan Saletnik był autorem lub współautorem: 46 artykułów w czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym (23 po doktoracie), 2 monografii (przed doktoratem) oraz 19 rozdziałów w monografiach (6 po doktoracie).

Opublikowane prace naukowe będące wynikiem aktywności naukowej Pana dr. Bogdana Saletnika stanowią ważne źródło wiedzy dla innych badaczy, czego wyrazem jest cytowalność opublikowanych prac, która (na dzień 15.03.2024 czyli podczas opracowywania niniejszej recenzji) wg Web of Science wynosi 244 (z autocytowaniami 258). Indeks Hirscha wg Web of Science wynosi 8.

Habilitant brał udział w 11 konferencjach naukowych (4 po doktoracie) głównie w kraju (9), ale też i za granicą (2). Był edytorem gościnnym w specjalnym wydaniu czasopisma *Agriculture* oraz jest członkiem Rady Recenzentów w czasopiśmie *Energies*.

5. Ocena dorobku dydaktycznego, organizacyjnego i popularyzatorskiego

Od 2018 r. Pan dr Bogdan Saletnik jest nauczycielem akademickim i w ramach swoich obowiązków prowadzi zajęcia dydaktyczne ze studentami (ćwiczenia laboratoryjne, terenowe, projektowe oraz wykłady) na kierunkach: Odnawialne źródła energii i gospodarka odpadami i Ochrona środowiska, oraz jest promotorem prac dyplomowych. Na szczególną uwagę zasługuje wkład Habilitanta w powstanie wielu pracowni dydaktycznych, np. pracowni termicznej, w której biomasa poddawana jest modyfikacji termicznej w celu uzyskania różnych

produktów z wykorzystaniem procesu pirolizy, spalania czy współspalania. Habilitant był promotorem 8 prac inżynierskich i 5 magisterskich oraz recenzentem 26 prac inżynierskich i 9 prac magisterskich. Jako nauczyciel akademicki Pan dr Bogdan Saletnik rozwijał swój warsztat i umiejętności niezbędne do prowadzenia dydaktyki poprzez udział w wielu szkoleniach.

Pan dr Bogdan Saletnik w swoim dorobku posiada również osiągnięcia organizacyjne. Aktywnie działa na rzecz jednostki macierzystej poprzez udział i prace w komisjach, pełnienie roli opiekuna roku, organizowanie warsztatów i wyjazdów szkoleniowych dla studentów. Warto podkreślić wkład Habilitanta w przygotowanie trzech pracowni badawczych. Habilitant brał udział w organizacji krajowych, jak i zagranicznych konferencji (4 konferencje).

Osiągnięcia popularyzatorskie dr. Bogdana Saletnika obejmują przede wszystkim udział w konferencjach oraz wydarzeniach skierowanych do uczniów szkół podstawowych i średnich oraz studentów (np. „Noc Biologów” organizowanej przez Wydział Biologiczno-Rolniczy UR, „Piknik Nauki EKSPLOKACJE” w Rzeszowie, itp.).

6. Podsumowanie i wnioski końcowe

W podsumowaniu, stwierdzam, że:

- główne osiągnięcie naukowe Pana dr. Bogdana Saletnika stanowi znaczący wkład w rozwój dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka,
- dorobek publikacyjny Habilitanta stanowi ważne źródło wiedzy dla rozwoju nauki w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, czego wyrazem jest aktualna liczba cytowań (wg Web of Science – 244 bez autocytowań) oraz indeks Hirscha (wg Web of Science – 8),
- prace naukowe Pana dr. Bogdana Saletnika stanowią ważne źródło wiedzy o charakterze poznawczym i aplikacyjnym (warto wskazać na ich duży potencjał komercjalizacyjny), o czym świadczą, m.in. opracowane rozwiązania w ramach uzyskanych patentów (3 patenty), jak i złożonych zgłoszeń patentowych (6 zgłoszeń patentowych),
- aktywność naukowa i współpraca z krajowymi i zagranicznymi instytucjami badawczymi, jak również z jednostkami otoczenia społeczno-gospodarczego Habilitanta przekłada się na wymierne rezultaty w postaci interdyscyplinarnych publikacji naukowych, składanych wniosków o dofinansowanie, realizacji projektów badawczych oraz wykonywanych ekspertyz i raportów,
- działalność dydaktyczna, organizacyjna i popularyzatorska Habilitanta świadczy o dużym zaangażowaniu i aktywności na rzecz jednostki macierzystej i społeczności akademickiej.

Osiągnięcie naukowe, dorobek naukowy, dydaktyczny, organizacyjnego i popularyzatorskiego Pana dr. Bogdana Saletnika, spełniają wymagania stawiane osobom ubiegającym się o stopień doktora habilitowanego w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka zawarte w art. 219 Ustawy prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2023 r., poz. 742 ze zmianami).

Z tego względu, wnioskuję do Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie o nadanie Panu dr. Bogdanowi Saletnikowi stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

