

RECENZJA

osiągnięcia naukowego oraz dorobku dr inż. Sławomira Porady w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego, w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria chemiczna

1. Podstawa prawna

Recenzja w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Sławomira Porady została opracowana na podstawie:

- 1) *Uchwały nr 29/03/RDND05/2024-2028 Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Chemiczna Politechniki Wrocławskiej, z dnia 13 listopada 2021 r. w sprawie powołania komisji habilitacyjnej w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria chemiczna wszczętym na wniosek Pana dr inż. Sławomira Porady;*
- 2) *Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t.j. Dz. U. z 2024 r. poz. 1571 z późn. zm.).*

Wnioskiem z dnia 19.08.2024 r. (złożonym w dniu 26.08.2024 r.) Pan dr inż. Sławomir Porada wystąpił do Politechniki Wrocławskiej, za pośrednictwem Rady Doskonałości Naukowej, o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria chemiczna, wskazując tytuł osiągnięcia naukowego „*Materiały do elektrochemicznego odsalania wody: mechanizmy transportu i adsorpcji jonów*”.

Przy zleceniu opracowania niniejszej recenzji, otrzymałam elektroniczną wersję wniosku dr inż. Sławomira Porady wraz z następującymi dokumentami:

- Kopia dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora;
- Autoreferat – osiągnięcie naukowe;
- Wykaz osiągnięć naukowych;
- Oświadczenie o wsparciu finansowym realizacji projektów badawczych i badawczo-wdrożeniowych pochodzące z sektora gospodarczego.

2. Ocena osiągnięcia naukowego o którym mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2

Ustawy

Jako osiągnięcie naukowe pt. „*Materiały do elektrochemicznego odsalania wody: mechanizmy transportu i adsorpcji jonów*”, Habilitant przedstawił Wykazie osiągnięć i opisał w Autoreferacie cykl powiązanych tematycznie czternastu artykułów naukowych, opublikowanych w latach 2015 – 2022.

Wszystkie przedłożone prace to wieloautorskie publikacje, powstałe we współpracy międzynarodowej, przy zaangażowaniu, poza Habilitantem, również badaczy z licznych jednostek naukowych: Wageningen University, University of Twente, Delft University of Technology oraz Wetsus, European Centre of Excellence for Sustainable Water Technology, Netherlandy; Tianjin University, Chiny; King Abdulaziz University, Arabia Saudyjska; Stanford University, Lawrence Livermore National Laboratory, University of Illinois at Urbana-Champaign, University of Kentucky, Stany Zjednoczone Ameryki; Technion-Israel Institute of Technology, Izrael.

Na uwagę zasługuje wysoka ranga czasopism wykazanych jako osiągnięcie naukowe, takich jak: *Advanced Materials*, *Environmental Science & Technology*, *Desalination*, *Separation and Purification Technology*, *Water Research*, *Journal of Membrane Science*, *ChemSusChem*, potwierdzona istotnym współczynnikiem wpływu (Impact Factor) którego wartość wynosi od 5,11 (artykuł nr 11 wydany w 2017 r. w *Electrochimica Acta*) do 27,40 (artykuł nr 7 wydany w 2019 r w *Advanced Materials*). Każdy z wykazanych artykułów, przed opublikowaniem poddany został wnikliwej ocenie pod względem jakości treści naukowych oraz ich nowatorstwa, licznym recenzjom wydawniczym na etapie procedowania manuskryptu. Prace cieszą się zainteresowaniem środowiska naukowego, co potwierdza istotna cytowalność prac.

Liczba współautorów artykułów wynosi od trzech do ośmiu. Habilitant wykazał swój indywidualny wkład do każdej z wymienionych publikacji. Jego rola polegała głównie na współtworzeniu hipotezy badawczej, planu badawczego, współudziale w przygotowaniu manuskryptów, a w części przedłożonych prac również korektę oraz przygotowanie odpowiedzi na komentarze recenzentów.

W dwunastu artykułach wykazał udział w wykonaniu części prac eksperymentalnych (prace nr 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14) i/lub analizę wyników badań lub współudział/pomoc w opracowaniu wyników analiz (prace nr 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14). Do wniosku nie dołączono oświadczeń współautorów o lch oraz Habilitanta wkładzie w powstanie artykułów.

Tematyka przedstawionego osiągnięcia naukowego związana jest w szczególności z wykorzystaniem elektrochemicznych procesów w odsalaniu/dejonizacji wody, przy zastosowaniu procesów pojemnościowej dejonizacji (CDI) oraz elektrodializy (ED). Habilitant zajmował się badaniami nad nowymi materiałami dla zwiększenia efektywności oraz selektywnej separacji jonów w rozpatrywanych procesach. Do kluczowych osiągnięć zalicza rozpoznanie:

- wpływu heteroatomów na zwiększenie pojemności adsorpcyjnej porowatych elektrod węglowych oraz efektywność procesu CDI,
- roli elektrod węglowych i redoks-aktywnych w selektywnej adsorpcji jonów z mieszanin,
- metod pozyskania elektrod węglowych z dodatnio naładowanymi grupami powierzchniowymi i ich zastosowanie w procesie CDI.
- wpływu elektrosorpcji jonów na zmiany pH permeatu.

Spośród czternastu wykazanych artykułów, Pan dr inż. Sławomir Porada jest pierwszym autorem w czterech i autorem korespondencyjnym w dwóch publikacjach.

Szczegółowa analiza roli Habilitanta w powstanie publikacji stanowiących cykl powiązanych tematycznie czternastu artykułów naukowych wykazała, iż na szczególną uwagę zasługują cztery publikacje, w których udział Pana dr inż. Sławomira Porady można uznać za znaczący, polegał bowiem, według Jego oświadczenia, na współpracowaniu hipotezy badawczej, współtworzeniu planu badawczego, przeprowadzeniu badań lub pracy eksperymentalnej, analizie wyników, wykonaniu obliczeń, przygotowaniu manuskryptu, dokonaniu korekty oraz przygotowaniu odpowiedzi na uwagi recenzentów. Według wykazu są to następujące prace:

9. Dykstra J.E., **Porada S.**, van der Wal A., Biesheuvel P.M., (2018): Energy consumption in capacitive deionization—Constant current versus constant voltage operation, *Water Research*, 143, 367-375.
10. **Porada S.**, van Egmond W.J, **Post J.W.**, Saakes M., Hamelers H. V. M., (2018): Tailoring ion exchange membranes to enable low osmotic water transport and energy efficient electro dialysis, *Journal of Membrane Science*, 552, 22-30.

We wniosku habilitacyjnym Pan dr inż. Sławomir Porada pominął jednego ze współautorów: [Jan W. Post](#) - Wetsus, European Centre of Excellence for Sustainable Water Technology, Leeuwarden, Netherlands.

11. **Porada S.**, Shrivastava A., Bukowska P., Biesheuvel P.M., Smith K.C., (2017): Nickel hexacyanoferrate electrodes for continuous cation intercalation desalination of brackish water, *Electrochimica Acta*, 255, 369-378.
14. **Porada S.**, Schipper F., Aslan M., Antonietti M., Presser V., Fellingner T. P., (2015): Capacitive deionization with novel biomass-based microporous salt templated carbons, perspectives and limitations of heteroatom carbons, *ChemSusChem*, 8,1867-1874.

We wniosku habilitacyjnym Pan dr inż. Sławomir Porada przywołał nieprawidłowy tytuł artykułu. Poprawnie powinno być: [Capacitive Deionization using Biomass-based Microporous Salt-Templated Heteroatom-Doped Carbons](#).

Publikacje te dotyczą badań nad:

- mechanizmem elektrosorpcji jonów w procesie CDI poprzez wytworzenie materiałów z różną zawartością heteroatomów (azot, siarka) w elektrodach węglowych. Za sprawą eksperymentów wykazano wpływ heteroatomów na elektrosorpcję jonów, ograniczenie wydajności ładunku a w konsekwencji zużycie energii i efektywność energetyczną systemów CDI;
- wydajnością membran jonowymiennych w procesie membranowej pojemnościowej dejonizacji (MCDI) pod względem zużycia energii, stopnia odsolenia i odzysku wody, podczas pracy w trybie przepływu przerywanego. Wykazano iż zatrzymanie przepływu podczas dejonizacji z membranami MCDI zmniejsza zużycie energii w procesie odsalania wody, zapewniając wysoką redukcję stężenia soli z nadawy oraz odzysk permeatu;
- redukcją osmotycznego transportu wody przez membrany jonowymienne w procesie elektrodializy (ED), poprzez zastosowanie polimerowej siatki membrany jonowymiennej. Wykazano efektywność uzysku strumienia permeatu na korzyść membran zawierających siatkę polimerową w stosunku do membran homogenicznych;
- zużycie energii podczas CDI w trybie stałego prądu i stałego napięcia. Wykazano, że zużycie energii jest mniejsze przy uwzględnieniu odzysku energii podczas rozładowania.

Zagadnienia którymi zajmuje się Habilitant, o charakterze badań podstawowych, mają istotny wymiar poznawczy, który w przyszłości może mieć znaczenie technologiczne. Pozwalają na zrozumienie mechanizmów transportu i adsorpcji jonów oraz rozwój materiałów dla procesów elektrochemicznego odsalania wody. Poszukiwanie nowych i skutecznych, ale też racjonalnych metod w zakresie odsalania i dejonizacji wód to wyzwania XXI wieku, w obliczu postępujących zmian w środowisku naturalnym, skutkujących zarówno ograniczonym dostępem do wody przeznaczonej do spożycia i na cele gospodarcze. Z kolei badania nad efektywnością selektywnej separacji jonów stanowią wyzwanie w przypadku konieczności doboru rozwiązań technicznych dla ograniczenia zawartości konkretnych składników, często toksycznych w wodzie i ściekach, czy koncentratów pozyskanych w procesach odsalania wód. Zagadnienie to jest wyzwaniem również w przypadku odzysku pierwiastków krytycznych z różnych strumieni wód i ścieków. Należy docenić aktywność Habilitanta na polu opracowywania koncepcji badawczych oraz nowatorskie, udokumentowane naukowo podejście do rozwoju innowacyjnych materiałów w celu zwiększenia efektywności czy też umożliwienia selektywnej separacji jonów w procesach CDI i ED. Pomimo tego, iż elektrochemiczne metody wymagają znacznych nakładów energetycznych, wydaje się, że powinny być rozpatrywane w powiązaniu z możliwością wykorzystania odnawialnych źródeł energii, zwłaszcza w systemach zasilania off-grid. Habilitant wskazuje w Autoreferacie, iż „*Prawie wszystkie aspekty naszego życia związane są z wykorzystaniem energii elektrycznej*”, co stanowi klucz do rozwiązania problemu wykorzystania metod odsalania w dobie deficytu wody i czystej energii. Prace badawcze mają

przyszłość, a wyniki badań przedstawione w osiągnięciu naukowym należy uznać za istotny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria chemiczna.

Należy również docenić aktywność Habilitanta na polu interdyscyplinarnych badań, integrujących specjalistów z inżynierii chemicznej, chemii fizycznej i nauk o materiałach. Praca w międzynarodowych i wielodzinowych zespołach badawczych bardzo dobrze przygotowała Go do podejmowania aktualnych wyzwań naukowych i ich realizacji.

Na podstawie przedstawionej analizy osiągnięcia naukowego uważam, że Habilitant posiada w dorobku osiągnięcia stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria chemiczna, zgodnie z wymaganiami określonymi w art. 219 ust. 1 pkt 2) lit. b) ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce . Przedstawiony przez Habilitanta cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowany został w czasopismach naukowych, które w roku opublikowania w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym i ogłoszonym przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego lub Ministra Edukacji i Nauki. Habilitant wykazał również swój indywidualny wkład w powstanie publikacji wieloautorских.

3. Ocena aktywności naukowej Habilitanta

Poza osiągnięciem naukowym obejmującym cykl czternastu powiązanych tematycznie artykułów, Pan dr inż. Sławomir Porada jest autorem 1 monografii, 1 rozdziału w monografii, 47 artykułów opublikowanych w czasopismach zagranicznych i krajowych, w tym 38 po uzyskaniu stopnia naukowego doktora. Sumaryczny IF dla wszystkich prac, według roku publikacji, wynosi 366 (po doktoracie 299), a łączna liczba punktów MNiSW to 3779 (po doktoracie 3495). Dorobek publikacyjny ocenić można jako bardzo dobry, wręcz wyróżniający, zwłaszcza, jeżeli weźmie się pod uwagę fakt, iż większość prac została opublikowana w zespołach międzynarodowych, po doktoracie, którego obrona odbyła się w 2013 roku. Po uzyskaniu stopnia doktora, Pan dr inż. Sławomir Porada zdecydowanie zintensyfikował działalność badawczą i publikacyjną. Analiza prac badawczych wskazuje na Jego czynną aktywność zespołową.

Potwierdzeniem wysokiej rangi prac publikowanych przez Habilitanta są cytowania, których sumaryczna liczba wg bazy Scopus wynosi 8 117 i 7 425 bez autocytowań autorów publikacji (stan na 16.01.2025 r. - data opracowania recenzji). Jego IH to 31, a bez autocytowań 30. Według bazy Scopus, był pierwszym autorem 26% publikacji, autorem ostatnim w 13%, współautorem w 61%. Nie posiada w dorobku publikacji jednoautorских.

Zamieszczony w cyklu publikacji monotematycznych dorobek naukowo-badawczy jest ściśle związany z inżynierią chemiczną, co pozwala mi stwierdzić, że Habilitant jest zaangażowanym naukowcem specjalizującym się w badaniach nad elektrochemicznymi technikami separacyjnymi. Obszary badawcze podejmowane przez Habilitanta wpisują się również w szeroko rozumianą inżynierię środowiska.

Autor czynnie uczestniczył w ośmiu międzynarodowych konferencjach naukowych, prezentując wyniki badań, a także wygłaszając referaty plenarne i zamawiane. Był członkiem pięciu komitetów organizacyjnych konferencji organizowanych w Niderlandach. Habilitant aktywnie uczestniczył również w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych i międzynarodowych. W Autoreferacie wymienił przykładowe cztery projekty. Był stypendystą programu Humboldt Research Fellowship, który umożliwił Mu odbycie stażu naukowego w INM – Leibniz Institute for New Materials, Saarbrücken w Niemczech. Według oświadczenia Prof. Berta Hamelersa z Wetsus, European Centre of Excellence for Sustainable Water Technology, Niderlandy, Pan dr inż. Sławomir Porada podczas zatrudnienia w przywołanej jednostce miał istotny wpływ w realizację sześciu projektów naukowo-badawczych oraz czterech we współpracy z sektorem gospodarczym.

Od października 2022 r. jest kierownikiem projektu Polskie Powroty NAWA 2022, który realizuje na Wydziale Chemicznym Politechniki Wrocławskiej. Celem programu jest umożliwienie wyróżniającym się polskim naukowcom powrotu do kraju i podjęcia zatrudnienia w polskich uczelniach, instytutach naukowych lub instytutach badawczych.

4. Ocena współpracy z otoczeniem społecznym i gospodarczym

Przedstawione w Autoreferacie informacje wraz z załączonym listem referencyjnym jednoznacznie wskazują, że Habilitant wykazuje się istotnym dorobkiem we współpracy z sektorem gospodarczym, poprzez realizację projektów badawczych i badawczo-wdrożeniowych. W dorobku wykazał przykładowe sześć projektów zrealizowanych we współpracy z zagranicznymi przedsiębiorstwami: Evides, Dunea, Voltea, DOW, Pure Water Group, Alliander, Fujifilm, Landustrie, REDstack, A. Hak. Posiada dwa wdrożenia w zakresie odzysku azotu ze strumieni odpadów oraz systemu magazynowania energii elektrycznej.

Nie posiada praw własności przemysłowej, patentów krajowych i międzynarodowych.

5. Ocena istotnej aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej

Pan Dr inż. Sławomir Porada, wykazuje istotną zagraniczną aktywność naukowej realizowaną w więcej niż jednej instytucji naukowej. Wykaz aktywności przedstawia się następująco:

- Luty 2014 – styczeń 2015 - Post-Doc w INM – Leibniz Institute for New Materials, Saarbrücken, Niemcy (Humboldt Research Fellowship);
- luty 2015 – lipiec 2015 - kierownik działu rozwoju technologii w High Voltage Water, Niderlandy;

- sierpień 2015 – grudzień 2016 - pracownik naukowy w Wetsus, European Centre of Excellence for Sustainable Water Technology, Leeuwarden, Niderlandy;
- styczeń 2017 – grudzień 2020 - pracownik naukowy w Soft Matter, Fluidics and Interfaces Science and Technology, University of Twente, Enschede, Niderlandy;
- styczeń 2020 - lipiec 2022 - kierownik projektów naukowych w Wetsus, European Centre of Excellence for Sustainable Water Technology, Leeuwarden, Niderlandy.

Wynikiem odbytych staży oraz zatrudnienia w zagranicznych jednostkach naukowo-badawczych, jak również wykazanej wcześniej współpracy międzynarodowej są omówione liczne artykuły opublikowane w liczących się na arenie międzynarodowej czasopismach naukowo badawczych.

Habilitant jest rozpoznawalnym naukowcem, zapraszany do recenzowania manuskryptów zgłaszanych do czasopism naukowych takich jak: Desalination, Carbon, Journal of Membrane Science, Water Research, Electrochimica Acta, Environmental Science and Technology, Energy and Environmental Science, Chemical Engineering Journal.

W nawiązaniu do art. 219 ust. 1 pkt 3) ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce stwierdzam, że Habilitant wykazuje się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w tym zagranicznej.

6. Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę przedstawioną ocenę dorobku naukowego, osiągnięć badawczych, aktywności w zakresie współpracy naukowej oraz działań ukierunkowanych na popularyzowanie wyników badań dr inż. Sławomira Porady stwierdzam, że Habilitant:

- bezpośrednio po uzyskaniu stopnia naukowego doktora zintensyfikował działalność naukowo-badawczo-publikacyjną;
- nawiązuje szeroką współpracę naukową z innymi ośrodkami, realizuje interdyscyplinarne badania w zespołach międzynarodowych podejmując wyzwania z dziedziny inżynierii chemicznej nad nowymi materiałami dla zwiększenia efektywności oraz selektywnej separacji jonów w procesach CDI i ED;
- posiada w dorobku osiągnięcia stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria chemiczna wykazane w cyklu powiązanych tematycznie czternastu artykułów naukowych, opublikowanych w latach 2015 – 2022. Habilitant wykazał swój indywidualny wkład w powstanie publikacji wieloautorskich;
- jest aktywny na polu realizacji projektów naukowo-badawczych oraz badawczo-wdrożeniowych w ramach współpracy z otoczeniem gospodarczym;

- sumaryczny IF publikacji których jest współautorem wynosi 366 (po doktoracie 299), a łączna liczba punktów MNiSW to 3779 (po doktoracie 3495). Jego publikacji posiadają liczne cytowania, co potwierdza duże zainteresowanie podejmowaną problematyką naukową w skali ogólnoswiatowej;
- wykazuje istotną zagraniczną aktywność naukową realizowaną w więcej niż jednej instytucji, w tym w : INM – Leibniz Institute for New Materials, Saarbrücken, Niemcy; High Voltage Water, Niderlandy; Wetsus, European Centre of Excellence for Sustainable Water Technology, Leeuwarden, Niderlandy; Soft Matter, Fluidics and Interfaces Science and Technology, University of Twente, Enschede, Niderlandy;
- wyniki swoich badań prezentuje na konferencjach naukowych międzynarodowych.

W konkluzji przedstawionej recenzji stwierdzam, iż Pan dr inż. Sławomir Porada posiada w dorobku osiągnięcia stanowiące znaczny wkład w rozwój dziedziny nauk inżynierijno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria chemiczna, zgodnie z wymaganiami określonymi w art. 219 ust. 1 pkt 2 *ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t.j. Dz. U. z 2024 r. poz. 1571 z późn. zm.)*.

Przedstawiony przez Habilitanta cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowany został w czasopiśmie naukowych, które w roku opublikowania w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym i ogłoszonym przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego lub Ministra Edukacji i Nauki. Habilitant wykazał również swój indywidualny wkład w powstanie publikacji wieloautorskich.

Wnioskuje o dopuszczenie Pana dr inż. Sławomira Porady do kolokwium habilitacyjnego.

