

Lublin, dnia 19.02.2024 r.

prof. dr hab. Krzysztof Józwiakowski
Katedra Inżynierii Środowiska i Geodezji
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin
tel./fax. 81 53 206 44
e-mail: krzysztof.jozwiakowski@up.lublin.pl

RECENZJA

**osiągnięć naukowych, dydaktycznych i organizacyjnych
dr inż. Renaty Żyłły
w związku z postępowaniem
w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych
w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka**

1. Podstawa formalna

Recenzję wykonano w odpowiedzi na pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Śląskiej – prof. dr hab. inż. Andrzeja Rusina (RIE-BD.532.31.2023 z dnia 11.12.2023 r.) w sprawie powołania na recenzenta osiągnięć naukowych dr inż. Renaty Żyłły w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

2. Charakterystyka biograficzna Kandydatki

Dr inż. Renata Żyłła urodziła się W 1996 r. na Wydziale Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej, uzyskała tytuł magistra inżyniera w ramach kierunku inżynieria środowiska. W 2000 r. na tym samym wydziale i uczelni uzyskała stopień naukowy doktora nauk technicznych na podstawie rozprawy doktorskiej pt. „Ozonowanie i pogłębione utlenianie barwników w roztworach wodnych”, realizowanej pod kierunkiem dr hab. inż. Stanisława Ledakowicza.

W latach 2000-2001 Kandydatka była zatrudniona na stanowisku specjalisty, a w latach 2001-2013 na stanowisku adiunkta w Zakładzie Naukowym Chemii Włókienniczej i Modyfikacji Wyrobów Instytutu Włókiennictwa. Po dwuletniej przerwie w latach 2015-2018 kontynuowała zatrudnienie w Zakładzie Naukowym Chemii Włókienniczej i Modyfikacji Wyrobów Instytutu Włókiennictwa kolejno na stanowiskach: starszego specjalisty badawczo-technicznego (2015-2016) oraz adiunkta (2017-2018). Od stycznia do marca 2019 r. była adiunktem i pełniła funkcję kierownika zakładu Naukowego Inżynierii Środowiska Instytutu Włókiennictwa. Od kwietnia do grudnia 2019 r. była zatrudniona na stanowisku adiunkta i pełniła funkcję kierownika Zakładu Naukowego Inżynierii Środowiska Sieci Badawczej Łukasiewicz - Instytut Włókiennictwa. Natomiast od stycznia do kwietnia 2020 r. była zatrudniona na stanowisku adiunkta i pełniła funkcję kierownika Zakładu Technologii Biomedycznych i Ochrony Środowiska Sieci Badawczej Łukasiewicz - Instytut Włókiennictwa. Następnie od kwietnia 2020 r. do marca 2022 r. w tej samej jednostce kontynuowała zatrudnienie na stanowisku Lidera obszaru i kierownika zakładu.

Dr inż. Renata Żyła od 1.04.2022 r. pełni funkcję Dyrektora Centrum Gospodarki o Obiegu Zamkniętym - Lidera Obszaru Gospodarki o Obiegu Zamkniętym Łódzkiego Instytutu Technologicznego Sieci Badawczej Łukasiewicz.

3. Ocena osiągnięcia naukowego w ramach dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka

Podstawą osiągnięcia naukowego dr inż. Renaty Żyły jest jednotematyczny cykl artykułów naukowych pt. **„Usuwanie niebezpiecznych substancji z wody i ścieków za pomocą zintegrowanych technik membranowych i chemicznego utleniania”** składający się z 7 prac opublikowanych w różnych czasopismach z list Ministerstwa Edukacji i Nauki:

1. Stanisław Ledakowicz, Emilia Drozdek, Tomasz Boruta, Magdalena Foszpańczyk, Magdalena Olak-Kucharczyk, **Renata Żyła**, Marta Gmurek, Impact of Hydrogen Peroxide on the UVC Photolysis of Diclofenac and Toxicity of the Phototransformation Products, International Journal of Photoenergy, 2019, Article ID 1086704, <https://doi.org/10.1155/2019/1086704>. Autorzy korespondencyjni: **Renata Żyła** i Marta Gmurek [40 pkt., IF= 1,880, Udział habilitantki – 20%].
2. **Renata Żyła**, Tomasz Boruta, Marta Gmurek, Rafał Milala, Stanisław Ledakowicz, Integration of advanced oxidation and membrane filtration for removal of micropollutants of emerging concern, Process Safety and Environmental Protection, 2019, 130, 67–76, doi.org/10.1016/j.psep.2019.07.021, Autor korespondencyjny: Renata Żyła [100 pkt., IF= 4,966, Udział habilitantki – 55%].
3. **Renata Żyła**, Rafał Milala, Irena Kamińska, Marcin Kudzin, Marta Gmurek, Stanisław Ledakowicz, Impact of Advanced Oxidation Products on Nanofiltration Efficiency, Water, 2019, 11, 541; doi:10.3390/w11030541, Autor korespondencyjny: Renata Żyła [70 pkt., IF= 2,544, Udział habilitantki – 60%].
4. **Renata Żyła**, Stanisław Ledakowicz, Tomasz Boruta, Magdalena Olak-Kucharczyk, Magdalena Foszpańczyk, Zdzisława Mrozińska, Jacek Balcerzak, Removal of Tetracycline Oxidation Products in the Nanofiltration Process, Water, 2021, 13, 555. doi.org/10.3390/w13040555. Autor korespondencyjny: Renata Żyła [70 pkt., IF= 3,530, Udział habilitantki – 50%].
5. **Renata Żyła**, Lech Kos, Application of Fenton Reaction and Nanofiltration for the Recovery of Process Water, Fibres & Textiles in Eastern Europe, 2019; 27, 2 (134): 101-106. DOI: 10.5604/01.3001.0012.7516, Autor korespondencyjny: Renata Żyła [40 pkt., IF= 0,775, Udział habilitantki – 65%].
6. **Renata Żyła**, Magdalena Foszpańczyk, Irena Kamińska, Marcin Kudzin, Jacek Balcerzak, Stanisław Ledakowicz, Impact of Polymer Membrane Properties on the Removal of Pharmaceuticals, Membranes, 2022, 12, 150. doi.org/10.3390/membranes12020150, Autor korespondencyjny: Renata Żyła [100 pkt., IF= 4,2, Udział habilitantki – 50%].
7. **Renata Żyła**, Magdalena Foszpańczyk, Magdalena Olak-Kucharczyk, Joanna Marszałek, Stanisław Ledakowicz, Removal of Organic Compounds with an Amino Group during the Nanofiltration Process, Membranes, 2022, 12, 58., doi.org/10.3390/membranes12010058 Autor korespondencyjny: Renata Żyła, [100 pkt., IF= 4,2, Udział habilitantki – 60%].

Wszystkie z wymienionych publikacji zostały opracowane przez Habilitantkę jako prace współautorskie, przy czym w 6 z nich jest ona pierwszym autorem, a we wszystkich 7 pracach była autorem korespondencyjnym. W odniesieniu do wszystkich wskazanych prac precyzyjnie określono wkład merytoryczny i procentowy udział Kandydatki, co zostało potwierdzone oświadczeniami współautorów dołączonymi do wniosku. Biorąc pod uwagę ocenę ilościową można stwierdzić, że łączna liczba punktów za 7 wybranych publikacji zgłoszonych do osiągnięcia naukowego wynosi 520 pkt. (IF = 22,095), a średni udział Habilitantki w przygotowanie tych prac wyniósł 51,43%.

Prace stanowiące jednotematyczne „opracowanie habilitacyjne” zostały opublikowane w latach 2019–2022 (w 2019 r. – 4 prace, w 2021 r. – 1 praca, w 2022 r. – 2 prace), w czasopiśmie z list Ministerstwa Edukacji i Nauki przypisanym do dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, takich jak: *International Journal of Photoenergy* (1 praca), *Process Safety and Environmental Protection* (1 praca), *Water* (2 prace), *Fibres & Textiles in Eastern Europe* (1 praca), *Membranes* (2 prace).

Głównym celem publikacji składających się na osiągnięcie naukowe Kandydatki będące podstawą do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego było 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. Habilitantka podała również następujące cele szczegółowe :

- 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.

W ramach osiągnięcia naukowego Kandydatka sformułowała również następującą hipotezę badawczą: *„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”*. Ponadto Habilitantka wskazała, że ma to szczególne znaczenie w przypadku strumieni ścieków, których skład jest bardzo złożony i różnorodny, np. z przemysłu włókienniczego.

W 7 publikacjach wchodzących w skład osiągnięcia naukowego Kandydatki będącego podstawą do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego przedstawiono i omówiono zagadnienia dotyczące trzech obszarów badawczych:

- procesów pogłębionego utleniania – identyfikacji produktów utleniania wybranych związków;
- procesów filtracji membranowej – oceny wpływu różnych czynników na parametry procesu;
- wpływu pogłębionego utleniania na procesy filtracji membranowej – wyjaśnienie zjawisk i ich mechanizmów.

Wszystkie publikacje, które wchodzą w skład osiągnięcia habilitacyjnego mają szeroki obszar badań i wymagały zaangażowania różnych specjalistów. W badaniach do publikacji Habilitantki oraz Jej zespołu wykorzystano wiele instrumentalnych metod badawczych i pomiarowych (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).

Publikacja nr 1 jest poświęcona zbadaniu i porównaniu ze sobą mechanizmów rozkładu Diklofenaku (DCF) za pomocą bezpośredniej fotolizy i utleniania w układzie UV/H₂O₂ w kontekście analizy powstających produktów utleniania i oceny toksyczności. W pracy wykazano, że pomimo że dodanie nadtlenu wodoru do układu fotolizy tylko nieznacznie przyspieszyło rozkład DCF, znacząco wpłynęło natomiast na mechanizm reakcji przyczyniając się do powstania różnych produktów. Wykazano, że produkty utleniania z dwóch procesów charakteryzują się różną toksycznością dla środowiska.

W publikacji nr 2 zostały udokumentowane wyniki badań dla dwóch farmaceutyków: Diklofenaku (DCF) i Amoksyliny (AMX). Praca obejmowała dwa obszary tematyczne: procesy pogłębionego utleniania – identyfikację produktów utleniania oraz wpływ produktów utleniania na procesy membranowe. W ramach pogłębionego utleniania wykorzystano utlenianie za pomocą UV/H₂O₂. Proces filtracji membranowej przeprowadzono przy wykorzystaniu dwóch membran nanofiltracyjnych HL i NF270 przy ciśnieniu 0.1 MPa. W pracy wykazano, że miejsce podstawienia grupy OH w procesie utleniania może mieć istotny wpływ na stopień retencji izomeru produktu w procesie filtracji. Produkty utleniania pozbawione grup OH są trudniejsze do separacji w procesie filtracji membranowej. Udokumentowano, że jeden z produktów utleniania AMX, który prawdopodobnie powstaje w późniejszej fazie transformacji, jest bardzo toksyczny dla organizmów wskaźnikowych. Potwierdzono, że zastosowanie zintegrowanej metody chemicznego utleniania i filtracji membranowej umożliwia skuteczne usuwanie z wody substancji niebezpiecznych.

W ramach **publikacji nr 3** kontynuowano badania wpływu pogłębionego utleniania na proces filtracji membranowej. Badania przeprowadzono dla kwasu salicylowego (SA) i jego produktów utleniania. SA i jego pochodne są często stosowane w przemyśle farmaceutycznym, kosmetycznym i spożywczym do konserwacji żywności. SA, jako kluczowy składnik wielu produktów do pielęgnacji skóry, jest regularnie wykrywany w ściekach i wodach powierzchniowych, stanowiąc tzw. zanieczyszczenie farmaceutyczne. Wskazano, że jego stężenie w badanych próbkach pobranych z różnych źródeł waha się od kilku do nawet 977 ng/L. Ten aromatyczny związek organiczny jest toksyczny dla organizmów żyjących w wodzie. Kwas salicylowy jest produktem rozkładu aspiryny (kwasu acetylosalicylowego), jednego z najczęściej stosowanych leków na świecie. W temperaturze otoczenia kwas acetylosalicylowy jest powoli hydrolizowany do kwasu salicylowego i kwasu octowego. W pracy nr 3 stwierdzono, że niektóre produkty utleniania mają wpływ na separację wyjściowych związków. Do takich produktów można zaliczyć niektóre kwasy organiczne. Wskazano, że przyczyną może być kilka czynników: (1) kwasowy produkt utleniania może być związkiem konkurencyjnym w stosunku do miejsc aktywnych membrany, powodując słabszą adsorpcję wyjściowego kwasu na membranie, (2) obecność kwasowego produktu może powodować słabszą dysocjację wyjściowego kwasu, co może w pewnym stopniu wpływać na skuteczność jego separacji na membranie. Stwierdzono, że niektóre produkty niskocząsteczkowe hydrofobowe mogą w nieznacznym stopniu poprawić retencję wyjściowego związku o kwasowym charakterze: (1) zmniejszając puste przestrzenie, jednocześnie nie blokując aktywnych miejsc na powierzchni membrany lub (2) poprzez neutralizację kwasowego charakteru wyjściowego związku.

W publikacji nr 4 zaprezentowano obszar badań z zakresu pogłębionego utleniania, który był ukierunkowany na pozyskanie informacji niezbędnych do analizy zjawisk zachodzących w procesach filtracji membranowej zintegrowanej z procesami chemicznego utleniania. Jednakże wnioski z przeprowadzonych badań mogą być istotne dla optymalizacji technologii bazujących na procesach pogłębionego utleniania i ozonowania. Podobnie jak w przypadku DCF, również dla Tetracykliny (TRC) zaobserwowano różne mechanizmy reakcji

dla różnych procesów utleniania (ozonowania i UV/H₂O₂) pomimo, że szybkości reakcji były zbliżone. W pracy nr 4 wykazano, że niektóre produkty utleniania mają wpływ na separację wyjściowych związków. Wyniki badań były zgodne z wynikami uzyskanymi w publikacji nr 1. Udokumentowano różnicę w mechanizmie utleniania TRC za pomocą ozonu i UV/H₂O₂, wykazując jednocześnie wpływ stosowanego czynnika utleniającego na procesy filtracji membranowej. Zidentyfikowano nieopisany wcześniej w literaturze produkt rozkładu TRC - 4-etoksybenzoesan etylu (MW = 194 g/mol). Ponadto w pracy nr 4 na podstawie badań prowadzonych za pomocą zaawansowanych metod instrumentalnych udokumentowano wpływ czynników utleniających na poliamidową powierzchnię membran do nanofiltracji.

W publikacji nr 5 przedstawiono wyniki badań dotyczące oczyszczania modelowych ścieków włókienniczych za pomocą pogłębionego utleniania i filtracji membranowej. Stwierdzono iż pomimo, że artykuł dotyczy innego medium, niż wodne roztwory farmaceutyków uznano, że wybrane aspekty w pracy 5 mogą być interesujące z punktu widzenia hipotezy badawczej zdefiniowanej dla ocenianego osiągnięcia naukowego. W pracy 5 opisano efekty zastosowania procesu Fentona, którego mechanizm reakcji opiera się na działaniu rodników hydroksylowych, podobnie jak w przypadku utleniania w układzie UV/H₂O₂. W pracy 5 wykazano, że optymalne dawki reagentów w procesie Fentona są zależne od etapu prowadzonego procesu. W przypadku niskich dawek nadtlenu wodoru i FeSO₄ 7H₂O za usuwanie zanieczyszczeń odpowiedzialne są przede wszystkim procesy utleniania. Wraz ze wzrostem dawki reagentów, głównie soli żelaza, redukcja zanieczyszczeń następuje głównie w drodze procesu koagulacji. Biorąc pod uwagę wyniki z publikacji 2 i 4 przyjęto tezę, że rodnikowe procesy chemicznego utleniania mają tendencję do generowania produktów niskocząsteczkowych.

Publikacja nr 6 jest poświęcona analizie wpływu rodzaju membrany i struktury chemicznej farmaceutyków na wydajność i skuteczność nanofiltracji dla kilku membran komercyjnych. Artykuł stanowi uzupełnienie wcześniejszych badań w tym zakresie. Z nowej perspektywy przeanalizowano wpływ kąta zwilżania membran na skuteczność filtracji. W pracy nr 6 zaprezentowano wyniki badań siedmiu membran polimerowych o różnej strukturze powierzchni. Badania przeprowadzono dla sześciu farmaceutyków o różnej masie molowej. W pracy przeanalizowano wpływ struktury cząsteczki usuwanego związku na wydajność i skuteczność filtracji membranowej. W zakresie MW od 138 g/mol (SA) do 318 g/mol (DCF) istnieje wyraźna zależność współczynnika retencji od wielkości cząsteczki danego związku. Dla związków o MW większej niż 300 g/mol (AMX i TRC) skuteczność separacji była bliska 100%. Głównym mechanizmem separacji dużych cząsteczek było prawdopodobnie uwięzienie ich w przestrzennej strukturze membrany. Dla mniejszych cząsteczek istotna była adsorpcja w strukturze polimerowej membrany, co wynikałoby z wyraźnej różnicy pomiędzy wartością retencji w procesie filtracji wstępnej a wartością podczas procesu zagęszczania. Wykazano, że rodzaj stosowanej membrany miał znaczenie dla separacji związków o MW poniżej 300 g/mol. Zbadano wpływ właściwości membrany na parametry filtracji. Przeanalizowano m.in. wpływ hydrofilowości membrany na skuteczność separacji wybranych związków. Przeanalizowano zależność wartości natężenie przepływu strumienia filtratu i współczynnika retencji badanych związków od kąta zwilżania zastosowanych membran. W przypadku niektórych membran (NFX, TS40 i HL) udokumentowano pewną korelację między natężeniem przepływu filtratu i współczynnikiem retencji a kątem zwilżania membrany. Pomimo pewnego rozrzutu danych 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 innych membran.

Publikacja nr 7 została poświęcona zastosowaniu filtracji membranowej do usuwania potencjalnych prekursorów N-nitrozoamin (NA). Związki te w wielu krajach uprzemysłowionych zwracają uwagę ze względu na wysoką kancerogenność i częste występowanie w dezynfekowanej wodzie pitnej, w której stosowane są związki chemiczne inicjujące ich powstawanie. W pracy nr 7 wykazano potencjalne zagrożenia związane z produktami utleniania farmaceutyków. Procesy filtracji membranowej są nieskuteczne w usuwaniu produktów utleniania niektórych farmaceutyków, takich jak 4-amino-3,5-dichlorofenol — produkt utleniania diklofenaku lub 4-etylobenzaldehydu — produkt utleniania IBU, niezależnie od wartości pH i obecność naturalnej materii organicznej (NOM). W pracy wykazano, że obecność grupy aminowej i jej pozycja w stosunku do grupy karboksylowej w pierścieniu aromatycznym wpływa na retencję w procesie nanofiltracji. Eksperymenty wykazały, że obecność grupy aminowej w cząsteczce może znacząco obniżyć skuteczność separacji, nawet w przypadku gęstych aromatycznych membran polimerowych. Wykazano, że wstępne ozonowanie naturalnych wód rzecznych może poprawić retencję usuwanych z nich zanieczyszczeń. Przypuszcza się, że jest to spowodowane powstawaniem niskocząsteczkowych produktów utleniania, które stanowią dodatkową barierę przestrzenną wewnątrz porów membrany.

Odnosząc się do autoreferatu, w którym podano opis 7 publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe dr inż. Renaty Żyłty można stwierdzić, że **Habilitantka nie sformułowała jasno problemu naukowego**, który został podany w sposób niejawnny w celu osiągnięcia. Podsumowując można jednak stwierdzić, że tematyka badań zaprezentowana przez Kandydatkę w cyklu 7 prac stanowiących osiągnięcie naukowe, a poświęcona badaniom zjawisk zachodzących w procesach pogłębionego utleniania i filtracji membranowej wybranych związków chemicznych, głównie farmaceutyków oraz oczyszczania ścieków włókienniczych jest obecnie bardzo ważna i potrzebna w aspekcie odzysku wody i ochrony zasobów wodnych. Na podstawie analizy treści 7 publikacji można stwierdzić, że Kandydatce udało się potwierdzić hipotezę, że istnieje zależność pomiędzy powstającymi produktami utleniania związków chemicznych a mechanizmem ich separacji na membranach.

Badania przeprowadzone przez Habilitantkę oraz przedstawione w cyklu publikacji składającym się na osiągnięcie naukowe wnoszą nowe treści do dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka oraz obejmują zarówno aspekt naukowy, jak również aplikacyjny. W szczególności mogą być cenne dla rozwoju innowacyjnych procesów hybrydowych wykorzystujących procesy chemicznego utleniania w technikach membranowych. Zatem **pozytywnie oceniam** osiągnięcie naukowe dr inż. Renaty Żyłty przedłożone do recenzji.

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

Działalność naukowa Habilitantki przed doktoratem (lata 1996-2000) obejmowała 4 oryginalne publikacje naukowe z bazy JCR z zakresu technologii wody i ścieków. Natomiast działalność naukowa po doktoracie (lata 2001-2023) obejmuje 32 oryginalne publikacje naukowe z bazy JCR, 6 prac w recenzowanych czasopismach lub zeszytach naukowych o zasięgu krajowym oraz 1 rozdział w monografii. Prace opublikowane po habilitacji mieszczą się w zakresie dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka,

a szczególnie dotyczą zagadnień związanych z oczyszczaniem ścieków przemysłowych, czy uzdatnianiem wód. W dorobku Habilitantki brakuje monografii; członkostwa w redakcjach naukowych monografii; osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych; uzyskanych praw własności przemysłowej, w tym uzyskanych patentów krajowych lub międzynarodowych.

W sumie na całokształt dorobku naukowego Kandydatki składają się 43 prace naukowe, w tym 39 prac opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora, z czego 7 publikacji wchodzi w skład osiągnięcia naukowego. Habilitantka w przekazanej dokumentacji nie podała jaka jest sumaryczna liczba punktów za wszystkie publikacje naukowe. Natomiast Impact Factor całego dorobku liczony za publikacje w roku ich wydania wynosi **57,424**.

Liczba cytowań publikacji Kandydatki w dniu 21.07.2023 r. wynosiła odpowiednio: wg bazy Web of Science 568 cytowań (543 bez autocytowań), a wg bazy Scopus 693 cytowania (618 bez autocytowań). Wartość indeksu Hirscha Jej dorobku naukowego wynosiła: 9 wg bazy Web of Science oraz 11 według bazy Scopus.

Habilitantka wykonała recenzje 62 artykułów naukowych w czasopismach z IF, takich jak: Agronomy; Applied Science; Catalysts; Coatings; Environments; International Journal of Environmental Research and Public Health; International Journal of Molecular Science; Materials; Membranes; Molecules; Polymers; Processes; Textiles; Water; Water Science & Technology; Journal of Cleaner Production; Encyclopedia of Membrane Science and Technology; Science of the Total Environment; Journal of Water Process Engineering; Separation and Purification Technology. Obecnie jest redaktorem tematycznym czasopisma Fibres&Textiles in Eastern Europe, przypisanego do dyscypliny IŚGiE i posiadającego według aktualnej punktacji Ministerstwa Nauki 70 pkt. oraz IF=1,104. Po uzyskaniu stopnia doktora Kandydatka czynnie uczestniczyła w 9 konferencjach międzynarodowych, m.in. w Słowenii, Francji, Wielkiej Brytanii, Czechach, Grecji, Norwegii, czy Turcji.

W ramach działalności naukowej Kandydatka współpracowała z kilkoma instytucjami i ośrodkami badawczymi z Polski i zagranicą, głównie w zakresie realizacji wspólnych projektów naukowo-badawczych. Habilitantka współpracowała z ośrodkami naukowymi z Polski, takimi, jak: Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej, Politechnika Poznańska, jak również z innymi instytutami Sieci Badawczej Łukasiewicz: Instytutem Organizacji i Zarządzania w Przemśle – „ORGMASZ”, Instytutem Biopolimerów i Włókien Chemicznych oraz Instytutem Przemysłu Skórzanego. Kandydatka współpracowała również z firmą STICHTING S-ISPT z Holandii oraz firmą Chemical H2O Sp. z o.o. z Polski.

Dr inż. Renata Żyłła zrealizowała kilka projektów poświęconych zagadnieniom oczyszczania ścieków, gospodarki wodno-ściekowej i degradacji niebezpiecznych substancji. 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 jednym z głównych wykonawców 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. W latach 2021-2023 koordynowała 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, Działanie 1.1 „Projekty B+R przedsiębiorstw”, Poddziałanie 1.1.1 „Badania przemysłowe i prace rozwojowe realizowane przez przedsiębiorstwa”.

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). W ramach projektu była kierownikiem zespołu ze strony Konsorcjanta, czyli Sieci Badawczej Łukasiewicz-Łódzkiego Instytutu Technologicznego. Rezultaty badań uzyskane w ramach tego projektu zawarto w publikacjach stanowiących podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego.

Obecnie Habilitantka koordynuje prace zespołu ze strony Łukasiewicz-ŁIT w ramach projektu 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), którego kierownikiem jest prof. dr hab. inż. Teofil Jesionowski. Projekt jest realizowany w konsorcjum z Politechniką Łódzką oraz Politechniką Poznańską (Liderem projektu).

Kandydatka współpracowała również z podmiotami zagranicznymi w ramach programu Horyzont 2020. 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”* (Arkonim 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. W realizację projektu było zaangażowanych kilka krajów UE: Polska, Niemcy, Włochy, Belgia i Rumunia.

Dr inż. Renata Żyłła była także wykonawcą przy 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 Sieci Badawczej Łukasiewicz-Institut Włókiennictwa (aktualnie Łukasiewicz-ŁIT) dotyczącej analizy technologicznej możliwości rozwoju zrównoważonego sektora tekstylno-odzieżowo-skórzanego (w tym modowego) w Polsce zgodnie z zasadami gospodarki o obiegu zamkniętym oraz opracowania 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: Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytutem Organizacji i Zarządzania w Przemśle – „ORGMASZ” (Liderem Projektu) oraz Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytutem Biopolimerów i Włókien Chemicznych (aktualnie Łukasiewicz-ŁIT) i Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytutem Przemysłu Skórzanego (aktualnie Łukasiewicz-ŁIT).

W dorobku dr inż. Renaty Żyłły brakuje staży zagranicznych, co jest dużym mankamentem w aspekcie ubiegania się o stopień doktora habilitowanego. Jednak Habilitantka uzasadniła brak staży zagranicznych opieką nad niepełnosprawną córką.

5. Charakterystyka działalności dydaktycznej i organizacyjnej oraz popularyzujących naukę

W ramach działań na rzecz rozwoju młodej kadry dr inż. Renata Żyłła współpracuje z Wydziałem Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej. W latach 2021-2022 była promotorem 3 prac magisterskich na podstawie trójstronnej umowy

pomiędzy Łukasiewicz-ŁIT, Politechniką Łódzką i dyplomantami. Prace były realizowane w ramach kierunków: inżynieria chemiczna i biochemiczna oraz inżynieria środowiska – ekologiczne źródła energii. Była też promotorem 1 pracy inżynierskiej na kierunku Inżynieria środowiska. Od 2022 r. jestem opiekunem ze strony Łukasiewicz-ŁIT doktoratu wdrożeniowego realizowanego w szkole doktorskiej Politechniki Łódzkiej. W momencie składania rozprawy habilitacyjnej był procedowany wniosek o przyjęcie kandydatury Habilitantki na promotora pomocniczego. Jako kierownik Zakładu Technologii Biomedycznych i Ochrony Środowiska oraz Dyrektor Centrum Gospodarki o Obiegu Zamkniętym Kandydatka opiekowała się kilkoma studentami z różnych wydziałów Politechniki Łódzkiej i Uniwersytetu Łódzkiego odbywającymi praktyki studenckie w Łukasiewicz-ŁIT. W 2023 r. była opiekunem stypendystki z Turcji w ramach programu ERASMUS+.

W ramach działalności organizacyjnej dr inż. Renata Żyłła była członkiem Rady Naukowej Instytutu Włókiennictwa w latach 2009-2017. Pełniła również funkcję przewodniczącej komitetu naukowego I Konferencji Naukowej EkoBioTex 2021 poświęconej m.in. tematyce ochrony środowiska. Reasumując można stwierdzić, że działalność dydaktyczna oraz popularyzująca naukę Habilitantki jest jednak bardzo uboga.

6. Wniosek końcowy

Na podstawie analizy dostarczonych materiałów stwierdzam, że dr inż. Renata Żyłła posiada satysfakcjonujący dorobek naukowy oraz słabszy dydaktyczny i organizacyjny. W dorobku naukowym Kandydatki brakuje zagranicznych staży naukowych, co jest pewnym mankamentem w aspekcie ubiegania się o stopień doktora habilitowanego. Zaletą w dorobku Kandydatki jest natomiast działalność badawczo-rozwojowa we współpracy z jednostkami naukowymi oraz z otoczenia społeczno-gospodarczego z Polski i zagranicy.

Badania przeprowadzone przez Habilitantkę oraz przedstawione w cyklu 7 publikacji składającym się na osiągnięcie naukowe wnoszą nowe treści do dziedziny nauk inżynierijno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka oraz obejmują zarówno aspekt naukowy, jak również aplikacyjny. Zatem **pozytywnie oceniam osiągnięcie naukowe dr inż. Renata Żyłły przedłożone do recenzji.**

Recenzowane osiągnięcie naukowe **„Usuwanie niebezpiecznych substancji z wody i ścieków za pomocą zintegrowanych technik membranowych i chemicznego utleniania”**, na które składa się cykl 7 publikacji, może stanowić podstawę do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego nauk inżynierijno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, gdyż spełnia wymagania zawarte w art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2022 r., poz. 574). W związku z tym wnioskuję do Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Śląskiej o dopuszczenie dr inż. Renata Żyłły do dalszych etapów postępowania

Podpisał Krzysztof Jóźwiakowski

