

Poznań 14.02.2024.

Dr hab. inż. Joanna Jeż-Walkowiak
Profesor Politechniki Poznańskiej

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki
Instytut Inżynierii Środowiska i Instalacji Budowlanych
Ul. Berdychowo 4
60-965 Poznań

RECENZJA

dorobku naukowego, dydaktycznego oraz organizacyjnego

dr inż. Renaty Żyły

w ramach postępowania habilitacyjnego

**w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych i dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo
i energetyka**

1. Podstawa formalna recenzji

Niniejszą recenzję opracowano na podstawie uchwały Rady Dyscypliny Inżynierii Środowiska, Górnictwa i Energetyki Politechniki Śląskiej podjętej w sprawie powołania komisji habilitacyjnej w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego dr inż. Renacie Żylle. Zgodnie z podjętą uchwałą powołano mnie do pełnienia funkcji recenzenta w w/w postępowaniu habilitacyjnym. Postępowanie zostało wszczęte w dniu 25.07.2023r.

Recenzję sporządzono na podstawie dostarczonej dokumentacji obejmującej wniosek o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w języku polskim i angielskim wraz z załącznikami:

Załącznik 1.

Dane wnioskodawcy;

Załącznik 2.

Autoreferat dotyczący osiągnięć w pracy naukowo – badawczej;

Załącznik 3.

Wykaz osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka;

Załącznik 4.

Kopie dokumentów potwierdzających posiadanie stopnia doktora nauk technicznych i magistra inżynierii środowiska;

Załącznik 5.

Zaświadczenie o pełnieniu funkcji redaktora tematycznego pisma FIBRES AND TEXTILES In Eastern Europe;

Załącznik 6.

Kopie artykułów stanowiących podstawę wszczęcia postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego wraz z oświadczeniami współautorów wskazującymi na ich merytoryczny wkład w powstanie każdej pracy;

oraz odpowiednich aktów prawnych, w szczególności:

- Ustawy z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2018 poz. 1668 z późniejszymi zmianami).

Dostarczona dokumentacja pod względem formalnym spełnia wymagania art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2022 poz. 574, z późniejszymi zmianami).

2. Sylwetka naukowa Habilitantki

Pani dr inż. Renata Maria Żyła jest absolwentką Wydziału Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej. Tematem obronionej w 1996 roku pracy magisterskiej było „Oczyszczanie modelowych ścieków włókienniczych w procesach zaawansowanego utleniania”, promotorem pracy magisterskiej był prof. dr hab. inż. Stanisław Ledakowicz.

W 2000 roku Habilitantka uzyskała stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska na Wydziale Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej. Tematem rozprawy doktorskiej było: „Ozonowanie i pogłębione utlenianie barwników w roztworach wodnych”. Promotorem pracy doktorskiej był prof. dr hab. inż. Stanisław Ledakowicz.

W okresie od 15.12.2000 do 31.12.2018 Habilitantka pracowała w Instytucie Włókiennictwa, w Zakładzie Naukowym Chemii Włókienniczej i Modyfikacji Wytrobów na stanowiskach specjalisty, adiunkta i kierownika zakładu. Od 1.01.2019 przez kolejne 3 miesiące piastowała stanowisko kierownika Zakładu Naukowego Inżynierii Środowiska w Instytucie Włókiennictwa. Od 1.04.2019 do chwili obecnej miejscem pracy Habilitantki jest Sieć Badawcza Łukasiewicz. Obecnie Pani Renata Żyła zajmuje tam stanowisko Dyrektora Centrum Gospodarki o Obiegu Zamkniętym - Lidera Obszaru Gospodarki o Obiegu Zamkniętym.

Pani dr inż. Renata Maria Żyła nie ubiegała się wcześniej o stopień doktora habilitowanego.

3. Ocena osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego

Osiągnięciem naukowym stanowiącym podstawę do ubiegania się przez Kandydatkę o stopień doktora habilitowanego jest cykl publikacji powiązanych tematycznie:

Usuwanie niebezpiecznych substancji z wody i ścieków za pomocą zintegrowanych technik membranowych i chemicznego utleniania

Cykl składa się z 7 artykułów opublikowanych w latach 2019-2022 o łącznej sumie punktów MNiSW – 520 oraz sumarycznym IF wg bazy Journal Citation Reports (JCR) – 22,095 (zgodnie z rokiem opublikowania).

Dr inż. Renata Żyłła jest współautorką wszystkich publikacji i wskazała swój udział w ich powstaniu na 20-65%, (średni udział 51,43%). Do dokumentacji dołączono wszystkie niezbędne oświadczenia współautorów wraz z określeniem procentowego i rzeczowego wkładu poszczególnych osób w powstanie każdej z publikacji. Należy uznać, że Habilitantka odegrała wiodącą rolę w powstawaniu współautorskich prac naukowych przedstawionych do niniejszej recenzji.

Przedstawiony do recenzji cykl publikacji jest poświęcony badaniom zjawisk zachodzących w zintegrowanych procesach pogłębionego utleniania i filtracji membranowej roztworów wybranych związków chemicznych (głównie farmaceutyków) oraz modelowych ścieków włókienniczych.

Jako główny cel swoich badań, zebranych i udokumentowanych w cyklu publikacyjnym, Habilitantka podaje „zdobycie wiedzy z zakresu mechanizmów i zjawisk zachodzących w przypadku zintegrowania procesów filtracji membranowej i pogłębionego utleniania, które do tej pory nie były znane i publikowane przez innych badaczy”.

Cele szczegółowe zostały sformułowane w następujący sposób :

- zidentyfikowanie produktów utleniania wytypowanych związków chemicznych podczas stosowania wybranych metod chemicznego utleniania;

- określenie ich wpływu na zjawiska zachodzące w procesach nanofiltracji przy wykorzystaniu membran polimerowych;
- określenie, które produkty utleniania mogą niekorzystnie wpływać na dalszy etap filtracji membranowej i w wyniku jakiego mechanizmu;
- zbadanie wpływu różnych czynników (w tym składu chemicznego matrycy wodnej, właściwości stosowanych membran polimerowych, parametrów procesowych) na wydajność i skuteczność filtracji membranowej,
- wykorzystanie pozyskanej wiedzy do optymalnej implementacji procesów pogłębionego utleniania i filtracji membranowej do oczyszczania ścieków w warunkach przemysłowych.

Hipoteza badawcza została sformułowana następująco: „Istnieje zależność pomiędzy powstającymi produktami utleniania związków chemicznych a procesami ich separacji na membranach, której poznanie przyczyni się do rozwiązania ważnych problemów związanych z usuwaniem z wód substancji niebezpiecznych jakimi są farmaceutyki i aminy aromatyczne oraz poprawi wydajność i efektywność odzysku wody w wodochłonnych procesach przemysłowych”.

Zakres ocenianych osiągnięć wg Habilitantki obejmuje:

- procesy pogłębionego utleniania z identyfikacją produktów utleniania wybranych związków;
- procesy filtracji membranowej z oceną wpływu różnych czynników na parametry procesu;
- wpływ pogłębionego utleniania na procesy filtracji membranowej z próbą wyjaśnienia zjawisk i mechanizmów towarzyszących procesowi.

Publikacja H1 (Impact of Hydrogen Peroxide on the UVC Photolysis of Diclofenac and Toxicity of the Phototransformation Products) omawia mechanizmy rozkładu Diklofenaku (DCF) za pomocą bezpośredniej fotolizy i utleniania w układzie UV/H₂O₂. Habilitantka i współautorzy analizowali pośrednie produkty utleniania DFC i oceniali ich toksyczność.

Habilitantka wskazuje, że głównym osiągnięciem naukowym opisanym w artykule H1 było wykazanie, że dodanie nadtlenu wodoru do układu fotolizy nieznacznie tylko przyspieszyło rozkład DCF, ale znacząco wpłynęło na mechanizm reakcji przyczyniając się do powstania

różnych dla obu badanych procesów utleniania pośrednich produktów rozkładu, charakteryzujących się różną toksycznością dla środowiska.

Przedmiotem badań opisanych w artykule H2 (Integration of advanced oxidation and membrane filtration for removal of micropollutants of emerging concern) są dwa farmaceutyki Diklofenak (DCF) i Amoksycylina (AMX). Badania objęły procesy pogłębionego utleniania (UV/H₂O₂) z identyfikacją produktów utleniania tych dwóch farmaceutyków oraz ich wpływu na efekty separacji membranowej. Proces filtracji membranowej przeprowadzono przy wykorzystaniu dwóch membran nanofiltracyjnych HL i NF270. W pracy wykazano, że miejsce podstawienia grupy OH w związkach będących produktami utleniania może mieć istotny wpływ na stopień ich retencji w procesie nanofiltracji. Wykazano, że produkty utleniania pozbawione grup OH są separowane z mniejszą efektywnością w procesie filtracji przez membrany, których powierzchnie wykazują ładunek ujemny. Ponadto stwierdzono wysoką toksyczność jednego z produktów utleniania Aoksycykliny, produkt ten został zatrzymany w procesie filtracji membranowej a filtrat nie wykazywał już właściwości toksycznych. Ciekawy jest wniosek dotyczący interpretacji zjawiska występowania relatywnie wysokich współczynników retencji zidentyfikowanych produktów utleniania przy niskim stopniu zmniejszenia wartości takich parametrów jak ChZT i OWO, co może świadczyć o powstawaniu podczas utleniania niskocząsteczkowych związków, które przedostają się przez membranę do filtratu wpływając na wartości OWO i ChZT.

Artykuł H3 (Impact of Advanced Oxidation Products on Nanofiltration Efficiency) przedstawia kontynuację badań nad wpływem pogłębionego utleniania na proces filtracji membranowej. Przedmiotem badań był tym razem kwas salicylowy (SA) i produkty jego utleniania. Habilitantka udowodniła w pracy, że jeden z produktów utleniania SA (kwas 2,3-dihydroksybenzoesowy (2,3- DHBA)) ma negatywny wpływ na separację membranową kwasu salicylowego a do przyczyn tego zjawiska należy zaliczyć konkurencyjność tego związku w stosunku do miejsc aktywnych membrany, powodując słabszą adsorpcję wyjściowego kwasu na membranie. Obecność 2,3-DHBA wpływa na słabszą dysocjację wyjściowego kwasu, co może wpływać na skuteczność separacji SA na membranie. Habilitantka doszła do wniosku, że niskocząsteczkowe produkty hydrofobowe mogą w nieznacznym stopniu poprawić retencję wyjściowego związku o kwasowym charakterze, poprzez zmniejszenie pustych przestrzeni membrany, jednocześnie nie blokując aktywnych miejsc na jej powierzchni lub poprzez

neutralizację kwasowego charakteru wyjściowego związku. Za cenne należy uznać wnioski dotyczące wpływu zmian odczynu roztworu i zmian ładunku na powierzchni membrany na retencję badanych związków.

W pracy H4 (Removal of Tetracycline Oxidation Products in the Nanofiltration Process) przeanalizowano zjawiska zachodzące w procesach filtracji membranowej zintegrowanej z procesami pogłębionego utleniania UV/H₂O₂ i ozonowania. Na podstawie wyników próbek pobranych po różnych czasach ozonowania i utleniania UV/H₂O₂ ustalono dynamikę powstawania poszczególnych produktów utleniania. Udokumentowano różnicę w mechanizmie utleniania tetracyklicy (TRC) za pomocą ozonu i UV/H₂O₂, wykazując jednocześnie wpływ stosowanego czynnika utleniającego na efekty procesu filtracji membranowej.

W pracy wykazano ponadto, że produkty utleniania TRC mają wpływ na separację związku wyjściowego, co potwierdziło wnioski zaprezentowane wcześniej w pracy H1. Za cenne należy uznać wnioski dotyczące wpływu rodzaju czynnika utleniającego TRC na efekty filtracji membranowej. Produkty utleniania powstałe podczas procesu UV/H₂O₂ utrudniały separację nieprzereagowanej TRC na membranach polimerowych, podczas gdy produkty z procesu ozonowania miały tendencję do poprawy skuteczności separacji TRC. Wykazano, że wszystkie zidentyfikowane produkty utleniania, które w swojej strukturze zachowały aromatyczny rdzeń strukturalny TRC wykazywały relatywnie wysokie wartości współczynnika retencji.

Przeprowadzone badania pozwoliły na zidentyfikowanie nieopisanego do tej pory w literaturze produktu rozkładu TRC - 4- etoksybenzoesan etylu (MW = 194 g/mol) oraz udowodnienie (zgodnie z Międzynarodową Procedurą Standardową ISO 6341) wysokiej toksyczności produktów utleniania TRC względem *Daphnia magna Straus*.

Za pomocą zaawansowanych metod instrumentalnych (FTIR i XPS) określono wpływ czynników utleniających na poliamidową powierzchnię membran do nanofiltracji udowadniając destrukcyjny wpływ stosowanych utleniaczy na strukturę poliamidu.

W artykule H5 (Application of Fenton Reaction and Nanofiltration for the Recovery of Process Water) autorzy opisali badania nad oczyszczaniem modelowych ścieków włókienniczych w procesach chemicznego utleniania i filtracji membranowej. W artykule opisano efekty procesu Fentona, którego mechanizm reakcji, tak jak w układzie UV/H₂O₂ opiera się na działaniu rodników hydroksylowych. Habilitantka wykazała, że w przypadku

niskich dawek nadtlenu wodoru i siarczanu żelaza za oczyszczanie modelowych ścieków włókienniczych odpowiadają procesy utleniania, a wraz ze wzrostem dawki soli żelaza o efektach oczyszczania decyduje proces koagulacji. Habilitantce udało się udowodnić, że w procesach, w których utlenianie zachodzi przy udziale reakcji rodnikowych (proces Fentona i proces UV/H₂O₂) powstają produkty niskocząsteczkowe, które są trudne do usunięcia w procesach koagulacji i separacji membranowej. Wniosek ten jest zgodny z ustaleniami opisanymi w artykułach H2 i H4.

Za bardzo cenne należy uznać badania przedstawione w artykule H6 (Impact of Polymer Membrane Properties on the Removal of Pharmaceuticals). W artykule tym opisano szeroki zakres badań, których przedmiotem było siedem komercyjnych nanofiltracyjnych membran polimerowych o różnej strukturze powierzchni oraz sześć farmaceutyków o różnej masie molowej. W artykule opisano wpływ właściwości, charakterystyki fizykochemicznej membran polimerowych na efektywność i stabilność separacji wybranych farmaceutyków, uwzględniając jednocześnie ich strukturę chemiczną. Wykazano, że na retencję farmaceutyków miała wpływ zarówno struktura cząsteczki obecnej w filtrowanym medium, jak i rodzaj zastosowanej membrany. Wykazano wyraźną zależność współczynnika retencji od wielkości cząsteczki danego związku, wskazując, że głównym mechanizmem separacji dużych cząsteczek było uwięzienie ich w przestrzennej strukturze membrany, a w przypadku mniejszych cząsteczek istotna była ich adsorpcja w strukturze polimerowej membrany, co wg autorów wynika z wyraźnej różnicy pomiędzy wartością współczynnika retencji w procesie filtracji wstępnej a jego wartością średnią. Przeanalizowano również wpływ hydrofilowości membrany na skuteczność separacji wybranych związków. W przypadku membran NFX, TS40 i HL udokumentowano korelację między natężeniem przepływu filtratu i współczynnikiem retencji a kątem zwilżania membrany. Zaobserwowano, że im mniejsza masa molowa badanego związku, tym silniejszy wpływ hydrofilowości membrany na początkową wartość retencji. Membrany luźne lub słabo usieciowane (NF270, NF90) wykazywały wysokie wartości natężenia przepływu strumienia filtratu i niskie wartości współczynników retencji, które znacznie odbiegały od wartości wyznaczonych dla pozostałych membran. Wnikliwe analizy doprowadziły do cennych wniosków dotyczących efektów separacji farmaceutyków w procesie nanofiltracji. Wykazano wpływ charakterystyk, struktur badanych farmaceutyków i

membran nanofiltracyjnych oraz właściwości roztworu na dominujące mechanizmy separacji farmaceutyków z roztworów wodnych.

Publikacja H7 (Removal of Organic Compounds with an Amino Group during the Nanofiltration Process), opisuje badania nad zastosowaniem nanofiltracji do usuwania potencjalnych prekursorów N-nitrozoamin (NA) - związków kancerogennych, które są wykrywane w chemicznie dezynfekowanej wodzie do picia. Przedmiotem opisanych w publikacji H7 badań są związki aromatyczne z grupą aminową, w tym produkty utleniania farmaceutyków IBU i DCF. Wykorzystanie w badaniach czterech membran nanofiltracyjnych pozwoliło na szeroką interpretację wyników badań. W pracy zwrócono uwagę na niskie efekty separacji membranowej niektórych produktów utleniania badanych farmaceutyków, takich jak 4-amino-3,5- dichlorofenol — produkt utleniania diklofenaku lub 4-etylobenzaldehydu — produkt utleniania IBU, niezależnie od wartości odczynu i obecności naturalnej materii organicznej (NOM). Wykazano, że obecność grupy aminowej i jej pozycja w stosunku do grupy karboksylowej w pierścieniu aromatycznym wpływa na retencję w procesie nanofiltracji. Wyniki badań wykazały, że obecność grupy aminowej w cząsteczce separowanych związków może obniżyć skuteczność separacji, nawet w przypadku gęstych aromatycznych membran polimerowych. Za cenne należy uznać opisane w niniejszej publikacji badania nad usuwaniem wybranych produktów utleniania farmaceutyków w procesie nanofiltracji naturalnej wody rzecznej w układzie bez i z zastosowaniem procesu ozonowania. Autorzy ustalili, że ozonowanie naturalnych wód rzecznych może poprawić efekt nanofiltracji w usuwaniu badanych domieszek, uzasadniając to zjawisko prawdopodobnym powstawaniem w procesie ozonowania niskocząsteczkowych produktów utleniania, które stanowią dodatkową barierę przestrzenną wewnątrz porów membrany.

Podsumowując uznaję, że przedmiot i szeroki zakres badań opisanych w cyklu publikacji stanowiących podstawę o ubieganie się o stopień doktora habilitowanego wpisują się w aktualną tematykę badawczą, związaną z oczyszczaniem wód, ścieków, odzyskiem wody i gospodarką obiegu zamkniętego. Za wartościowe należy uznać dobrze przeanalizowane, zinterpretowane i podsumowane wyniki obszernych badań nad:

- efektami zintegrowanych technik wykorzystujących procesy chemicznego utleniania i filtrację membranową z identyfikacją i charakterystyką produktów pośrednich utleniania uwzględniającą ich toksyczność,

- zjawiskami występującymi na powierzchni membran polimerowych w zintegrowanym układzie oczyszczania: chemiczne utlenianie/nanofiltracja – badania o charakterze podstawowym,
- wpływem struktury membrany na usuwanie produktów chemicznego utleniania badanych zanieczyszczeń,
- wpływem struktury chemicznej separowanych związków organicznych na efekty ich separacji w procesie nanofiltracji.

Należy podkreślić, że w swoich badaniach Habilitantka wykorzystała nowoczesne metody analizy instrumentalnej (chromatografię cieczową z tandemową spektrometrią mas (LC-MS/MS), chromatografię cieczową sprzężoną z analizatorem czasu przelotu ze spektrometrem mas (TOFMS)), chromatografię gazową z tandemową spektrometrią mas, (GC-MS/MS), spektroskopię w podczerwieni z transformacją Fouriera (FTIR), goniometrię, spektroskopię fotoelektronów w zakresie promieniowania X (XPS), skaningowy mikroskop elektronowy (SEM)), co umożliwiło jej osiągnięcie założonych celów.

Dorobek badawczy, który przedstawiła Habilitantka znajduje się w obszarze działań naukowych, dających szerokie możliwości rozwoju naukowego i zastosowań technicznych. W dziedzinie inżynierii środowiska szeroko rozwijane są metody zintegrowanych technik i procesów hybrydowych, których stosowanie umożliwia uzyskiwanie wysokich efektywności eliminowania zanieczyszczeń o silnym negatywnym oddziaływaniu na środowisko. Przedstawione badania potwierdziły, jak ważna jest wiedza na temat dróg transformacji zanieczyszczeń poddawanych silnym oddziaływaniom pogłębionego utleniania, identyfikując jednocześnie toksyczne produkty pośrednie (o wyższej toksyczności w porównaniu ze związkami wyjściowymi) oraz warunki sprzyjające ich powstawaniu. Drugim ważnym aspektem opisanym w pracach Habilitantki jest identyfikacja mechanizmów zachodzących podczas filtracji membranowej, wpływ struktury membran oraz struktury separowanych związków chemicznych (w tym produktów pośrednich powstających podczas pogłębionego utleniania) na efektywność samego procesu separacji membranowej i całościowo na efektywność całego zintegrowanego procesu.

Analizując przedstawione wyniki badań pod kątem ich znaczenia aplikacyjnego można stwierdzić, że przeprowadzone eksperymenty pozwoliły na wskazanie parametrów i czynników decydujących o efektach zintegrowanych procesów pogłębionego utleniania oraz

filtracji membranowej. Dodatkowo określono wpływ czynników utleniających (ozon, nadtlenek wodoru) na właściwości wybranych, dostępnych na rynku nanofiltracyjnych membran polimerowych, stosując w celu identyfikacji uszkodzeń struktur membrany nowoczesne metody instrumentalne, w tym spektrometrię w podczerwieni z transformacją Fouriera (FTIR) oraz spektroskopię fotoelektronów w zakresie promieniowania X (SPS).

Uwagi krytyczne

Główny cel badawczy określony jako: *„zdobycie wiedzy z zakresu mechanizmów i zjawisk zachodzących w przypadku zintegrowania procesów filtracji membranowej i pogłębionego utleniania, które do tej pory nie były znane i publikowane przez innych badaczy”* został sformułowany zbyt ogólnie i nie określa precyzyjnie kierunku działań naukowych. Postawione cele szczegółowe są sformułowane bardziej dokładnie i pozwalają dostrzec ich charakter naukowy i użyteczny.

Postawiona hipoteza następującej treści: *„Istnieje zależność pomiędzy powstającymi produktami utleniania związków chemicznych a procesami ich separacji na membranach, której poznanie przyczyni się do rozwiązania ważnych problemów związanych z usuwaniem z wód substancji niebezpiecznych jakimi są farmaceutyki i aminy aromatyczne oraz poprawi wydajność i efektywność odzysku wody w wodochłonnych procesach przemysłowych”* jest również zbyt ogólna i oczywista. Tak sformułowana hipoteza kieruje działania badawcze bardziej w stronę efektów aplikacyjnych niż naukowych.

Wyniki opisanych eksperymentów zostały poddane szczegółowej analizie. Wnioski wnikliwie przedyskutowane i porównane z wynikami innych badaczy. To, czego w mojej ocenie brakuje, to pełna synteza zebranych dokonań badawczych pod kątem wskazanym przez Kandydatkę w ostatnim z celów szczegółowych czyli *„wykorzystaniu pozyskanej wiedzy do optymalnej implementacji procesów pogłębionego utleniania i filtracji membranowej do oczyszczania ścieków w warunkach przemysłowych”*. Próba wskazania podstaw do takiej optymalizacji nadałaby również podstawę do wyznaczenia kierunków dalszych badań.

Przedstawione uwagi krytyczne nie pomniejszają wartości przedstawionego do oceny cyklu publikacji stanowiących podstawę do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego. Pragnę podkreślić aktualność i trafność wybranej tematyki badawczej w aspekcie jej

walorów poznawczych i użytecznych. Uznaję, że przedstawione osiągnięcie naukowe w postaci cyklu publikacji stanowi znaczący i wartościowy wkład w rozwój dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

4. Ocena istotnej aktywności naukowej

Habilitationka posiada wartościowy dorobek publikacyjny. Oprócz 7 artykułów przedstawionych jako osiągnięcie naukowe jest autorką lub współautorką 29 publikacji zamieszczonych w czasopiśmie z listy JCR (4 przed doktoratem).

Jest autorką i współautorką 6 publikacji w recenzowanych czasopiśmie lub zeszytach naukowych o zasięgu krajowym (po doktoracie).

Habilitationka brała udział w pracach 11 zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych. W latach 2009-2012 była kierownikiem projektu rozwojowego pt.: „Opracowanie kompleksowej technologii oczyszczania ścieków przemysłowych i zamknięcie ich w obiegu wody technologicznej dla zakładów włókienniczych”. W latach 2013- 2016 była wykonawcą projektu PBS/A9/22/2013 pt.: „Opracowanie innowacyjnej chemiczno-biologicznej technologii oczyszczania ścieków włókienniczych umożliwiającej powtórne wykorzystanie wody technologicznej” realizowanego w konsorcjum z Wydziałem Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej w ramach Programu Badań Stosowanych. Obecnie Habilitationka koordynuje prace w ramach usługi badawczej na rzecz firmy Chemical H2O Sp. z o.o., która otrzymała dofinansowanie na „Opracowanie nowej technologii prania ozonowanego w tunelu pralniczym z autorskim systemem wykorzystania ciepła odpadowego” z Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020.

Habilitationka jest również zaangażowana w prace naukowe o charakterze podstawowym we współpracy z jednostkami naukowymi w Polsce. W latach 2017-2020 wspólnie z Wydziałem Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej pod kierownictwem prof. dr hab. inż. Stanisława Ledakowicza realizowała projekt badawczy pt.: Badanie mechanizmu wzajemnych oddziaływań procesów pogłębionego utleniania i filtracji membranowej (UMO-216/21/B/ST8/00982). Obecnie Habilitationka koordynuje prace zespołu

w ramach grantu badawczego pt.: „Wielokierunkowe badania nad nową grupą membran jako komponentów bioreaktorów z przeznaczeniem do oczyszczania systemów wodnych z zanieczyszczeń organicznych” (okres realizacji 2022-2025, UMO- 2021/43/B/ST8/01854), w konsorcjum z Politechniką Łódzką oraz Politechniką Poznańską (Liderem projektu).

W ramach programu Horyzont 2020 Habilitantka współpracowała z podmiotami zagranicznymi z kilku krajów UE: Polski, Niemiec, Włoch, Belgii i Rumunii. W 2017 roku koordynowała prace nad przygotowaniem Raportu pt.: “Report on the wastewater handling in the Polish textile industry - A technical and economic assessment” na potrzeby projektu pt.: “Electrocoagulation for Water Recycling in Textile Industry” (Akronim ECWRTI). Praca została zlecona jako podwykonawstwo przez koordynatora Projektu STICHTING S-ISPT (Holandia). Celem projektu było opracowanie opłacalnej technologii o wysokiej wydajności odzysku wody ze ścieków na bazie elektrokoagulacji i filtracji membranowej.

Drugim kierunkiem zainteresowań zawodowych Habilitantki jest racjonalna gospodarka odpadami. Jako wykonawca uczestniczyła w realizacji projektu ENTER (Expert Network on Textile Recycling) realizowanego w latach 2017-2020 w ramach Programu INTERREG Central Europe. W 2021 r. koordynowała prace nad realizacją usługi ze strony Łukasiewicz-ŁIT, dotyczącej analizy technologicznej możliwości rozwoju zrównoważonego sektora tekstylno-odzieżowoskórzanego (w tym modowego) w Polsce zgodnie z zasadami gospodarki o obiegu zamkniętym z opracowaniem wytycznych dla producentów i konsumentów wyrobów tekstylno-odzieżowo-skórzanych w tym zakresie na zlecenie Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii. Usługa dla MRPiT była realizowana we współpracy z innymi instytutami Sieci Łukasiewicz.

Dr Renata Żyła pełniła funkcję Przewodniczącej Komitetu Naukowego I Konferencji Naukowej EkoBioTex 2021 poświęconej m.in. tematyce ochrony środowiska. Konferencja była organizowana przez Sieć Badawczą Łukasiewicz - Instytut Włókiennictwa. Habilitantka brała również czynny udział w kilku konferencjach naukowych, w tym międzynarodowych, poświęconych tematyce inżynierii środowiska prezentując 11 razy swoje prace.

Była recenzentem ponad 50 publikacji dotyczących oczyszczania ścieków i usuwania niebezpiecznych substancji z wód w ramach współpracy z różnymi redakcjami zagranicznych czasopism naukowych, m.in. Journal of Water Process Engineering, Separation and

Purification Technology, Water Science & Technology, Water (MDPI), Membranes (MDPI) i innych.

Habilitantka była członkiem Rady Naukowej Instytutu Włókiennictwa w latach 2009-2017.

Podsumowując tę część opinii stwierdzam, że aktywność naukowa Habilitantki po uzyskaniu stopnia doktora znacząco się zwiększyła i jest w mojej ocenie wystarczająca do ubiegania się przez Kandydatkę o stopień doktora habilitowanego. Ponadto zakres współpracy naukowej Habilitantki z innymi ośrodkami naukowymi należy uznać za odpowiedni dla wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego. Habilitantka spełnia kryteria dotyczące wykazania się istotną aktywnością naukową

5. Ocena osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych, oraz dorobku popularyzatorskiego

Opisując swoje dokonania dydaktyczne Habilitantka podkreśla, że w ramach działań na rzecz rozwoju młodej kadry współpracuje z Wydziałem Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej. W latach 2021-2022 była promotorem dwóch prac magisterskich na podstawie trójstronnej umowy pomiędzy Łukasiewicz-ŁIT, Politechniką Łódzką i dyplomantem. Jedna z prac pt.: „Opracowanie metody odzysku barwników zawieszinowych i wody technologicznej ze ścieków powstających z barwienia włókien poliestrowych” była realizowana na kierunku inżynieria chemiczna i biochemiczna, druga praca pt.: „Opracowanie metody modyfikacji membrany polimerowej za pomocą nanokomponentów w celu poprawy jej parametrów pracy” - na kierunku inżynieria środowiska – ekologiczne źródła energii. Aktualnie Habilitantka jest promotorem trzeciej pracy magisterskiej na kierunku inżynieria chemiczna i biochemiczna pt.: „Optymalizacja usuwania farmaceutyków w procesie biologiczno-chemicznym”. Była również promotorem pracy inżynierskiej pt.: Badanie wpływu detergentów na usuwanie emulsji olejowych ze ścieków w procesie filtracji membranowej” na kierunku inżynieria środowiska. Od 2022 r. jest opiekunem ze strony Łukasiewicz-ŁIT doktoratu wdrożeniowego realizowanego w szkole doktorskiej Politechniki Łódzkiej. Jako kierownik Zakładu Technologii Biomedycznych i Ochrony Środowiska oraz Dyrektor Centrum Gospodarki o Obiegu Zamkniętym Habilitantka opiekowała się kilkoma studentami z różnych wydziałów Politechniki Łódzkiej i Uniwersytetu

łódzkiego odbywającymi praktyki studenckie w Łukasiewicz-ŁIT. Była również opiekunem stypendystki z Turcji w ramach programu ERASMUS+ w 2023 r.

Dr Renata Żyłła pełniła funkcje organizacyjne, m.in. była członkiem Rady Naukowej Instytutu Włókiennictwa w latach 2009-2017. Pełniła funkcję Przewodniczącej Komitetu Naukowego I Konferencji Naukowej EkoBioTex 2021 poświęconej tematyce ochrony środowiska. Aktualnie powołana została na funkcję redaktora tematycznego czasopisma FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe. Jako Redaktor tematyczny czasopisma jest odpowiedzialna za współpracę z redaktorem naczelnym czasopisma uczestnicząc w procesie obiegu prac. Dokonuje również wewnętrznej recenzji artykułów, oceniając ich jakość merytoryczną w dziedzinie inżynierii środowiska, górnictwa i energetyki.

Osiągnięcia dydaktyczne, organizacyjne i popularyzatorskie dr inż. Renaty Żyłły należy uznać za wystarczające do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego.

6. Współpraca z otoczeniem społecznym i gospodarczym

W wykazie dorobku technologicznego Habilitantka wykazała się uczestniczeniem w opracowaniu trzech technologii z dziedziny inżynierii środowiska. Są to:

- technologia oczyszczania ścieków i odzysku wody dla przemysłu włókienniczego w ramach projektu Rozwojowego N R14 0038 06 (NCBiR),
- technologia odzysku wody i ciepła dla Zakładu Włókienniczego DOLWIS S.A. w ramach projektu celowego Nr 6 T08 2004 C/06407,
- innowacyjna chemiczno-biologiczna technologia oczyszczania ścieków włókienniczych umożliwiająca powtórne wykorzystanie wody technologicznej w ramach projektu finansowanego z programu Badań Stosowanych PBS/A9/22/2013.

W ramach współpracy z sektorem gospodarczym Habilitantka wykonała usługę badawczą B+R na rzecz firmy Chemical H2O Sp. z o.o., projekt pt. „Opracowanie nowej technologii prania ozonowanego w tunelu pralniczym z autorskim systemem wykorzystania ciepła odpadowego” z Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020.

Wykaz ekspertyz i opracowań wykonanych na zamówienia instytucji publicznych lub przedsiębiorców obejmuje 3 raporty:

- Raport pt.: „Określenie obecnego stanu niezrekultywowanych składowisk odpadów, ich wpływu na środowisko oraz technologii i kosztów ich rekultywacji” – CZĘŚĆ II wieloczęściowego zadania realizowanego przez Gminę Miasto Zgierz w ramach projektu „Zgierz-nowoczesne miasto po godzinach” współfinansowanego ze środków Mechanizmu Finansowego EOG 2014-2021 w ramach programu „Rozwój Lokalny” – Usługa dla Gminy Miasta Zgierza na podstawie postępowania przeprowadzonego zgodnie z przepisami ustawy z dnia 11 września 2019 r. Prawo zamówień publicznych oraz aktów wykonawczych do ustawy -okres realizacji 2023 r. (etap podpisywania umowy z Zamawiającym) – funkcja - Koordynator tematu i główny Redaktor Raportu;
- Raport pt.: „Analiza technologiczna możliwości zrównoważonego rozwoju sektora tekstylno-odzieżowo-skórzanego (w tym modowego) w Polsce zgodnie z zasadami gospodarki o obiegu zamkniętym oraz opracowanie wytycznych dla producentów i konsumentów wyrobów tekstylno-odzieżowo-skórzanych w tym zakresie” usługa wykonana na zlecenie Ministerstwa Rozwoju, Pracy i Technologii, okres realizacji 2020 r., funkcja - Koordynator prac ze strony Sieć Badawcza Łukasiewicz-Institut Włókiennictwa (aktualnie Sieć Badawcza Łukasiewicz Łódzki Instytut Technologiczny);
- Raport pt.: „Charakterystyka technologiczna przemysłu włókienniczego w Unii Europejskiej” usługa wykonana na zlecenie Ministerstwa Środowiska, okres realizacji 2007 r., funkcja - Wykonawca, współredaktor raportu.

Podsumowując ocenę współpracy Habilitantki z otoczeniem społecznym i gospodarczym uznaję, że w tym obszarze życia zawodowego jej dokonania są wystarczające do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego.

7. Charakterystyka i ocena bibliometryczna dorobku naukowego – dane naukometryczne

Sumaryczny IF całego dorobku Habilitantki liczony z roku publikacji na dzień 14.07.2023 jest wysoki i wynosi 57,424.

Liczba cytowań publikacji Habilitantki, z oddzielnym uwzględnieniem autocytowań przedstawia się następująco:

baza SCOPUS (na dzień 21.07.2023 r.):

- liczba pozycji indeksowanych w bazie = 36 ,
- całkowita liczba cytowań: 693 przez 653 dokumentów,
- liczba cytowań bez autocytowań autorów 618 przez 611 dokumentów.

baza Web of Science (na dzień 18.07.2023 r.):

- liczba pozycji indeksowanych w bazie = 33
- całkowita liczba cytowań: 568 przez 532 dokumenty
- liczba cytowań bez autocytowań autorów: 543 przez 514 dokumentów.

Indeks Hirscha wyznaczony na podstawie dorobku Habilitantki osiągnął następujące wartości:

baza SCOPUS (na dzień 21.07.2023 r.):

- liczba pozycji indeksowanych w bazie = 36
- h-index = 11
- h-index = 10 (bez autocytowań)

baza Web of Science (na dzień 18.07.2023 r.):

- liczba pozycji indeksowanych w bazie = 33
- h-index = 9

Analizując dorobek i dane bibliometryczne należy stwierdzić, że Habilitantka wykazała się po doktoracie ponadprzeciętną aktywnością publikacyjną. Artykuły opublikowane w bardzo dobrych czasopiśmie z listy JCR zaowocowały wieloma cytowaniami wskazując na zainteresowanie środowiska tematyką prac Habilitantki. Dorobek naukowy dr inż. Renaty Żyłty oceniam jako oryginalny i bardzo wartościowy.

8. Wniosek końcowy

Dr inż. Renata Żyłta jest znanym w środowisku naukowym specjalistą w zakresie zintegrowanych technik procesów chemicznego utleniania i filtracji membranowej. Świadczy o tym wartościowy dorobek publikacyjny Habilitantki poświęcony jak najbardziej aktualnym zagadnieniom dotyczącym oczyszczania ścieków, uzdatniania i odzysku wody, a także gospodarki obiegu zamkniętego. Potwierdzeniem wartości dorobku publikacyjnego są

również parametry naukometryczne wyznaczone na podstawie liczby cytowań prac Habilitantki wg bazy SCOPUS i bazy Web of Science, a także wysoki sumaryczny Impact Factor.

Ilość i zakres prowadzonych przez Habilitantkę projektów naukowych wskazuje, że posiada Ona wysokie kwalifikacje do prowadzenia samodzielnych badań naukowych.

Stwierdzam, że dr inż. Renata Żyłła powiększyła znacznie swój dorobek naukowy po uzyskaniu stopnia doktora.

Na podstawie szczegółowej oceny wskazanego osiągnięcia naukowego w postaci cyklu publikacji powiązanych tematycznie oraz oceny pozostałego dorobku, aktywności naukowej, dydaktycznej, popularyzatorskiej oraz zakresu współpracy krajowej i międzynarodowej stwierdzam, że dr inż. Renata Żyłła spełnia wymagania stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego a opiniowany dorobek świadczy o wysokiej aktywności naukowej Kandydatki i stanowi wkład w rozwój dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Na podstawie oceny osiągnięcia naukowego dr inż. Renaty Żyłły przedstawionego w postaci cyklu 7 publikacji powiązanych tematycznie pt.:

"Usuwanie niebezpiecznych substancji z wody i ścieków za pomocą zintegrowanych technik membranowych i chemicznego utleniania"

oraz na podstawie oceny aktywności naukowej, działalności dydaktycznej, popularyzacyjnej, organizacyjnej a także współpracy z jednostkami naukowymi innymi niż macierzysta Uczelnia, stwierdzam, że Kandydatka spełnia w stopniu wystarczającym wymagania do nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tj. Dz.U. z 2021r. poz.478 z późn. zm) .

Podpisała Joanna Jeż-Walkowiak