



UNIWERSYTET ROLNICZY

im. Hugona Kollataja w Krakowie

Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki

Kraków, dn. 21 sierpnia 2025 r.

dr hab. inż. Mateusz Malinowski, prof. URK

Katedra Inżynierii Bioprocessów, Energetyki i Automatyizacji

Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki

Uniwersytet Rolniczy im. H. Kollataja w Krakowie

RECENZJA

osiągnięć naukowych, dydaktycznych i organizacyjnych

dr inż. Tomasza Kalaka

określająca czy odpowiadają one wymaganiom osoby ubiegającej się
o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych
w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka
zgodnie z zapisami określonymi w art. 219 ust. 1 pkt 2 i 3
Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce

1. Podstawa formalna przygotowania recenzji

Podstawą opracowania recenzji jest pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie – Pana prof. dr hab. Krzysztofa Józwiakowskiego z dnia 30 czerwca 2025 r. (znak pisma: NE.5210.5.1.2025), powołujące mnie na podstawie art. 221 ust. 5 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2024, poz. 1571 z późn. zm.) na jednego z recenzentów w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego Panu dr inż. Tomaszowi Kalakowi.

Recenzję opracowałem na podstawie otrzymanego w formie elektronicznej kompletu materiałów (spełniającego wymogi ustawowe stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego) zawierającego:

- wniosek Pana dr inż. Tomasza Kalaka z dnia 02 marca 2025 r. do Rady Doskonałości Naukowej o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk: inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie: inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, na podstawie osiągnięcia naukowego stanowiącego cykl jedenastu powiązanych tematycznie oryginalnych prac naukowych o wspólnym tytule „Wykorzystanie wybranych materiałów odpadowych i produktów ubocznych spalania jako sorbentów do usuwania jonów metali ze środowiska wodnego”,
- dane kontaktowe Wnioskodawcy (zał. 1),

- autoreferat przedstawiający opis dorobku i osiągnięć naukowych (zał. 2),
- wykaz osiągnięć naukowych lub twórczych prac zawodowych oraz informacje o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki (zał. 3.),
- kopię dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia naukowego doktora (zał. 4),
- wykaz liczby cytowań i indeksu Hirscha (zał. 5),
- cyfrowe kopie dokumentów złożonych w formie papierowej (zał. 6)
- kopie prac naukowych wchodzących w skład głównego osiągnięcia naukowego (zał. 7),
- kopie oświadczeń współautorów publikacji wchodzących w skład głównego osiągnięcia naukowego (zał. 8),
- kopie pozostałych prac naukowych (zał. 9),
- liczne certyfikaty, zaświadczenia, nagrody, dyplomy (zał. 10).

Wyżej wymienione dokumenty (wniosek oraz załączniki) zostały przygotowane przez habilitanta w języku polskim i angielskim.

2. Przesłanki warunkujące nadanie stopnia doktora habilitowanego

Warunki nadania stopnia doktora habilitowanego zostały unormowane w art. 219 ust. 1 pkt 2 i 3 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Zgodnie z tymi przepisami stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która:

- 1) posiada stopień doktora;
- 2) posiada w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, w tym co najmniej:
 - a) 1 monografię naukową wydaną przez wydawnictwo, 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, lub
 - b) 1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych 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, lub
 - c) 1 zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne lub artystyczne;
- 3) wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

3. Wykształcenie i kariera zawodowa Kandydata

Pan dr inż. Tomasz Kalak w 2004 r. na Wydziale Technologii Chemicznej, Politechniki Poznańskiej uzyskał tytuł zawodowy magistra inżyniera w ramach studiowanego kierunku tj. technologia chemiczna. Promotorem pracy dyplomowej był Pan prof. dr hab. inż. Jan Szymanowski. W 2013 r. na Wydziale Towaroznawstwa Uniwersytetu Ekonomicznego

w Poznaniu uzyskał stopień doktora nauk ekonomicznych w zakresie towaroznawstwa na podstawie rozprawy doktorskiej pt. „Wpływ właściwości powierzchniowych roztworów proszków do prania na ich zdolności piorące”. Promotorem rozprawy był Pan dr hab. inż. Ryszard Cierpiszewski, prof. nadzw. UEP, natomiast recenzentami: dr hab. Henryk Szymusiak, prof. nadzw. UEP oraz dr hab. inż. Andrzej Chochół, prof. nadzw. UEK.

Załącznik nr 4 do wniosku o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego stanowi kopia dyplomu dr inż. Tomasza Kalaka potwierdzająca uzyskanie stopnia naukowego doktora nauk ekonomicznych w zakresie towaroznawstwa nadanego Uchwałą Rady Wydziału Towaroznawstwa Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu z dnia 17 maja 2013 r.

Należy zatem uznać, że pierwsza przesłanka dotycząca posiadania stopnia doktora przez Kandydata ubiegającego się o nadanie stopnia doktora habilitowanego została spełniona.

Kandydat po ukończeniu studiów magisterskich, pracował w przemyśle farmaceutycznym, spożywczym, motoryzacyjnym, przemyśle materiałów ściernych i chemii gospodarczej na stanowiskach: mistrz produkcji, lider produkcji, technolog oraz inżynier jakości. Zdobyte tam umiejętności i wiedzę wykorzystał w późniejszych pracach naukowych oraz w dydaktyce.

Po uzyskaniu stopnia doktora nauk ekonomicznych w 2013 r. podjął pracę zawodową w Uniwersytecie Ekonomicznym w Poznaniu, gdzie:

- w okresie 01.09.2013 - 30.08.2014 r. pracował na stanowisku asystenta w Katedrze Towaroznawstwa i Ekologii Produktów Przemysłowych na Wydziale Towaroznawstwa,
- w okresie 01.09.2014 - 30.09.2019 r. pracował na stanowisku adiunkta naukowo-dydaktycznego w Katedrze Towaroznawstwa i Ekologii Produktów Przemysłowych na Wydziale Towaroznawstwa,
- od 01.10.2019 pracuje na stanowisku adiunkta naukowo-dydaktycznego w Katedrze Jakości Produktów Przemysłowych i Opakowań (Instytut Nauk o Jakości).

Zgodnie z danymi zawartymi w przedstawionej dokumentacji Kandydat nie ubiegał się dotychczas o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk: inżynierijsko-technicznych, w dyscyplinie: inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Praca badawcza i zainteresowania Kandydata koncentrują się głównie na zagadnieniach związanych z wykorzystaniem wybranych odpadów i produktów ubocznych spalania m.in. komunalnych osadów ściekowych jako niskokosztowych i dostępnych sorbentów do usuwania jonów metali ze środowiska wodnego, ale także dotyczą analizy oddziaływania działalności człowieka na środowisko. Za swoją działalność naukową Habilitant był trzykrotnie nominowany do międzynarodowej nagrody Eni Award (2015, 2017 i 2020), a także uzyskał czterokrotnie nagrodę JM Rektora Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu.

4. Ocena osiągnięcia naukowego będącego przedmiotem postępowania habilitacyjnego

Ocena formalna

Osiągnięciem naukowym wymaganym 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 późn. zm.), uznanym przez Habilitanta jako wnoszące znaczący wkład w rozwój dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka jest cykl jedenastu oryginalnych, w tym 3 samodzielnych i 8 współautorskich publikacji naukowych pod wspólnym tytułem: „Wykorzystanie wybranych materiałów odpadowych i produktów ubocznych spalania jako sorbentów do usuwania jonów metali ze środowiska wodnego”.

W skład omawianego cyklu wchodzi artykuły wg następującego wykazu:

1. **Kalak T.** High efficiency of the bioremoval process of Cu(II) ions with blackberry (*Rubus L.*) residues generated in the food industry. *Desalination and Water Treatment*, 238, 2021, 174-197, <https://doi.org/10.5004/dwt.2021.27764>.
100 punktów, IF: 1,254; Udział: 100%
2. **Kalak T.** The use of post-production waste generated in the brewing industry for the effective bioremoval of Cu(II) ions. *Desalination and Water Treatment*, 271, 2022, 124-142, <https://doi.org/10.5004/dwt.2022.28814>.
100 punktów, IF: 1,254; Udział: 100%
3. **Kalak T., Walczak J., Ulewicz M.** Adsorptive Recovery of Cd(II) Ions with the Use of Post-Production Waste Generated in the Brewing Industry. *Energies*, MDPI, 14, 17, 2021, 5543, <https://doi.org/10.3390/en14175543>.
140 punktów; IF: 3,004; autor korespondencyjny
4. **Kalak T., Dudczak-Hałabuda J., Tachibana Y., Cierpiszewski R.** Effective use of elderberry (*Sambucus nigra*) pomace in biosorption processes of Fe(III) ions. *Chemosphere*, 246, 2020, 125744, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.125744>.
100 punktów, IF: 5,778; autor korespondencyjny
5. **Kalak T., Cierpiszewski R.** Comparative studies on the adsorption of Pb(II) ions by fly ash and slag obtained from CFBC technology. *Polish Journal of Chemical Technology*, 21, 4, 2019, 72-81, <https://doi.org/10.2478/pjct-2019-0042>.
20 punktów, IF: 1,193; autor korespondencyjny
6. **Kalak T., Marciszewicz K., Piepiórka-Stepuk J.** Highly Effective Adsorption Process of Ni(II) Ions with the Use of Sewage Sludge Fly Ash Generated by Circulating Fluidized Bed Combustion (CFBC) Technology. *Materials*, MDPI, 14, 2021, 3106, <https://doi.org/10.3390/ma14113106>.
140 punktów; IF: 3,623; autor korespondencyjny
7. **Kalak T.** Efficient use of circulating fluidized bed combustion fly ash and slag generated as a result of sewage sludge incineration to remove cadmium ions. *Desalination and Water Treatment*, 264, 2022, 72-90, <https://doi.org/10.5004/dwt.2022.28575>.
100 punktów, IF: 1,254; Udział: 100%

8. **Kalak T., Tachibana Y.** Utilizing sewage sludge slag, a by-product of the circulating fluidized bed combustion process, to efficiently remove copper from aquatic environment. *Energies*, MDPI. 2023, 16, 5688. <https://doi.org/10.3390/en16155688>.
140 punktów, IF: 3,2; autor korespondencyjny
9. **Kalak T., Tachibana Y..** Removal of lithium and uranium from seawater using fly ash and slag generated in the CFBC technology. *RSC Advances*, 11, 2021, 21964-21978, <https://doi.org/10.1039/D0RA09092A>.
100 punktów, IF: 3,361; autor korespondencyjny
10. **Kalak T., Cierpiszewski R., Ulewicz M.** High Efficiency of the Removal Process of Pb(II) and Cu(II) Ions with the Use of Fly Ash from Incineration of Sunflower and Wood Waste Using the CFBC Technology. *Energies*, MDPI. 14, 2021, 1771. <https://doi.org/10.3390/en14061771>.
140 punktów, IF: 3,004; autor korespondencyjny
11. **Kalak, T., Kaczmarek M., Nowicki P., Pietrzak R., Tachibana Y., Cierpiszewski R.** Preparation of nitrogen-enriched pine sawdust-based activated carbons and their application for copper removal from the aquatic environment. *Wood Science and Technology* 2022, 56, 6, 1721-1742. <https://doi.org/10.1007/s00226-022-01423-9>.
200 punktów, IF: 3,1; autor korespondencyjny

Wyżej wymienione publikacje ukazywały się w sposób cykliczny w latach 2019 – 2023 jako efekt wieloetapowego programu badawczego. Wszystkie artykuły wchodzące w skład monotematycznego cyklu zostały opublikowane w języku angielskim w czasopismach z wyznaczonym IF, a sumaryczna wartość tego wskaźnika dla przedstawionych prac wynosi ponad 30.

Miejsce publikowania wyników prac badawczych w żadnym stopniu nie warunkuje ich wartości naukowej czy użytecznej oraz nie przesądza o istotnym wpływie prezentowanych wyników na rozwój dyscypliny. Należy jednak zaznaczyć, że współpraca z prestiżowymi i międzynarodowymi czasopismami pozwala na istotne zwiększenie zainteresowania prezentowanymi odkryciami, co pośrednio warunkuje wkład autora w rozwój dyscypliny w ujęciu globalnym. **W mojej ocenie Kandydat trafnie wyselekcjonował periodyki, w których opublikował swoje prace. Są w wśród nich czasopisma renomowane (RSC Advances, Wood Science and Technology, Chemosphere) gdzie proces redakcyjny jest wymagający, a jego pozytywne zakończenie wskazuje na zastosowanie nowoczesnych metod eksperymentalnych oraz udowadnia zdolności podjęcia merytorycznej dyskusji z krytycznymi opiniami recenzentów.** Sumaryczna liczba cytowań wyżej wymienionych artykułów jest bardzo wysoka i na dzień 02 marca 2025 r. wynosiła 117, co świadczy o tym, że tematyka ta jest wciąż aktualna, a prace Habilitanta zostały zauważone przez innych naukowców i wzbudziły ich zainteresowanie. Pewien niedosyt pozostawia fakt, iż Kandydat nie podał w dokumentacji liczby autocytowań.

W przedstawionej dokumentacji Habilitant nie określił udziału procentowego (własnego i współautorów) w poszczególnych badaniach opublikowanych jako prace współautorskie, niemniej jednak z załączonych oświadczeń Kandydata i współautorów oraz oświadczeń zawartych bezpośrednio w artykułach (opublikowanych w periodykach MDPI) wynika, że **pełnił w nich niepodważalnie ważną i wiodącą rolę.** Habilitant jest pierwszym autorem

w każdej z przedstawionych publikacji oraz autorem korespondencyjnym. W każdej publikacji był pomysłodawcą lub współpomysłodawcą koncepcji badań, twórcą hipotez badawczych, analizował literaturę, miał udział w zaplanowaniu i wykonaniu eksperymentów, analizował i opracowywał wyniki badań, a także przygotowywał tekst artykułów oraz podejmował polemikę z edytorami i recenzentami. Na uwagę zasługuje fakt, że 3 z przedstawionych artykułów są monoautorskie, co w dobie prac o charakterze interdyscyplinarnym należy do rzadkości i jednocześnie dowodzi samodzielności naukowej i organizacyjnej Kandydata.

W mojej opinii nie ulega wątpliwości, że Pan dr inż. Tomasz Kalak jest istotnym członkiem zespołu badawczego, który był zaangażowany w realizację prac współautorskich, a tym samym jego wkład w przedstawione dzieło jest bezsporny.

Ocena merytoryczna

Woda stanowi podstawę życia i funkcjonowania ekosystemów, a jej czystość jest jednym z kluczowych czynników warunkujących zdrowie ludzi i równowagę w środowisku. Niestety, środowisko wodne od stuleci ulega presji związanej z działalnością człowieka, a zanieczyszczenia obecne w wodach pitnych i powierzchniowych są poważnym problemem zarówno w skali lokalnej, jak i globalnej. W wodach zidentyfikowano setki związków organicznych i nieorganicznych, które nie podlegają szybkiemu rozkładowi biologicznemu i mogą wywoływać istotne skutki chorobotwórcze. Do najważniejszych grup zanieczyszczeń środowiska wodnego zalicza się: związki nieorganiczne (np. metale ciężkie, minerały), organiczne (m.in. odpady żywnościowe, pestycydy chloroorganiczne, polibromowane etery difenylowe, polichlorowane bifenyle czy wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne) oraz biologiczne (np. bakterie, wirusy, grzyby). Szczególną uwagę zwraca się obecnie także na tzw. zanieczyszczenia emergentne, do których należą m.in. antybiotyki. Ich obecność w wodzie prowadzi do narastającego problemu antybiotykooporności drobnoustrojów, uznawanego za jedno z największych wyzwań zdrowia publicznego XXI wieku.

Jedną z najbardziej problematycznych grup zanieczyszczeń środowiska wodnego pozostają jednak metale ciężkie (m.in. Cu, Cd, Pb, Hg, Cr, Ni, Zn, As). Charakteryzuje je trwałość, mobilność w łańcuchach pokarmowych oraz toksyczny wpływ na organizmy żywe. Metale te mogą być wprowadzane do środowiska w wyniku procesów przemysłowych (hutnictwo, górnictwo, galwanizacja, spalanie paliw), działalności rolniczej (nawozy, środki ochrony roślin) czy przetwarzania odpadów. Ich obecność w wodzie powoduje uszkodzenia narządów wewnętrznych, zaburzenia metabolizmu i obniżenie bioróżnorodności. Szczególnie niebezpieczne są zjawiska bioakumulacji i biomagnifikacji, w czasie których metale ciężkie gromadzą się w tkankach organizmów i przechodzą na wyższe poziomy troficzne, w tym do człowieka. Z tego względu usuwanie zanieczyszczeń z ekosystemów wodnych, zwłaszcza metali ciężkich, stanowi jedno z istotnych zagadnień poruszanych przez naukowców publikujących swoje prace badawcze w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Tradycyjne technologie, takie jak strącanie chemiczne, wymiana jonowa czy zaawansowane metody membranowe, są skuteczne, lecz często bardzo kosztowne i wymagają zaawansowanej aparatury, dlatego wciąż poszukuje się alternatyw, które byłyby efektywne, a zarazem przyjazne środowisku i mniej kosztochłonne. Taką szansę daje proces adsorpcji, polegający na wiązaniu zanieczyszczeń na powierzchni materiału sorpcyjnego. Szczególną odmianą tego



procesu jest biosorpcja, wykorzystująca sorbenty pochodzenia organicznego, takie jak: biomasa, odpady ulegające biodegradacji czy osady ściekowe, dla których wciąż poszukiwane są optymalne scenariusze zagospodarowania.

Kandydat ukierunkował swoje badania na **eksperymentalną ocenę przydatności wybranych odpadów ulegających biodegradacji (przetworzonych i nieprzetworzonych) oraz odpadów pochodzenia przemysłowego w aspekcie usuwania jonów metali ze środowiska wodnego**. Kierunek ten nie tylko wspiera ochronę środowiska i gospodarkę o obiegu zamkniętym, ale także otwiera perspektywy dla dalszych badań w tym obszarze inżynierii środowiska. Uważam, że pomimo istnienia licznych prac naukowych traktujących o tym problemie, temat ten wciąż nie jest wyczerpany, konieczne jest dalsze poszukiwanie nowych materiałów, optymalizacja parametrów procesowych, objaśnienia mechanizmu wiązania jonów na adsorbencie oraz ocena efektywności tego procesu w warunkach zarówno laboratoryjnych jak i rzeczywistych.

Habilitant słusznie zauważył, że wyniki wielu badań naukowych udowodniły już, że szeroka gama materiałów odpadowych (od trocin, kory i słomy, przez wytloki owocowe i fusy kawy, aż po popiół lotny i żużel hutniczy) może skutecznie usuwać jony metali ciężkich z roztworów wodnych. Zaletami wykorzystania tych materiałów są: niski koszt surowca, możliwość wykorzystania produktów ubocznych z przemysłu, duża dostępność tych materiałów oraz dodatkowe korzyści w postaci minimalizacji ilości odpadów kierowanych na składowiska. Warto podkreślić za Habilitantem, że procesy adsorpcji i biosorpcji nie wymagają stosowania drogiej aparatury ani dużych nakładów energetycznych, mogą działać w szerokim zakresie pH i temperatur, a ponadto umożliwiają regenerację sorbentu i odzysk metali. Z tego względu są one przedmiotem intensywnych badań w inżynierii środowiska zarówno w aspekcie poznawczym jak i utylitarnym.

W przedstawionej dokumentacji Habilitant podkreślił, że istotnym jest poszukiwanie takich materiałów, które oprócz tego, że będą charakteryzować się odpowiednio wysoką wydajnością adsorpcji i pojemnością adsorpcyjną, wykazywać się będą również stabilnością chemiczną i termiczną, wytrzymałością mechaniczną, wysoką selektywnością umożliwiającą szybką separację, zdolnością do regeneracji, niską rozpuszczalnością w cieczach oraz dobrymi właściwościami transferowymi i kinetycznymi. Analiza właściwości fizykochemicznych analizowanych adsorbentów, ich skuteczności oraz próby modelowania procesu biosorpcji stanowiły oś każdej z zaprezentowanych prac w monotematycznym cyklu. Ponadto Habilitant stwierdził, że w wielu przypadkach materiały odpadowe szczególnie te na bazie odpadów organicznych wymagają modyfikacji lub przetworzenia przed wykorzystaniem ich do adsorpcji metali (co znalazło odzwierciedlenie w przeprowadzonych przez niego badaniach). **Stwierdzam, że Kandydat słusznie wskazał przesłanki dotyczące podjęcia analizowanej problematyki.**

Podjmując badania Kandydat wypracował hipotezę główną oraz 3 hipotezy szczegółowe, a także ogólny cel badań, którego realizacja służyła weryfikacji postawionych hipotez. Uważam, że w ślad za postawionymi hipotezami można było uszczegółowić również poszczególne cele badawcze, aby następnie powiązać je z przedstawionymi wynikami badań w kolejnych publikacjach.

Hipoteza główna zakłada, że odpady z przemysłu spożywczego, browarniczego, drzewnego, produkty uboczne spalania w oczyszczalni ścieków, produkty uboczne spalania biomasy

odpadowej w elektrowni oraz węgle aktywne powstałe w wyniku karbonizacji sprasowanych peletów z odpadowych trocin sosnowych dzięki obecności aktywnych substancji chemicznych mogą być wartościowymi surowcami wtórnymi i mogą być wykorzystane jako alternatywne źródło sorbentów w procesach usuwania jonów metali ze środowiska wodnego. Stąd, mogą mieć zastosowanie przy poprawie jakości wody w różnych przemysłowych procesach takich jak oczyszczanie ścieków czy uzdatnianie wody.

Za hipotezą główną postawione zostały prawidłowo sformułowane następujące hipotezy szczegółowe:

1. H₁: Odpady przetwórstwa spożywczego (suszone wyłoki jeżyny (*Rubus* L.) i czarnego bzu (*Sambucus nigra*)) oraz odpady z przemysłu browarniczego (suszone wysłodziny browarniane) mogą efektywnie wiązać jony metali, takie jak Cu(II), Fe(III) czy Cd(II), w roztworach wodnych w wyniku procesów sorpcyjnych.
2. H₂: Produkty uboczne spalania komunalnych osadów ściekowych, takie jak popiół lotny, żużel oraz popiół lotny powstały w wyniku współspalania odpadów rolniczych (słonecznika) i drzewnych, wykazują zdolność do efektywnego wiązania jonów metali w roztworach wodnych (Cu(II), Cd(II), Pb(II), Ni(II)), a także jonów Li(I) i U(VI) w wodzie morskiej w wyniku procesów sorpcyjnych.
3. H₃: Węgiel aktywny uzyskany w wyniku karbonizacji sprasowanych peletów z trocin sosnowych, będących odpadem przemysłu drzewnego, jest zdolny do efektywnego wiązania jonów Cu(II) w roztworach wodnych w wyniku procesów sorpcyjnych.

W mojej opinii wyżej wymienionymi hipotezami Kandydat poprawnie zdiagnozował obszary wymagające analiz i stanowiące braki w dotychczasowym stanie wiedzy. Kolejne prace przedstawione w cyklu prezentują wyjaśnienie postawionych hipotez. Cztery pierwsze artykuły z cyklu (H1 – H4) dotyczą oceny właściwości fizykochemicznych wybranych materiałów odpadowych pochodzących z przetwórstwa spożywczego i wykorzystania ich jako adsorbentów jonów metali Cu(II), Cd(II), Fe(III) z roztworów wodnych. Prace oznaczone symbolami H5, H6, H7, H8 i H9 dotyczą charakterystyki popiołu lotnego i żużli jako produktów ubocznych powstałych w wyniku termicznego przekształcenia komunalnych osadów ściekowych przy wykorzystaniu technologii cyrkulacyjnego spalania w złożu fluidalnym. Odpady te zostały wykorzystane w procesach usuwania jonów metali z roztworów wodnych (Pb(II), Ni(II), Cd(II), Cu(II)) oraz wody morskiej (Li(I), U(VI)). W artykule H10 przedstawiono wyniki badań nad zastosowaniem popiołu lotnego jako produktu ubocznego ze współspalania odpadów słonecznika (20%) i odpadów drzewnych (80%) (w technologii cyrkulacyjnego spalania w złożu fluidalnym) w procesach adsorpcji jonów metali (Pb(II), Cu(II)) w modelowych roztworach wodnych. W ostatniej pracy z cyklu przedstawiono możliwości wykorzystania odpadów w postaci sprasowanych peletów z trocin sosnowych. Odpady zostały zwęglone w celu otrzymania węgla aktywnego, który poddano dodatkowo modyfikacji azotem i przeprowadzono eksperymenty nad możliwością usuwania jonów Cu(II) w procesach adsorpcji w roztworach wodnych.

Habilitant w swoich badaniach zastosował bardzo dużo metod analizowanych, które są dobrze poznane i charakterystyczne dla dziedziny nauk inżynierjno-technicznych. W celu określenia szybkości procesu adsorpcji jonów metali na adsorbentach odpadowych, zastosował modele kinetyczne w postaci modelu pseudo-pierwszego rzędu oraz pseudo-drugiego rzędu.

W jednej pracy wykorzystał model dyfuzji wewnątrzcząsteczkowej. Na szczególną uwagę zasługują prace oznaczone numerami H9 oraz H11 dotyczące odpowiednio praktycznego wykorzystania popiołu lotnego i żużlu, otrzymanych w wyniku spalania osadów ściekowych w Polsce, do usuwania jonów litu i uranu z wody morskiej pozyskanej z Morza Japońskiego oraz zastosowania przetworzonej termicznie biomasy (węgla aktywnego) pod kątem usuwania Cu(II) w procesach adsorpcji w roztworach wodnych. W pierwszej z tych prac Habilitant zmierzył się z próbkami rzeczywistymi, a w wyniku realizacji drugiej z nich mógł porównać zdolności adsorpcyjne odpadów organicznych poddanych obróbce i nie poddanych przetwarzaniu z prac oznaczonych symbolami od H1 do H4.

Kandydat w Autoreferacie podał, że na podstawie przeprowadzonych badań, przedstawionych w 11 publikacjach naukowych składających się na monotematyczny cykl mógł wykazać 13 stwierdzeń i wniosków o następującym brzmieniu:

1. z punktu widzenia ograniczenia negatywnego wpływu na środowisko naturalne, zasadne jest poszukiwanie rozwiązań mających na celu efektywne zagospodarowanie odpadów pochodzenia przemysłowego w zakresie usuwania metali ze środowiska wodnego,
2. wybrane do badań różnego typu materiały odpadowe pochodzenia roślinnego, a także produkty uboczne spalania komunalnych osadów ściekowych charakteryzujące się zróżnicowanym składem chemicznym, grupami funkcyjnymi i parametrami teksturalnymi, bez stosownej aktywacji chemicznej i fizycznej odznaczają się bardzo dobrymi właściwościami sorpcyjnymi wobec jonów metali w środowisku wodnym.
3. badane materiały odpadowe nie wymagają skomplikowanych zabiegów przygotowawczych przed procesami adsorpcji jonów metali, a przy tym ich zastosowanie jest ekonomicznie uzasadnione i obniża koszty oczyszczania wody, a dodatkowo efektywność procesów jest wysoka i porównywalna z osiągnięciami drogich komercyjnych sorbentów.
4. suszone wytloki z jeżyny, czarnego bzu i odpady z przemysłu browarniczego w postaci wysłodzin browarnianych są materiałami odpadowymi bogatymi w wartościowe składniki odżywcze i substancje błonnikowe, a dzięki temu mogą być przydatne jako sorbenty metali w środowisku wodnym. Udowodnienie eksperymentalnie, iż suszone wytloki z jeżyny są dobrym sorbentem miedzi, suszone wytloki z czarnego bzu są dobrym sorbentem żelaza, a wysłodziny browarniane dobrze adsorbują miedź i kadm w różnych warunkach prowadzenia procesu, a wydajność w optymalnych warunkach jest większa niż 90%.
5. popiół lotny i żużel, produkty uboczne termicznego przekształcania komunalnych osadów ściekowych w technologii cyrkulacyjnego spalania w złożu fluidalnym, są materiałami bogatymi w składniki mineralne, co czyni je użyteczne w procesach sorpcyjnych jonów metali, a także są skutecznymi adsorbentami ołowiu, niklu, kadmu, miedzi w fazie wodnej, a także litu i uranu w wodzie morskiej. Wydajność procesów adsorpcji w optymalnych warunkach została stwierdzona na poziomie większym niż 90%.
6. w obliczu rosnącego globalnego zapotrzebowania na lit i uran alternatywą dla dotychczas stosowanych technik wydobywania lądowego tych pierwiastków może być odzyskiwanie z dużych zasobów wody morskiej w procesach adsorpcyjnych z zastosowaniem popiołu lotnego i żużlu.
7. pomimo dobrych właściwości sorpcyjnych popiołu lotnego i żużlu wobec różnych jonów metali w modelowych roztworach wodnych, mechanizm ich oddziaływania

w wodzie morskiej jest różny, przez co usuwanie jonów litu z zachowaniem wysokiej wydajności procesu jest utrudnione (ze względu między innymi na konkurencyjne oddziaływania innych jonów metali) i wymaga podjęcia dalszych badań i analiz w tym kierunku.

8. popiół lotny, produkt uboczny termicznego przekształcania odpadów słonecznika i odpadów drewna (z użyciem technologii cyrkulacyjnego współspalania w złożu fluidalnym) jest materiałem o bogatym składzie mineralnym, co sprawia iż może być użyteczny jako sorbent jonów metali w środowisku wodnym. Wykazanie eksperymentalnie, iż ten odpad jest wysoce skutecznym adsorbentem ołowiu (99,8%) i miedzi (99,6%) w roztworach wodnych.
9. odpady w postaci sprasowanych peletów z trocin sosnowych, skarbonizowane do węgla aktywnych i modyfikowane azotem, wykazują odpowiednie parametry teksturalne i charakter kwasowo-zasadowy powierzchni, a także odznaczają się bardzo dobrymi zdolnościami sorpcyjnymi wobec jonów miedzi. Potwierdzenie w pracach eksperymentalnych, iż możliwe jest osiągnięcie w określonych warunkach wysokiej wydajności usuwania jonów Cu(II) ze środowiska wodnego na poziomie równym 98 – 99%.
10. poszczególne materiały odpadowe z różnych gałęzi przemysłu wymagają analizy składu i właściwości fizykochemicznych, a ich zastosowanie jako adsorbentów wymaga indywidualnego doboru parametrów procesu usuwania poszczególnych metali w środowisku wodnym.
11. charakter powierzchni badanych materiałów odpadowych oraz warunki takie jak zmiana pH początkowego roztworów, stężenia wyjściowego metali, dawki adsorbentów czy czasu kontaktu faz wpływają na proces adsorpcji badanych metali, przy czym pH jest parametrem mającym znaczący wpływ na uzyskanie odpowiedniej wydajności procesu.
12. opracowanie optymalnych warunków procesu adsorpcji (pH roztworu wodnego układu reakcyjnego, dawka adsorbentów, stężenie początkowe wybranych jonów metali, czasu kontaktu adsorbentów z adsorbatami) wybranych metali na powierzchni badanych materiałów odpadowych jako adsorbentów, z określeniem parametrów kinetycznych procesów na podstawie modelu równania pseudo-pierwszego, pseudo-drugiego rzędu i modelu dyfuzji wewnątrzcząsteczkowej Webera i Morrisa, a także parametrów izoterm adsorpcji wyznaczonych na podstawie modeli izoterm Langmuira i Freundlicha.
13. zdefiniowanie prawdopodobnych mechanizmów oddziaływań związków i grup funkcyjnych powierzchni materiałów odpadowych z adsorbowanymi jonami metali w fazie wodnej na podstawie badań tekstury, morfologii, ugrupowań powierzchniowych, składu elementarnego, analizy termicznej, potencjału elektrokinetycznego, a także wyjaśnienie zjawisk zachodzących w różnych warunkach prowadzenia procesu adsorpcji.

Odnosząc się do cyklu 11 publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe Pana dr inż. Tomasza Kalaka oraz autoreferatu, a w szczególności przedstawionego wnioskowania nasuwają się drobne uwagi edytorskie oraz uwagi krytyczne, które należy traktować jako zachętę do dyskusji oraz kolejnych prac naukowych. Poniższe uwagi i spostrzeżenia, w żaden sposób nie umniejszają znaczenia wykonanych badań:



- w autoreferacie pojawia się słowo „wysypisko” jako miejsce celowego deponowania tam odpadów, a powinno być „składowisko”. Trzykrotnie w Autoreferacie pojawia się określenie „utylicacja” (najprawdopodobniej jako kalka z języka angielskiego), które jest wykorzystywane powszechnie w mediach, natomiast w nauce posługujemy się określeniem przetwarzanie lub zagospodarowanie w odniesieniu do postępowania z odpadami,
- wnioski nr 1 i 10 są moim zdaniem ponowieniem wcześniej wskazanego problemu badawczego. We wniosku numer 3 Habilitant podaje, że zastosowanie odpadów bez poddawania ich dodatkowej obróbce jest ekonomicznie uzasadnione. Moim zdaniem warto by wykonać osobną publikację dotyczącą porównania realnych kosztów zastosowania różnych sorbentów, w tym tych, które zastosował Habilitant,
- w przyszłości warto by przeprowadzić badania nad zastosowaniem sorbentów w warunkach rzeczywistych (dlatego też uważam za bardzo cenne opracowanie nr H9 w których wykorzystano wodę morską oraz opracowania spoza głównego cyklu w których Habilitant pracował ze ściekami komunalnymi) oraz badań związanych z odzyskiem zaadsorbowanych jonów na powierzchni analizowanych materiałów, a także kolejnych badań nad odzyskiem litu i uranu w wody morskiej.

Powyższe opracowania ubogacają dotychczasowy stan wiedzy i w mojej opinii stanowią oryginalny wkład w dyscyplinę naukową inżyniera środowiska, górnictwo i energetyka. Wobec powyższego stwierdzam, że oceniane elementy głównego osiągnięcia naukowego mają wartość merytoryczną rozprawy habilitacyjnej.

5. Ocena pozostałych osiągnięć naukowych

Pozostałe osiągnięcia naukowe dr inż. Tomasza Kalaka wpisują się tematycznie w zagadnienia inżynierii środowiska i należą do nich między innymi badania nad:

- wykorzystaniem odpadu popiołu lotnego ze spalania osadów ściekowych z użyciem technologii cyrkulacyjnego spalania w złożu fluidalnym jako domieszki w materiałach betonowych,
- zastosowaniem nowo zsyntetyzowanych organicznych adsorbentów kompozytowych typu taninowego do jednoczesnego usuwania radionuklidów (Mn, Co, Sr, Y, Ru, Rh, Sb, Te, Cs, Ba, Eu i I (I^- i IO_3^-)) z wody rzecznej i ozonowanej wody rzecznej.
- wpływem dodatku wybranych biokomponentów na właściwości fizykochemiczne i użytkowe ciekłych paliw węglowodorowych.
- oceną właściwości fizykochemicznych i zdolności piorącej detergentów.

W mojej opinii bardzo ważnym i wartościowym dopełnieniem prac naukowych Habilitanta było przygotowanie książki (monografii) pt.: *“Responsibility for marine litter floating in the North Pacific Ocean”*. Książka została wydana w 9 językach.

Kandydat przed otrzymaniem stopnia doktora opublikował 1 publikację naukową w czasopiśmie naukowym, 4 rozdziały w monografiach naukowych oraz 8 doniesień

konferencyjnych. W czasie studiów doktoranckich nie był autorem ani współautorem publikacji w czasopiśmie ujętym w bazie JCR.

Efektom pracy badawczej Habilitanta po uzyskaniu stopnia doktora jest autorstwo lub współautorstwo 27 publikacji w czasopismach znajdujących się w bazie JCR (*Journal Citation Reports*) o łącznym IF równym 87,79. Ponadto opublikował on 4 publikacje w recenzowanych czasopismach spoza bazy JCR, 12 rozdziałów w monografiach naukowych i 26 doniesień konferencyjnych. Był recenzentem 79 artykułów zgłoszonych do czasopism krajowych i zagranicznych.

W mojej ocenie, poza głównym osiągnięciem naukowym prezentowanym szczegółowo w załączonej do wniosku dokumentacji o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego, Kandydat posiada również inne cenne dokonania, stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżyniera środowiska, górnictwo i energetyka.

Łączna liczba cytowań publikacji, których jestem autorem lub współautorem według bazy Web of Science to 293, a indeks Hirscha według tej bazy wynosi 9 (stan na 02 marca 2025 r.).

Powyższe wskazuje, że Habilitant po uzyskaniu stopnia doktora znacząco powiększył swój dorobek naukowy.

Należy zatem uznać, że druga przesłanka dotycząca posiadania przez Kandydata ubiegającego się o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dorobku osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżyniera środowiska, górnictwo i energetyka została spełniona.

6. Ocena czy Kandydat wykazuje się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej.

Po zapoznaniu się dokumentacją załączoną do wniosku stwierdzam, że Pan dr inż. Tomasz Kalak jest osobą bardzo aktywną, potrafiącą wnieść istotny wkład do wielu zespołów badawczych oraz skutecznie poszukującą możliwości rozwoju współpracy, czego dowodem jest niezwykle bogata lista ośrodków naukowych w Polsce i za granicą, z którymi Habilitant współpracował. Szczególnie istotne w mojej ocenie były staże w:

- VSB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mining and Geology, Department of Environmental Engineering (ponad 2 miesiące),
- Politechnice Poznańskiej, Wydział Technologii Chemicznej, Instytut Technologii i Inżynierii Chemicznej, Zakład Technologii Chemicznej (4 tygodnie),
- University of Foggia, Department of Economics, Management and Territory (1 tydzień w ramach programu ERASMUS+).

Ponadto na wyróżnienie zasługują liczne inicjatywy podjęte z innymi ośrodkami i instytucjami naukowymi, w tym zagranicznymi, takimi jak:

- Saga University, Faculty of Science and Engineering, Department of Chemistry and Applied Chemistry, Chemical Engineering Laboratory,
- Nagaoka University of Technology, Graduate School of Engineering, Department of Nuclear System Safety Engineering,

- Kyushu University, Ito Laboratory, Radioisotope Center, Central Institute of Radioisotope Science and Safety Management,
- Politechnika Koszalińska, Wydział Mechaniczny, Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego,
- Politechnika Częstochowska, Wydział Budownictwa, Katedra Inżynierii Procesów Budowlanych,
- Uniwersytet im. A. Mickiewicza, Wydział Chemii, Zakład Chemii Stosowanej.

Analiza zakresu współpracy Pana dr inż. Tomasz Kalaka z różnymi ośrodkami badawczymi, a przede wszystkim efektów wspólnych przedsięwzięć często zakończonych publikacjami i doniesieniami konferencyjnymi potwierdzają, iż Kandydat pełnił istotną rolę w tych zespołach badawczych.

Należy zatem uznać, że trzecia przesłanka dotycząca wykazywania się przez Kandydata ubiegającego się o nadanie stopnia doktora habilitowanego istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej została spełniona.

7. Informacje o pozostałym dorobku Kandydata, w tym osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzujących naukę

Habilitant w ramach działalności dydaktycznej realizuje moduły dydaktyczne na następujących przedmiotach: Engineering graphics, Production processes design, Materiałoznawstwo, Technologia i inżynieria produkcji opakowań, Opakowalnictwo i przechowywalnictwo, Towaroznawstwo artykułów przemysłowych, Towaroznawstwo przemysłowe, Towaroznawstwo wyrobów, Grafika inżynierska, Komputerowe wspomaganie projektowania, Elementy informatyki. Część zajęć dydaktycznych jest ściśle powiązana z działalnością naukową Kandydata.

Kandydat brał udział w projekcie dydaktycznym pn. „Nowy międzynarodowy program kształcenia dla studiów II stopnia Product & Process Management na Wydziale Towaroznawstwa UEP (nr projektu: POWR.03.03.00-00-M098/16-00) współfinansowanym przez Unię Europejską z Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój 2014 – 2020. W ramach projektu opracował autorski program do przedmiotów: Engineering Graphics oraz Production Processes Design, a także przygotował rozdział do monografii pt.: Product & Process Management: Product Design and Management.

Był promotorem 10 prac inżynierskich oraz sprawował opiekę naukowo-dydaktyczną nad 3 pracami inżynierskimi i 5 pracami magisterskimi. Kandydat był także promotorem pomocniczym w przewodzie doktorskim mgr inż. Joanny Dudczak-Hałabuda, która przedstawiła rozprawę pod tytułem: „Efektywność procesu usuwania szkodliwych metali z wykorzystaniem odpadów z przemysłu owocowo-warzywnego”, które to dzieło tematycznie było zbliżone do głównego osiągnięcia naukowego przedstawionego we wniosku o przeprowadzenia postępowania o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

Zaangażowanie w sprawy organizacyjne Uczelni potwierdza realizacja szeregu powierzanych obowiązków i zadań organizacyjnych. W latach 2015 – 2017 był członkiem

Rady Wydziału Towaroznawstwa UEP. W latach 2014 – 2018 był członkiem lub sekretarzem Komisji Rekrutacyjnej Wydziału Towaroznawstwa UEP. W roku 2015 i 2016 był protokolantem podczas dwóch obron dysertacji doktorskich. Pan dr inż. Tomasz Kalak pełnił również funkcję Guest Editor w czasopiśmie Energies (MDPI).

Wysoko oceniam działania Habilitanta na rzecz popularyzacji nauki. Kandydat brał udział w organizowaniu Klas akademickich w Instytucie Nauk o Jakości UEP dla uczniów szkół średnich, których celem jest promowanie nauki i systemu kształcenia UEP wśród potencjalnych kandydatów na studentów. Ponadto brał cykliczny udział w Międzynarodowych Targach Techniki Pakowania i Etykietowania TAROPAK w Poznaniu, w czasie których promował Katedrę Jakości Produktów Przemysłowych i Opakowań UEP. Brał także udział w II Pikniku Naukowym pt.: „Nauka kluczem do przyszłości”, który się odbył w Gimnazjum nr 1 im. Polskich Olimpijczyków w miejscowości Skoki. Pełnił funkcje członka komitetu organizacyjnego i naukowego konferencji krajowej: XX Warsztaty Technik Prezentacji Naukowych OAK, „Nie tylko słowa coś mówią. Praca z przekazem niewerbalnym”.

8. Wniosek końcowy

Podsumowując ocenę dorobku naukowego Pana dr inż. Tomasza Kalaka, ze szczególnym uwzględnieniem osiągnięcia przedstawionego w formie cyklu powiązanych tematycznie publikacji naukowych pod wspólnym tytułem „Wykorzystanie wybranych materiałów odpadowych i produktów ubocznych spalania jako sorbentów do usuwania jonów metali ze środowiska wodnego”, stwierdzam że:

1. jego osiągnięcie naukowe jest oryginalne i wnosi wkład w rozwój nauki. Habilitant posiada wiedzę i umiejętności w zakresie prowadzenia eksperymentów badawczych, interpretacji i opisu wyników badań, a przy tym umiejętność pracy zespołowej.
2. aktywność Habilitanta w zakresie współpracy z innymi ośrodkami naukowymi w kraju i zagranicą jest wyróżniająca się.

Uwzględniając wymagania w stosunku do osób ubiegających się o nadanie stopnia doktora habilitowanego, pozytywnie oceniam przedstawiony dorobek oraz wnoszę do Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie o przeprowadzenie zgodnie z obowiązującymi przepisami dalszych etapów postępowania zmierzających do nadania dr inż. Tomaszowi Kalakowi stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.


.....
Dr hab. inż. Mateusz Malinowski, prof. URK

Kraków, 21 sierpnia 2025 r.