



prof. dr hab. inż. Tadeusz Ossowski
Katedra Chemii Analitycznej
Uniwersytetu Gdańskiego

03 styczeń 2025

Ocena rozprawy habilitacyjnej dr inż. Anny Siekierki

„Systemy elektromembranowe do frakcjonowania jonów metali wraz z możliwością odzysku energii na przykładzie kationów metali”

1. Ogólna charakterystyka tematyki badawczej rozprawy habilitacyjnej.

Pani dr inż. Anna Siekierka jest absolwentem Wydziału Chemii Politechniki Wrocławskiej. Swoją karierę zawodową habilitantka związała z uczelnią gdzie realizowała prace inżynierską „Jonowymiennie membrany do odsalania wody na elektrodach węglowych” (2013) magisterską „Samoorganizujące się membrany do filtracji białek” (2014) a także doktorską „Metoda pojemnościowej dejonizacji do selektywnego wychwytu jonów litu z roztworów wodnych” (2019) pod opieką merytoryczną i współpracą z prof. dr hab. inż. Marka Bryjaka.

Tematyka badawcza habilitantki jest ściśle związana z badaniami systemów membran i elektromembran do zastosowań rozdzielców w roztworach wodnych wspomaganych polem elektrycznym. Cele badawcze dr inż. Anny Siekierki są ważne i poruszają istotne problemy z punktu widzenia chemii, praktyki chemicznej i zastosowań technologicznych. Jej badania w zakresie systemów membranowych i elektromembranowych są istotne dla rozwoju efektywnych metod separacji i oczyszczania wód, co ma kluczowe znaczenie w dobie globalnych wyzwań związanych z dostępem do czystej wody.

Dr inż. Anna Siekierka przedstawiła rozprawę habilitacyjną w postaci zbioru dziesięciu oryginalnych publikacji H1-H9. Ponadto, Pani Siekierka jest także współautorem 22 publikacji z listy JCR oraz szeregu prac monograficznych. Fakt, że w wielu z tych prac pełniła rolę pierwszego autora, podkreśla jej wiodącą rolę w badaniach oraz znaczenie jej wkładu w rozwój nauki.



2. Charakterystyka rozprawy habilitacyjnej oraz uzyskane wyniki.

Jednym z najważniejszych wyzwań nauki i techniki współczesnych czasów jest opracowanie metod separacji i rozdziału takich metali jak lit, kobalt, nikiel, mangan, miedź, cynk, metali ziem rzadkich i innych, w procesie wydobywania ich ze złóż naturalnych ale przede wszystkim pozyskiwania ich ze źródeł odpadowych i procesów recyklingu. Rozwój nowoczesnych technologii wymaga znacznego zwiększenia ilości metali niezbędnych w technologiach elektronowych, metalurgicznych gdzie podaż ograniczona jest ich dostępnością geologiczną bądź dostępnością w źródłach naturalnych. Wiele metali występuje w złożach naturalnych w niskich stężeniach i w skomplikowanych matrycach. Potrzeba stworzenia nowych technologii wymusza konieczność prowadzenia badań naukowych nad opracowaniem metod selektywnego zatężania i odzysku. W miarę jak świat staje się coraz bardziej zrównoważony, konieczność pozyskiwania metali ze źródeł odpadowych staje się priorytetem. Badania prowadzone przez dr inż. Annę Siekierkę koncentrują się na otrzymywaniu sorbentów i membran, oraz ich zastosowaniu w procesach separacji, konwersji. To ważne i istotne z punktu widzenia aktualnych problemów nauki. Próba wykorzystania technik rozdziału i jednocześnie konwersji energii to bardzo interesujące podejście do selektywnego odzysku metali w procesach technologicznych.

W cyklu prac habilitacyjnych autorka opracowała szereg sorbentów a także membran kationowowymiennych służących do selektywnego wiązania kationów metali. Do swoich największych osiągnięć w ramach pracy habilitacyjnej Pani Siekierka wskazała:

1. Hybrydowa pojemnościowa dejonizacja - Opracowanie nowego procesu, który wykorzystuje innowacyjne materiały sorbujące, umożliwiające selektywne wiązanie kationów, zwłaszcza jonów litu. To rozwiązanie może przyczynić się do efektywniejszego usuwania niepożądanych kationów z wód, a także do recyklingu cennych surowców.
2. Procesy CapMix - Zastosowanie dwóch stałych elektrod do konwersji energii z różnym zasoleniu między dwoma roztworami. Tego rodzaju rozwiązania mogą mieć zastosowanie w produkcji energii odnawialnej.
3. Elektrodializa z selektywnymi membranami - Rozwój procesów odzysku kationów kobaltu przy użyciu specjalistycznych membran kationowomiennych. Kobalt jest istotnym surowcem w przemyśle, zwłaszcza w produkcji baterii, więc jego efektywne odzyskiwanie ma kluczowe znaczenie.
4. Odwrócona elektrodializa - Innowacyjny proces, który pozwala na jednoczesne odzyskiwanie kationów metali oraz konwersję energii.



Chciałbym zwrócić uwagę na fakt że dr inż. Anna Siekierka opracowała i otrzymała szereg materiałów membranowych wykazujących właściwości kobaltoselektywne, litoselektywne czy ogólnie zdolnych do selektywnej separacji, frakcjonowania wybranych kationów metali.

Opracowane przez dr Siekierkę membrany na bazie LMTO w HCDI zapewniają wyjątkową selektywność elektrosorpcji jonów litu w porównaniu do elektrosorpcji jonów magnezu, przeprowadzoną w tych samych warunkach doświadczalnych. Badania habilitantki w dużym stopniu skoncentrowane są na zdolnościach sorpcyjnych membran w stosunku do jonu litu. Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że porowatość, pole powierzchni i wielkość otrzymanych kryształów w strukturze membrany ma kluczowe znaczenie w wychwytywaniu jonów litu. Opracowana przez Dr Siekierkę metodyka pomiarowa (HCDI - obejmująca tryby stałego prądu (CC), zerowego ładowania (ZC) i prądu wstecznego (RCC) pozwoliła na uzyskanie wysokiej wydajności odzysku litu, przekraczającej 70%, co stanowi istotny postęp w tej dziedzinie.

Za wyjątkowe ciekawo osiągnięcie naukowe uważam wyniki badań nad konwersją energii odnawialnej na drodze roztworów o różnym zasoleniu. W swoich pracach habilitantka wykorzystwała wysoce selektywne membrany kationowymiennie wykonane z PAN oraz membrany szczepione grupami 5C8Q. W zaprezentowanej pracy H7 autorka, po raz pierwszy wskazała możliwość selektywnego oddzielania metali przejściowych z równoczesnym wytworzeniem energii w procesie redukcji. Wykorzystanie zjawiska różnic gradientu zasolenia między roztworem o niskim i wysokim stężeniu oraz procesy redoks, generuje napięcie które jest źródłem energii w układzie. Wydaje się że odbiór tej energii z układu redoks, może mieć szersze znaczenie niż tylko to wskazane przez autorkę w pracy H9.

Ważnym elementem oceny dorobku naukowego Pani dr inż. Anny Siekierki jest dobrze udokumentowana międzynarodowa współpraca naukowa. Nie jest to często spotykana umiejętność wśród młodych naukowców i wskazuje na dojrzałość naukową do pełnienia roli wiodącej zarówno w zakresie koncepcji badawczej, jak też w organizacji własnego zespołu badawczego.

Pani Siekierka współpracowała z 18 ośrodkami naukowymi, gdzie 16 z nich to instytucje zagraniczne. Wyniki wspólnych badań zostały przedstawione w postaci wspólnych publikacji w formie 15 artykułów naukowych z listy JCR, co stanowi prawie 50% jej dorobku publikacyjnego. Habilitantka współpracowała między innymi z : Deakin University, Centre for Cellular and Molecular Biology, School of Life and Environmental Sci (Australia), Khalifa University, Department of Chemical Engineering (Emiraty Arabskie), Research Center on CO₂ and Hydrogen (RICH), Khalifa University (Emiraty Arabskie), Institute for Nanomaterials, Advanced Technologies, and



Innovation, Technical University of Liberec, (Czechy), Laboratoire Ampere CNRS UMR 5005, Département Génie Electrique et des Procédés, (Francja),

- . Charakterystyka dorobku organizacyjnego i dydaktycznego.

Pani dr inż. Anna Siekierka wykazała się umiejętnościami w zakresie organizacji i prowadzenia szeregu zajęć dydaktycznych na Wydziale Chemii Politechniki Wrocławskiej. Prowadziła wykłady i zajęcia ze studentami w języku polskim i angielskim (Chemia analityczna leków, Nano-inżynieria podstawy i zastosowanie, Ochrona środowiska w chemii, i inne) W latach 2020-2024 była promotorem/opiekunem 22 prac inżynierskich oraz 9 prac magisterskich. W przedstawionym autoreferacie habilitantka udokumentowała swoją aktywność na tym polu.

Ważną częścią dorobku dydaktycznego jest również współpraca międzynarodowa w ramach prowadzenia zajęć dydaktycznych na uczelni wyższej. Pani dr Siekierka brała udział w europejskich programach dydaktycznych w zakresie uczenia, szkolenia oraz pracy online (12.03.2023-17.03.2023, University of Antwerp, Antwerpia, Belgia).

Ponadto w ramach programu SBBE jest koordynatorem kursu „Operations unit and reactors ...”, oraz prowadzi zajęcia laboratoryjne i wykłady w ramach kursu „Bio-components characterization”. Jako członek Zarządu Polskiego Towarzystwa Membranowego została włączona w prace WA-MS w ramach grupy edukacyjnej, zajmującej się przygotowaniem wykładów oraz rozpowszechnianiem wiedzy dotyczącej procesów i materiałów membranowych.

Pani dr inż. Anna Siekierka ma szereg osiągnięć w zakresie popularyzacji nauki na forum międzynarodowym (Breaking the Wall of Energy from Battery Waste), zaprezentowała propozycje odzysku energii ze ścieków (odpadów) bateryjnych. Bierze także udział w publicznych dyskusjach radiowych w Radiu Wrocław, Radiu Luz: 9.10.2023 „Zwycięstwo w Falling Walls Wrocław” , 3.11.2023 „Przed Falling Walls Summit 2023 w Berlinie” , 12.02.2024 „Kobiety w nauce” . To bardzo pozytywne akcenty aktywności zawodowej Habilitantki.

Pani dr inż. Anna Siekierka jest kierownikiem grantu NCN Sonata 18 (2023-2026). Brała udział jako główny wykonawca w szeregu innych projektach badawczych np.: GEOTHERM finansowany przez narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBR), Deakin University, finansowany przez Institute for Frontier Materials (IFM) – Circular Economy, Deakin University, Australia z partnerem przemysłowym MRI (Campbellfield, Vic, Australia) i inne.

Habilitantka odbyła szereg długo i krótkoterminowych staży zagranicznych w Australii, Czechach, Emiratach Arabskich, i Francji. Ich liczność wskazuje na intensywną i przemyślaną współpracę naukową.



5. Wniosek końcowy.

Pani dr inż. Anna Siekierka poza dorobkiem przedstawionym w pracach H1 – H9 jest współautorką szeregu innych publikacji, sumarycznie 35. Liczba cytowani publikacji (WoS = 507) świadczy o znaczeniu jej prac w środowisku naukowym, a dwa zgłoszenia patentowe potwierdzają innowacyjność i praktyczne podejście do badań. Wykazuje się dobra współpraca z otoczeniem społecznym i gospodarczym, to bardzo dobry wynik aktywności naukowej i ogólnie zawodowej. Przedstawiony do recenzji całkowity dorobek jest starannie przygotowany i udokumentowany. W mojej ocenie Pani dr inż. Anna Siekierka jest dobrze przygotowanym samodzielnym badaczem o niepodważalnym dorobku naukowym.

Podsumowując, dorobek Pani dr inż. Anny Siekierki należy wskazać, że całkowity dorobek to 23 publikacje z Listy Filadelfijskiej (po doktoracie 19). Sumaryczny współczynnik IF = 152,8 natomiast Indeks Hirscha według bazy WoS wynosi 15. Pani dr inż. Anna Siekierka nie tylko prowadzi badania na wysokim poziomie, ale również skutecznie komunikuje ich wyniki w kontekście międzynarodowym. To dorobek spełniający zwyczajowe i formalne wymagania stawiane kandydatom do tytułu doktora habilitowanego

Osiągnięcie naukowe Pani dr inż. Anny Siekierki spełnia wymagania formalne stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego, określone w art. 219 – warunki nadania stopnia doktora habilitowanego ust.1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Stawiam wniosek o dopuszczenie Pani dr inż. Anny Siekierki do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.

Ossowski