

RECENZJA

w postępowaniu o nadanie **dr inż. Lucynie Bilińskiej** stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie **nauk inżynieryjno-technicznych**, dyscyplinie **inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka**.

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawą do opracowania recenzji jest Umowa o dzieło Nr UMC/0416/2022 zawarta w dniu 10-02-2022 z Politechniką Śląską w Gliwicach oraz pismo z dnia 15.02 2022 r. znak RIE-BD.532.4.2022 Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynierii Środowiska, Górnictwa i Energetyki Politechniki Śląskiej pana prof. dr hab. inż. Andrzeja Rusina informujące o powołaniu mnie, zgodnie z Uchwałą Nr 1/2022 Rady Dyscypliny Inżynierii Środowiska, Górnictwa i Energetyki Politechniki Śląskiej z dnia 20 stycznia 2022, w skład komisji habilitacyjnej jako recenzenta w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego dr inż. Lucynie Bilińskiej.

Recenzję opracowano zgodnie z obowiązującymi kryteriami oceny wynikającymi z aktualnych przepisów prawa na dzień wszczęcia ocenianego postępowania habilitacyjnego określonych w Art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy z 20 lipca 2018 Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2020 r. poz. 85, z późn. zm.) i Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017 r., poz. 1789 z późn. zm.).

Recenzję przygotowano na podstawie n/w dokumentacji dostarczonej w formie papierowej i elektronicznej:

- wniosek z dnia 27 września 2021 o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka,

- dane wnioskodawcy,
- kopia dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora,
- autoreferat,

- wykaz opublikowanych prac naukowo badawczych i twórczych prac zawodowych oraz informacja o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki,
- kopie artykułów naukowych wchodzących w skład cyklu publikacji powiązanych tematycznie,
- potwierdzenie wkładu Wnioskodawcy i współautorów publikacji naukowych,
- kopie wybranych publikacji naukowych spoza cyklu,
- elektroniczna wersja wniosku wraz z załącznikami; 1 egz. na nośniku pendrive.

2. Sylwetka Kandydatki

Kandydatka ukończyła studia w 2008 roku, a tytuł zawodowy magistra inżyniera uzyskała na Wydziale Technologii Materiałowych i Wzornictwa Tekstyliów Politechniki Łódzkiej w Łodzi broniąc pracę pt.: *„Włókna z nanokompozytu polialkoholu winylowego do zastosowań medycznych”*. Stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska uzyskała na Wydziale Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej w Łodzi w 2017 roku na podstawie rozprawy pt.: *„Zastosowanie metod pogłębionego utleniania do odbarwiania ścieków włókienniczych w warunkach przemysłowych”*. Promotorem był prof. dr hab. inż. Stanisław Ledakowicz. W latach 2009 – 2014 odbyła studia doktoranckie na Wydziale Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej w Łodzi. Pracę zawodową rozpoczęła w 2014 r. w Zakładzie Włókiennictwa Biliński Sp.j. (0,5 etatu). Pozostaje tam zatrudniona do tej pory na stanowisku kierownika Działu Badawczo Rozwojowego. Od 2020 r. do chwili obecnej pracuje również w Katedrze Inżynierii Molekularnej Wydziału Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej na stanowisku adiunkta (0,75 etatu).

3. Informacje o dorobku naukowo-badawczym Kandydatki i jego ocena

3.1. Tytuł osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Osiągnięciem naukowym stanowiącym podstawę ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego jest jednotematyczny cykl publikacji pt.: *„Wielostopniowy proces oczyszczania ścieków z przemysłu tekstylnego jako sposób zintensyfikowanego usuwania zanieczyszczeń w systemach recyklingu wody technologicznej”*.

3.2. Dane naukometryczne

Analiza dorobku publikacyjnego dr inż. Lucyny Bilińskiej wskazuje, że nie posiada Ona publikacji autorskich. Łączna liczba 22 artykułów naukowych to publikacje współautorskie

z różnym udziałem merytorycznym Autorki. Deklarowany wkład w powstawanie publikacji określony został w Autoreferacie w oświadczeniach Habilitantki oraz współautorów (Załącznik 6) dla 7 publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego. Oświadczenia zawierają dla każdej publikacji lakoniczny opis zadań zrealizowanych przez Habilitantkę i deklarowany udział procentowy. Uwagę zwraca niewielki wkład współautorów w tworzeniu publikacji. Kandydatka jest współautorką 3 rozdziałów w monografiach naukowych. Nie posiada monografii autorskiej. Nie można uznać za monografię pracy doktorskiej wykazanej w zestawieniu opublikowanych monografii naukowych (str. 26 Autoreferatu, p.5.2, tabela A). Potwierdza to sama Autorka nie umieszczając już pozycji monografie w zestawieniu dorobku naukowego (str. 27 Autoreferatu, p. 5.4, tabela A).

15 prac wyróżnionych przez bazę Journal Citation Reports (ICF) zostało opublikowanych w 10 czasopismach: Chemical Engineering Journal, Catalysts, Autex Research Journal, Water, Journal of Environmental Management, Water Resources and Industry, Fibres & Textiles in Eastern Europe, Process Safety and Environmental Protection, Journal of Advanced Oxidation Technology, Ecological Chemistry and Engineering, w większości o wysokim IF. Ich **sumaryczny współczynnik Impact Factor (ΣIF) = 59,146 (43,787 po uzyskaniu stopnia doktora)**, a **suma punktów wg MNiSW (MEN po 2019) wynosi 1376 (1186 po uzyskaniu stopnia doktora)**.

Pozostałych 7 publikacji, w tym 6 przed doktoratem, posiada łącznie 31 punktów MNiSW (MEN po 2019).

Przedstawione dane naukometryczne oraz ich analiza potwierdzają, że od ukończenia doktoratu Kandydatka powiększyła swój dorobek naukowy oraz publikacyjny w sposób znaczący. Dane naukometryczne stanowią pomocnicze kryterium oceny dorobku naukowego kandydatów w postępowaniach habilitacyjnych, jednak w przypadku dr inż. Lucyny Bilińskiej wypadają zdecydowanie pozytywnie. W stosunkowo krótkim, zaledwie kilkuletnim okresie Kandydatka zgromadziła publikacje o wysokim sumarycznym współczynniku IF oraz równie wysokiej sumarycznej punktacji ministerialnej. Są one potwierdzeniem Jej aktywności naukowej, ale również wynikiem pracy zespołowej. O wartości naukowej dorobku Kandydatki świadczą pozostałe dane naukometryczne (wg *Web of Science Core Collection*):

- **indeks Hirsha = 8,**
- **liczba cytowań = 467 w tym 16 autocytowań.**

3.3. Ocena wskazanego przez Kandydatkę osiągnięcia naukowego

Osiągnięciem naukowym stanowiącym podstawę do ubiegania się o uzyskanie stopnia doktora habilitowanego jest cykl 7 publikacji pt.: „*Wielostopniowy proces oczyszczania ścieków z przemysłu tekstylnego jako sposób zintensyfikowanego usuwania zanieczyszczeń w systemach recyklingu wody technologicznej*”. Suma punktów tych prac (obliczona

w oparciu o wykazy MNiSW/MEN), zgodnie z rokiem opublikowania, wynosi 740, a sumaryczny JF, zgodny z rokiem publikacji, jest równy 26,675.

Po przedstawieniu we wstępie Autoreferatu (Załącznik 3, str. 5-7) problemu oczyszczania i ponownego wykorzystywania ścieków z przemysłu tekstylnego Autorka omawia kwestie ustawodawstwa, w tym brak uregulowań dla substancji znajdujących się w wodzie/podczyszczonych ściekach zalecanych do recyklingu. Zwraca uwagę na uciążliwość zanieczyszczeń w ściekach włókienniczych cechujących się niską biodegradowalnością; współczynnik $BZT_5/ChZT < 4$. Z tego powodu ścieki te nie są podatne na oczyszczanie metodami biochemicznymi. Habilitantka wskazuje, że dla ścieków tego typu zasadnym jest ich oczyszczanie metodami fizyczno-chemicznymi. Podkreśla, że szczególnie preferowanym rozwiązaniem, stosowanym chętnie przez ostatnie 20 lat, były metody zaawansowanego utleniania (advanced oxidation processes – AOPs), głównie ozonowanie. Następnie, cytując kilka pozycji literatury zauważa, że badaniom pośrednich produktów rozkładu zanieczyszczeń, czy recyklingowi oczyszczonych ścieków poświęcono niezwykle mało uwagi. Brak informacji o dokonaniach autorów wymienionych publikacji i jakiegokolwiek dyskusji w tym względzie wskazuje na znaczne spłylenie zagadnienia, które następnie stanowi podstawę sformułowania pytań i postawienia hipotez badawczych. Przegląd piśmiennictwa jest niezmiernie ważnym elementem każdej pracy naukowej; daje gwarancję elementu nowości planowanym badaniom. Często bowiem zdarza się, że zagadnienie będące tematem dociekań, było już wcześniej rozpoznane. Przykładem niech będzie cytata z publikacji H3 str. 996, p. 3.2: „*There are only a few literature reports considering the simultaneous use of EC o O₃ for dye removal [26-28, 35], and all indicated a synergetic effect from the coupled treatment*”. W porównaniu do Autoreferatu kwestia przeglądu piśmiennictwa w publikacjach H1-H7 wypada pozytywnie, chociaż czasem informacje o badaniach substancji potencjalnie szkodliwych (SPS) w recykulowanych ściekach są lakoniczne. Przykładem jest cytata z publikacji H1 str. 2: „*However, it should be noted that only a few autors have dealt with by-products detection[11-12], scaling-up [16], or purified wastewater recycling[17-20]*” i powtórzenie tej informacji w Autoreferacie (p. 4.3 Wstęp, str. 7, Załącznik nr. 3). Byłoby interesującym i pomocnym ustosunkowanie się do wyników badań wskazanych autorów publikacji.

Przekonanie Habilitantki o konieczności podjęcia działań korygujących i naprawczych w produkcji tekstyliów wynika między innymi z danych zawartych w raporcie OECD wskazującym branżę włókienniczą jako jedną z najbardziej wodochłonnych gałęzi przemysłu. Recyrkulacja podczyszczonych ścieków w procesach produkcyjnych stwarza zagrożenia akumulacji zanieczyszczeń jak również tworzenia niebezpiecznych produktów pośrednich. Właściwe zaplanowanie badań naukowych wymaga odpowiedzi na szereg pytań które formułuje Habilitantka. W celu odpowiedzi na przedstawione problemy badawcze Habilitantka postawiła dwie hipotezy:

- Stosowane obecnie na skalę przemysłową procesy oczyszczania i recyklingu ścieków przemysłu włókienniczego mogą prowadzić do wytwarzania i akumulacji substancji potencjalnie szkodliwych – SPS w recykulowanej wodzie, które mogą być bardziej toksyczne niż zanieczyszczenia pierwotne,

- Recykling ścieków przemysłu tekstylnego może być bezpieczny, kiedy zjawisko akumulacji SPS zostanie zminimalizowane poprzez opracowanie i zastosowanie odpowiedniej metody oczyszczania.

Rozwiązanie zidentyfikowanych problemów badawczych Habilitantka prezentuje w przedstawionym osiągnięciu naukowym składającym się z 7 publikacji oznaczonych symbolami H1-H7. Dwie pierwsze prace H1 i H2 dotyczą możliwości występowania i akumulacji wtórnych zanieczyszczeń z tradycyjnym procesie ozonowania ścieków włókienniczych.

Nie uznaję zjawiska akumulacji substancji potencjalnie szkodliwych (SPS) w procesie ozonowania, podczas wielokrotnej pętli recyklingu (wniosek 2 Autoreferatu, str. 18), za oryginalne spostrzeżenie badawcze. Jest prawdopodobne, że 5-cio krotny cykl barwienia i cztero krotny cykl procesu ozonowania (patrz publikacja H1) może powodować akumulację pośrednich produktów rozkładu zanieczyszczeń włókienniczych. Świadczył o tym wzrost ChZT w kolejnych cyklach procesu barwienia. Zidentyfikowane, aromatyczne związki organiczne będące pochodnymi hydroksynaftalenu i fenolu są mało podatne na utlenianie ozonem pomimo jego wysokiego potencjału utleniającego. Jak wynika z dyskusji wyników w publikacji H1 (str. 2) możliwość wystąpienia pośrednich produktów rozkładu i wyjaśnienia ścieżki ich tworzenia, była sygnalizowana w publikacjach [70] i [71]. Powyższa uwaga nie umniejsza wartości publikacji H1. Potwierdzenie metodą chromatografii obecności związków SPS i wyjaśnienie ich negatywnego wpływu (tworzenie trwałego buforu w oczyszczonych ściekach; pH 9,5-10,0) na możliwość powtórnego wykorzystywania podczyszczonych ścieków przemysłowych stanowiło pełne uzasadnienie przeprowadzenia badań ozonowania w rozbudowanej skali, co opisano w następnej publikacji.

Publikacja H2 będąca kontynuacją pracy H1, realizowana w skali ułamkowo-technicznej, nie wnosi nowych, naukowych treści. Jej celem było zbadanie możliwości zastosowania procesu ozonowania w skali przemysłowej i sprawdzenie jakości barwień przy użyciu wody z procesu recyrkulacji podczyszczanych ścieków. Badania miały w większości charakter użytkowy i trudno w nich znaleźć element nowości. Sam proces ozonowania w oczyszczaniu ścieków z przemysłu włókienniczego jest znany i stosowany co najmniej od 20 lat. Trudno uznać słuszność wniosku z badań wskazującego, iż ozonowanie może być stosowane w przemyśle tekstylnym jako wysoce efektywna metoda przy zastosowaniu recyklingu oczyszczanych ścieków (H2, Conclusions, str. 8). Przeczą temu sami autorzy publikacji pisząc równocześnie w tym rozdziale o zaledwie 30% usuwaniu ChZT potwierdzającym duże stężenie bezbarwnych produktów ubocznych. Doskonałe rezultaty barwienia uzyskiwano jedynie dla jednego cyklu. Autorzy powtarzają za publikacją H1 (pomimo różnicy skali eksperymentów) o zjawisku akumulacji naftolu i fenolu w procesie wielokrotnego recyklingu (brak jasności czy badano te produkty w skali ułamkowo technicznej). Stwierdzają zaś w publikacji H2 iż tkaniny barwione z wykorzystaniem recyrkulowanych ścieków są wolne od rakotwórczych amin i metali ciężkich (z wyjątkiem niskich stężeń miedzi). Pomimo niedoskonałości zastosowanej metody ozonowania z wykorzystaniem recyrkulowanych, podczyszczonych ścieków, udało się potwierdzić dane zawarte w cytowanej literaturze o obecności i niskim stopniu utleniania SPS. Brak w pełni satysfakcjonujących wyników uzasadnia podjęcie przez Habilitantkę dalszych poszukiwań, bardziej zaawansowanej technologii usuwania zanieczyszczeń wtórnych, w procesie recyrkulacji ścieków

włókienniczych. Efektem tego jest podjęcie zintensyfikowanych badań mających na celu usuwanie koloru i SPS.

W publikacji H3 badano modelowe i rzeczywiste ścieki zawierające barwnik RB5 wykorzystując procesy jednostkowe ozonowania (O_3) i elektrokoagulacji (EC) w różnych konfiguracjach. Zastosowanie samego procesu EC znacznie skracало proces odbarwiania roztworów barwników jak i ścieków jedynie w początkowej fazie procesu. Dalsze badania wykazały korzyści z połączenia procesów jednostkowych EC i O_3 zarówno w przypadku procesu jednostopniowego ($EC+O_3$) kiedy ozon był wprowadzany bezpośrednio do elektrokoagulatora, jak i dwustopniowego ($EC \rightarrow O_3$), gdy procesy następowały po sobie. Ostatecznie, głównie ze względu na obniżone koszty proces ($EC \rightarrow O_3$) został wybrany jako najbardziej korzystny i jego przyjęto do opracowania założeń techniczno-technologicznych instalacji przemysłowej. Za przyjęciem ($EC \rightarrow O_3$) przemawiała między innymi dwukrotnie niższa dawka ozonu oraz wyższy procent usuwanego wskaźnika ChZT.

Osiągnięcie naukowe prezentowane w publikacji H3 oceniam bardzo pozytywnie, pomimo że, jak wspomniałem wcześniej, równoczesne wykorzystywanie elektrokoagulacji i ozonowania było już opisywane w literaturze. Publikacja jest wynikiem przemyślanego zaplanowania eksperymentów, szczegółowych badań analitycznych i technologicznych, merytorycznie poprawnej i dojrzałej dyskusji wyników. Autorzy potwierdzają współdziałający efekt działania procesów EC i O_3 , który wynika nie tylko z koagulacji połączonej z utlenianiem zanieczyszczeń rodnikami hydroksylowymi. Wyjaśniają, że wytłumaczeniem zachodzących procesów jest przejściowe występowanie nietrwałej, bezbarwnej formy barwnika Reactive Black 5 (RB5), który ulegając degradacji daje produkty pośrednie, a jeden z nich wykazuje zdolność odtwarzania barwy.

Wykazanie znaczącej roli połączenia oksydacyjno/redukcyjnej degradacji chromoforu barwnika RB5 w przebiegu procesów elektrokoagulacji i ozonowania jest niewątpliwie osiągnięciem naukowym autorów pracy, w tym dr inż. Lucyny Bilińskiej, która jest jej pierwszym autorem z 80 % udziałem. Potwierdzeniem osiągnięcia było wykazanie za pomocą chromatografii cienkowarstwowej obecności dwóch amin jako produktów ubocznych redukcji barwnika RB5. Autorzy uznali umiarkowaną mineralizację zanieczyszczeń osiąganą w eksperymencie za czynnik drugorzędny, ponieważ nie wpływał negatywnie na jakość barwienia. Pomimo obiecujących wyników proponowanego rozwiązania ($EC \rightarrow O_3$) obecność niewielkich stężeń SPS w recyrkulacji i możliwość ich toksycznego oddziaływania wskazywała na potrzebę dalszych badań. Habilitanta prezentuje je w publikacjach H5 i H6.

Niezbyt jasne jest umieszczenie w grupie publikacji opisujących osiągnięcie naukowe Habilitantki pracy H4 prezentowanej na 11 Kongresie SHP „*Science in the age of globalization*”. W Autoreferacie (Załącznik 3, str. 12) jest informacja, iż wyniki eksperymentów laboratoryjnych, będące przedmiotem publikacji H3, dały podstawę do opracowania oryginalnych założeń techniczno-technologicznych instalacji przemysłowej. W publikacji H3 wykazano, że optymalnym rozwiązaniem, które powinno być wykorzystane w skali przemysłowej jest ($EC \rightarrow O_3$). Tymczasem, jak wynika z pracy H4, zaplanowano i wdrożono wyłącznie proces elektrokoagulacji. Nie negując parametrów pracy instalacji, ustalonych na podstawie badań laboratoryjnych EC, będących przedmiotem publikacji H3, zachodzi pytanie dlaczego poprzestano tylko na elektrokoagulacji? Na jakiej podstawie uznano, że wdrożona w przemyśle włókienniczym instalacja będąca zamkniętą pętlą recyklingu solanki stanowi

oryginalne rozwiązanie, skoro nawet współpracujący układ ($EC \rightarrow O_3$) wskazywał na potrzebę doskonalenia. W Autoferacie, w opisie publikacji H3 (Załącznik 3, str. 9) stwierdzono, że zastosowanie samego procesu EC znacznie skracało proces odbarwiania roztworów barwników jak i ścieków, jedynie w początkowej fazie procesu, a dalsze prowadzenie EC nie skutkowało odbarwieniem i było nieefektywne. Wprawdzie w opisie kolejnego eksperymentu (publikacja H5, str. 13 Załącznik 3 Autoreferatu), w którym pierwszym etapem oczyszczania była elektrokoagulacja w skali przemysłowej, zamieszczono charakterystykę podczyszczonych ścieków wykazującą 84% ubytku barwy i około 50% usuwania ChZT i OWO, jednak nie podano szczegółów odnośnie SPS. Ponieważ w pracy H4 brak jest pełnych wyników określających efekty pracy instalacji (rozwiązanie objęte ochroną patentową) nie mogę uznać wdrożenia EC za osiągnięcie naukowe.

Publikacja H5 jest kontynuacją doskonalenia procesów ($EC \rightarrow O_3$). Eksperyment prowadzono z wykorzystaniem surowych, zasolonych ścieków przemysłowych, mocno obciążonych azowym barwnikiem RB5. W pierwszym stopniu ścieki podczyszczano stosując elektrokoagulację w skali przemysłowej. Efekty, jakie uzyskiwano to 84 %-towe usuwanie barwy w krótkim czasie 8 minut. Problemem było wysokie, pozostałe ChZT powyżej 2000 mg/cm³ O₂ oraz obecność uciążliwych produktów ubocznych; wykryto anilinę. Powyższe potwierdza słuszność uwag zgłoszonych przy omówieniu i ocenie pracy H4 o niedoskonałości procesu elektrokoagulacji zastosowanego w instalacji przemysłowej. Jego skuteczność dotyczy tylko usuwania koloru w ściekach. W drugim etapie badań, które prowadzono w warunkach laboratoryjnych, badano proces katalitycznego ozonowania węglem aktywnym. Analizowano różne konfiguracje procesu: adsorpcję (AC), ozonowanie (O₃), katalityczne ozonowanie poprzedzone adsorpcją ($AC \rightarrow O_3AC$) i bez adsorpcji (O₃AC). Cel pracy został osiągnięty. Nastąpiło zwiększenie stopnia usunięcia wtórnych związków refrakcyjnych skutkując efektywnym usuwaniem barwy, wzrostem stopnia mineralizacji zanieczyszczeń (niższe ChZT) i zmniejszeniem toksyczności. Wykazano, iż układ w którym stosowano katalizator AC był efektywniejszy w generowaniu rodników hydroksylowych, niż ten bez katalizatora. Tym samym potwierdzono możliwość stosowania recyklingu oczyszczonych ścieków. Badania mechanizmów rozkładu barwnika RB5 prowadzone na podstawie porównania widm absorpcyjnych w zakresie promieniowania UV dla próbek ścieków i substancji wzorcowych uznają za osiągnięcie naukowe Habilitantki. Zaproponowana, prawdopodobna ścieżka rozkładu RB5 to pochodne aniliny oraz naftolu powstające w wyniku rozpadu wiązania azowego, tworzącego pierwotnie układ chromoforowy.

Publikacja H6 zawiera informacje o badaniach doboru katalizatora dla procesu katalitycznego ozonowania ścieków surowych i podczyszczonych w EC. Testowano trzy katalizatory: tlenek tytanu IV, metal na nośniku Pt-AC i węgiel aktywny AC. Najlepszymi właściwościami katalitycznymi okazał się AC, co wyrażało się zarówno usuwaniem barwy jak też rozkładem SPS. Dyskusja wyników, wyjaśniająca brak efektu addytywnego, w przypadku ścieków surowych dla wszystkich rodzajów katalizatorów oraz tłumacząca zróżnicowaną aktywność katalityczną badanych katalizatorów dla ścieków podczyszczanych w procesie EC, jest merytorycznie poprawna i świadczy o dojrzałości naukowej Habilitantki. Badania prezentowane w publikacji H6, wraz z próbą wyjaśnienia skomplikowanego charakteru zjawisk zróżnicowanej aktywności katalitycznej badanych materiałów, uznają za osiągnięcie naukowe.

Publikacja H7, jest spójnym tematycznie opracowaniem naukowym, przedstawiającym w sposób oryginalny i twórczy zagadnienie stosowania metod zaawansowanego utleniania (advanced oxidation processes – AOPs) zanieczyszczeń w ściekach z przemysłu tekstylnego. To monograficzne opracowanie w pełni rekompensuje brak monografii w dorobku Habilitantki. Przegląd olbrzymiej liczby publikacji omawia najnowsze trendy w AOPs. Potwierdzają one elementy nowości badań, prezentowanych w ramach zgłoszonego osiągnięcia naukowego. Proponowane w publikacjach H1-H6 rozwiązania przynoszą oczekiwane rezultaty, gdy stosuje się rozwiązania hybrydowe powodujące współdziałający efekt działania badanych procesów. Wyższą skuteczność w usuwaniu barwy, ChZT, TOC uzyskuje się wprowadzając katalizatory osadzone na nośnikach rozwijających powierzchnię właściwą bez zwiększenia oporów dla transportu masy. Habilitantka wskazuje na możliwe przebudowywanie tradycyjnego AOPs w kierunku zastępowania generowanych, bazujących na tlenie, reaktywnych czynników utleniających (reactive oxygen species-ROS) przez związki azotu, siarki i chloru. Bardzo szczegółowy przegląd 226 pozycji piśmiennictwa zawierający wnikliwą dyskusję na temat ścieżek dekompozycji barwników np. RB5, czy MB (Methylene Blue) potwierdza, pomimo uzyskanego już częściowego obniżenia toksyczności SPS, konieczność dalszego poszukiwania nowych technik, bardziej efektywnego oczyszczania ścieków z przemysłu włókienniczego. Wnioski wypływające z publikacji H7 wraz z osiągnięciem naukowym wykazanym głównie w publikacjach H3, H5 i H6 stanowią wspólnie znaczący wkład w rozwój inżynierii środowiska.

3.4. Ocena pozostałych osiągnięć naukowo- badawczych

Dr inż. Lucyna Bilińska realizuje się w tematyce badawczej dotyczącej wykorzystania metod fizyczno-chemicznych do oczyszczania ścieków z przemysłu włókienniczego. Jej praca doktorska była częścią grantu badawczego PBS2/A9/22/2013 pt.: „*Opracowanie chemiczno-biologicznej technologii oczyszczania ścieków włókienniczych*” finansowanego przez NCBiR w latach 2013-2016. Projekt realizowany był przy współudziale Wydziału Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej oraz Zakładu Technologii Biomedycznych i Ochrony Środowiska Instytutu Włókiennictwa. Praca doktorska została wyróżniona i dwukrotnie nagrodzona nagrodą Marszałka Województwa Łódzkiego i tytułem „*Ekologiczny doktor 2018*” przyznany przez Wojewódzki fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Łodzi. W latach 2015-2018 Kandydatka była członkiem zespołu badawczego, jako główny wykonawca, projektu inicjatywy EUREKA o akronimie TICKOTEX pt.: „*Nowej generacji wyroby tekstylne o funkcjach ochronnych przed kleszczami, owadami i mikroorganizmami*” współfinansowanego przez NCBiR i realizowanego przez Zakład Włókienniczy Biliński sp.j. i Instytut Włókiennictwa - Sieć Badawcza Łukasiewicz. Projekt zakończył się wdrożeniem przemysłowym nowych wyrobów tekstylnych. Od września 2021 pełni rolę kierownika międzynarodowego projektu pt.: „*Modern wastewater treatment with plasma-prepared catalyst for textile wastewater recycling*” („*Nowoczesna technika oczyszczania i recyklingu ścieków włókienniczych realizowana z wykorzystaniem katalizatorów plazmowych*”) finansowanego z funduszy norweskich i EOD, przyznanego przez NCBiR w konkursie Research Small Grant Scheme

(2021-2023). Pozostaje również wykonawcą projektu SONATA 16 pt.: „*Badania synergii pomiędzy ozonem i wytwarzanymi plazmowo nowymi katalizatorami w hybrydowym procesie elektrochemicznego ozonowania mikrozanieczyszczeń*” poświęconego eliminacji mikrozanieczyszczeń ze środowiska wodnego finansowanego przez NCN od 2021 r. do 2024 r. W 2021 r. otrzymała stypendium MEN dla wybitnych młodych naukowców.

Na uczelni, będąc adiunktem w grupie pracowników badawczych, specjalizuje się w wykorzystywaniu metod fizyczno-chemicznych (zaawansowanego utleniania - AOPs; głównie ozonowania, doboru katalizatorów w procesie katalitycznego ozonowania, elektrokoagulacji) do usuwania zanieczyszczeń ze ścieków włókienniczych.

Informacje o udziale Kandydatki w konferencjach, zamieszczone w Autoreferacie na str. 23 i w tabelarycznym zestawieniu na str. 27, p. 5.4, tabela A, nie są spójne. W zestawieniu liczba referatów na konferencjach krajowych i międzynarodowych wynosi **12** w tym **2** po doktoracie. Dodatkowo wyszczególnione tu są komunikaty na konferencjach krajowych i międzynarodowych w liczbie **9** w tym **3** po doktoracie. Z opisu na str. 23 wynika, że przed doktoratem Kandydatka uczestniczyła w **13** konferencjach krajowych i zagranicznych, w tym wyszczególniono **1** poster i **1** wystąpienie ustne na konferencjach międzynarodowych. Po doktoracie odnotowane są **4** współautorskie publikacje w materiałach konferencyjnych (brak szczegółów) i udział w **2** konferencjach, w tym **1** komunikat w konferencji międzynarodowej. Podsumowując, aktywność Kandydatki na tym polu jest skromna. Mała aktywność w zakresie współpracy międzynarodowej wynika być może ze specyfiki podejmowanych zagadnień naukowych. Przypuszczam jednak, że zwiększający się dorobek publikacyjny Habilitantki w czasopiśmie z bazy JCR pozwoli na podjęcie takiej współpracy i wydatnie zaktywizuje Jej wartościowy dorobek naukowy.

Wśród pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych szczególnie zauważalna jest aktywność dr inż. Lucyny Bilińskiej w recenzowaniu prac w czasopiśmie międzynarodowych. Jak wynika z zestawienia (Zał. 4, str. 11-12) w latach 2017-2021 Kandydatka była recenzentem w **26** czasopiśmie z bazy JCR często o bardzo wysokim IF. Szkoda, że w zestawieniu brak jest tytułów recenzowanych prac.

Kandydatka realizowała badania naukowe w Dziale Badawczo-Rozwojowym Zakładu Włókienniczego Biliński sp.j. w Konstantynowie Łódzkim ze środków finansowych pozyskanych z Unii Europejskiej na łączną kwotę 14,5 mln. zł. w ramach Programu Operacyjnego, 2014-2020 (Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego) oraz Regionalnego Programu Operacyjnego województwa łódzkiego, 2014-2020 (Centrum Obsługi przedsiębiorcy). Umiejętność połączenia pracy w przemyśle z działalnością organizacyjną (kierowniczka Działu Badawczo-Rozwojowego) i badaniami naukowymi zaowocowała przyznaniem łącznie **6** patentów i zgłoszeń patentowych. Kandydatka jest współautorką **3** przyznanych patentów: P.409337 w 2017 r., P.400910 w 2019 r., W.125758 w 2019 r. i **3** zgłoszeń: P.414472 w 2015 r., P.416334 w 2016 r., P. 436961 w 2021 r. (Zał. 3 p. 5.3). Patenty są powiązane z tematyką osiągnięcia naukowego Habilitantki będącego podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego i znacznie wzmacniają Jej osiągnięcia naukowe. Dr inż. Lucyna Bilińska legitymizuje się ponadto wartościowymi osiągnięciami projektowymi, konstrukcyjnymi i technologicznymi. W latach 2011-2018 współuczestniczyła w opracowaniu **4** technologii podczyszczania ścieków włókienniczych wraz z projektem

instalacji technicznej do oczyszczania ścieków metodą koagulacji zakończonej wdrożeniem (Załącznik 4, II, p. 5).

3.5. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzujących naukę

Dr inż. Lucyna Bilińska pracuje w Katedrze Inżynierii Molekularnej Wydziału Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej od 2020 r. na stanowisku adiunkta w grupie pracowników badawczych. Z tego powodu jest w mniejszym stopniu zaangażowana w działalność dydaktyczną. Z Autoreferatu wynika, że jest promotorem 2 prac inżynierskich. Sprawuje też bezpośrednią opiekę naukową nad jedną doktorantką. Przed podjęciem pracy na uczelni była promotorem pomocniczym 1 pracy magisterskiej oraz jako opiekun z przemysłu 1 pracy magisterskiej. Przez szereg lat sprawowała funkcję opiekuna praktyk w Zakładzie Włókienniczym Biliński sp.j. Podopiecznymi byli studenci, łącznie 81 osób, w tym 2 studentów w ramach programu Erasmus+, stażysci-12 osób i uczniowie szkół średnich-27 osób. Oprowadzała wycieczki po zakładzie przemysłowym, którego jest pracownikiem. Występowała także w roli promotora nauki w Regionalnym Programie popularyzacji kierunków nauczania zawodowego dla młodzieży.

Godną uwagi jest informacja o uczestniczeniu Kandydatki w 2 programach europejskich:

- AQUARES Interreg Europe – projekt realizowany przez Urząd Marszałkowski woj. Łódzkiego,
- ENTER Interreg Europe- nr CE1136 – projekt realizowany przez Sieć Badawczą Łukasiewicz – Instytut Włókiennictwa.

Ważne są również dane o współpracy z otoczeniem społecznym i gospodarczym, w tym wykaz dorobku technologicznego (Załącznik 4, III.1.):

- współtworzenie technologii podczyszczania ścieków włókienniczych za pomocą instalacji metody biologiczno-chemicznej; implementacja instalacji o wydajności 30 m³/h w Zakładzie Włókienniczym Biliński sp.j. w Konstantynowie Łódzkim w 2011 r.,
- współtworzenie technologii podczyszczania ścieków włókienniczych za pomocą koagulacji; implementacja instalacji o wydajności 25 m³/h w Zakładzie Włókienniczym Biliński sp.j. w Konstantynowie Łódzkim w 2015 r.,
- współtworzenie technologii podczyszczania ścieków włókienniczych za pomocą elektrokoagulacji; implementacja instalacji o wydajności 5 m³/h w Zakładzie Włókienniczym Biliński sp.j. w Konstantynowie Łódzkim w 2018 r.

Kandydatka jest członkiem zespołu ekspertów programu Interreg Europa Policy Learning Platform, 2021 r.

4. Podsumowanie i wniosek końcowy

Całokształt działalności dr inż. Lucyny Bilińskiej oceniam pozytywnie. Habilitantka jest dojrzałym pracownikiem naukowym umiejętnie łączącym badania z pracą zawodową w przemyśle. Posiada umiejętność trafnego definiowania problemów badawczych z dobrym opanowaniem warsztatu doświadczalnego. Badania wykonane w ramach zgłoszonego

osiągnięcia naukowego były realizowane na wysokim poziomie, a uzyskane wyniki posiadają duże znaczenie poznawcze i użytkowe. Dorobek naukowy habilitantki jest dobrze udokumentowany.

Podsumowując, przedstawiony przez Habilitantkę jednotematyczny cykl publikacji pt.: *„Wielostopniowy proces oczyszczania ścieków z przemysłu tekstylnego jako sposób zintensyfikowanego usuwania zanieczyszczeń w systemach recyklingu wody technologicznej”* jako wniosek o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego, jest osiągnięciem naukowym wnoszącym znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka.

Wnioskuje do Rady Naukowej Dyscypliny Inżynierii Środowiska, Górnictwa i Energetyki Politechniki Śląskiej o uwzględnienie recenzji w dalszym postępowaniu habilitacyjnym wszczętym na wniosek dr inż. Lucyny Bilińskiej.

Podpisał Janusz Tomaszek

