

Zabrze 23.04.2018r.

Prof. dr hab. inż. Czesława Rosik-Dulewska *prof. zwyczaj.*

Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN Zabrze/

Uniwersytet Opolski wydz. Przyrodniczo-Techniczny

RECENZJA

osiągnięcia naukowego pt.

*Zastosowanie organicznych materiałów stabilizujących oraz naturalnych
środków myjących w remediacji gleb zanieczyszczonych metalami ciężkimi*

oraz o dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego

dr inż. Zygmunta Mariusza Gusiatina

wykonano dla Rady Wydziału Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska
Politechniki Łódzkiej

Podstawa opracowania

Recenzję wykonano na zlecenie Dziekana Wydziału Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej, przesłane na podstawie decyzji Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów (pismo Nr BCK-VI-8314/17) z dnia 09.02.2018r. Recenzję sporządzono zgodnie z wymaganiami Ustawy z dnia 14.03.2003 r. *o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki* (Dz.U.2017 poz.1789) oraz z Rozporządzeniem MNiSW z dnia 1.09.2011r. *w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitacyjnego* (Dz.U. Nr 196, poz.1165). Do wykonania recenzji wykorzystano materiały przesłane przez Sekretarza Komisji Habilitacyjnej

z Wydziału Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej Panią Prof. L. Krzystek.

Informacje ogólne

Dr inż. Zygmunt Mariusz Gusiatin jest absolwentem (2003 z wyróżnieniem) Wydziału Ochrona Środowiska i Rybactwa, Kierunku Ochrona środowiska, specjalność ochrona i kształtowanie środowiska, na Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie (*Efektywność adsorpcji substancji powierzchniowo czynnych na chitynie*). W latach 2003 – 2008 był uczestnikiem studiów doktoranckich przy Wydziale Ochrony Środowiska i Rybactwa Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. W 2008 roku uzyskał stopień naukowy doktora nauk rolniczych, dyscyplina kształtowanie środowiska, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa, praca doktorska pt. *Efektywność wymywania metali (Cu, Zn i Cd) z gleb z zastosowaniem biologicznych związków powierzchniowo czynnych*. Po ukończeniu studiów doktoranckich pracuje w Katedrze Biotechnologii w Ochronie Środowiska Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie na stanowisku asystenta (2008 – 2009) i adiunkta (od 2009r.).

Kierunki badawcze

Habilitant w Swojej pracy naukowej skupia się głównie na interdyscyplinarnych zagadnieniach z zakresu inżynierii, ochrony i kształtowania środowiska, w tym m.in. na:

- usuwaniu barwników oraz substancji powierzchniowo czynnych (SPC) ze ścieków syntetycznych metodą adsorpcji na chitynie (podczas studiów)
- remediacji gleb zanieczyszczonych metalami ciężkimi (po ukończeniu studiów),

a po uzyskaniu stopnia doktora na:

- ocenie jakościowej kompostów oraz osadów dennych
- wykorzystaniu sorbentów z produktów odpadowych stosowanych do usuwania metali ciężkich ze ścieków
- produkcji biogazu i waloryzacji odpadów pofermentacyjnych
- fitoremediacji, tak w zakresie fitoekstrakcji jak i wspomaganej fitostabilizacji metali ciężkich (w badaniach nad fitoekstrakcją metali pracuje pod kierunkiem Prof. Igora Cretescu z Gheorge Asachi Technical University z Rumunii).

Sumaryczne efekty publikacyjne z przeprowadzonych badań - dorobek naukowy:

- przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora obejmował **2** prace ulokowane w czasopismach wyróżnionych przez bazę Journal Citation Reports
- po uzyskaniu stopnia doktora jest autorem/współautorem **84** prac, w tym:
 - 24** prac opublikowanych w czasopismach wyróżnionych przez bazę JCR
 - 5** publikacji w recenzowanych czasopismach z listy B MNiSW
 - 13** rozdziałów monograficznych, w tym 8 w monografiach anglojęzycznych i 5 w monografiach polskojęzycznych
 - 9** prac pełnotekstowych
 - 33** streszczeń w materiałach konferencyjnych.

Wyniki badań Habilitant prezentował na ponad **20** konferencjach, kongresach i sympozjach naukowych, w tym 16 międzynarodowych: Niemcy (2), Litwa (1), Grecja (2), Włochy (2), Stany Zjednoczone (1), Portugalia (1), Hiszpania (1), Polska (10).

Sumaryczny Impact Factor (zgodnie z rokiem publikacji) prac opublikowanych po uzyskaniu stopnia naukowego doktora wynosi **57,616**. Liczba cytowań wg bazy *Web of Science* wynosi **170**, w tym bez autocytowań **158**, a index Hirscha – **8**.

Zgodnie z kryteriami MNiSW łączny dorobek po uzyskaniu stopnia naukowego doktora oceniany jest na **824** punkty.

Łączna punktacja wg MNiSW za publikacje przed i po uzyskaniu stopnia naukowego doktora wynosi punkty 844, a sumaryczny IF = 58,321.

Habilitant prowadził badania w ramach 10. projektów badawczych, w tym w 4. projektach KBN/MNiSW/NCN i w 1 projekcie strategicznym NCBiR.

Wykonał 5 ekspertyz na zlecenie podmiotów gospodarczych.

Jest autorem i współautorem 8. dokumentacji prac badawczych oraz 3. opracowań wykonanych w ramach projektów badawczych.

Habilitant wykonał także **51** recenzji publikacji naukowych, w tym 41 z nich dla 20 czasopism z listy JCR o IF od 0,319 do 8,734, takich jak: *Chemosphere, Journal of Hazardous Materials, International Journal of Phytoremediation, Water, Air, and Soil Pollution, Geoderma, CLEAN – Soil, Air, Water, Environmental Technology, Waste Management & Research, Waste Management, Journal of Environmental Sciences (China), Chemistry and Ecology, Journal of Residuals Science & Technology, Ecotoxicology and Environmental Safety,*

Land Degradation & Development, Soil & Sediment Contamination, Scientific Reports, International Journal of Environmental Research and Public Health, Journal of Arid Land, Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences oraz *Sustainability*.

Ponadto wykonał 10 recenzji publikacji dla czasopism spoza listy JCR, takich jak: *Toxics, Environmental Science and Research, Environmental Engineering Research, African Journal of Agricultural Research, Scientific Review Engineering and Environmental Sciences* oraz *Polish Journal of Natural Sciences*. Za aktywność w recenzowaniu uzyskał certyfikaty z Elsevier Publishing.

Za działalność naukową został wyróżniony Nagrodą Indywidualną I stopnia Rektora UWM w Olsztynie w 2016 r.

Ocena działalności w zakresie dydaktyki

Habilitant był uczestnikiem: kursu pedagogicznego (2006-2007), warsztatów dotyczących możliwości wspierania studentów głuchych i słabosłyszących na UWM w Olsztynie oraz odbył indywidualne kursy języka angielskiego z native speakerem dla nauczycieli akademickich.

Na Wydziale Nauk o Środowisku, na kierunku **ochrona środowiska i inżynieria środowiska prowadzi wszystkie formy** zajęć dydaktycznych - wykłady, ćwiczenia lab., audytoryjno-obliczeniowe i projektowe w języku polskim lub angielskim z 15 przedmiotów (w tym w 8 jako koordynator). Są to m.in.: *Technologia wody i ścieków, Metody biotechnologiczne w ochronie środowiska, Zanieczyszczenie i remediacja gruntów, Projektowanie układów technologicznych oczyszczania wody i ścieków, Technologie stosowane w ochronie środowiska, Remediacja gruntów, Bioremediacja*.

Przedmioty *Analitical Training, Biotechnology in Environmental Protection, Design of Biotechnological Processes in Environmental Protection* realizuje na międzynarodowych studiach magisterskich, na specjalności Process Engineering, Environmental Protection and Biotechnology, realizowanych w ramach współpracy Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego oraz Uniwersytetu Nauk Stosowanych w Offenburgu). W UWM realizuje: zajęcia na studiach międzynarodowych w ramach współpracy University of Applied Sciences w Offenburgu (Niemcy) oraz UWM w Olsztynie.

W 2013 r. 3-tygodniowy staż dydaktyczny w Uniwersytecie w Offenburgu. Od roku 2016/2017 prowadzi także zajęcia w języku angielskim - *Systems of land remediation* dla studentów zagranicznych realizujących kształcenie w ramach programu Erasmus.

Habilitant był/jest:

- opiekunem naukowym 9 prac inżynierskich +5 oraz 12+1 prac magisterskich na kierunkach ochrona środowiska, inżynieria środowiska, biotechnologia oraz biotechnologia środowiskowa
- promotorem (2016 r.) pracy magisterskiej w języku angielskim realizowanej przez studenta studiów międzynarodowych na specjalności Process Engineering, Environmental Protection and Biotechnology
- recenzentem prac dyplomowych inżynierskich i magisterskich studentów z ww. kierunków studiów
- promotorem pomocniczym w przewodzie doktorskim (2017)
- opiekunem dwóch studentów studiów doktoranckich z Technical University of Isai (Rumunia) oraz
- opiekunem naukowym stażu doktorantki z Wydziału Inżynierii Rolniczej, Uniwersytetu Aleksandra Stulginskisa na Litwie
- opiekunem roku na studiach stacjonarnych pierwszego i drugiego stopnia na kierunku ochrona środowiska (2010-2015).

Ocena działalności w zakresie organizacji badań

Analiza materiałów przygotowanych przez Habilitanta pozwala pozytywnie ocenić Jego działalność organizacyjną na rzecz Uczelni. Ważna jest pozycja członka Senatu UWM (2016-2020) oraz członka Rady Wydziału Nauk o Środowisku. W latach 2013-2016 na ww. Wydziale był m.in. członkiem: Komisji ds. dodatku motywacyjnego dla nauczycieli akademickich oraz pracowników nie będących nauczycielami akademickimi; Wydziałowego Zespołu opracowującego nowy program studiów na kierunku *Gospodarowanie zasobami wodnymi*; Kierunkowego Zespołu ds. Zapewniania Jakości Kształcenia na ww. kierunku.

W roku akademickim 2010-2012 uczestniczył w pracach wydziałowego zespołu przygotowującego wnioski o dofinansowanie kierunków zamawianych ochrona środowiska i

inżynieria środowiska, w ramach programu operacyjnego Kapitał Ludzki „Szkolnictwo wyższe i nauka. Podziałanie – zwiększenia liczby absolwentów kierunków o kluczowym znaczeniu dla gospodarki opartej na wiedzy” .

Jestem także członkiem:

- komitetu redakcyjnego czasopisma *Environmental Biotechnology* (lista B MNiSW), a od 2017 pełni funkcję Associate Editor w czasopiśmie *Environmental Analysis & Ecology Studies*
 - dwóch towarzystw naukowych, tj. Polskiego Towarzystwa Substancji Humusowych oraz International Humic Substances Society
 - międzynarodowej organizacji European Geosciences Union, w grupie tematycznej Division: Soil System Sciences, Subdivision: Soil Pollution and Reclamation, a także
 - tematycznej sieci naukowej Biotechnologia Środowiskowa ENBIONET.
- Za działalność organizacyjną został dwukrotnie wyróżniony Nagrodą Zespołową II stopnia Rektora UWM w Olsztynie (2012 i 2015 r.) oraz dyplomem Rektora UWM w Olsztynie w 2011.

Podsumowując tę część recenzji związaną z oceną: efektów z przeprowadzonych badań, dorobku, aktywności dydaktycznej i organizacyjnej Habilitanta stwierdzić należy, że **prorowadzone kierunki badawcze** są w zdecydowanej większości interesujące i ważne dla ochrony, inżynierii i kształtowania środowiska, mimo iż nie wszystkie z nich są w pełni nowatorskie. Dorobek Habilitanta oceniam jako bardzo dobry jakościowo i ilościowo, czego potwierdzeniem są publikacje ulokowane w czasopismach z bazy JCR.

Przy tym jednak należy podkreślić, że są to publikacje w większości wieloautorskie (do 5 autorów), w których Habilitant ma zróżnicowanych udział, ale świadczy o świetnej współpracy zespołowej.

Ponadto Habilitant:

- realizuje się świetnie jako dydaktyk, prowadząc szeroki wachlarz zajęć z tematyki zbieżnej z obszarem realizowanych badań w języku polskim i angielskim
- aktywnie uczestniczy w konferencjach, tak w krajowych jak i w zagranicznych
- aktywnie włącza się w działalność popularyzatorską i ekspercką
- ugruntowuje Swoją pozycję w nauce, o czym świadczą nie tylko dobrze lokowane publikacje, ale i liczne recenzje artykułów w ważnych dla nauki periodykach zagranicznych.

Ocena osiągnięcia naukowego

stanowiącego podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego,
w oparciu o cykl publikacji naukowych powiązanych tematycznie, pt.

Zastosowanie organicznych materiałów stabilizujących oraz naturalnych środków myjących w remediacji gleb zanieczyszczonych metalami ciężkimi i arsenem

W ww. cyklu zaprezentowano 9 publikacji z lat 2014 (1), 2015 (4), 2016 (3) i 2017 (1) umieszczonych w czasopismach z bazy JCR. **Suma IF tych publikacji = 24,533 oraz 290 punktów** wg MNiSW. W publikacjach przedstawionych jako osiągnięcie naukowe Habilitant 7 krotnie jest pierwszym autorem (w tym w 2. jedynym autorem). Publikacje są jedno, dwu, trzy i cztero-autorskie, o udziale Habilitanta: od 40% (1), 50% (1), 60% (3), 70% (1), 80% (1) i 100% (2). Publikacje umieszczono w nw. czasopismach: Environmental Technology, CLEAN–Soil, Air, Water , Environmental Earth Sciences, Environmental Science and Pollution Research, Chemosphere, Journal of Hazardous Materials, Journal of Environmental Sciences.

W przedstawionym do recenzji autoreferacie bardzo poprawnie i przekonująco przedstawiono cel naukowy ww. osiągnięcia wraz z omówieniem możliwości ewentualnego wykorzystania uzyskanych wyników. Habilitant wprowadził do zagadnienia trafnie wskazując na ewidentną potrzebę dalszego doskonalenia technik remediacji gleb zanieczyszczonych metalami i As w aspekcie nie tylko podnoszenia ich skuteczności, ale i zwrócenie uwagi na zagadnienie bezpieczeństwa dla środowiska. Zwrócił także uwagę, że miejsca o podwyższonych oraz przekraczających wartości dopuszczalne stężeń metali i arsenu zlokalizowane są głównie w rejonach dawnego i obecnego górnictwa i przetwórstwa rud metali na Górnym i Dolnym Śląsku.

Jak wspomniałam powyżej cel badań wyznaczony przez Habilitanta (potrzeba dalszego doskonalenia technik remediacji gleb ww. zanieczyszczeniami) **jak i hipotezy** (rodzaj i dystrybucja metali -Cd, Cu, Ni, Pb i Zn- w glebie determinują przydatność kompostu jako materiału stabilizującego; rodzaj biomasy i warunki pirolizy wpływają na właściwości biowęgla i ich przydatność w stabilizacji metali (Cu, Zn i Pb) w glebie; skuteczność wymywania metali (Cd, Cu, Ni, Pb i Zn) przez substancje humusowe zależy od rodzaju gleby oraz czasu starzenia się metali w glebie; substancje humusowe oraz biosurfaktanty roślinne cechuje

zróżnicowana zdolność wymywania określonych frakcji As z gleby) **należy uznać za zasadne i właściwie sformułowane.**

Dla rozpoznania czynników wpływających na skuteczność i rozwój technik remediacji gleb silnie zanieczyszczonych metalami ciężkimi oraz arsenem Habilitant zaproponował procesy oparte na unieruchamianiu i/lub usuwaniu metali. W tym celu zaproponował organiczne materiały stabilizujące (kompost o różnym czasie dojrzewania, biowęgle uzyskane z różnych rodzajów biomasy, jak i w różnej temperaturze prowadzenia procesu pirolizy) oraz naturalne środki myjące (substancje humusowe wyekstrahowane z kompostu, biosurfaktanty roślinne oraz substancje humusowe wyekstrahowane z osadów ściekowych).

Dla osiągnięcia ww. celu Habilitant wyznaczył logiczny zakres badań, który obejmował określenie: a/ skuteczności stabilizacji metali (Cd, Cu, Ni, Pb i Zn) w glebie modelowej o różnym czasie starzenia się metali kompostem o różnym czasie dojrzewania, b/ właściwości biowęgla oraz skuteczności stabilizacji metali (Cu, Zn i Pb) w glebie pochodzącej z terenów hutniczych w zależności od rodzaju biomasy i temperatury pirolizy, c/ sprawności usuwania metali (Cd i Cu) z gleb modelowych z zastosowaniem substancji humusowych wyekstrahowanych z kompostu, jako środka myjącego, d/ wpływu czasu starzenia się metali (Cd, Cu, Ni, Pb i Zn) w glebie modelowej na sprawność ich usuwania za pomocą substancji humusowych wyekstrahowanych z kompostu, e/ skuteczności usuwania arsenu i jego form z gleb z terenów dawnego przetwórstwa rud As z użyciem jako środków myjących biosurfaktantów roślinnych oraz substancji humusowych wyekstrahowanych z osadów ściekowych. Dzięki poprawności wykonania wszystkich założonych badań, możliwe było ich właściwe zinterpretowanie. A zatem analiza publikacji przedstawionych jako osiągnięcie naukowe potwierdza, iż było możliwe wykazanie przydatności kompostu wytworzonego z osadów ściekowych, roztworu substancji humusowych wyekstrahowanych z kompostu oraz biowęgla uzyskanego podczas termicznego przetwarzania kompostów dla potrzeb remediacji gleb zanieczyszczonych metalami ciężkim. I tak m.in. wykazano, że:

1/ kompost pozwolił na zwiększenie redystrybucji metali w zanieczyszczonej glebie z form mobilnych do stabilnych, zmniejszając w konsekwencji biodostępność wybranych metali (najwyższy spadek biodostępności uzyskano dla kadmu, niklu i cynku, których udział formy biodostępnej w glebie zanieczyszczonej był wysoki). Istotnym spostrzeżeniem jest także wskazanie, że: a/ trwałość wiązania metali mierzona wzrostem wskaźnika Ir była

większa dla miedzi, ołowiu i niklu, których redystrybucja do form stabilnych zachodziła z większą wydajnością w porównaniu z kadmem i cynkiem, b/spadek biodostępności i wzrost trwałości wiązania metali podczas trzyletniej stabilizacji nie zależały od czasu dojrzewania kompostu, c/ a wpływ czasu starzenia się metali na trwałość ich wiązania w glebie pod wpływem kompostu nie jest jednoznaczny;

2/ o wysokiej skuteczności biowęgla uzyskanego z kompostu jako materiału stabilizującego metale w zanieczyszczonej glebie decydowały: jego wysoki odczyn, wysoka pojemność sorpcyjna oraz niskie stężenie rozpuszczonego węgla organicznego;

3/ substancje humusowe wyekstrahowane z kompostu, stosowane w postaci roztworu, wykazują wysoką zdolność do wymywania miedzi, ołowiu i kadmu z frakcji jonowymiennej i redukcyjnej, a w przypadku miedzi również z frakcji organicznej i pozostałościowej z zanieczyszczonych gleb; substancje humusowe wyekstrahowane z osadów ściekowych usuwają As (III) z wydajnością powyżej 90%, co jest istotne ze względu na jego wysoką toksyczność,

4/ jest możliwość zastosowania biosurfaktantów roślinnych, jako środków myjących, szczególnie w zakresie usuwania arsenu zarówno z frakcji mobilnych jak i stabilnych, w tym wysokiej skuteczności wymywania As(V).

Oprócz osiągnięć merytorycznych należy zwrócić uwagę na osiągnięcia aplikacyjne, istotne dla spełnienia wymogów ubiegania się o stopień dr habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych, , do których zaliczyć można wykazanie, że:

1/ kompost bez/i po przetworzeniu termicznym do biowęgla może być wykorzystywany w remediacji gleb zanieczyszczonych metalami, zwłaszcza przy wysokim stężeniu miedzi. Ww. komposty zastosowane jako materiały stabilizujące umożliwiają wzrost trwałości wiązania miedzi do wartości I_r powyżej 0,5 i jej utrzymanie na stałym poziomie w czasie ponad dwuletniej stabilizacji;

2/ istnieje możliwość praktycznego zastosowania kompostu i biowęgla do stabilizacji metali. Przyjmując jako kryterium oceny stabilizacji biodostępność metali wykazano, że zaletą biowęgla jest możliwość uzyskania wysokiej skuteczności obniżenia biodostępności Cu i Zn przy niższej dawce materiału stabilizującego oraz w krótszym czasie stabilizacji w porównaniu z samym kompostem;

3/ substancje humusowe stosowane w postaci roztworu umożliwiają skuteczne usuwanie metali nie tylko z gleb mineralnych, ale również organiczno-mineralnych, o znacznym udziale frakcji iłowej.

Habilitant opracował także technologię płukania gleb zanieczyszczonych arsenem za pomocą biosurfaktantów roślinnych wraz z określeniem warunków operacyjnych, tj. płukania, oczyszczania i recyrkulacji eluatu. Jako optymalne warunki operacyjne wytypował stężenie biosurfaktantów 3%, odczyn pH 3, czas płukania 24h. Dla zwiększenia sprawności usuwania arsenu zalecił jednak prowadzenie płukania wielostopniowego, wskazując przy tym, że eluat powinien być oczyszczany metodą adsorpcji na modyfikowanym zeolicie pozwalającym usunąć As ze sprawnością powyżej 80%.

Z uwagi na różnice w skuteczności usuwania form As za pomocą substancji humusowych i biosurfaktantów roślinnych proponuje rozważenie możliwości prowadzenia procesu oczyszczania gleb w układzie dwustopniowym, gdzie pierwszy stopień byłby ukierunkowany na usuwanie frakcji mobilnych As za pomocą SH, a drugi na usuwanie frakcji stabilnych As za pomocą biosurfaktantów roślinnych. Badania te (przed ich praktycznym zastosowaniem) wymagają jeszcze potwierdzenia w dalszych pracach doświadczalnych.

Biorąc zatem za podstawę dorobek naukowy opublikowany w liczących się czasopismach z bazy Journal Citation Reports, umiejętność prowadzenia badań i interpretacji wyników, aktywność dydaktyczną i organizacyjną oraz walory naukowe i aplikacyjne przedstawionego do recenzji osiągnięcia naukowego, jako cyklu publikacji pt. *Zastosowanie organicznych materiałów stabilizujących oraz naturalnych środków myjących w remediacji gleb zanieczyszczonych metalami ciężkimi i arsenem*, stwierdzam, że dr inż. Z.M. Gusiatin spełnia w pełni wymagania do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, zgodnie z *Ustawą o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r.* (Dz.U.2017 poz.1789) oraz z *Rozporządzeniem MNiSW z dnia 1.09.2011r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitacyjnego* (Dz.U. Nr 196, poz.1165).

