

Gdańsk, 28 grudnia 2020

Prof. dr hab. inż. Adriana Zaleska-Medynska
Katedra Technologii Środowiska
Wydział Chemii
Uniwersytet Gdański
e-mail: adriana.zaleska-medynska@ug.edu.pl

Ocena dorobku naukowego dr inż. Iwony Zawierucha ze szczególnym uwzględnieniem osiągnięcia naukowego opisanego w cyklu prac stanowiących podstawę postępowania habilitacyjnego, którego tematem jest „Zastosowanie materiałów sorpcyjnych i immobilizowanych materiałów polimerowych w remediacji wód i ścieków zanieczyszczonych metalami ciężkimi”

Dr inż. Iwona Zawierucha ukończyła studia na Wydziale Inżynierii i Ochrony Środowiska Politechniki Częstochowskiej w roku 2003. W 2008 roku na tym samym Wydziale obroniła rozprawę doktorską pt. „Wspomaganie tlenowej biodegradacji substancji ropopochodnych w środowisku gruntowo-wodnym”, której promotorem był prof. dr hab. inż. Grzegorz Malina. Od roku 2008 jest zatrudniona na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie, kolejno na stanowisku asystenta i adiunkta.

Całkowity dorobek naukowy dr inż. Iwony Zawierucha obejmuje: publikacje w czasopismach z bazy JCR: **16** (2 przed i 14 po doktoracie); rozdziały w monografiach: **19** (3 w języku angielskim oraz 16 w języku polskim); publikacje w materiałach konferencyjnych: 25; oraz inne publikacje: **5**. Sumaryczny IF, osiągnął wartość 23,030. Jej prace były cytowane 95 razy, a aktualny indeks Hirscha wynosi 5.

Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt 2 Ustawy

Podstawę wniosku habilitacyjnego stanowi 7 prac, opublikowanych w latach 2012-2019, stanowiących sekwencję artykułów naukowych. Łączny współczynnik oddziaływania tych prac wynosi 11,326 (zgodnie z rokiem opublikowania), co daje uśrednioną wartość na pracę, ok. 1,62. Dr Zawierucha jest pierwszym autorem w przypadku wszystkich prac, co wskazuje na wiodącą rolę Habilitantki w przygotowaniu tych publikacji. Habilitantka wskazała również, że żadna z tych prac nie była częścią monotematycznego cyklu prac w innym postępowaniu habilitacyjnym.

Tematyka osiągnięcia habilitacyjnego dotyczy opracowania nowych rozwiązań w zakresie sorpcji metali ciężkich, umożliwiających remediację zanieczyszczonych wód i ścieków. Metale ciężkie stanowią jedno z istotnych zanieczyszczeń obecnych w środowisku, które są m.in. są emitowane w procesach przemysłowych a także znajdują się w odpadach. Z punktu widzenia technologii remediacji środowiska, wyzwania związane z usuwaniem metali ciężkich z fazy wodnej wynikają m.in. z braku możliwości ich degradacji (pierwiastki), ich toksyczności, tendencji do bioakumulacji oraz zdolności do zmiany formy specyjnej oraz przemieszczenia pomiędzy elementami środowiska. Najważniejsze metody stosowane do usuwania metali

ciężkich obejmują adsorpcję, strącanie chemiczne, procesy membranowe, wymianę jonową, elektrokoagulację, ekstrakcję rozpuszczalnikami, etc., a prace dotyczące technologii usuwania metali ciężkich są ukierunkowane na: (i) zwiększenie efektywności procesu; (ii) regenerację/ wielokrotne wykorzystaniem materiałów do sorpcji/ separacji metali; (iii) efektywny odzysk metali; oraz (iv) zastosowanie sorbentów otrzymywanych na bazie surowców odnawialnych. To wszystko powoduje, że poszukiwanie alternatywnych rozwiązań, wykorzystujących całą gamę nowych materiałów (w tym szkieleatów metalo-organicznych) a także lepsze zrozumienie mechanizmu usuwania metali w obecności poszczególnych materiałów stanowią dziś jedne z ważniejszych wyzwań.

Stąd należy uznać, że podjęta przez Habilitantkę tematyka badawcza jest istotna i niezwykle aktualna zarówno z punktu widzenia prowadzenia badań podstawowych w zakresie opracowywania nowych materiałów i metod separacji metali jak i z punktu widzenia praktycznego, tj. opracowania nowych, tańszych i efektywnych technologii remediacji środowiska. Jednakże uważam, że prace przedstawione przez Habilitantkę w cyklu publikacji monotematycznych nie są realizowane na poziomie naukowym realizowanym na świecie w tej tematyce, co wyjaśniam poniżej.

Habilitanta sformułowała trzy cele badawcze, tj. (i) określenie skuteczności zastosowania materiałów sorpcyjnych w postaci przepuszczalnych barier aktywnych (PBR) do usuwania metali ciężkich; (ii) określenie warunków stosowania oraz ocenę wydajności nowych sorbentów (impregnowanych żywic) w aspekcie ich potencjalnego wykorzystania do oczyszczania wód i ścieków; oraz (iii) ocena efektywności separacji jonów metali ciężkich ze ścieków przemysłowych z użyciem polimerowych membran inkluzyjnych.

W pracach [O1, O2, O3] dr Zawierucha podjęła badania dotyczące oceny skuteczności i stabilności wybranych materiałów sorpcyjnych w PBR, takich jak odpadowe opiółki żelaza (Fe^0), zeolit naturalny, granulowany węgiel aktywny oraz żywica kationitowa Amberlite IR120 H.

Metale mogą być usuwane na materiałach sorpcyjnych/ złożach poprzez wymianę jonową, kompleksowanie, sorpcję, strącanie, reakcje oksydacyjno-redukcyjne lub poprzez kombinację tych mechanizmów. W przypadku materiałów sorpcyjnych charakterystyka najczęściej obejmuje: (a) rozkład wielkości ziaren, (b) porowatość, oraz (c) skład chemiczny (analiza EDX, XPS, XRF, XRD, FTIR czy Ramana). Efektywność usuwania zanieczyszczeń może być badana w testach statycznych oraz kolumnowych i obejmuje najczęściej wyznaczania pojemności sorpcyjnej czy punktu przebiecia złoża, badanie kinetyki sorpcji (w tym modeli kinetycznych, izotermy adsorpcji), dynamikę sorpcji, etc.

W pracy [O1] Habilitantka zastosowała opiółki żelaza do usuwania cynku i kadmu z wody syntetycznej. Badania statyczne obejmowały wyznaczenia czasu potrzebnego do ustalenia stanu równowagi dla układu ciecz – ciało stałe (w stosunku 20:1), a w testach kolumnowych (dla przepływu 9,6 ml/h) wyznaczono efektywność usuwania metali. W odcieku badano stężenie metali, pH oraz stężenie siarczanów. W pracy nie scharakteryzowano stosowanego materiału sorpcyjnego, badania efektywności usuwania metali były bardzo ubogie, nie badano również mechanizmu usuwania metali. W pracy [O2] zbadano przydatność zeolitu naturalnego (klinoptylolitu) do usuwania jonów Zn, Cd i Pb z modelowej wody w testach statycznych i dynamicznych. W pracy podano skład zeolitu oraz wielkość ziaren, natomiast nie przeprowadzono żadnej własnej charakterystyki materiału. W tej pracy badania statyczne obejmowały ocenę efektywności sorpcji jonów metali w zależności od dawki sorbenta, stężenia początkowego metali, pH oraz czasu kontaktu a

badania w układzie dynamicznym pozwoliły na stwierdzenie, że skuteczne działanie zeolitu utrzymuje się przez czas odpowiadający 5-6 krotności wymiany złoża.

Te dwie prace ze względu na niski poziom naukowy (brak wskazanej nowości naukowej, brak charakterystyki sorbentów, mały zakres badań, słaba dyskusja wyników, etc.) moim zdaniem nie powinny być włączone monotematycznego cyklu prac w postępowaniu habilitacyjnym.

W kolejnej pracy [O3], Habilitantka bada przydatność węgla aktywnego, zeolitu (klineoptylolitu – tak jak w pracy [O2]) oraz żywicy kationitowej Amberlite IR120 H do usuwania Zn i Cd. Oprócz testów kolumnowych, w pracy tej wykorzystano trzy modele matematyczne (Adams'a-Bohart'a, Tomasa i Yoon'a-Nelsona), które pozwalają na przewidywanie krzywych przebiecia. Krzywe przebiecia przewidziane modelem Thomasa wykazywały najlepszą zgodność z danymi eksperymentalnymi, ale wyniki te nie zostały przedyskutowane w podsumowaniu artykułu [O3] ani Habilitantka nie wspomina o tym w autoreferacie. Stąd można wnioskować, że zastosowanie tych modeli nie było szczególnie istotne dla przeprowadzonych badań.

Nowe sorbenty – w postaci impregnowanych żywic oraz polimerowych membran inkluzyjnych– zostały opisane w pracach [O4 – O7]. Do modyfikacji żywicy Amberlite XAD-4 Habilitantka wykorzystwała związki makrocykliczne, tj. pochodną karboksyfenylową [O4] oraz alkilową [O5] kaliks[4]rezorcynarenu. W tych pracach m.in. dowiedziono, że sorpcja jonów metali na impregnowanej żywicy może być określana modelem Langmuira a obniżenie zawartości metali w roztworach wodnych w wyniku zastosowania żywicy impregnowanej opiera się na fizycznej adsorpcji jonów. Analiza krzywych przebiecia dowiodła również, że impregnowana żywica charakteryzuje się dużą selektywnością wobec jonów ołowiu, natomiast jony Cd(II) oraz Zn(II) są usuwane w niewielkim stopniu [O4]. Żywica modyfikowana alkilową pochodną kaliks[4]rezorcynarenu została przetestowana w procesie dwu- stopniowego oczyszczania odcieków rzeczywistych i wykazano, że efektywność usuwania jonów metali na tym etapie wynosi odpowiednio 95, 75 oraz 40%, odpowiednio dla Pb(II), Cd(II) oraz Zn(II) [O5]. Jako przenośniki jonów w polimerowych membranach inkluzyjnych, Habilitantka zastosowała odpowiednio alkilową [O5], funkcjonalizowaną pirydylową [O6] oraz fenylową [O7] pochodną kaliks[4]rezorcynarenu. Na podstawie badań dotyczących wpływu zawartości przenośnika jonów w membranie, Habilitantka stwierdziła, że ze wzrostem stężenia ligandu rośnie efektywność transportu aż do uzyskania wartości maksymalnej przy saturacji membrany [O6 i O7]. Również wzrost zawartości plastyfikatora w membranie (do określonej wartości) powodował wzrost wydajności transportu jonów, jednakże dalsze zwiększanie zawartości plastyfikatora powodowało zwiększanie grubości i lepkości membrany i w efekcie spadek wydajności transportu.

Podsumowując, do największych osiągnięć opisanych przez Habilitantkę można zaliczyć:

- Opracowanie nowych sorbentów w postaci żywic impregnowanych pochodnymi kaliks[4]rezorcynarenu;
- Przetestowanie w skali laboratoryjnej dwustopniowego systemu usuwania metali z odcieków składowiskowych;
- skorelowanie efektywności separacji jonów metali z użyciem polimerowych membran inkluzyjnych z zawartością przenośnika jonów oraz plastyfikatora w membranie.

Do ewidentnie słabych stron osiągnięcia opisanego w cyklu publikacji zaliczam:

- Brak lub słaba charakterystyka stosowanych sorbentów;
- Brak spójnego podejścia w badaniach dla wybranych, testowanych materiałów;
- Brak badań dotyczących mechanizmu usuwania metali w obecności badanych sorbentów.

W autoreferacie brakuje również przedstawienia najnowszych trendów w zakresie materiałów i badań stosowanych do usuwania zanieczyszczeń z fazy wodnej i wskazania na tym tle elementów nowości naukowej przeprowadzonych prac. Badania przedstawione w osiągnięciu habilitacyjnym zostały opublikowane w czasopiśmie o słabym wskaźniku oddziaływania. Pomimo wyraźnego charakteru aplikacyjnego prowadzonych prac brakuje informacji o zgłoszeniach patentowych, uzyskanych patentach czy realizacji prac wdrożeniowych. Mała jest też cytowalność opublikowanych prac (około 40 cytowań dla prac przedstawionych jako osiągnięcie). To wszystko wpływa na moją negatywną ocenę końcową. Podsumowując, uważam, że wniosek habilitacyjny jest przedwczesny i wymaga dopracowania.

Omówienie aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej

W latach 2003-2004 Pani Zawierucha uczestniczyła w realizacji projektu realizowanego w V Programie Ramowym UE i współpracowała z zespołem z Wageningen University (Holandia) oraz Instytutem Ekologii Uprzemysłowionych w Katowicach. Prace te jednak były realizowane przed uzyskaniem stopnia doktora a kierownikiem projektu był Pan prof. Grzegorz Malina. Również prace dotyczące immobilizacji metali ciężkich w strefie saturacji, realizowane w ramach współpracy pomiędzy zespołem prof. Grzegorza Maliny z Politechniki Częstochowskiej a zespołem prof. Ludo Diels z Flemish Organisation for Technology Research były prowadzone jeszcze przed uzyskaniem stopnia doktora (lata 2004-2008).

Po uzyskaniu stopnia doktora, Pani dr Zawierucha kontynuowała prace naukowe w zakresie biodegradacji substancji ropopochodnych w środowisku gruntowo-wodnym z prof. Grzegorzem Maliną (promotorem pracy doktorskiej) zatrudnionym w Katedrze Hydrologii i Geologii Inżynierskiej AGH w Krakowie oraz zrealizowała badania dotyczące oceny procesu degradacji mieszanek poliestrów aromatyczno-alifatycznych w glebie we współpracy z zespołem prof. dr hab. inż. Marka Kowalczyka z Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych PAN w Zabrze. W latach 2010-2012 Habilitantka kierowała projektem finansowanym przez MNiSW, w którym rolę członka zespołu badawczego pełnił Pan prof. Grzegorz Malina z Katedry Hydrologii i Geologii Inżynierskiej AGH w Krakowie. Projekt był realizowany również we współpracy z zespołem prof. dr hab. inż., Andrzeja Trochimczuka z Wydziału Chemicznego Politechniki Wrocławskiej. Natomiast współpraca z dr inż. Katarzyną Pawluk z wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska SGGW w Warszawie była realizowana podczas badań prowadzonych w ramach projektu SONATA 10, którego Habilitantka była kierownikiem (2016-2019). Ponadto w ramach realizacji zadań finansowanych z działalności statutowej Pani dr Zawierucha rozpoczęła współpracę z dr Martą Kołodziejką z Katedry Metalurgii i Technologii Metali Politechniki Częstochowskiej. Badania dotyczyły zastosowania impregnowanych żywic i immobilizowanych membran do selektywnego wydzielania jonów metali szlachetnych (srebra i złota) i są przedmiotem trzech artykułów (opublikowanych w RSC Advances, Desalination and Water Treatment oraz Separation Science and Technology).

Omówienie osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych, popularyzujących naukę oraz innych

W ramach działalności dydaktycznej Habilitantka prowadziła liczne zajęcia na macierzystym wydziale Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczego im. Jana Długosza w Częstochowie z zakresu inżynierii procesowej, gospodarki wodnej i osadami ściekowymi, remediacji zanieczyszczonych gruntów o wód, kontroli jakości atmosfery, etc., w postaci zajęć laboratoryjnych, seminaryjnych oraz wykładowych. Była promotorem 12 prac magisterskich oraz 16 prac licencjackich i inżynierskich a także pełniła rolę opiekuna studentów I roku i była opiekunem praktyk studenckich. Działalność dydaktyczna obejmowała również opiekę nad studentami stażystami z Czerkaskiego Uniwersytetu Narodowego (Ukraina) oraz współ-opiekę w przypadku studentów objętych programem podwójnego dyplomowania z Wschodnioeuropejskiego Uniwersytetu Narodowego w Łucku (Ukraina). Razem z Kołem Naukowym Studentów Wydziału Nauk Ścisłych, Przyrodniczych i Technicznych, Dr Zawierucha była odpowiedzialna za cykliczne Interdyscyplinarne Seminarium Studenckie „Forum Młodych Nauki”, a także w latach 2016-2017 była współorganizatorem I i II Częstochowskiego Forum Młodych „#Nauka. Lubię to!”. Była również członkiem komitetów organizacyjnych dwóch konferencji (*5th International Symposium on the Organic Chemistry of Sulfur*, 2012 oraz 57 Zjazdu Naukowego Polskiego Towarzystwa Chemicznego i Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego. W latach 2012-2016 Habilitantka była członkiem Rady Programowej oraz Zespołu Kierunkowego ds. Jakości Kształcenia kierunku Ochrona Środowiska. W roku 2019 była członkiem Uczelnianej Komisji Wyborczej (kadencja 2019-2023). Wielokrotnie też brała udział w wydarzeniach popularyzujących naukę, m.in. prowadziła stoisko podczas „Dnia Różnorodności nie tylko Biologicznej”, wyjazdy do szkół czy pokazy i warsztaty chemiczne dla uczniów szkół podstawowych.

Po uzyskaniu stopnia doktora, Habilitantka pełniła rolę kierownika w dwóch projektach krajowych: jeden finansowany przez MNiSW oraz jeden finansowany przez NCN (program SONATA10), a także aktywnie pozyskiwała środki na macierzystym Wydziale w ramach badań statutowych (4 projekty). Działalność dr Iwony Zawierucha została nagrodzona m.in. wyróżnieniem Rektora UJD za szczególne osiągnięcia w pracy w roku 2009 oraz 2018 (nagroda indywidualna III stopnia). Habilitantka jest również członkiem Polskiego Towarzystwa Chemicznego, a także opiekunem Laboratorium Chemii Środowiska.

Dr inż. Iwona Zawierucha odbyła trzy krótkoterminowe staże naukowo-dydaktyczne w ramach programu Erasmus+ (5 dni każdy) w Technická Univerzita Ostrava, Università degli Studi di Cagliari oraz Università degli Studi di Perugia. Kandydatka nie odbyła żadnego stażu długoterminowego, co zapewne pozwoliłoby na rozpoczęcie nowej współpracy międzynarodowej a być także zaowocowałyby nowymi kierunkami badań.

Działalność naukowa Habilitantki obejmowała również wykonanie recenzji publikacji nadsyłanych m.in. do takich czasopism jak: *Journal of Hazardous Materials*, *Waste Management*, *Molecules*, *Desalination and Water Treatment*, *Polymers*, *Environmental Science and Pollution Research* czy *Water Science and Technology* (łącznie > 20 recenzji).

Habilitanta w swoim wniosku opisuje również jako przykład współpracy z sektorem gospodarczym przygotowanie założeń oraz tematyki cyklu artykułów „Natura w cieniu cywilizacji” na potrzeby przygotowania wniosku na konkurs WFOŚiGW w Katowicach. Tutaj mam wątpliwości czy faktycznie można to traktować jako współpracę z otoczeniem gospodarczym. Moim zdaniem taka współpraca powinna

obejmować prace badawczo-rozwojowe np. w zakresie oczyszczania wód czy ścieków, a nie przygotowanie założeń do cyklu artykułów popularno-naukowych. Podobnie jest w przypadku informacji ujętej jako przykład dorobku technologicznego. Tutaj Habilitantka wymienia m.in. opracowanie dwustopniowego systemu do usuwania toksycznych jonów metali z odcieków składowiskowych. Z przedstawionych materiałów wynika jednakże, że opracowanie to dotyczyło wyłącznie badań prowadzonych w skali laboratoryjnej i było przedmiotem publikacji [O5], a opracowana technologia oraz materiały nie stanowiły podstawy do przygotowania zgłoszenia patentowego, do opracowania wytycznych do technologii oczyszczania odcieków dla partnera przemysłowego czy prac prowadzonych we współpracy z partnerem przemysłowym.

Podsumowanie i wniosek końcowy

Podsumowując, na podstawie oceny całokształtu dorobku naukowego i dydaktyczno-organizacyjnego, ze szczególnym uwzględnieniem monotematycznego osiągnięcia naukowego „Zastosowanie materiałów sorpcyjnych i immobilizowanych materiałów polimerowych w remediacji wód i ścieków zanieczyszczonych metalami ciężkimi”, uważam że wniosek złożony przez Kandydatkę jest przedwczesny i na tym etapie nie spełnia wymogów ustawowych i zwyczajowych stawianych Kandydatom do stopnia doktora habilitacyjnego. Rekomenduję wzmocnienie dorobku naukowego i ponowne składanie wniosku za 2-3 lata. O ile aktywność dydaktyczna i organizacyjna Kandydatki stanowi mocną stronę tego wniosku i te osiągnięcia spełniają wymagania stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego, to uważam że dorobek naukowy wymaga wzmocnienia i rozwinięcia. Rozwinięcie niektórych wątków badawczych, w tym być może badania w zakresie mechanizmów reakcji zachodzących podczas usuwania metali, przyczyniłoby się do lepszej analizy wyników i znacząco wzmocniłoby dorobek a także pozycję Kandydatki, w tym na arenie międzynarodowej.

Biorąc pod uwagę wszystkie aspekty działalności zawodowej Kandydatki stwierdzam, że dr inż. Iwona Zawierucha nie spełnia warunków określonych w art. 221 ust. 10 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.) i zwracam się do Komisji Habilitacyjnej o nie rekomendowanie Radzie Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie nadania dr inż. Iwonie Zawierucha stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynierjno technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.



Adriana Zaleska-Medynska