

Gliwice, 06.09.2023

Dr hab. inż. Irena Korus  
Katedra Inżynierii Wody i Ścieków  
Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki  
Politechnika Śląska  
Konarskiego 18, 44-100 Gliwice  
e-mail: irena.korus@polsl.pl

#### RECENZJA

osiągnięcia naukowego pt. *Badania długoterminowej eksploatacji wybranych membran w technologii bioreaktorów membranowych*, a także ocena całokształtu dorobku naukowego, organizacyjnego i dydaktycznego dr inż. Wirginii Tomczak, sporządzona w związku z postępowaniem habilitacyjnym

Podstawą niniejszej recenzji jest pismo nr DRKN.Z2.400.41.2023 Rady Doskonałości Naukowej oraz uchwała nr 20/483 Senatu Politechniki Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich, zgodnie z którymi powierzona została mi funkcja recenzenta i jednocześnie członka komisji habilitacyjnej w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Wirginii Tomczak, o czym zostałam poinformowana pismem Przewodniczącej Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Chemiczna, dr inż. Doroty Ziółkowskiej, z dnia 17.07.2023 (pismo nr 4/RNE.521.1.2023). Moją opinię przygotowałam w oparciu o przesłaną dokumentację zawierającą wniosek o przeprowadzenie postępowania w sprawie o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria chemiczna wraz z załącznikami.

#### 1. Podstawowe informacje o Habilitantce

Pani dr inż. Wirginia Tomczak jest absolwentką Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy (obecnie Politechnika Bydgoska im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich), gdzie w 2010 r. uzyskała tytuł zawodowy magistra inżyniera technologii chemicznej, o specjalności biotechnologia przemysłowa (opiekunem pracy magisterskiej, zatytułowanej *Dobór warunków temperaturowych dla procesu biotransformacji z równoległą dezaktywacją biokatalizatora*, był dr hab. inż. Ireneusz Grubecki, prof. PBS), a w 2011 r. tytuł magistra inżyniera fizyki technicznej o specjalności fizyczne miernictwo komputerowe (praca magisterska pt. *Zastosowanie błędzenia przypadkowego do modelowania łańcuchów polimerowych* wykonana została pod opieką prof. dr hab. inż. Adama Gadomskiego). To zróżnicowane, multidyscyplinarne wykształcenie dało solidne podwaliny pod przyszłą karierę naukową Habilitantki i zdeterminowało kierunki badań podejmowane w Jej dalszej działalności badawczej. Pracę doktorską pt. *Badania rozdzielania brzeczek fermentacyjnych technikami membranowymi* Habilitantka zrealizowała pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Marka Gryty na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie i w 2014 r. (w zaledwie

cztery lata po pierwszym tytule magisterskim) uzyskała stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie technologia chemiczna. Praca ta, decyzją Rady Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej ZUT, została wyróżniona.

W swojej karierze zawodowej Habilitantka była zatrudniona w kilku polskich i zagranicznych jednostkach naukowych, pracując w nich na różnych stanowiskach. Były to: Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej (stanowiska, kolejno, starszy technik, specjalista oraz wykonawca w projekcie), a także trzy ośrodki badawcze we Francji, Aix-Marseille University, Institute for Radiological Protection and Nuclear Safety IRSN oraz French Alternative Energies and Atomic Energy Commission CEA, w których Habilitantka pracowała jako postdoctoral researcher. Ponadto przez okres 4 miesięcy Habilitantka przebywała gościnnie (i prowadziła badania) w Synchronotronie SOLEIL w Saint-Aubin we Francji. Od października 2021 r. do chwili obecnej dr inż. Wirginia Tomczak zatrudniona jest na stanowisku adiunkta na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich. Oceniając tę wysoką aktywność naukową Habilitantki od ukończenia studiów (2011 r.) do chwili złożenia wniosku habilitacyjnego (marzec 2023 r.) należy podkreślić mnogość i różnorodność ośrodków naukowych, w których Habilitantka realizowała badania (6 instytucji badawczych, w tym 4 jednostki zagraniczne), różne stanowiska pracy, zróżnicowaną, interdyscyplinarną tematykę badawczą, obejmującą zagadnienia z zakresu inżynierii chemicznej, inżynierii środowiska oraz energetyki jądrowej oraz znaczący udział czasu zatrudnienia w ośrodkach zagranicznych (łącznie ponad 5 lat (61 miesięcy)).

## **2. Ocena osiągnięć naukowego stanowiącego podstawę wniosku habilitacyjnego**

Jako osiągnięcie naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria chemiczna, dr inż. Wirginia Tomczak wskazuje cykl 10 powiązanych tematycznie, opublikowanych artykułów naukowych i 1 patentu udzielonego przez Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej (2018 r.) o wspólnym tytule *Badania długoterminowej eksploatacji wybranych membran w technologii bioreaktorów membranowych*. Wszystkie artykuły stanowiące osiągnięcie naukowe opublikowane zostały w latach 2021 – 2023 i ukazały się w międzynarodowych czasopismach indeksowanych w bazie JCR (Journal Citation Reports). Jedna z tych prac ma charakter przeglądu literaturowego, pozostałe są oryginalnymi pracami badawczymi. Wskaźniki bibliometryczne opublikowanych prac są wysokie. Sumaryczny Impact Factor dla cyklu artykułów liczony zgodnie z rokiem publikacji wynosi 49,332, a jego wartości dla poszczególnych czasopism, w których prace zostały opublikowane pozostają w zakresie 3,252 (1 publikacja) – 9,136 (2 publikacje), przy czym jeden artykuł ukazał się w czasopiśmie nieposiadającym IF. Łączna liczba punktów MEiN wynosi 1100 (włączając przyznany patent), z wartościami od 70 (2 publikacje) do 140 punktów (4 publikacje) przyznanymi dla poszczególnych pozycji cyklu zgodnie z rokiem ich publikacji. Spośród publikacji składających się na oceniany cykl, 2 pozycje to jednoautorskie artykuły dr inż. Wirginii Tomczak. Pozostałe prace zawierały dwóch (6 artykułów) lub trzech (2 artykuły) autorów, przy czym we wszystkich tych publikacjach Habilitantka była pierwszym i zarazem korespondencyjnym autorem. O wiodącej roli Habilitantki w poddawanym ocenie cyklu powiązanych tematycznie publikacji świadczy również wysoki udział autorski, w 4 pracach oceniany na 70%, w pozostałych na 80 (1 praca), 90 (3 prace) i 100% (2 prace), oraz istotny merytoryczny wkład w powstanie artykułów, polegający na opracowaniu lub uczestnictwie

w opracowaniu koncepcji i metodyki prac, samodzielnej realizacji lub znaczącym udziale w realizacji badań, analizie i interpretacji uzyskanych wyników, przygotowaniu manuskryptu, dyskusji z recenzentami oraz współtworzeniu ostatecznej wersji artykułu. Mniejszy jest natomiast deklarowany wkład Habilitantki w powstały patent (30%, drugi autor w trójautorskim składzie), ale jest on znaczący, gdyż polegał na współuczestnictwie w tworzeniu koncepcji pracy, opracowaniu wyników i przygotowaniu pierwotnej wersji zgłoszenia patentowego, a także na realizacji badań ultrafiltracji. Według bazy Scopus, artykuły wchodzące w skład osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę wniosku habilitacyjnego były dotychczas cytowane 95 razy, w tym 74 razy nie licząc autocytowań. Jest to dobry wynik, świadczący o zainteresowaniu innych badaczy poruszonymi w nich tematami, a zważywszy na fakt, że są to prace opublikowane w ciągu ostatnich 3 lat, należy się spodziewać, że w przyszłości ten wynik znacznie wzrośnie.

Przedstawiony przez dr inż. Wirginię Tomczak cykl powiązanych tematycznie publikacji poświęcony jest długoterminowej eksploatacji wybranych membran (procesów membranowych) stosowanych w technologii bioreaktorów membranowych. Habilitantka jako cel naukowy swoich prac zdefiniowała trzy aspekty (i) zbadanie możliwości długoterminowej separacji składników roztworów i mieszanin o dużym znaczeniu dla technologii bioreaktorów membranowych; (ii) kompleksową analizę zjawisk powodujących blokowanie membran oraz zmiany wytrzymałości materiału membranowego; (iii) opracowanie wytycznych mający na celu efektywne mycie chemiczne membran.

Gwałtowny rozwój procesów membranowych sprawił, że są one coraz częściej postrzegane jako atrakcyjne techniki separacji, umożliwiające m.in. zateżanie roztworów, rozdzielanie mieszanin, odzysk cennych składników, oczyszczanie ścieków i strumieni poprocesowych. Opłacalność i efektywność procesów membranowych zależy od wielu czynników, a jedną z największych przeszkód w ich coraz szerszym stosowaniu są zjawiska ograniczające transport membranowy, takie jak fouling, scaling, polaryzacja stężeniowa, czy, w niektórych procesach membranowych, na przykład w destylacji membranowej, utrata hydrofobowości membran. Zgadzam się z opinią Habilitantki, że zbyt mało uwagi poświęca się w badaniach naukowych analizie długoterminowych skutków ekspozycji membran na działanie nadawy w danych warunkach procesowych, a zwłaszcza na ocenę zmian właściwości transportowych i separacyjnych membran, a więc na zagadnienia decydujące o efektywności procesu i kosztach eksploatacji instalacji membranowej. Właściwe rozpoznanie problemu może pomóc w jego rozwiązaniu poprzez odpowiednią modyfikację roztworu zasilającego, materiału membrany, konstrukcji modułu membranowego lub konfiguracji instalacji membranowej. Innym ważnym aspektem jest badanie skuteczności mycia układów membranowych i umiejętne dobieranie częstotliwości i sposobów jego prowadzenia, co może wpłynąć na wzrost wydajności instalacji i wydłużyć czas życia membran. Podsumowując, uważam wybór tej tematyki badawczej za bardzo trafny, a sam zakres zagadnień objętych cyklem powiązanych tematycznie publikacji za interesujący, wpisujący się w aktualne potrzeby badawcze i wnoszący nowe spojrzenie na zagadnienia eksploatacji instalacji membranowych.

Cykl rozpoczyna artykuł [H1], będący ciekawą i obszerną analizą stanu wiedzy na temat możliwości zastosowania membran w beztlenowych bioreaktorach membranowych AnMBRs do oczyszczania ścieków komunalnych i bytowych, dokonaną z uwzględnieniem takich aspektów jak rodzaj i charakterystyka ścieków, skuteczność obniżenia ChZT, wpływ temperatury, hydraulicznego czasu zatrzymania oraz rodzaju membrany, a także

zapotrzebowanie na energię. Habilitantka nie tylko dokonała przeglądu, dyskusji i podsumowania rezultatów dotychczasowych badań w tym zakresie, ale również wykazała energooszczędny charakter technologii AnMBR w porównaniu z klasycznymi oczyszczalniami komunalnymi oraz wskazała istniejące wyzwania i przyszłe perspektywy reaktorów AnMBRs.

Kolejne prace poświęcone zostały długoterminowej eksploatacji wybranych membran w technologii bioreaktorów membranowych w celu wytworzenia produktów o wysokiej wartości dodanej. W artykule [H2] Habilitantka stosuje polimerowe (polipropylenowe, PP) i ceramiczne ( $\text{TiO}_2$ ) membrany mikrofiltracyjne w procesie filtracji roztworów biologicznych (pofermentacyjnych roztworów 1,3-propanodiolu oraz zawiesin drożdży *Saccharomyces cerevisiae*), oceniając przy tym zarówno wydajność i efektywność procesu rozdziału, jak i możliwość chemicznego mycia membran w trakcie długoterminowej eksploatacji. Zaletą tej pracy jest nie tylko bezpośrednie porównanie membran wykonanych z różnego materiału, co nie jest ujęciem typowo spotykanym w literaturze, ale także obszerna dyskusja obserwowanego foulingu membran, a także dobranie właściwego dla każdej z membran sposobu mycia oraz wskazanie ograniczeń wynikających z częściowej degradacji powierzchni membran polipropylenowych na skutek wielokrotnego płukania roztworem NaOH. W publikacji [H3] Habilitantka kontynuowała temat zastosowania NaOH jako środka myjącego, tym razem w odniesieniu do ceramicznej membrany ultrafiltracyjnej z aktywną warstwą z  $\text{ZrO}_2$ , zastosowanej w bioreaktorze membranowym do fermentacji glicerolu do 1,3-propanodiolu. Istotnym doniesieniem wynikającym z tej pracy było wskazanie możliwości redukcji ilości odpadów generowanych w trakcie mycia instalacji membranowej poprzez wielokrotne wykorzystanie tego samego 1% roztworu NaOH, który skutecznie przywracał wyjściową wydajność membrany, a także użycie roztworu po myciu membran do stabilizacji pH brzezki fermentacyjnej, co dodatkowo wpływało na utrzymanie wysokiej wydajności membrany. Zagadnienia te zostały również objęte zakresem patentu [H4]. Kolejne artykuły [H5] i [H6] odnoszą się do możliwości zastosowania procesu nanofiltracji (NF) do obróbki roztworów pofermentacyjnych uzyskanych podczas konwersji glicerolu do 1,3-propanodiolu, wstępnie oczyszczonych w procesie ultrafiltracji (UF) [H5], [H6] lub mikrofiltracji (MF) [H6]. Niewątpliwą zaletą publikacji [H5] jest wnikliwa analiza procesu separacji różnych składników brzezki (glicerolu, 1,3-propanodiolu, kwasów karboksylowych, etanolu, anionów i kationów nieorganicznych) z wyjaśnieniem mechanizmów transportu tych związków, decydujących o efektywności ich rozdziału. Z kolei artykuł [H6] stanowi ciekawe porównanie dwóch procesów membranowych, mikrofiltracji i ultrafiltracji, użytych jako wstępne oczyszczenie brzezki przed procesem nanofiltracji. Praca ta pozwoliła nie tylko na stwierdzenie istotnych różnic w wydajności membrany nanofiltracyjnej stosowanej w długoterminowej filtracji, zależnie od rodzaju membranowej obróbki wstępnej brzezki, ale wykazała też różnice w mechanizmie blokowania porów membrany ultra- i mikrofiltracyjnej. Ostatnim artykułem z serii prac poświęconych obróbce roztworów pofermentacyjnych przy konwersji glicerolu do 1,3-propanodiolu jest publikacja [H7], w której Habilitantka wykazuje potencjał aplikacyjny odwróconej osmozy (RO) z membraną z octanu celulozy (CA) do separacji składników brzezki, poprzedzonej jedynie 4-godzinną sedymentacją. Uzyskane wyniki dowodzą możliwości selektywnej separacji 1,3-propanodiolu, który nie był zatrzymywany przez membranę, przy równoczesnym współczynniku retencji pozostałych składników (kwasów karboksylowych i jonów nieorganicznych) większym niż 50%. Warto odnotować również fakt, że do odzyskania wyjściowej wydajności po procesie filtracji, membrana nie wymagała stosowania agresywnych środków myjących, a jedynie płukania wodą dejonizowaną.

Innym zagadnieniem, któremu dr inż. Wirginia Tomczak poświęciła uwagę w swoich badaniach, była możliwość wykorzystania bioreaktorów membranowych do oczyszczania ścieków zaolejonych oraz długoterminowa eksploatacja wybranych membran polimerowych i ceramicznych w takich zastosowaniach. Ścieki zaolejone stanowią istotny problem z uwagi na zagrożenie jakie niosą dla środowiska oraz ze względu na trudności w ich oczyszczaniu metodami klasycznymi. Niskociśnieniowe techniki membranowe, jak MF i UF, są od dawna proponowane do separacji zanieczyszczeń olejowych (wykazując w tym dobrą skuteczność), jednak badania takie głównie dotyczą syntetycznych ścieków emulsyjnych. Habilitantka w swoich eksperymentach nie ograniczyła się do ścieków modelowych i zainteresowała się ściekami olejowymi z transportu morskiego, proponując do ich oczyszczania trzy techniki membranowe – mikrofiltrację, ultrafiltrację i destylację membranową (MD). Wykonane badania były eksperymentami długoterminowymi, co jest ważne, gdyż tego rodzaju zanieczyszczania zazwyczaj wywołują znaczny spadek wydajności procesów membranowych. W artykule [H8] Habilitantka m.in. przedstawia potencjał aplikacyjny polipropylenowych membran mikrofiltracyjnych do oczyszczania ścieków z transportu morskiego o zróżnicowanym składzie. W publikacji uwagę przyciąga zarówno nietypowy dla takiego zastosowania materiał membranowy, jak i szeroka analiza różnych sposobów mycia membran i przywracania im wysokiej wydajności. Z kolei w artykule [H9] analizie poddany został wpływ parametrów ultrafiltracji prowadzonej z zastosowaniem membrany ceramicznej na efektywność oczyszczania zaolejonych ścieków oraz wydajność procesu. Na podkreślenie zasługuje fakt przebadania wielu próbek ścieków o zróżnicowanym składzie (zawartość oleju, zasolenie, pH, zawiesina, mętność), ale również określenie wpływu wstępnego przygotowania próbek (stabilizacji i wstępnej filtracji), w tym wykazanie, że wstępna filtracja ścieków, poprzedzająca ultrafiltrację, może intensyfikować zjawisko blokowania membrany poprzez zmianę jego mechanizmu. Wartościowym aspektem pracy jest dobór sposobu mycia membrany oraz wykazanie jej dużej odporności w warunkach mycia i eksploatacji, co jest dobrym wskaźnikiem potencjalnego zastosowania technologicznego. Z kolei w publikacji [H10] Habilitantka dyskutuje możliwość zastosowania destylacji membranowej do separacji składników wysoko zasolonych roztworów zanieczyszczonych olejami i środkami powierzchniowo czynnymi, dogłębnie analizując m.in. wpływ składników roztworów na obniżenie strumienia, utratę hydrofobowości membrany czy scaling, powodujący zniszczenie materiału membranowego. Na uwagę zasługuje przy tym zastosowanie wody z Morza Bałtyckiego i oleju maszynowego zebranego z rzeczywistych wód zęzowych do sporządzania roztworów roboczych, jak również różna konfiguracja układów badawczych (klasyczny moduł kapilarny i membrany zanurzone) oraz długoterminowość prowadzonych procesów, sięgająca niemal 1700 godzin. W zamykającym cykl artykuł [H11] Habilitantka analizuje wpływ czasu stabilizacji materiału membranowego (czasu przechowywania nowej membrany przed jej użyciem) oraz temperatury nadawy na zwilżalność i degradację polipropylenowych membran w długoterminowym procesie destylacji membranowej. To ciekawe podejście do tematu badawczego przyniosło również interesujące rezultaty, m.in. udowadniając, że co najmniej roczne przechowywanie membran polipropylenowych poprawiało ich wytrzymałość termiczną i mechaniczną.

Ten krótki opis cyklu powiązanych tematycznie publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe będące podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego chciałabym zakończyć kilkoma ogólnymi uwagami.

- Wybrana przez Habilitantkę tematyka jest istotna z punktu widzenia dalszego rozwoju bioreaktorów membranowych i upowszechniania instalacji membranowych, a uzyskane rezultaty wnoszą wiele nowych, znaczących informacji.
- Wszystkie badania zostały wykonane z dużą starannością i wnikliwością, a opracowane na ich podstawie publikacje są wyczerpujące i logicznie przedstawione, co świadczy o dobrym przygotowaniu merytorycznym, dużym doświadczeniu badawczym i doskonałym warsztacie naukowym Habilitantki.
- Swoimi badaniami Habilitantka objęła dużą liczbę procesów membranowych (MF, UF, NF, RO, MD) oraz typów membran (membrany polimerowe z PP, CA, PA oraz membrany ceramiczne z  $ZrO_2$  czy  $TiO_2$ ), a ponadto w zrealizowanych badaniach używane były roztwory zasilające o zróżnicowanym składzie (brzeczki fermentacyjne, zawiesiny drożdży, ścieki zaolejone, roztwory modelowe). Wszystko to czyni osiągnięcie naukowe Habilitantki bardziej uniwersalnym, nadaje mu praktycznego znaczenia.
- W oparciu o swoje doświadczenia, Habilitantka wskazała szereg szczegółowych zaleceń i ograniczeń odnośnie użytych membran i procesów membranowych, m.in. wykazała wysoki potencjał aplikacyjny oraz odporność badanych membran na długoterminową eksploatację w zastosowanych warunkach procesowych, zróżnicowaną tolerancję na działanie myjących środków chemicznych – dobrą w przypadku membran ceramicznych i komercyjnej membrany NF-270, ale ograniczoną w przypadku membran polipropylenowych, wysoką odporność membrany RO z octanu celulozy na zanieczyszczanie składnikami brzeczki fermentacyjnej, możliwość wielokrotnego użycia roztworu myjącego NaOH oraz wykorzystania go do stabilizacji pH brzeczki, zwiększenie odporności membran polipropylenowych w procesie destylacji membranowej przez wydłużenie czasu ich przechowywania (stabilizacji polimeru), a także konieczność zwiększenia odporności na zwilżanie membran używanych w procesie destylacji membranowej w przypadku ich stałego kontaktu z roztworami zasolonymi zanieczyszczonymi olejami i surfaktantami. Część z tych wniosków ma charakter ogólny i może być traktowana jako wskazówki przy doborze membran i eksploatacji instalacji membranowych pracujących z podobnymi roztworami.
- Dokonana analiza mechanizmów separacji składników badanych roztworów i mieszanin oraz zjawisk ograniczających transport i zmian właściwości membran obserwowanych przez Habilitantkę podczas procesów długoterminowych może zostać wykorzystana przy projektowaniu bioreaktorów membranowych i dobieraniu sposobów mycia instalacji membranowych.
- Opracowane i zweryfikowane w trakcie wykonanych badań procedury mycia membran mają potencjalne duże znaczenie aplikacyjne i mogą zostać wykorzystane w instalacjach przemysłowych.

Przyznaję, że w poruszanych przez Habilitantkę zagadnieniach trochę brakuje mi próby bliższego zdefiniowania często używanego terminu „badania długoterminowe”, a właściwie uściślenia jak Habilitantka interpretuje to określenie. Ponadto, moim zdaniem, wskazane byłoby szersze skomentowanie kryteriów wyboru membran użytych w pracy – mam tu na myśli przede wszystkim rodzaj materiału, z jakiego wykonane były membrany, który może mieć znaczny wpływ na analizowane zjawiska blokowania membran, sposoby i skuteczność ich

mycia. Te dwie uwagi mają oczywiście charakter dyskusyjny i nie zmieniają mojej wysokiej oceny przedstawianego przez Habilitantkę osiągnięcia.

### **3. Ocena innych aspektów aktywności Habilitantki, istotnych z punktu widzenia złożonego wniosku habilitacyjnego**

#### *3.1. Całokształt dorobku naukowego*

Wg danych zawartych w załącznikach do wniosku (czyli w okresie do 13 marca 2023), łączny dorobek publikacyjny dr inż. Wirginii Tomczak obejmował 40 pozycji, w tym 22 artykuły w czasopismach indeksowanych w bazie JCR (20 z nich po uzyskaniu stopnia doktora), 17 rozdziałów w recenzowanych monografiach oraz kolejny w procedurze wydawniczej, a także jeden artykuł w czasopiśmie nieindeksowanym w bazie JCR. Habilitantka wykazała również w swoim dorobku współautorstwo 7 udzielonych patentów, z czego 6 przypadało na okres po uzyskaniu stopnia doktora. Sumaryczne wskaźniki opisujące publikacje Habilitantki (do chwili złożenia wniosku) są bardzo wysokie, jest to 2265 punktów MEiN, Impact Factor 92,818 (2175 punktów MEiN oraz IF 87,436 po uzyskaniu stopnia doktora). Wysoka jest również raportowana liczba cytowań (bez autocytowań), wynosząca 150 wg bazy Web of Science (170 wg bazy Scopus) oraz h-index 9. Habilitantka wygłosiła również 14 referatów i wykładów (9 po uzyskaniu stopnia doktora), z czego 5 na zaproszenie, oraz przedstawiła 7 prac posterowych (wszystkie przed uzyskaniem stopnia doktora). Obecnie ten dorobek jest jeszcze większy, chociażby z uwagi na opublikowanie kolejnego artykułu w czasopiśmie z bazy JCR, którego Habilitantka jest współautorem, wzrost liczby cytowań (aktualnie 182 wg bazy Web of Science – bez autocytowań) oraz udział w kolejnych konferencjach naukowych.

Wprawdzie Dr inż. Wirginia Tomczak dotychczas nie kierowała samodzielnie projektami badawczymi, ale ma w swoim dorobku udział w realizacji 6 projektów naukowych. Były to 2 projekty współfinansowane ze środków Unii Europejskiej w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka oraz Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki (w pierwszym z nich Habilitantka uczestniczyła jako starszy technik, a następnie specjalista i wykonawca, w drugim jako stypendysta) oraz, po uzyskaniu stopnia doktora, 2 projekty programów OPUS 8 i OPUS 15 (NCN), w których pełniła rolę wykonawcy, a także 2 prestiżowe projekty realizowane w trakcie pobytu Habilitantki we Francji – projekt A\*MIDEX francuskiej Narodowej Agencji Badawczej (ANR), oraz projekt MODARIA II Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (IAEA), w których Habilitantka brała udział jako postdoctoral researcher. Moim zdaniem dotychczasowa praca w w/w przedsięwzięciach pozwoliła Habilitantce zdobyć niezbędne doświadczenie do realizacji przyszłych projektów badawczych. Należy przy tym podkreślić, że Habilitantka czyniła też starania o pozyskanie własnych projektów (złożone wnioski w konkursach Miniatura i OPUS, które nie uzyskały finansowania) i deklaruje w swoich planach dalszą aktywność na tym polu.

O dążności Habilitantki do poszerzenia wiedzy i kompetencji może świadczyć Jej uczestnictwo w 25 kursach, szkoleniach i webinarjach, o bardzo szerokiej tematyce, w tym kilku międzynarodowych, z których 20 miało miejsce po uzyskaniu stopnia doktora. Dr inż. Wirginia Tomczak jest również bardzo aktywna na polu recenzowania artykułów naukowych deklarując opracowanie 80 recenzji (od roku 2021!) dla 19 czasopism o zasięgu międzynarodowym. Otrzymała również dwa certyfikaty (Audytora wewnętrznego Systemu Zarządzania Jakością wg ISO 9001:2008 oraz uzyskany we Francji certyfikat kwalifikacji do

pracy na stanowisku wykładowcy/adiunkta w dyscyplinach energetyka i inżynieria procesowa), a także trzy wyróżnienia, w tym jako stypendystka projektu „Inwestycja w wiedzę motorem rozwoju innowacyjności w regionie – II edycja” współfinansowanego przez Unię Europejską i Budżet Państwa, wyróżnienie pracy doktorskiej przez Radę Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej ZUT oraz wyróżnienie artykułu opublikowanego w *Fiber* jako *Fiber Editor's Choice Article*.

### 3.1. Aktywność naukowa prowadzona w różnych instytucjach badawczych

Swoją aktywność naukową dr inż. Wirginia Tomczak realizowała w więcej niż jednej uczelni i instytucji naukowej, w tym w ośrodkach zagranicznych. W Polsce prowadziła prace badawcze w swojej macierzystej uczelni oraz w Zachodniopomorskim Uniwersytecie Technologicznym w Szczecinie, gdzie przygotowała i obroniła pracę doktorską. Ponadto w okresie od grudnia 2015 r. do sierpnia 2021 r., realizowała badania we Francji w czterech różnych ośrodkach badawczych (uczelni oraz innych jednostkach naukowych), pracując w większości z nich na podstawie zatrudnienia, a w jednym w ramach pobytu gościnnego. Były to pobyty długoterminowe, w trzech przypadkach co najmniej 1,5 roczne, w trakcie których Habilitantka prowadziła badania w bardzo zróżnicowanej tematyce, pełniąc istotną rolę w międzynarodowych zespołach badawczych. Pobyty te zaowocowały trzema artykułami ze znacznym deklarowanym udziałem Habilitantki (jest w nich również pierwszym autorem), opublikowanymi w czasopiśmie z listy JCR, jednym rozdziałem w międzynarodowej monografii (w druku) oraz pięcioma referatami zaprezentowanymi na konferencjach i spotkaniach naukowych, w tym jednym wygłoszonym na zaproszenie. Instytucje naukowe, w których przebywała Habilitantka wymienione zostały w p. 1. *Podstawowe informacje o Habilitantce*. Bardzo wysoko oceniam ten aspekt rozwoju naukowego dr inż. Wirginii Tomczak, a zarazem stwierdzam, że Habilitantka wykazała się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni i instytucji naukowej, w tym w instytucjach zagranicznych.

### 3.2. Osiągnięcia dydaktyczne

Z uwagi na rodzaj zatrudnienia w macierzystej uczelni – adiunkt w grupie pracowników badawczych – Habilitantka deklaruje stosunkowo ograniczone doświadczenie dydaktyczne, realizowane od ok. 1,5 roku w Wyższej Szkole Nauk o Zdrowiu w Bydgoszczy, gdzie zatrudniona jest na umowie-zleceniu w charakterze wykładowcy. Niemniej jednak, pomimo tak krótkiej praktyki dydaktycznej, Habilitantka wskazuje, że przygotowała autorskie programy z 28, bardzo zróżnicowanych tematycznie, przedmiotów, dla 5 kierunków studiów podyplomowych, z których w 2022/2023 roku zrealizowała ok. 350 h wykładów. Ponadto, chcąc uzupełnić swoje kwalifikacje, dr inż. Wirginia Tomczak wzięła udział w szkoleniu i dwóch webinarach o tematyce dydaktycznej. Zarówno przedstawione wskaźniki liczbowe, jak i motywacja do dalszego rozwoju w zakresie nauczania pozwalają przypuszczać, że dalsza kariera dydaktyczna Habilitantki będzie się szybko rozwijała.

### 3.3. Osiągnięcia organizacyjne, w tym związane z popularyzacją nauki

Od początku bieżącego zatrudnienia w Politechnice Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich, Habilitantka pełni rolę członka Zespołu ds. Promocji Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej, włączając się w organizację różnych wydarzeń odbywających się na tej uczelni. W ramach swojej funkcji brała udział w organizacji Kujawsko-Pomorskich Dni Pola oraz wydarzenia „Inżynieralia Politechniki Bydgoskiej”, mającego na celu zapoznanie



uczniów szkół średnich z oferowanymi kierunkami studiów, w ramach którego prowadziła dla uczniów warsztaty naukowe. Współpracując z Oddziałem Bydgoskim Polskiego Towarzystwa Chemicznego oraz jednostkami Politechniki Bydgoskiej im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich wygłosiła, na zaproszenie, trzy wykłady otwarte popularyzujące naukę oraz uczestniczyła w spotkaniach z młodzieżą szkół średnich mających na celu prezentację oferty dydaktycznej Wydziału. Dotychczasowe osiągnięcia organizacyjne dr inż. Wirginii Tomczak są zdecydowanie mniej doniosłe niż naukowe, czego powodem może być długi pobyt za granicą na stażach naukowych, ale widoczny jest aktualne zaangażowanie i rozwój Habilitantki w tym zakresie.

#### *3.4. Uczestnictwo w stowarzyszeniach, komitetach redakcyjnych czasopism i innych gremiach naukowych*

Dr inż. Wirginia Tomczak jest członkiem pięciu krajowych towarzystw naukowych, w tym Polskiego Towarzystwa Membranowego PTMem, w którym jest Członkiem Zarządu i pełni funkcję sekretarza. Ponadto Habilitantka jest członkiem Kolegium Promotorskiego The Baltic University Programme (BUP), międzynarodowej sieci zrzeszającej wiele uniwersytetów, głównie z krajów z rejonu Morza Bałtyckiego. Habilitantka pełni również funkcję Członka Panelu Doradczego ds. Tematycznych w 4 czasopismach o zasięgu międzynarodowym (czasopisma MDPI *International Journal of Molecular Sciences*, *Fermentation*, *Materials*, *Water*, IF w zakresie 3,530 - 6,208) oraz Członka Rady Redakcyjnej czasopisma *Journal of Modern Polymer Chemistry and Materials*. W latach 2017 – 2019 dr inż. Wirginia Tomczak wchodziła w skład grupy eksperckiej *Transfer Processes and Data for Radiological Impact Assessment*, która została powołana w ramach projektu MODARIA II realizowanego w Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej. Bardzo wysoko oceniam zaangażowanie Habilitantki w te wyżej wymienione, różnorodne formy aktywności na krajowym i międzynarodowym forum naukowym.

#### **4. Podsumowanie i wniosek końcowy**

Zarówno przedłożone do oceny osiągnięcie naukowe Habilitantki, jak i pozostały dorobek naukowy są na bardzo wysokim poziomie i świadczą o dużej dojrzałości naukowej dr inż. Wirginii Tomczak oraz umiejętności samodzielnego prowadzenia badań. Habilitantka swoją działalnością badawczą obejmuje bardzo szeroki zakres tematyczny i porusza w niej istotne dla inżynierii chemicznej zagadnienia, przyczyniając się do rozwoju tej dyscypliny oraz dyscyplin pokrewnych. Na szczególne podkreślenie zasługuje zaangażowanie Habilitantki w pracę w międzynarodowych zespołach badawczych, komitetach redakcyjnych czasopism, stowarzyszeniach i innych gremiach naukowych wskazujące na fakt, że dr inż. Wirginia Tomczak cieszy się uznaniem międzynarodowego środowiska naukowego. Ponadto Habilitantka posiada dorobek dydaktyczny oraz organizacyjny, w tym również w zakresie upowszechniania nauki, właściwy dla kandydatów ubiegających się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

Podsumowując moją ocenę całokształtu dorobku dr inż. Wirginii Tomczak, w związku ze złożonym wnioskiem o nadanie stopnia doktora habilitowanego stwierdzam, że Habilitantka posiada stopień doktora, posiada w dorobku osiągnięcie naukowe w postaci cyklu 10 powiązanych tematycznie artykułów i 1 patentu, wnoszące znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria chemiczna oraz wykazała się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej, w tym czterech ośrodkach zagranicznych. Ponadto

Habilitantka przedstawiła odpowiedni dorobek dydaktyczny oraz organizacyjny, w tym również w zakresie upowszechniania nauki.

**Stwierdzam zatem, że dr inż. Wirginia Tomczak spełniła wszystkie warunki stawiane osobom ubiegającym się o nadanie stopnia doktora habilitowanego, określone w art. 219 ust. 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz.U. 2023 poz. 742 z późn. zm.) i w pełni popieram wnioszek dr inż. Wirginii Tomczak o nadanie stopnia doktora habilitowanego oraz wnioskuje o jego dalsze procedowanie.**

Irena Konus