

## RECENZJA

osiągnięć naukowych oraz aktywności naukowej w postępowaniu habilitacyjnym  
dra inż. Krzysztofa FIJAŁKOWSKIEGO, zatrudnionego  
na Wydziale Infrastruktury i Środowiska Politechniki Częstochowskiej

### 1. Podstawa formalna i merytoryczna sporządzenia recenzji

Podstawę formalną niniejszej recenzji stanowi uchwała nr 49/2022/2023 Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka na Wydziale Infrastruktury i Środowiska Politechniki Częstochowskiej z dnia 20 lutego 2023 w sprawie powołania komisji habilitacyjnej w celu przeprowadzenia postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka wszczętego na wniosek dra inż. Krzysztofa Fijałkowskiego.

Recenzja została opracowana na podstawie analizy dokumentacji sporządzonej przez Habilitanta, obejmującej w szczególności:

- Wniosek Habilitanta z dnia 29 listopada 2022 o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, zaadresowany do Wydziału Infrastruktury i Środowiska Politechniki Częstochowskiej, za pośrednictwem Rady Doskonałości Naukowej w Warszawie.
- Dane wnioskodawcy (zał. 2).
- Autoreferat przedstawiający opis kariery zawodowej oraz istotnej aktywności naukowej (zał. 3).
- Wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny (zał. 4).
- Kopia dyplomu uzyskania stopnia doktora (zał. 5).
- Publikacje naukowe wraz z oświadczeniami autorów (pliki: U1-U9 i P1-P8) (zał. 6).
- Pozostałe dyplomy i zaświadczenia (zał. 7).

## 2. Sylwetka Habilitanta

Dr inż. Krzysztof Fijałkowski uzyskał tytułu magistra inżyniera (6 lipca 2005) w specjalności zaopatrzenie w wodę, unieszkodliwianie ścieków i odpadów na Wydziale Inżynierii i Ochrony Środowiska Politechniki Częstochowskiej na kierunku Inżynieria Środowiska. W dniu 9 września 2009 Rada Wydziału Inżynierii i Ochrony Środowiska Politechniki Częstochowskiej nadała Krzysztofowi Fijałkowskiemu stopień doktora nauk technicznych w zakresie inżynierii środowiska. Temat jego dysertacji doktorskiej to „Indukowana fitoekstrakcja Zn, Cd i Pb z terenu zdegradowanego przez przemysł hutniczy w Miasteczku Śląskim”, a jego promotorem była dr hab. inż. Małgorzata Kacprzak.

Habilitant w latach 2009–2011 zatrudniony był na stanowisku asystenta w Instytucie Inżynierii Środowiska Politechniki Częstochowskiej, a od 2011 roku do chwili obecnej zatrudniony jest jako adiunkt w Katedrze Inżynierii Środowiska i Biotechnologii na Wydziale Infrastruktury i Środowiska Politechniki Częstochowskiej.

## 3. Ocena osiągnięcia naukowego będącego podstawą nadania stopnia doktora habilitowanego

Habilitant w złożonym autoreferacie jako zasadnicze osiągnięcie naukowe wskazuje monotematyczny cykl artykułów, pod zbiorczym tytułem „Aspekty technologiczne i toksykologiczne stosowania komunalnych osadów ściekowych w rewitalizacji ekosystemów zdegradowanych”. Na cykl ten składa się 8 pozycji zestawionych poniżej (numeracja poszczególnych pozycji została podana zgodnie z dokumentacją przygotowaną przez Habilitanta):

- [P1] Fijałkowski K., Kacprzak M. J., Rorat A. (2014). Occurrence changes of *Escherichia coli* (including O157: H7 serotype) in wastewater and sewage sludge by quantitation method of (EMA) real time—PCR. *Desalination and Water Treatment*, 52(19–21), 3965–3972. Punkty MEiN: 100, IF: 1,097
- [P2] Fijałkowski K., Rorat A., Grobelak A., Kacprzak M. J. (2017). The presence of contaminations in sewage sludge-The current situation. *Journal of Environmental Management*, 203(Pt 3), 1126–1136. Punkty MEiN: 100, IF: 4,005.
- [P3] Fijałkowski K., Rosikoń K., Grobelak A., Hutchison D., Kacprzak M. J. (2018). Modification of properties of energy crops under Polish condition as an effect of sewage sludge application onto degraded soil. *Journal of Environmental Management*, 217, 509–519. Punkty MEiN: 100, IF: 4,865.
- [P4] Fijałkowski K. (2019). Emerging contaminants in sludge (endocrine disruptors, pesticides, and pharmaceutical residues, including illicit drugs/controlled substances, etc.). In *Industrial and Municipal Sludge*, pp. 455–473. Butterworth-Heinemann. Punkty MEiN: 20, IF: nie dotyczy.

- [P5] Kacprzak M., Fijałkowski K.. Fitoremediacja. Potencjał roślin do oczyszczania środowiska, (2020), Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa. Punkty MEiN: 80, IF: nie dotyczy.
- [P6] Fijałkowski K., Kwarciak-Kozłowska A. (2020). Phytotoxicity assay to assess sewage sludge phytoremediation rate using guaiacol peroxidase activity (GPX): A comparison of four growth substrates. *Journal of Environmental Management*, 263, 110413. Punkty MEiN: 100, IF: 6,789.
- [P7] Fijałkowski K., Kwarciak-Kozłowska A. (2022). Limitations for use of biodegradable waste onto soil: Organic, inorganic and microbiological contaminations in biodegradable waste (w:). *Biodegradable waste management in the circular economy: challenges and opportunities*, John Wiley&Sons, pp 156–175. Punkty MEiN: 20, IF: nie dotyczy.
- [P8] Fijałkowski K., Kwarciak-Kozłowska A. (2022). Limitations for use of biodegradable waste onto soil: Toxicity assessment (w:) *Biodegradable waste management in the circular economy: challenges and opportunities*, John Wiley&Sons, pp 177–187. Punkty MEiN: 20, IF: nie dotyczy.

Punktację oraz wartość współczynnika IF dla każdej z publikacji podano zgodnie z dokumentacją przygotowaną przez Habilitanta. W 7 z 8 publikacji Habilitant jest pierwszym autorem. W 1 pracy Habilitant jest jedynym autorem, pozostałe prace zostały stworzone w wieloautorskim składzie. Zgodnie z przedstawioną dokumentacją i oświadczeniami udział Habilitanta w powstaniu poszczególnych manuskryptów wynosił od 50% (w 4 pracach), przez 70% (w 2 pracach) i 75% (w 1 pracy), do 100% (w 1 pracy).

Łączny współczynnik IF prac P1–P8 wynosi 16,786. Sumaryczna liczba punktów przypadająca na cykl publikacji wynosi 520. Uwzględniając wkład autorski w każdą z publikacji, na Habilitanta przypada 345 punktów (66% całkowitej liczby).

W cyklu publikacji Habilitant podjął ważny i aktualny problem oceny możliwości bezpiecznego wykorzystania osadów ściekowych do rewitalizacji ekosystemów zdegradowanych.

W publikacjach P1, P2, P4, P7 i P8 przedstawiono analizę występowania zanieczyszczeń w osadach ściekowych wraz z potencjalnie nowymi wyłaniającymi się zanieczyszczeniami (Emerging Contaminants, EC) oraz wykazano skuteczność stosowania tego ubocznego produktu procesów oczyszczania ścieków w poprawie właściwości gleb zdegradowanych. Habilitant wykazał, że konieczne jest wprowadzenie programu monitorowania wyłaniających się zanieczyszczeń w osadach ściekowych ponieważ do osadów w trakcie prowadzenia procesów technologicznych oczyszczania ścieków kierowany jest duży strumień zanieczyszczeń, a precyzyjna kontrola i monitorowanie tych związków są niezbędne w celu przeciwdziałania ich migracji do łańcucha pokarmowego ludzi i zwierząt (P4).

Analiza danych literaturowych pozwoliła Habilitantowi sformułować hipotezę, że osady ściekowe mogą być źródłem zjadliwych szczepów powszechnie występujących mikroorganizmów. Przeprowadzone badania pozwoliły uściślić hipotezę obecności zjadliwych

szczepów *E. coli* O157: H7. Badania przeprowadzono z zastosowaniem nowatorskiej metody genetycznej identyfikacji EMA-PCR (P1).

W kolejnych pracach (P2, P7, P8) Habilitant wykazał, że ulegające biodegradacji osady ściekowe, które są bogate w niezbędne dla roślin składniki odżywcze, mogą zmienić fizykochemiczne i biologiczne właściwości gleby. Na podstawie przeprowadzonych analiz Habilitant stwierdził, że:

- materia organiczna zawarta w osadach ściekowych, ze względu na stosunkowo niską zawartość ligniny/celulozy, szybko rozkłada się i mineralizuje, wytwarzając i zwiększając stężenie azotanów w glebie;
- w przeciwieństwie do nawozów azotowych, fosforowych lub potasowych, kompost z odpadów organicznych przyczynia się do zachowania różnorodności i bogactwa gatunków roślin oraz znacznie zwiększa aktywność metaboliczną flory. Ponadto odpady te stosowane dogłębowo stopniowo zwiększają stężenie fosforu i znacznie poprawiają produkcję roślinną. W wyniku degradacji materii organicznej fosfor i azot uwalniają się wolniej niż w przypadku nawozów nieorganicznych, dzięki czemu związki te są dostępne dłużej;
- zachowanie wartości ekonomicznej osadów ściekowych poprzez wykorzystanie obecnych w nich cennych składników odżywczych dla roślin, jest nie tylko właściwym kierunkiem ostatecznego zagospodarowania tego odpadu ale i preferowaną łatwą i opłacalną opcją recyklingu.

W kolejnej pracy (P6) Habilitant podjął próbę opracowania narzędzia do oceny toksykologicznej opartej na odpowiedzi biochemicznej roślin w celu określenia najkorzystniejszej dawki dogłębowej osadów ściekowych. Zaproponowana metodologia opiera się przede wszystkim na stworzeniu testu, w którym istotną nowością jest wykorzystanie podłoży opartych na zestalonym ekstrakcie agarowo-wodnym z badanych mieszanek glebowych z osadami ściekowymi (w odniesieniu do siewu standardowego) oraz pomiar aktywności GPX w korzeniach i liściach (w odniesieniu do zmian wskaźnika kiełkowania i przyrostu biomasy korzeniowej). Habilitant wykazał ścisłą korelację aktywności peroksydazy gwajakolowej GPX ze zmianami warunków środowiskowych. Opracowany test może więc być stosowany jako wskaźnik aklimatyzacji roślin do warunków środowiskowych, a także jako wskaźnik aklimatyzacji w procesie fitoremediacji z dodatkiem osadów ściekowych czy innych odpadów organicznych do remediacyjnego zastosowania.

Habilitant dokonał także oceny potencjału osadów ściekowych w gospodarce obiegu zamkniętego odpadów organicznych, poprzez zastosowanie ich w procesie „zrównoważonej fitoremediacji” terenów zdegradowanych z jednoczesnym pozyskaniem biomasy roślinnej na cele energetyczne (P3). Przeprowadzenie 3-letnich doświadczeń wazonowych pozwoliło na stwierdzenie m.in. że:

- modyfikacja nawozów na zdegradowanych gruntach prowadzi do zmian zarówno procesu fitoremediacji, jak i właściwości energetycznych roślin;
- zastosowanie osadów ściekowych pomaga w zatrzymaniu negatywnych procesów zachodzących na glebach zanieczyszczonych, a jakość osadów ściekowych wprowadzanych do gleby jest ważnym czynnikiem decydującym o jego skuteczności;

- zrównoważone zagospodarowanie osadów ściekowych w uprawach wieloletnich może zapewnić dodatkową sekwestrację węgla w glebie przy wysokich plonach biomasy roślin energetycznych..

W ostatniej z publikacji (P5) Habilitant analizował możliwości zastosowania roślin w oczyszczaniu środowiska i odnowy zdegradowanych ekosystemów roślinnych poprzez interdyscyplinarne podejście łączące technologie i procesy. Co warto podkreślić, pozycja ta została wydana jako monografia, w której omówiono i usystematyzowano m.in. źródła, charakterystykę i sposoby migracji zanieczyszczeń obecnych w środowisku gruntowym; charakterystykę poszczególnych procesów pobierania, transportu i metabolizmu zanieczyszczeń na poziomie komórek i tkanek roślinnych, opis poszczególnych technik fitoremediacji; szczegółowy opis roślin zdolnych do akumulacji lub rozkładu zanieczyszczeń; opis stosowanych technologii, możliwości wykorzystania roślin transgenicznych, możliwości wykorzystania mikroorganizmów zdolnych do intensyfikacji procesów; problem wzbogacania gleb zdegradowanych i zanieczyszczonych na których procesy fitoremediacji są prowadzone, modelowanie procesu, projektowanie; fitosekwestracja dwutlenku węgla, bilans ekonomiczny i aspekty społeczne, problem zagospodarowania biomasy roślinnej (rośliny energetyczne). Niewątpliwą zaletą publikacji jest szeroki jej zakres tematyczny, który nie tylko porządkuje dotychczasową wiedzę, ale również uogólnia ją i popularyzuje.

Podsumowując stwierdzam, że wyniki badań zaprezentowanych w przedstawionym do oceny cyklu publikacji pt. „Aspekty technologiczne i toksykologiczne stosowania komunalnych osadów ściekowych w rewitalizacji ekosystemów zdegradowanych” mają charakter poznawczy i użyteczny i bezsprzecznie mieszczą się w obszarze badań naukowych dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Publikacje stanowią spójną całość, są powiązane tematycznie, a czasopisma, w których zastały opublikowane wyniki badań, charakteryzują się dobrymi wskaźnikami naukowymi. Publikacje te wyczerpują definicję zawartą w art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* z późn. Zm. (Dz.U. z 2021 r. poz. 478): „posiada w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny”.

#### **4. Ocena istotnej aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej**

Całkowity dorobek publikacyjny dra inż. Krzysztofa Fijałkowskiego obejmuje 32 pozycje, z czego 5 opublikowanych przed uzyskaniem stopnia doktora. Sumaryczny Impact Factor wynosi 45,115 (w tym 1,624 przed uzyskaniem stopnia doktora). Sumaryczna liczba punktów MEiN wynosi 977 punktów (w tym 35 przed uzyskaniem stopnia doktora). Wg bazy Web of Science liczba cytowań prac Habilitanta wynosi 636, a indeks Hirscha 8. Habilitant opublikował również 8 rozdziałów w monografiach (w tym 3 przed uzyskaniem stopnia doktora) oraz 16 publikacji w materiałach konferencyjnych (w tym 6 przed uzyskaniem stopnia doktora). Ponadto Habilitant recenzował 5 prac naukowych oraz uczestniczył w 13 krajowych i zagranicznych konferencjach naukowych (w tym w 7 przed uzyskaniem stopnia doktora). Habilitantka wykazuje również aktywność we współpracy z otoczeniem społeczno-

gospodarczym – wykonanie 2 ekspertyz. Ponadto w wykazie osiągnięć naukowych Habilitant wykazał jeden patent.

Habilitant na przestrzeni swojej kariery naukowej wielokrotnie współpracował z zagranicznymi ośrodkami naukowymi, odbywając w nich krótkoterminowe staże i wizyty studyjne m.in. w ramach projektu EnviSafeBioC w Pretoria University (Republika Południowej Afryki), Technical University od Ostrava (Republika Czeska), Norwegian University of Life Sciences (Norwegia), University of Pau (Francja), Institute of Agrofood Research in Barcelona (Hiszpania), Technical University of Crete (Grecja), National Technical University of Athens (Grecja), International Hellenic University in Thessaloniki (Grecja), Agricultural University of Iceland (Islandia) oraz University College of London (wielka Brytania). W ramach projektu Habilitant opublikował angielskojęzyczną monografię wieloautorską. Wspomniany EnviSafeBioC był jednym z 3 projektów międzynarodowych (poza Biotenmare i Clubioenergy) realizowanych we współpracy z Norwegian University of Life Sciences w Ås (Norwegia).

Habilitant za działalność naukową był trzykrotnie nagradzany nagrodami zespołowymi Rektora Politechniki Częstochowskiej.

Podsumowując stwierdzam, że Habilitant posiada dobry dorobek publikacyjny i stosunkowo wysokie wskaźniki bibliometryczne. Ponadto, co warte szczególnego podkreślenia, w latach 2018–2022 był kierownikiem międzynarodowego projektu EnviSafeBioC. Aktywność naukową Habilitanta realizowaną w więcej niż jednej instytucji naukowej jednoznacznie oceniam jako istotną.

## **5. Ocena osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę**

Działalność dydaktyczna Habilitanta koncentruje się na prowadzeniu zajęć dydaktycznych (wykładów, zajęć laboratoryjnych oraz ćwiczeń) na studiach I i II stopnia na kierunkach: Biotechnologia, Inżynieria Środowiska, Architektura Krajobrazu z aż 20 przedmiotów: Biology and ecology (w języku angielskim), Environmental toxicology (w języku angielskim), Functional food (w języku angielskim), Biopharmaceutics (w języku angielskim), Bioremediacja, Chemofitostabilizacja zanieczyszczeń w gruntach, Techniki odnowy środowiska II, Techniki molekularne, BHP i ergonomia, Genetycznie modyfikowane organizmy (GMO), Biologia molekularna, Biologia, ekologia i ochrona środowiska III, Grzyby w biotechnologii, Inżynieria genetyczna, Genetyka ogólna, Biotechnologia roślin użytkowych, Biologicznie aktywne substancje pochodzenia roślinnego, Genetyka bakterii, Techniki molekularne w analizie środowiska, Metodyka fenotypowania. Był promotorem 41 prac dyplomowych (21 inżynierskich, 20 magisterskich), oraz wykonał 58 recenzji prac dyplomowych. Ponadto, w ramach międzynarodowej aktywności dydaktycznej, prowadził w ramach programu ERASMUS+ zajęcia na Uniwersytecie w Porto w Portugalii. Od 2021 roku pełni funkcje koordynatora pomocniczego programu ERASMUS+ na Wydziale Infrastruktury i Środowiska.

W ramach działalności organizacyjnej dr inż. Krzysztof Fijałkowski uczestniczył m.in. w pracach komitetów organizacyjnych 5 konferencji naukowych. Za działalność organizacyjną sześciokrotnie był nagradzany nagrodami zespołowymi Rektora Politechniki Częstochowskiej.

W ramach działalności popularyzującej naukę Habilitant wielokrotnie uczestniczył w kursach przygotowawczych do matur dla licealistów, festiwalach nauki, Dniach Otwartych Politechniki Częstochowskiej oraz warsztatach laboratoryjnych dla szkół średnich. Od 2018 roku jest opiekunem studentów I roku kierunku Biotechnologia. Ponadto uczestniczył w projekcie EKOdetyktywi na jurajskim szlaku – programie rozwoju oferty dydaktycznej uczelni technicznej w zakresie realizacji trzeciej misji – przekazywania wiedzy do społeczeństwa.

Przedstawione osiągnięcia dydaktyczne, organizacyjne oraz popularyzujące naukę oceniam pozytywnie.

## **6. Podsumowanie**

Osiągnięcie naukowe dr inż. Krzysztofa Fijałkowskiego w formie monotematycznego cyklu publikacji pt. „Aspekty technologiczne i toksykologiczne stosowania komunalnych osadów ściekowych w rewitalizacji ekosystemów zdegradowanych” stanowi znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Biorąc dodatkowo pod uwagę jego istotną aktywność naukową, realizowaną w więcej niż jednej instytucji naukowej i fakt, że posiada stopień doktora, stwierdzam, że spełnione są wszystkie warunki do nadania mu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.



