

## RECENZJA

osiągnięć naukowych oraz aktywności naukowej w postępowaniu habilitacyjnym  
dr inż. Beaty MALCZEWSKIEJ, zatrudnionej w Uniwersytecie Przyrodniczym  
we Wrocławiu w Instytucie Inżynierii Środowiska

### 1. Podstawa formalna i merytoryczna sporządzenia recenzji

Podstawę formalną niniejszej recenzji stanowi uchwała nr 4.2023.ISGE Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu z dnia 11 stycznia 2023 r. w sprawie powołania komisji habilitacyjnej w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka dr inż. Beacie Malczewskiej. O powołaniu mnie na recenzenta w ww. postępowaniu zostałem poinformowany pismem Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu prof. dr hab. inż. Krzysztofa Pulikowskiego z dnia 13 stycznia 2023 r. (IDDD0000.4102.4.2023).

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

- Wniosek Habilitantki z dnia 19 września 2022 o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, zaadresowany do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, za pośrednictwem Rady Doskonałości Naukowej w Warszawie.
- Kopia dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora (zał. 2).
- Autoreferat przedstawiający opis kariery zawodowej oraz istotnej aktywności naukowej (zał. 3).
- Wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych (zał. 4).
- Kopie publikacji H1–H8 (zał. 5).
- Oświadczenia autorów publikacji H1–H8 (zał. 6).

## 2. Sylwetka Habilitantki

Dr inż. Beata Malczewska uzyskała tytułu inżyniera (15 marca 1999) a następnie magistra inżyniera (8 października 2001) w zakresie Zaopatrzenia w Wodę i Unieszkodliwianie Ścieków i Odpadów na Wydziale Budownictwa Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach na kierunku Inżynieria Środowiska. W dniu 30 stycznia 2007 Rada Wydziału Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji nadała dr inż. Beacie Malczewskiej stopień doktora nauk rolniczych w zakresie kształtowania środowiska. Temat jej dysertacji doktorskiej to „Badanie wybranych własności osadów ściekowych w świetle możliwości ich utylizacji”, a jej promotorem był prof. dr hab. inż. Jan Kempański.

Habilitantka od początku swojej kariery zatrudniona jest w Instytucie Inżynierii Środowiska Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

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

Analizując przedstawiony przez Habilitantkę dorobek naukowy można stwierdzić, iż jej zainteresowania naukowe skupiają się przede wszystkim wokół technologii oczyszczania wody i ścieków. Prace omawiają takie zagadnienia jak chemizm wody i ścieków, osady ściekowe, procesy membranowe, czy budowa i funkcjonowanie przydomowych oczyszczalni ścieków.

Habilitantka w złożonym autoreferacie jako zasadnicze osiągnięcie naukowe wskazuje monotematyczny cykl artykułów, pod zbiorczym tytułem „Optymalizacja mechanizmów usuwania naturalnych substancji organicznych z wody w procesach membranowych”. Na cykl ten składa się 8 pozycji zestawionych poniżej (numeracja poszczególnych pozycji została podana zgodnie z dokumentacją przygotowaną przez Habilitantkę):

- [H1] Malczewska Beata, Liu Jianxiu, Benjamin M.M.\*: Virtual elimination of MF and UF fouling by adsorptive pre-coat filtration, *Journal of Membrane Science*, 2015, vol. 479, s. 159–164. Punktacja MNiSW: 140; IF (2022): 5,577.
- [H2] Malczewska Beata\*: Evaluation of effectiveness of natural organic compounds removal from water in hybrid processes, *Journal of Water and Land Development*, 2016, nr 30 (VII-IX), s. 81–85. Punktacja MNiSW: 100.
- [H3] Malczewska Beata\*, Benjamin M M.: Efficacy of hybrid adsorption/membrane pretreatment for low pressure membrane, *Water Research*, 2016, vol. 99, s. 263–271. DOI:10.1016/j.watres.2016.04.065. Punktacja MNiSW: 140; IF (2022): 6,942.
- [H4] Malczewska Beata\*, Horochowska Martyna: Study on characteristics and removal of NOM by pre-coated filtration, *Desalination and Water Treatment*, 2017, vol. 87, s. 216–221. Punktacja MNiSW: 70; IF (2022): 1,383.
- [H5] Malczewska Beata\*: Investigations of the mechanism of the fouling in microgranular adsorptive filtration, *Journal of Water and Land Development*, 2017, vol. 35, nr 1, s. 137–140. Punktacja MNiSW: 100.

- [H6] Malczewska Beata\*, Zak Andrzej: Structural Changes and Operational Deterioration of the Uf Polyethersulfone (Pes) Membrane Due to Chemical Cleaning, Scientific Reports, 2019, vol. 9, nr 1, s. 1–14, Numer artykułu:422. Punktacja MNiSW: 140; IF (2022): 3,998.
- [H7] Malczewska Beata\*: Adsorption of Natural Organic Matter and Phosphorus from Surface Water Using Heated Aluminum Oxide (Predeposited) Dynamic Membrane Adsorber, Applied Sciences-Basel, 2021, vol. 11, nr 16, s. 1–17, Punktacja MNiSW: 70; IF (2022): 2,679.
- [H8] Malczewska Beata\*, Farnood Ramin R., Tabea Shahram: Natural organic matter removal by electrospun nanofiber membranes coated with heated aluminum oxide particles, Journal of Water Process Engineering, 2022, vol. 45, Numer artykułu: 102498. Punktacja MNiSW: 100; IF (2022): 5,485.

Punktację MNiSW oraz wartość współczynnika IF dla każdej z publikacji podano zgodnie z dokumentacją przygotowaną przez Habilitantkę (na dzień złożenia wniosku). W każdej z 8 publikacji Habilitantka jest pierwszym autorem. W 3 pracach Habilitantka jest jedynym autorem, pozostałe prace zostały stworzone w wieloautorskim składzie. W 7 artykułach dr inż. Beata Malczewska jest autorem korespondencyjnym. Zgodnie z przedstawioną dokumentacją i oświadczeniami udział Habilitantki w powstaniu poszczególnych manuskryptów wynosił od 50% (w 1 pracy), przez 60% (w 1 pracy) i 70% (w 3 pracach), do 100% (w 3 pracach).

Wśród wykazanych prac 6 opublikowano w czasopiśmie indeksowanych bazie JCR, których łączny współczynnik IF wynosi 26,064. Sumaryczna liczba punktów przypadająca na cykl publikacji wynosi 860. Uwzględniając wkład autorski w każdą z publikacji, na Habilitantkę przypada 641 punktów (74,5% całkowitej liczby).

Głównym celem przeprowadzonych badań było określenie skuteczności usuwania naturalnej materii organicznej (NOM – natural organic matter) z roztworów wodnych z wykorzystaniem zintegrowanych procesów membranowych. W trakcie eksperymentów określono także wpływ oczyszczanych roztworów na intensywność blokowania membran (zjawiska foulingu), co ma negatywny wpływ na wydajność hydrauliczną membran. W badaniach wykorzystywano wodę pobraną z różnych zbiorników wodnych, niekiedy sztucznie wzbogaconą w laboratorium.

Naturalna materia organiczna jest obecna w większości ujmowanych wód – jedynie wody podziemne cechują się mniejszą zawartością NOM lub są pozbawione tego rodzaju zanieczyszczeń. Mimo tego, iż bezpośrednio NOM nie ma negatywnego wpływu na zdrowie ludzkie, stanowi prekursor ubocznych produktów dezynfekcji (UPD), które są toksyczne dla organizmu ludzkiego. Jednym z najpowszechniejszych rodzajów tych substancji są THM – trihalogenometany wykazujące działanie rakotwórcze. Ponadto, obecność materii organicznej może przyczyniać się do zwiększenia zużycia dawek koagulantów, blokowania żywic jonowymiennych, intensyfikacji rozwoju mikroorganizmów w sieci wodociągowej, czy do blokowania membran. NOM ma także negatywny wpływ na smak, zapach czy barwę wody.

W pierwszej publikacji [H1] wchodzącej w skład cyklu prowadzono badania nad usuwaniem naturalnej materii organicznej wykorzystując wodę pobraną z jeziora Union

(Seattle, USA). W przypadku niektórych eksperymentów mętność i zawartość naturalnej materii organicznej w badanej wodzie zwiększono sztucznie wykorzystując odczynniki chemiczne. W trakcie doświadczeń autorzy zastosowali ceramiczną membranę rurową. Inne elementy rurowe wytworzone z nylonu bądź siatki ze stali nierdzewnej wykorzystano w charakterze warstwy nośnej dla specjalnie spreparowanych cząsteczek tlenku glinu. Wykorzystanie podgrzanych cząstek tlenku glinu (HAOPs – heated aluminum oxide particles) w technologii oczyszczania wody i ścieków może stanowić obiecującą metodę pozwalającą na zwiększenie skuteczności usuwania niektórych komponentów z roztworów wodnych, jak i ograniczenia negatywnego zjawiska foulingu. W trakcie doświadczeń autorzy prowadzili roztwór zawierający HAOPs na membranę lub przygotowane struktury nośne, co prowadziło do ich depozycji na powierzchni. Przeprowadzono również testy opierające się na dozowaniu koagulantu/adsorbentu bezpośrednio do oczyszczanej wody. Uzyskane rezultaty porównano z wynikami, które otrzymano wcześniej z wykorzystaniem membrany ceramicznej. Pokrycie membrany warstwą HAOPs umożliwiło prowadzenie filtracji przez dłuższy czas (interwał czasowy pomiędzy cyklami jej czyszczenia wydłużył się). Zaobserwowano również pozytywny wpływ zastosowania HAOPs na eliminację NOM z wody, co potwierdzało obniżenie absorpcji UV254.

W drugiej z prac [H2] autorka przeprowadziła serię eksperymentów na wodzie pobranej z jeziora Greenlake (Seattle, USA) i podobnie, jak w przypadku poprzedniej publikacji, wykorzystano również wodę z jeziora Union (Seattle, USA). W badanej wodzie oznaczono m.in. takie parametry jak ogólny węgiel organiczny (OWO), rozpuszczony węgiel organiczny (RWO) czy absorpcję UV254, co pozwoliło zdeterminować zawartość związków organicznych. Przeprowadzono serię badań dotyczących samej adsorpcji (koagulant i HAOPs dozowano bezpośrednio do wody), która ponownie udowodniła skuteczność zastosowania HAOPs w usuwaniu materii organicznej. Wykonano również doświadczenia, w trakcie których cząsteczki tlenku glinu (HAOPs) doprowadzano wraz z roztworem bezpośrednio na membranę. Symultanicznie wykonano serię eksperymentów z membraną, która była wstępnie pokryta warstwą cząsteczek HAOPs. Przeprowadzone testy wykazały efektywność obu systemów w usuwaniu materii organicznej. Nie wyeliminowano całkowicie problemu foulingu, ponieważ zaobserwowano spadek wydajności hydraulicznej membrany połączony ze zmniejszeniem efektów oczyszczania. Niemniej jednak po poddaniu membrany regeneracji jej parametry pracy były bliskie parametrom wyjściowym.

W trzecim z artykułów [H3] wliczonych do osiągnięcia naukowego Habilitantka ponownie wykorzystowała wodę z jeziora Union (Seattle, USA). W tym przypadku na początku układu oczyszczania zastosowano struktury nośnej, na które prowadzono roztwór HAOPs, co prowadziło do pokrycia powierzchni struktury nośnej cząsteczkami HAOPs. Po przepłynięciu przez strukturę nośną oczyszczona woda trafiała do zbiornika, w którym czas przetrzymania wynosił 8–24 h. Następnie wodę podawano do oczyszczania w kolejnym kroku wykorzystując w tym celu membranę ultrafiltracyjną (UF). OWO i absorpcja UV254 były wskaźnikami wykorzystanymi w celu określenia zawartości naturalnej materii organicznej. Podczas 11 dni testów ciśnienie transmembranowe (które bezpośrednio wpływa na wydajność hydrauliczną membrany) wykazywało bardzo niewielkie fluktuacje (bez przeprowadzenia regeneracji membrany). Absorbancja UV254 od piątego dnia testów utrzymywała się na relatywnie stałym

poziomie. W przypadku OWO wykazano pogorszenie skuteczności obniżenia tego parametru od 5 do 11 dnia testów. W trakcie doświadczeń system poddawano regeneracji wykorzystując w tym celu podchloryn sodu. Po regeneracji parametry pracy systemu były zbliżone do wyjściowych. Warto podkreślić, iż zespół badawczy wykonał również badania dotyczące obecności ubocznych produktów dezynfekcji, które są jednym z największych zagrożeń związanych z obecnością materii organicznej w wodzie. Ponownie wykazano pozytywny wpływ HAOPs na efekty usuwania naturalnej materii organicznej. Zastosowany sorbent podobnie jak w trakcie poprzednich eksperymentów pozwalał ograniczyć zjawisko foulingu i ułatwiał przywrócenie pierwotnych parametrów pracy układu.

W czwartej publikacji [H4] prowadzono badania wykorzystując ponownie wodę pobraną z jeziora Union (Seattle, USA). Identycznie jak w przypadku wcześniej opisanych eksperymentów wykorzystano roztwór HAOPs, co prowadziło do depozycji sorbentu na ściankach struktury nośnej. Był to pierwszy etap oczyszczania w zaproponowanym układzie technologicznym. Tak wstępnie oczyszczony roztwór następnie transportowano do jednostki UF. W przypadku obu elementów instalacji wyznaczono graniczne parametry pracy, których osiągnięcie oznaczało konieczność przeprowadzenia czyszczenia układu. Zastosowanie HAOPs w układzie oczyszczania umożliwiało obniżenie absorbancji UV254 o 72%. Zastosowanie HAOPs spowodowało, iż membrana UF była blokowana wolniej przez materię organiczną, a strumień permeatu utrzymywał się na relatywnie stałym poziomie przez długi okres czasu filtracji. Ponownie potwierdza to, iż zastosowany przez Habilitantkę hybrydowy układ oczyszczania ograniczył negatywny wpływ zjawiska foulingu, pozwalając jednocześnie na uzyskanie wysokich efektów oczyszczania. Dodatkowo eksperymenty poszerzono o zastosowanie technik spektroskopowych (opierając się na metodzie PARAFAC), co pozwoliło na dokładniejsze scharakteryzowanie komponentów organicznych obecnych w wodzie. Wykazano m.in. obecność substancji o strukturze przypominającej humusy i tryptofan.

Piąty z artykułów [H5] wchodzący w skład złożonego cyklu poświęcono przede wszystkim samemu zjawisku foulingu. Testy przeprowadzono dla dwóch początkowych wartości strumieni permeatu 150 i 250 dm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h. W celu jak najlepszego opisanie zjawiska foulingu i blokowania membran opracowano modele matematyczne. Głównymi wnioskami które wykazała Autorka było to, że zjawisko foulingu jest zależne od warunków operacyjnych układu, jak i składu fizykochemicznego oczyszczanej wody.

W szóstej publikacji będącej w przedłożonym do oceny zestawieniu [H6] skoncentrowano się na wpływie chemicznej regeneracji (czyszczenia) na strukturę i efektywność działania membrany. Testom poddano membranę polieterosulfonową (PES) o granicznej rozdzielczości 150 kDa. Do regeneracji wykorzystano 0,2% HCl; 0,2% NaOH; NaOCl w stężeniu 100 i 200 mg/dm<sup>3</sup>. Membranę po przeprowadzeniu filtracji wstępnie płukano wodą destylowaną. Następnie umieszczano ją w roztworze regenerującym, po czym znów umieszczano membranę w jednostce filtracyjnej i płukano wodą destylowaną. W trakcie badań stosowano różne długości cykli regeneracji (15, 30 oraz 60 min). W celu oceny wpływu środka regenerującego na charakterystykę membrany zbadano m.in. kąt zwilżania, który umożliwiał wykazanie uszkodzeń powierzchni i struktury wewnętrznej membrany. Przeprowadzono także spektroskopię FTIR czy zastosowano technikę mikroskopii skaningowej (SEM).

Zaobserwowano, iż płukanie membrany umożliwiło przywrócenie parametry jej pracy, które były zbliżone do wyjściowych. Jednocześnie w niektórych przypadkach po regeneracji dochodziło do skrócenia czasu pracy membrany (membrana szybciej ulegała blokowaniu i wymagała regeneracji). Po zregenerowaniu membrany NaOH wykazano małą ilość foulantów na jej powierzchni. Istotne jest to, że nie stwierdzono degradacji ani istotnych zmian w strukturze membrany. Zastosowanie podchlorynu sodu skutecznie usuwało substancje zdeponowane na powierzchni membrany. Dochodziło jednak do widocznego pogorszenia właściwości mechanicznych membrany, a także struktury porów. Niepożądane zmiany były widoczne nawet w przypadku najkrótszego czasu kontaktu z reagentem. W przypadku zastosowania kwasu solnego w dalszym ciągu na powierzchni membrany wykazywano znaczną ilość zanieczyszczeń. Odnotowano widoczne uszkodzenia struktury wewnętrznej membrany i rysy na jej powierzchni.

W 7 pracy [H7] wchodzącej w cykl publikacji skoncentrowano się na usuwaniu materii organicznej i fosforu z roztworów wodnych. Autorka w trakcie badań pracowała z wodą pobraną z rzeki Oleśnica. Testy prowadzono wykorzystując jednostkę filtracyjną z membraną pokrytą HAOPs. Określono wpływ pH, siły jonowej i obecności materii organicznej na skuteczność eliminacji fosforu. Przeprowadzono testy podczas których zdeponowano HAOPs na powierzchni membrany w różnej koncentracji (10, 17 oraz 20 g/m<sup>2</sup>). Referencyjnie przeprowadzono testy bez obecności HAOPs na powierzchni membrany. Zwiększenie dawki HAOPs prowadziło do zmniejszenia podatności membrany na fouling. Bez zastosowania warstwy HAOPs usunięto około 74% obecnego w wodzie fosforu. Dla najwyższych dawek HAOPs eliminacja fosforu ze środowiska wodnego przekraczała 90%. Wykazano, iż początkowe stężenie fosforu wpływało na efektywność jego usuwania z badanych roztworów. Testy nad wartością siły jonowej roztworu wykazały jej niewielki wpływ na skuteczność usuwania fosforu. Podobnie, jak w przypadku badań opisanych we wcześniejszych publikacjach Habilitantki wykazano pozytywny wpływ HAOPs na skuteczność eliminacji NOM z roztworów wodnych. Jednocześnie wykazano, że obecność materii organicznej obniżała skuteczność usuwania fosforu. W celu określenia skuteczności usuwania materii organicznej z roztworów wodnych w przypadku tych eksperymentów zbadano również utlenialność (została obniżona o ok. 60%). Po wykonaniu serii badań z zanieczyszczonymi roztworami nie wykazano spadku wydajności hydraulicznej układu w trakcie testów z wodą destylowaną. Oznaczało to, że membrana była bardziej odporna na zjawisko foulingu. Habilitantka na bazie uzyskanych danych dokonała próby określenia, która z izoterm adsorpcji (Langmuira czy Freundlicha) dokładniej opisuje uzyskane w trakcie eksperymentów dane.

Ostatni, ósmy artykuł [H8] cyklu opisuje wykorzystanie membrany wytworzonej z poliakrylonitrylu (PAN) metodą elektroprzędzenia w usuwaniu NOM ze środowiska wodnego. Porównano rezultaty uzyskane z wykorzystaniem membrany pokrytej HAOPs i bez wykorzystania wspomnianego adsorbenta. W celu jak najprecyzyjniejszej charakterystyki membran autorzy posłużyli się spektroskopią FTIR, XPS oraz technologią SEM-EDS. Doświadczenia wykonano na wodzie pobranej z jeziora Ontario (Toronto, Kanada). Przeprowadzono także badania kąta zwilżalności (który pozwala ocenić czy membrana ma charakter hydrofobowy czy hydrofilowy). Wykazano, że membrany pokryte warstwą HAOPs cechowały się większą hydrofobowością, co jest równoznaczne z większą odpornością na

wystąpienie zjawisko foulingu. Ocena skuteczności usuwania NOM potwierdziła, iż lepsze rezultaty pozwalała uzyskać membrana pokryta HAOPs. Umożliwiła obniżenie absorpcji UV254 o 56% (w porównaniu z 13% uzyskanymi dla membrany bez warstwy wspomagającej). Efektywność usuwania OWO także wykazała przewagę membrany wspomaganą warstwą HAOPs. Ciśnienie transmembranowe podczas testów utrzymywało się na relatywnie stałym poziomie, co oznacza, iż nie doszło do zjawiska foulingu. Ponownie, w celu scharakteryzowania kinetyki procesu dokonano oceny, która z izoterm (Langmuira czy Freundlicha) lepiej opisuje uzyskane dane eksperymentalne.

W przypadku niektórych z publikacji, jak np. oznaczonej przez Habilitantkę [H5] mimo wszystko warto byłoby opisać bezpośrednio w artykule metodykę prowadzonych badań bez odnośników do innych publikacji. Dodatkowo w każdej z prac warto było dodać schematy układu technologicznego, a także ujednoczyć zapis jednostek (przykładowo Autorzy stosują zapis ppm, mg/l lub mg/L). Brak konsekwencji jest także widoczny w przypadku opisu absorpcji UV254 (Autorzy posługują się zapisem UV254, UV-254 czy UV254nm). Ponadto nie we wszystkich pracach umieszczono dane pozwalające ocenić powtarzalność czy dokładność wyników (odchylenie standardowe czy wartość błędów analizy związana z zastosowaną metodyką pomiaru). W pracach wkradły się też błędy redakcyjne (przykładowo na rys. 1 w publikacji [H2] wartość odczynu ma zapis pH, jak i ph). Wyszczególnione powyżej uwagi nie mają znacznego wpływu na wartość naukową i merytoryczną przedłożonych tekstów.

Zastosowanie technologii membranowych pod kątem usuwania naturalnej materii organicznej jest od lat powszechnie poruszaną tematyką w publikacjach naukowych. Jednakże, Habilitantka w przedłożonym cyklu publikacji wdrożyła element innowacyjności dzięki zastosowaniu na powierzchni membran warstwy specjalnie spreparowanych cząsteczek tlenku glinu. Zastosowanie tego reagenta wykazywało pozytywny wpływ na skuteczność separacji materii organicznej z wody. Ograniczało również występowanie zjawiska foulingu, który prowadzi do obniżenia wydajności hydraulicznej membran, skrócenia ich żywotności, a także do zmniejszenia skuteczności separacji kontaminantów z roztworów wodnych. W obecnie dostępnej literaturze nie przeprowadzono tak rozbudowanych badań nad zastosowaniem HAOPs w technologii oczyszczania wody, jakie wykonała dr inż. Beata Malczewska. Publikacje układają się w cykl wartościowych analiz, pogłębiając, uszczegóławiając lub poszerzając podstawowy aspekt badawczy leżący w centrum zainteresowań naukowych Habilitantki.

Konkludując, moim zdaniem osiągnięcie naukowe, jakim jest monotematyczny cykl publikacji pt. „Optymalizacja mechanizmów usuwania naturalnych substancji organicznych z wody w procesach membranowych” zasługuje na ocenę pozytywną i może stanowić podstawę do nadania stopnia doktora habilitowanego.

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

Habilitantka od początku swojej kariery odbyła siedem zagranicznych staży naukowych:

- Minzu University of China, Chiny (1.10.2011–30.11.2011).

- University of Washington, Civil and Environmental Engineering, Seattle, USA (7.04.2011–7.07.2011).
- University of Washington, Civil and Environmental Engineering, Seattle, USA (31.05.2012–15.11.2012).
- University of Washington, Civil and Environmental Engineering, Seattle, USA (2013–2015).
- University of Toronto, Faculty of Applied Science & Engineering, Faculty of Applied Science & Engineering, Toronto, Kanada (23.10.2019–28.02.2020).
- University of Toronto, Faculty of Applied Science & Engineering, Faculty of Applied Science & Engineering, Toronto, Kanada (1.10.2020–28.02.2021).
- University of Toronto, Faculty of Applied Science & Engineering, Faculty of Applied Science & Engineering, Toronto, Kanada (1.10.2021–28.02.2022).

Habilitantka w autoreferacie wykazuje współpracę z następującymi ośrodkami naukowymi:

- University of Toronto (Kanada), Chemical Engineering & Applied Chemistry: współpraca z prof. Raminem Farnoodem nad wytwarzaniem membran i ich charakterystyką oraz dalszą aplikacją w procesach separacyjnych. Obecnie współpracuję również z dr Jay Werberem nad stworzeniem membran kompozytowych mających dobre właściwości permeacyjne oraz wysoką selektywność w usuwaniu zanieczyszczeń.
- University of Waterloo (Kanada), Water Treatment in the Department of Civil and Environmental Engineering: w latach 2018–2020 współpraca z prof. Peterem Huckiem nad skutecznością usuwania związków organicznych za pomocą biofiltracji. Celem badań było przeprowadzenie kompleksowej oceny wpływu biofiltracji i parametrów operacyjnych na działanie odwróconej osmozy (RO) przeznaczonej do odsalania wody morskiej.
- Norwegian University of Life Sciences (Norwegia), Water and Wastewater Technology, Faculty of Sciences and Technology: współpraca z Instytutem badawczym Aqua-COWI oraz Politechniką Poznańską – projekt badawczy Facilitating the use of Heated Aluminium Oxide Particles (HAOPS) to remove NOM from water (2019).
- University of British Columbia (Kanada), The Department of Civil Engineering: współpraca z prof. Pierre Bérubé nad projektem dotyczącym starzenia membran: Membrane ageing control mechanism (2015).
- University of Applied Sciences (Szwajcaria), School of Life Sciences: współpraca z Philippe Corvini oraz Thomas Wintgens z nad projektem „Reaktor membranowy oparty o mikro- i nanonośniki służący do oczyszczania ścieków o dużej koncentracji” (2010).

Całkowity dorobek publikacyjny dr inż. Beaty Malczewskiej obejmuje 45 pozycji, z czego 35 opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora. Sumaryczny Impact Factor wynosi 31,411 (w tym 0 przed uzyskaniem stopnia doktora). Sumaryczna liczba punktów MNiSW wynosi 708 punktów (w tym 16 przed uzyskaniem stopnia doktora). Wg bazy Web of Science liczba cytowań prac Habilitantki wynosi 50, a indeks Hirscha 4. Ponadto Habilitantka recenzowała 18



prac naukowych oraz prezentowała 38 referatów na konferencjach krajowych i zagranicznych (5 przed i 33 po uzyskaniu stopnia doktora). Habilitantka wykazuje również aktywność we współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym.

Ocena aktywności naukowej Habilitantki nie jest łatwa ani jednoznaczna. Na pewno na pochwałę zasługuje duża aktywność we współpracy z zagranicznymi ośrodkami naukowymi (zarówno liczne staże, jak i projekty badawcze) oraz liczne wystąpienia konferencyjne. Niestety dużo niżej trzeba ocenić dorobek publikacyjny i stosunkowo niskie wskaźniki bibliometryczne (sumaryczny Impact Factor publikacji spoza cyklu będącego podstawą nadania stopnia doktora habilitowanego wynosi zaledwie 5). Jednak, doceniając liczbę i długość odbytych staży oraz zaangażowanie w realizację projektów badawczych, oceniam aktywność naukową Habilitantki realizowaną w więcej niż jednej instytucji naukowej jako istotną.

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

Działalność dydaktyczna Habilitantki koncentruje się na zagadnieniach związanych z analizą ruchu płynów z uwzględnieniem ich własności oraz rodzaju przepływu. Prowadzi zajęcia w formie ćwiczeń audytoryjnych, projektów oraz laboratoriów z 11 przedmiotów (mechaniki płynów, hydrauliki i hydrologii, chemii, modelowania i monitoringu zanieczyszczeń, termodynamiki, podstaw wykorzystania energii odnawialnych, regulacji rzek, hydrotechnicznych konstrukcji stalowych, elektrowni wodnych, dynamiki koryt rzecznych, budownictwa wodnego). Bierze udział w kształceniu na studiach stacjonarnych oraz niestacjonarnych na kierunkach inżynieria środowiska, inżynieria bezpieczeństwa, inżynieria i gospodarka wodna oraz budownictwo. Była opiekunem 26 prac dyplomowych (magisterskich i inżynierskich). Wykonała ponadto recenzje 43 prac dyplomowych. Prowadzi także zajęcia dydaktyczne w języku angielskim ze studentami studiów zagranicznych ERASMUS. Była odpowiedzialna za opiekę nad studentami zagranicznymi, realizującymi prace badawcze w Instytucie Inżynierii Środowiska. Pracowała jako instruktor w studium podyplomowym na Wydziale Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

W ramach działalności organizacyjnej dr inż. Beata Malczewska uczestniczyła w pracach komitetów organizacyjnych siedmiu konferencji naukowych, w tym 5 zagranicznych (Rosja, Niemcy, Holandia, Czechy i Republika Południowej Afryki).

W ramach działalności popularyzującej naukę Habilitantka prowadziła zajęcia laboratoryjne dla szkół ponadgimnazjalnych w tematyce oczyszczania wody z wykorzystaniem technik membranowych, a także współpracuje z Uniwersytetem Dzieci, prowadząc zajęcia o tematyce „Dlaczego woda płynie w kranie?”.

Przedstawione osiągnięcia dydaktyczne, organizacyjne oraz popularyzujące naukę nie są imponujące, jednak oceniam je pozytywnie.

## **6. Podsumowanie**

Osiągnięcie naukowe dr inż. Beaty Malczewskiej w formie monotematycznego cyklu publikacji pt. „Optymalizacja mechanizmów usuwania naturalnych substancji organicznych z wody w procesach membranowych” stanowi znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Biorąc dodatkowo pod uwagę jej istotną aktywność naukową, realizowaną w więcej niż jednej instytucji naukowej i fakt, że posiada stopień doktora, stwierdzam, że spełnione są wszystkie warunki do nadania jej stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.