Prof. dr hab. inż. Iwona Skoczko
Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku
Politechnika Białostocka
15-351 Białystok, ul. Wiejska 45E
Tel. 857469563 e-mail: i.skoczko@pb.edu.pl

Białystok dn. 2023-01-31

RECENZJA

osiągnięcia naukowego pt.
***„ Nanomateriały węglowe w usuwaniu syntetycznych barwników"*,**

jak też pozostałej aktywności naukowej, dydaktycznej ora organizacyjnej

dr inż. Małgorzaty Szlachty

w związku z postępowaniem habilitacyjnym

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

1. Podstawa recenzji

Formalną podstawą prawną opracowania recenzji dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego dr inż. Małgorzaty Szlachty w postępowaniu habilitacyjnym jest Uchwała nr 450/22/RDND08/2021-2014 Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Środowiska Górnictwo i Energetyka z dnia 16 listopada 2022 oraz pismo nr RDND08/153/2023 Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Środowiska Górnictwo i Energetyka dr hab. inż. Roberta Króla prof. PWr z dnia 22.11.2022 w sprawie powołania pełnego składu komisji habilitacyjnej w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno – technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska górnictwo i energetyka dr inż. Małgorzacie Szlachcie.

Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka. Działając na podst. Par.8 ust. 1 Statutu Politechniki Wrocławskiej (Uchwała nr 161/12/2020-2024 Senatu PWr z dnia 8 lipca 2021) par 2 ust.1.lit.c) Regulaminu rad dyscyplin naukowych Politechniki Wrocławskiej (Uchwała nr 258/21/2020-2024 Senatu PWr z dnia 21 kwietnia 2022) art. 221

ust. 5 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. prawo o szkolnictwie Wyższym i nauce (Dz.U. z 2022 poz. 574 z późn. zm.) oraz par 23 ust.1-3 Regulaminu nadawania stopni naukowych na Politechnice Wrocławskiej (Uchwała nr 121/10/2020-2024 Senatu PWr z dnia 20 maja 2021) powołała mnie na recenzenta w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka prowadzonego w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w postępowaniu wszczętym na Politechnice Wrocławskiej na wniosek Pani dr inż. Małgorzaty Szlachty - adiunkta zatrudnionego w Politechnice Wrocławskiej, Wydział Inżynierii Środowiska, Katedra Inżynierii Ochrony Środowiska.

Habilitantka wystosowała też formalny wniosek do Rady Dyscypliny Inżynierii Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Wrocławskiej z dnia 7 września 2022 za pośrednictwem Rady Doskonałości Naukowej o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania jej stopnia doktora habilitowanego i wnioskowała – na podstawie art. 221 ust. 10 ustawy z dnia 20 lipca 2018 – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (j.t. Dz. U. z 2020 poz. 68 z późn. zm.), by komisja habilitacyjna podejmowała uchwałę w trybie jawnym.

Recenzję opracowano stosując kryteria określone w art. 219. ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (j.t. Dz. U. z 2020) oraz Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, postepowaniu habilitacyjnym oraz w postepowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz. U. z 2018 poz. 261), w oparciu o dokumenty:

1. Wniosek habilitacyjny wraz z dokumentacją w języku polskim i angielskim
2. Pismo usterkowe z dnia 12 września 2022 r.
3. Dokument elektroniczny z dnia 13 września 2022 r.
4. Urzędowe Poświadczenie Przedłożenia.
5. Uzupełniony wniosek przewodni w języku polskim i angielskim.
6. Dane wnioskodawcy w języku polskim i angielskim.
7. Kopia dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora.
8. Autoreferat w języku polskim i angielskim.
9. Wykaz osiągnieć naukowych w języku polskim i angielskim.
10. Monografia naukowa stanowiąca osiągnięcie naukowe pt. ,, Nanomateriały węglowe w usuwaniu syntetycznych barwników "
11. Oświadczenie współautora w języku polskim i angielskim.
12. Analiza cytowań.

5 — 6

2. Charakterystyka sylwetki Habilitantki i przebieg jej pracy zawodowej

Doświadczenie zawodowe oraz aktywność naukowa dr inż. Małgorzaty Szlachty realizowana w wielu uczelniach oraz instytucjach naukowych, do których należały przede wszystkim Politechnika Wrocławska, Utrecht University, University of Malaya oraz Geological Survey of Finland. Habilitantka ukończyła w 2002 roku studia wyższe o specjalności Systemy Ochrony Wód i Gleby, kierunek Ochrona Środowiska na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Wrocławskiej. Obroniła **pracę magisterską** na temat *„Koncepcja grupowego systemu zaopatrzenia w wodę rejonu miasta Ogrodzieniec w okresie perspektywicznym”*. W 2004 roku otrzymała też świadectwo ukończenia Studium Pedagogicznego prowadzonego przez Uniwersytet Zielonogórski, Centrum Kształcenia Pedagogicznego, które udokumentowało Jej kwalifikacje pedagogiczne uprawniające do pracy w szkołach i placówkach oświatowych.

W latach 2003-2007 w toku **studiów doktoranckich** Habilitantka prowadziła prace naukowo-badawcze, przygotowała i obroniła rozprawę doktorską nt „Analiza zjawisk w koagulacji objętościowej wspomaganej pylistym węglem aktywnym”. Praca zrealizowana została w ramach krajowych grantów promotorskich finansowanych przez Ministerstwo Nauki i Informatyzacji, którego jego celem była analiza oraz ilościowy opis zjawisk zachodzących podczas procesu koagulacji objętościowej wody powierzchniowej z rzeki Odry wspomaganej adsorpcją na węglu aktywnym. Kolejnym grantem był projekt wewnętrzny promotorski dofinansowany z Politechniki Wrocławskiej, który umożliwił realizację dodatkowych prac badawczych, zawartych w rozprawie. Dr inż. Małgorzata Szlachta w 2004 roku uzyskała stopień doktora w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska na Wydziale Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Śląskiej na podstawie rozprawy: *„Wpływ doboru i warunków eksploatacji instalacji basenowych na zagospodarowanie wód popłucznych”*, której promotorem był prof. dr hab. inż. Karol Kuś. Po obronie doktoratu, od 2004 została zatrudniona na stanowisku adiunkta w Katedrze Inżynierii Wody i Ścieków na Wydziale Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Śląskiej.

Kolejne lata kariery zawodowej związane były z intensywnym rozwojem naukowym i poszukiwaniem właściwej ścieżki badawczej. Doświadczenie zdobyte na macierzystej uczelni, podczas **stażu post-doktorskiego** w departamencie Earth Sciences Uniwersytetu w Utrechcie, **zagranicznego stypendium wyjazdowego** w Centre for Separation Science and Technology w University of Malaya, pobytów badawczych w Geological Survey of Finland

oraz **licznych staży i wizyt** na wielu innych uczelniach zagranicznych nakreśliły jej drogę naukową. Dr inż. Małgorzata Szlachta skupiła się na adsorpcji mikrozanieczyszczeń organicznych (m.in. pestycydów oraz substancji humusowych) i wybranych barwników organicznych, prowadzonej w układach oczyszczania jako proces samodzielny oraz złożony proces hybrydowy.

3. Ocena osiągnięcia wynikającego z art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy

Dr inż. Małgorzata Szlachta jako osiągnięcie naukowe przedstawiła monografię autorską pt.: ***„Nanomateriały węglowe w usuwaniu syntetycznych barwników organicznych z wód”***, wydaną przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2022. Recenzentami wydawniczymi przedstawionej monografii byli prof. dr hab. inż. Joanna Jeż-Walkowiak oraz prof. dr hab. inż. Wojciech Adamski.

Monografia liczy 164 strony i składa się z dwóch głównych części: teoretycznej i koncepcyjnej, na które składa się łącznie 11 rozdziałów. Pracę otwiera wykaz skrótów i streszczenie w języku polskim, dodatkowo na końcu pracy umieszczono spis ryzsunków i tabel. Praca oparta jest na bardzo szerokim przeglądzie licznych pozycji literaturowych stanowiących przede wszystkim anglojęzyczne artykuły naukowe opublikowane po 2000 roku.

W swojej monografii Habilitantka porusza szereg istotnych zagadnień naukowych i aplikacyjnych bazując na własnych doświadczeniach wynikających głównie z badań barwnych ścieków poprodukcyjnych, które po dotarciu do odbiorników wywierają negatywny wpływ na środowisko wodne m.in. ze względu na obecność w ich składzie pozostałości syntetycznych barwników organicznych niepodatnych na biodegradację i wykazujących toksyczne działanie w stosunku do organizmów wodnych. Nawet niewielka zawartość barwników w wodach może powodować widoczne zabarwienie, co wpływa niekorzystnie na estetykę naturalnych zbiorników wodnych. Autorka zauważa, że spośród dostępnych rozwiązań stosowanych w oczyszczaniu wód i ścieków metody adsorpcyjne uznawane są za jedne z najskuteczniejszych sposobów usuwania szkodliwych barwników organicznych. W tej grupie wyróżniają się nanorurki węglowe, których unikatowe właściwości fizykochemiczne powodują, że są one doskonałymi adsorbentami, o dużym potencjale aplikacyjnym w zakresie usuwania organicznych i nieorganicznych zanieczyszczeń z roztworów wodnych. Ze względu na to, że nanorurki węglowe są materiałem nowej generacji, ich wykorzystanie w usuwaniu syntetycznych barwników organicznych na drodze adsorpcji nie jest jeszcze dostatecznie

zbadane. W niniejszej monografii Autorka przeanalizowała możliwości zastosowania nanorurek węglowych jako alternatywnego materiału dla konwencjonalnych adsorbentów węglowych stosowanych w technologii oczyszczania wód i ścieków. Skupiła się przede wszystkim szerokiej analizie poszczególnych ich parametrów wpływających na jakość oczyszczanych wód z uwzględnieniem mechanizmów adsorpcji błękitu metylenowego i czerwieni Kongo z jedno- i wieloskładnikowych roztworów wodnych. Zbadała też wpływ parametrów procesowych na skuteczność adsorpcji. Przedstawiła wady i zalety nanorurek węglowych oraz oceniła ich potencjał aplikacyjny w oczyszczaniu wód i ścieków zawierających syntetyczne barwniki organiczne.

Dr inż. Małgorzata Szlachta zainteresowała się barwnikami analizując rozwój branży tekstylnej, przemysłu opakowaniowego, drukarni i stosowanej techniki druku cyfrowego oraz wielu innych obszarów przemysłowych wykorzystujących ok. 10 tys. różnego rodzaju barwników. Zauważyła, że konsekwencją dynamicznego rozwoju rynku barwników syntetycznych jest wzrost zagrożenia środowiskowego. Obecność barwników w wodach, nawet w niewielkiej ilości, może powodować widoczne zabarwienie, co ma negatywny wpływ na estetykę naturalnych zbiorników wodnych. Ponadto barwniki, które dostają się do odbiornika w dużych ilościach wraz ze ściekami, mogą znacznie ograniczać przenikanie światła do wody i tym samym hamować procesy fotosyntezy. Największym problemem dla środowiska wodnego jest to, że barwniki należą do związków trudno biodegradowalnych. Barwniki są odpowiedzialne za poważne obciążenie dla środowiska wodnego kontekście ich wykorzystania jako obiektów sportu i rekreacji, z których korzysta niemal każdy mieszkaniec globu. Dla kąpiących się istotne są aspekty wizualne wody jak m.in. jej przejrzystość, brak zabarwienia i zawiesin. Stopień zanieczyszczenia wód barwnikami istotnie wpływa na zdrowie osób kąpiących się i pracowników obsługi obiektów wodnych. Jednocześnie na jakość wód zanieczyszczonych barwnikami oddziałuje wiele czynników, do których należy m.in. zastosowana technologia oczyszczania wody, przeznaczenie obiektu, rodzaj stosowanych chemikaliów, rozwiązania poległych systemów i instalacji technicznej, zapotrzebowanie na wodę i jakość wody zasilającej, regulacja i kontrola wskaźników jakości wody oraz warunki techniczne i eksploatacyjne.

W związku z powyższym Habilitantka przeprowadziła **rozległe badania** w zakresie problematyki adsorpcyjnego oczyszczania wód zanieczyszczonych barwnikami organicznymi i barwnych ścieków przemysłowych. Podjęte przez nią temat jest wciąż aktualny ze względu na złożoność zagadnienia. Autorka cytując dostępną literaturę, podaje, że węgiel aktywny jest

szeroko stosowanym adsorbentem w różnych układach technologicznych, natomiast potencjał aplikacyjny nanorurek węglowych jako materiału nowej generacji nie został jeszcze zbadany i pozostaje na etapie badań laboratoryjnych. Daje to możliwości rozpoznania materiału nowej generacji, ocenę jego potencjału aplikacyjnego i ustanowienia technologii, która jeszcze nie była stosowana do eliminacji barwników organicznych z roztworów wodnych.

Na podstawie analizy danych literaturowych, obserwacji własnych jak też dodatkowych informacji Autorka sformułowała **cel swoich prac badawczych**, którym było: **Określenie możliwości wykorzystania innowacyjnego nanomateriału węglowego do usuwania wybranych syntetycznych barwników, błękitu metylenowego i czerwieni Kongo, z modelowych roztworów wodnych w różnych układach i warunkach procesowych, a także ocena ich zdolności adsorpcyjnych wobec tych zanieczyszczeń w odniesieniu do pylistego węgla aktywnego jako adsorbentu powszechnie wykorzystywanego w technologii oczyszczania wód i ścieków**.

Cel główny został uzupełniony o **cele cząstkowe**:

— analiza właściwości fizykochemicznych i strukturalnych wielościennych nanorurek węglowych i pylistego węgla aktywnego, mających wpływ na przebieg procesu adsorpcji błękitu metylenowego i czerwieni Kongo w badanych układach;
— określenie szybkości procesu adsorpcji oraz optymalnego czasu pracy adsorbentów w warunkach zmiennego początkowego stężenia barwników w oczyszczanych roztworach oraz obecności naturalnych substancji organicznych z wykorzystaniem wybranych modeli kinetycznych;
— rozpoznanie mechanizmu kontrolującego kinetykę adsorpcji rozpatrywanych barwników na badanych adsorbentach węglowych z wykorzystaniem modelu dyfuzji wewnątrzcząstkowej;
— analizę adsorpcji barwników na nanorurkach i węglu aktywnym w stanie równowagi w zależności od pH i siły jonowej roztworu z jednoczesnym wykorzystaniem wybranych modeli izoterm do wyznaczenia parametrów charakteryzujących zdolności adsorpcyjne materiałów;
— opis mechanizmów odziaływań pomiędzy badanymi adsorbentami a syntetycznymi barwnikami organicznymi w oparciu o wyznaczone parametry równowagowe analizowanych układów adsorpcyjnych;
— analizę wpływu parametrów procesowych na zdolność adsorpcyjną nanorurek i węgla aktywnego wobec usuwanych barwników, obejmujących w szczególności ilość dawkowanego

adsorbentu, temperaturę i pH roztworu oraz występowanie naturalnych substancji organicznych i innych konkurencyjnych jonów w modelowym roztworze wodnym;
— określenie wydajności świeżych adsorbentów oraz o częściowo wyczerpanej pojemności adsorpcyjnej w usuwaniu barwników z wieloskładnikowych roztworów zawierających naturalne substancje organiczne oraz porównanie zdolności adsorpcyjnych nanorurek z pylistym węglem aktywnym w kombinowanych układach;
— analizę skuteczności usuwania błękitu metylenowego z roztworów wieloskładnikowych w układzie hybrydowym stanowiącym połączenie procesu adsorpcji na nanorurkach węglowych i pylistym węglu z ultrafiltracją wraz z oceną wydajności zaproponowanego procesu hybrydowego.

Postawiła też następującą **tezę**:

„Materiał nowej generacji w postaci nanorurek węglowych może skutecznie usuwać syntetyczne barwniki organiczne z roztworów wodnych na drodze adsorpcji realizowanej w wydzielonym reaktorze i w połączeniu z niskociśnieniową filtracją membranową w układzie hybrydowym, równocześnie stanowiąc alternatywę dla tradycyjnych adsorbentów węglowych.”

Prace naukowe zrealizowane w ramach analizowanego tematu Habilitantka prowadziła na wodnych roztworach modelowych, jedno- i wieloskładnikowych, których skład zmieniała w zależności od realizowanych szczegółowych celów badawczych. Do badań wytypował dwa rodzaje syntetycznych barwników organicznych w postaci błękitu metylenowego (MB) i czerwieni Kongo (CK). W badaniach laboratoryjnych wykorzystała wielościenne nanorurki węglowe (MWCNT), będące nanotechnologicznym materiałem adsorpcyjnym nowej generacji, i skontrastowała ich wydajność z tradycyjnym pylistym węglem aktywnym (PWA).

Dr inż. Małgorzata Szlachta podzieliła swoje prace badawcze na sześć etapów.

Celem **pierwszego etapu** było określenie właściwości wielościennych nanorurek węglowych i pylistego węgla aktywnego. Prowadząc badania w ramach tego etapu Habilitantka wyznaczyła parametry struktury porowatej w postaci powierzchni właściwej, objętości i średniego rozmiaru porów, a w dalszej kolejności uziarnienie i morfologię powierzchni. Uzyskane przez nią wyniki badań wyniki zostały przedstawione w Rozdziale 5 monografii i wykazały, że MWCNT są typowym mezoporowatym materiałem, a PWA jest

heterogenicznym adsorbentem z przewagą mikroporów. Materiałem o znacząco większej powierzchni właściwej okazał się pylisty węgiel aktywny, natomiast jego całkowita objętość porów była mniejsza w porównaniu z objętością porów nanorurek. Ponieważ jednym z czynników decydujących o wielkości adsorpcji jest struktura porowata adsorbentu, Autorka założyła, że usuwanie z roztworu wodnego barwnika o większym rozmiarze i masie cząsteczkowej (czerwieni Kongo) będzie przebiegało sprawniej na mezoporowatym nanomateriale. Barwnik o mniejszym rozmiarze cząsteczki (błękit metylenowy) będzie miał łatwiejszy dostęp do miejsc adsorpcyjnych zlokalizowanych w strukturze mikroporowatej PWA. W dalszej kolejności Autorka określiła zawartość powierzchniowych grup funkcyjnych, ładunek powierzchniowy i punkt izoelektryczny adsorbentów

Drugi etap prac badawczych obejmował analizę kinetyki adsorpcji błękitu metylenowego i czerwieni Kongo na adsorbentach świeżych i częściowo wysyconych przy użyciu naturalnych substancji organicznych i został opisany w Rozdziale 6 monografii . Habilitantka przeprowadziła serie testów dla zmiennego początkowego stężenia barwników w roztworze, a otrzymane wyniki posłużyły do określenia optymalnego czasu pracy adsorbentów i wyznaczenia parametrów kinetycznych adsorpcji w badanych układach przy wykorzystaniu modeli kinetycznych pseudo-II rzędu i Elovicha. Autorka zbadała mechanizm kontrolujący kinetykę adsorpcji barwników na rozpatrywanych adsorbentach, wykorzystując model dyfuzji wewnątrzcząstkowej Webera i Morrisa. Zauważyła, że w przypadku PWA cząsteczki czerwieni Kongo nie były w stanie dyfundować w głąb struktury adsorbentu i osiągały miejsca aktywne blisko jego zewnętrznej powierzchni, co skutkowało wolniejszą i mniejszą adsorpcją tego barwnika. Szybkość i stopień adsorpcji CK na pylistym węglu aktywnym były porównywalne dla wszystkich badanych początkowych stężeń barwnika w roztworze. W badanych układach adsorpcyjnych wraz ze wzrostem początkowego stężenia barwników w roztworze wzrastała grubość warstwy granicznej, co wskazuje na wzrost udziału dyfuzji przez warstwę graniczną w procesie adsorpcji. Efekt warstwy granicznej jest większy w przypadku układów adsorpcyjnych z błękitem metylenowym. Badana dyfuzja wewnątrzcząstkowa odgrywa istotną rolę w adsorpcji błękitu metylenowego i czerwieni Kongo na obu adsorbentach, jednak nie jest jedynym mechanizmem decydującym o szybkości całego procesu.

Etap trzeci badań dotyczył adsorpcji barwników w stanie równowagi i został opisany w Rozdziale 7 monografii. Autorka oceniała Zdolności adsorpcyjne materiałów węglowych przy zastosowanych zmiennych warunkach procesowych, takich jak pH (5,7 i 8,5) i siła

jonowa roztworu, określono, wykorzystując modele izoterm Langmuira i Freundlicha. Znajomość przebiegu izoterm adsorpcji jest przydatna w projektowaniu procesu adsorpcji w układach technologicznych oczyszczania wód i ścieków oraz kontroli jego przebiegu na etapie eksploatacji. Autorka zauważyła, że pojemność adsorpcyjna MWCNT i PWA zwiększała się wraz ze wzrostem stężenia równowagowego błękitu metylenowego i czerwieni Kongo. Co więcej, niezależnie od pH roztworu pylisty węgiel aktywny okazał się skuteczniejszym adsorbentem w usuwaniu MB, podczas gdy MWCNT wykazywały zdecydowanie lepsze zdolności adsorpcyjne wobec CK. Adsorpcja MB na nanorurkach węglowych i pylistym węglu aktywnym zachodziła zgodnie z modelem monowarstwowej adsorpcji Langmuira, natomiast model Freundlicha lepiej opisuje dane doświadczalne CK, co może świadczyć o występowaniu wielowarstwowej adsorpcji barwnika na rurkach. Niezależnie od rodzaju użytego adsorbentu w całym zakresie stężeń równowagowych Habilitantka odnotowała mniejszą adsorpcję MB z roztworu o wyższej sile jonowej, zaś w przypadku anionowego barwnika CK potwierdziła wzrost adsorpcji przy większych stężeniach soli w roztworze. Nanorurki były skuteczniejszym adsorbentem w usuwaniu CK.

Czwarty etap badań dotyczył wpływu wybranych parametrów procesowych na wydajność adsorpcyjną MWCNT i PWA. Autorka skupiła się na określeniu zależność między ilością dawkowanego adsorbentu a stopniem usunięcia adsorbatu z roztworu. Przeprowadziła testy adsorpcyjne, w których oceniła wpływ temperatury, pH i obecności konkurencyjnych jonów w roztworze na skuteczność procesu. Dyskusję wyników badań eksperymentalnych tego etapu prac zawarła w Rozdziale 8. monografii. Autorka zauważyła, że znaczny nadmiar PWA w roztworze powodował całkowitą dekoloryzację oczyszczanych barwnych roztworów, jednak dawką optymalną było 250 mgPWA/L. Skuteczność adsorpcji obu badanych barwników również wyraźnie wzrosła wraz z ilością dawkowanych do układu nanorurek węglowych, a dawka optymalną wynosiła 500mg/L. Ponadto wzrost temperatury spowodował zwiększenie pojemności adsorpcyjnej badanych sorbentów względem barwników. Podobnie wzrost pH roztworu wpływał na skuteczność sorpcji MB, odwrotną zależność zaobserwowała dla CK, gdzie efektywność adsorpcji malała ze wzrostem pH, co miało związek ze zmianami ładunku powierzchniowego. Oceniając wpływ jonów konkurencyjnych Habilitantka badała efektywność procesu w obecności PO_4^{-3}, SO_4^{-2}, $CO_2^{-2,}$ Ca^{+2} i Mg^{+2}. Wykazała, że występowanie obcych jonów w badanych układach w odmienny sposób oddziaływało na zdolności adsorpcyjne materiałów węglowych wobec barwników. Zauważyła pozytywny

wpływ kationów wapnia i magnezu. Obecność analizowanych anionów pozwoliła na wzrost adsorpcji CK, natomiast niewielki wpływ odnotowano dla adsorpcji MB.

W **piątym etapie** badań dr inż. Małgorzata Szlachta przeprowadziła testy z wykorzystaniem wieloskładnikowych roztworów modelowych, zawierających w swoim składzie, oprócz barwników, naturalne substancje organiczne. W badaniach zastosowała świeży oraz częściowo wyczerpany węgiel aktywny i nanorurki. Przebieg wysycania adsorbentów naturalnymi substancjami organicznymi określiła na podstawie pomiarów rozkładu ich mas cząsteczkowych w wyjściowym roztworze modelowym oraz w roztworach po zadanym czasie kontaktu z adsorbentami. Porównanie zdolności adsorpcyjnych rozpatrywanych materiałów węglowych w analizowanych układach przedstawiła w Rozdziale 9 monografii. Z przeprowadzonych przez Nią badań wynika, że pojemność adsorpcyjna MWCNT i PWA dostępna dla barwników była związana z czasem kontaktu adsorbentów z roztworem modelowym naturalnych substancji organicznych. Nanorurki wykazywały lepsze zdolności adsorpcyjne względem substancji o większej masie cząsteczkowej, natomiast na węglu aktywnym zaadsorbowało się więcej substancji mniejszej masie. Autorka zauważyła, że wydajność procesu malała wraz ze wzrostem początkowej zawartości barwnika w roztworze, a mniejszą sprawność adsorpcji uzyskano wówczas, gdy stosowano adsorbenty o częściowo wyczerpanej powierzchni adsorpcyjnej.

Ostatni **szósty etap** prac obejmował badania eksperymentalne nad usuwaniem małocząsteczkowego barwnika w postaci błękitu metylenowego z roztworów wieloskładniowych w reaktorze wielofunkcyjnym, w którym proces adsorpcji na MWCNT i PWA zrealizowano w połączeniu z ultrafiltracją. Skuteczność usuwania barwnika w układzie hybrydowym określono na podstawie pomiarów względnej przepuszczalności wykorzystanej w badaniach membrany ultrafiltracyjnej, a także wyznaczonych wartości współczynników retencji barwnika. Z przedstawionego w pracy porównania wartości względnej przepuszczalności membrany w procesie ultrafiltracji realizowanej samodzielnie i układach hybrydowych jednoznacznie wynika, że zastosowanie adsorpcji w połączniu z ultrafiltracją poprawia ich właściwości transportowe i wydajność. Niestety ultrafiltracja nie przyniosła zadowalających rezultatów w usuwaniu błękitu metylenowego z wieloskładnikowych roztworów, co wynikało z niskiej masy barwnika, który był przepuszczany przez membranę. Jednak obu dawkowanie do komory UF adsorbentów węglowych prowadziło do efektywniejszego zatrzymania barwników.

Przedstawione w ocenianej monografii wyniki badań, jak również **opracowane wnioski** pozwalają lepiej zrozumieć złożone procesy adsorpcji barwników organicznych na tradycyjnych i nowatorskich materiałach porowatych i tym samym określać nowe możliwości oraz kierunki ich definiowania. Wnioski opracowane na podstawie przeprowadzonych analiz nad możliwościami zatrzymania barwników MB i CK na MWCNT i PWA w zależności od warunków prowadzenia procesu mogą stanowić dodatkowe źródło informacji przy ustalaniu systemu oczyszczania roztworów wodnych z tego typu zanieczyszczeń. Działania takie szeroko wpisują się w coraz powszechniej stosowaną nowoczesne technologie oczyszczania wody, strategię zrównoważonego rozwoju, plany bezpieczeństwa zdrowotnego wody i priorytetowe obszary badań w ochronie środowiska.

Monografia Pani dr inż. Małgorzaty Szlachty pt. „Nanomateriały węglowe w usuwaniu syntetycznych barwników" stanowiąca osiągnięcie wynikające z art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy jest wartościowym zbiorem wiedzy o adsorpcji barwników na tradycyjnych i innowacyjnych adsorbentach. Autorka położyła nacisk na badania porównawcze nanorurek węglowych i pylistego węgla aktywnego. Na szczególną uwagę zasługują rozdziały dotyczące **badań własnych Autorki**, w których studiowała parametry tak barwników jak sorbentów w zależności od warunków procesowych, innych jonów obecnych w wodzie oraz wpływ adsorbentów węglowych na proces ultrafiltracji. Swoją monografię Pani dr inż Małgorzata Szlachta zakończyła zwartym podsumowaniem i wnioskami. Zauważyła, że duże zróżnicowanie składu roztworów wodnych komplikuje realizację procesu adsorpcji. Na podstawie przeprowadzonych przez Nią badań adsorpcja na pylistym węglu aktywnym potwierdziła swój potencjał w usuwaniu syntetycznych barwników organicznych z roztworów, w składzie których występowały naturalne substancje organiczne. Autorka zauważyła, że wielościenne nanorurki węglowe nie ustępowały pod względem wydajności węglowi aktywnemu, jednak na chwilę obecną nie mogą jeszcze z nim w pełni konkurować. Podjęte przez Nią prace badawcze nad oceną zdolności adsorpcyjnych nanorurek węglowych dowodzą, że w przyszłości adsorbent ten może stanowić doskonałą alternatywę dla węgli pylistych. Zrealizowane prze Nią prace badawcze potwierdzają też cel łączenia procesu adsorpcji z filtracją membranową. Z drugiej jednak strony zastosowanie niskociśnieniowych procesów membranowych do oczyszczania roztworów wodnych z barwników organicznych może być ograniczone niewystarczającą skutecznością separacji tych zanieczyszczeń oraz spadku wydajności hydraulicznej membran. Jak wykazano, integracja procesu adsorpcji z ultrafiltracją jest lepszym rozwiązaniem technologicznym, jeśli rozpatruje się wykorzystanie

tej techniki membranowej w układzie oczyszczania. Dodatkowo zastosowanie takiego rozwiązania umożliwia skuteczną separację adsorbentów z oczyszczanej wody. Porównanie efektywności badanych adsorbentów pozwala stwierdzić, że oba materiały sprawdziły się w procesie hybrydowym, dając zadowalające rezultaty, które przekładają się nie tylko na wysokie współczynniki retencji małocząsteczkowego barwnika, ale także na poprawę wydajności stosowanych membran.

Należy podkreślić, iż dr inż. Małgorzata Szlachta **udowodniła postawione na początku pracy tezy i zrealizowała założone cele prac badawczych**. Przeprowadzone badania wykazały, że nanomateriały mają szansę stać się materiałem przyszłości w procesie adsorpcji o ile zlikwiduje się ich bariery i ograniczenia. Na podstawie obszernego przeglądu piśmiennictwa i wyników badań własnych Habilitantka udowodniła, że adsorpcja wybranych barwników jest zmienna przy poszczególnych zmiennych zewnętrznych i różnych danych wejściowych, a jednocześnie uwarunkowana zastosowaną technologią oczyszczania. Ciekawym spostrzeżeniem jest rozpoznanie ograniczeń zastosowania nanomateriałów nowej generacji wynikające przede wszystkim z procedur ich otrzymywania, nie rozpoznanych zdolności adsorpcyjnych i braku pełnego obrazu wpływu warunków procesowych na ich wydajność. Habilitantka podkreśla konieczność dalszych systematycznych badań w tym kierunku. Przedłożona do oceny monografia jest opracowaniem wartościowym z punktu widzenia naukowego oraz przyszłościowego.

Reasumując stwierdzam, że osiągnięcie naukowe Pani dr inż. Małgorzaty Szlachty pt. „Nanomateriały węglowe w usuwaniu syntetycznych barwników" wpisuje się w nurt aktualnych i nowoczesnych zagadnień prowadzących do wykorzystania nowych materiałów i określających nowe trendy technologiczne. Zaprezentowane w nim wyniki są oryginalne. Posiadają dużą wartość merytoryczną i aplikacyjną. Świadczy to, ze spełnia ono wymagania stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauki inżynieryjno-techniczne, w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

4. Ocena pozostałego dorobku naukowego i aktywności naukowej

Działalność naukowa dr inż. Małgorzaty Szlachty po uzyskaniu stopnia doktora uległa znacznej intensyfikacji. Przed uzyskaniem stopnia doktora Habilitantka opublikowała 1 rozdział w monografii naukowej w języku angielskim, 2 artykuły w czasopismach posiadających Impact Factor oraz 3 artykuły w materiałach konferencyjnych. Brała udział w

49 konferencjach . Brała udział w 2 projektach badawczych promotorskich jako główny wykonawca.

Po uzyskaniu stopnia doktora do dnia złożenia wniosku o wszczęcie postępowania habilitacyjnego dorobek dr inż. Małgorzaty Szlachty znacząco się powiększył. Przede wszystkim napisała autorską monografię naukową będącą jej osiągnięciem naukowym . o którym mowa w art. 219 ust. 1. pkt. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.), Ponadto była autorką lub współautorką 62 prac naukowych, w tym 34 artykułów, spośród których 24 artykuły opublikowane w czasopismach indeksowanych w bazie Journal Citation Reports (JCR), 21 referatów i 5 komunikatów opublikowanych w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, 1 rozdział w monografii oraz podręcznik w języku angielskim.. 45 razy występowała na konferencjach naukowych polskich i zagranicznych. Była koordynatorem naukowym i kierownikiem 2 zakończonych projektów międzynarodowych i 1 krajowego oraz wykonawcą 4 zakończonych projektów międzynarodowych i 3 krajowych. Obecnie realizuje 2 duże projekty międzynarodowe jako kierownik projektu z ramienia Geological Survey of Finland. Dodatkowo realizuje 3 projekty B+R oraz infrastrukturalne.

Dane bibliometryczne dorobku naukowego Habilitantki pozwalają zauważyć, że sumaryczna liczba punktów jej publikacji wynosi 2530 wg wykazu MEiN, z czego 2420 punkty zdobyła po uzyskaniu stopnia doktora. Publikowane prace, wg stanu na dzień 7 września 2022 r., były cytowane, według bazy WoS 426 razy, wg bazy Scopus – 455 razy i wg Google Scholar 666 razy. Indeks Hirscha wg bazy WoS wynosi 10, wg Scopus 10, a wg Google Scholar 12. Sumaryczny IF publikacji naukowych, wg danych na 2021 rok wynosi 131,779.

Przed uzyskaniem stopnia doktora dr inż. Małgorzata Szlachta zainteresowała się problematyką oczyszczania wody oraz adsorpcji. Realizowała 2 granty promotorskie. Celem pierwszego była analiza oraz ilościowy opis zjawisk zachodzących podczas procesu koagulacji objętościowej wody powierzchniowej z rzeki Odry wspomaganej adsorpcją na węglu aktywnym. Drugi pozwolił na określenie wpływu mas cząsteczkowych naturalnych substancji organicznych występujących w badanych próbach wody z Odry na skuteczność ich usuwania na drodze adsorpcji, wykorzystując do tego metody chromatograficzne do ich rozdziału na kilka frakcji

Dr inż. Małgorzata Szlachta zrealizowała liczne staże i pobyty naukowe i badawcze w zagranicznych instytucjach naukowych i podmiotach gospodarczych po uzyskaniu stopnia doktora kilkuletnie, wśród nich znajduje się 2-letni staż podoktorski (post-doc), w prestiżowym uniwersytecie, będącym w pierwszej pięćdziesiątce najlepszych uniwersytetów na świecie według rankingu szanghajskiego oraz kilkuletni pobyt naukowo-badawczy, który obecnie realizuje jako doświadczony naukowiec (senior scientist) w renomowanym instytucie geologicznym. Brała też udział w 2 pobytach kilkumiesięcznych, 5 kilkunastodniowe oraz 4 kilkudniowe wizyty o charakterze naukowo-technicznym. Wszystkie zaowocowały wkładem w rozwój badań własnych.

W okresie po uzyskaniu stopnia doktora dr inż. Małgorzata Szlachta zdecydowała zgłębiać problematykę usuwania zanieczyszczeń organicznych z wód w procesie adsorpcji. i wyznaczyła sobie nowe cele naukowe. Początkowo koncentrowała się na problematyce usuwania prekursorów ubocznych produktów dezynfekcji metodą adsorpcji na porowatych adsorbentach węglowych, później była zaangażowana w badania nad usuwaniem zanieczyszczeń organicznych z wody powierzchniowej przy udziale procesów technologicznych, przeprowadzanych z wykorzystaniem sorbentów drobnoziarnistych, takich jak drobnoziarnista żywica anionowymienna (MIEX®) oraz drobnoziarnisty węgiel aktywny. Następnie poszukiwała oryginalnego i rozwojowego tematu, który pozwoliłby na zgromadzenie wartościowego materiału badawczego. Zdobyła środki zewnętrzne na realizacją projektu dotyczącego adsorpcji mikrozanieczyszczeń organicznych w postaci pestycydów oraz substancji humusowych i wybranych barwników organicznych, prowadzonej w układach oczyszczania jako proces samodzielny oraz hybrydowy, tj. w połączeniu z niskociśnieniową separacją membranową.

Prace badawcze Habilitantki dotyczyły też modelowania przepływów i analiz zdolności napowietrzania strumienia w innowacyjnych regulatorach hydrodynamicznych. W projekcie finansującym te badania realizowała prace eksperymentalne z zakresu absorpcji tlenu na skutek napowietrzania wody za pomocą regulatorów wirowych. Uzyskane wyniki posłużyły do określenia zdolności napowietrzania strumienia przepływającej cieczy w innowacyjnych konstrukcjach regulatorów wirowych.

W kolejnych latach podjęła staż na stanowisku post-doctoral researcher w departamencie Earth Sciences Uniwersytetu w Utrechcie. Pracowała w międzynarodowym zespole naukowym, w którym była odpowiedzialna za realizację prac mających na celu

zbadanie zdolności adsorpcyjnych innowacyjnych materiałów otrzymanych na bazie mieszanych wodorotlenków metali, wobec innych szkodliwych jonów metali i związków chemicznych. W toku stażu podoktorskiego uczestniczyła w realizacji dwóch grantów badawczych finansowych przez Netherlands Organization for Scientific Research z Holandii wykonując pomiary nowo otrzymanych, nieznanych do tej pory materiałów adsorpcyjnych i jonowymiennych, stosując unikatową technikę spektroskopową.

Doświadczenia międzynarodowe pozwoliły jej na wspólne złożenie wniosku do 7 Programu Ramowego. Wniosek został pozytywnie zaopiniowany i międzynarodowe konsorcjum składające się z instytucji naukowych i partnerów przemysłowych z Finlandii, Szwecji, Irlandii, Portugalii i Rumunii. Była odpowiedzialna za koordynowanie oraz realizację prac badawczo-rozwojowych polegających na opracowaniu oryginalnego rozwiązania technologicznego w zakresie usuwania związków arsenu z wód pochodzących z kopalni złota, przy użyciu materiałów wykazujących właściwości adsorpcyjne i jonowymienne. Projekt zakończył się demonstracją technologii w skali pilotowej (TRL 6) na terenie kopalni złota w Finlandii, gdzie Habilitantka zrealizowała swój kolejny pobyt naukowo-badawczy. Kampania była zrealizowana we współpracy z partnerami z Finlandii, Geological Survey of Finland (GTK) i kopalnią Dragon Mining.

Współpracę z GTK tym razem na stanowisku senior scientist dr inż. Małgorzata Szlachta kontynuowała w kolejnych latach przy projekcie “SEXUM – Advanced Technologies for Sustainable Exploitation of Uranium-Bearing Mineral Resources”. Prowadziła badania celem opracowanie nowego rozwiązania technologicznego, opartego na metodach adsorpcyjnych i jonowymiennych, służącego do odzysku uranu z wód po procesach przeróbki surowców o jego niskiej koncentracji. Projekt pozwolił na wypracowanie rozwiązanie, polegającego na wykorzystaniu chitozanu jako naturalnego polimeru pochodzącego ze źródeł odnawialnych, który może być poddany recyklingowi. Dr inż. Małgorzata Szlachta pracuje do dziś w departamencie Circular Economy Solutions w Geological Survey of Finland. Tematyka projektów, które realizuje i zrealizowała w przeszłości związana jest z metodami oczyszczania wód kopalnianych, głównie fizyczno-chemicznymi i elektrochemicznymi, zagadnieniami odzysku strategicznych surowców ze strumieni odpadowych oraz postępowania z wodami technologicznymi i zamykania obiegów wody w instalacji przeróbczej surowców mineralnych. Obecnie, w ramach jednego z projektów międzynarodowych pracuje nad analizą potencjału solanek geotermalnych, występujących w krajach partnerów projektu, w kontekście opłacalnego pozyskiwania

5 — 6

cennych metali, takich jak lit, oraz wykorzystania geotermii do produkcji energii elektrycznej. Inny projekt międzynarodowy miał na celu poszerzanie skali opracowanych w laboratorium technologii odzysku krytycznych pierwiastków ze strumieni odpadowych (m.in. wód kopalnianych, osadów, odpadów wydobywczych) oraz ich komercjalizację. Pozwolił w sumie na wybudowanie 3 instalacji pilotowych: 2 w Finlandii i 1 w Hiszpanii. Osiągnięciem o wymiarze utylitarnym, będącym wynikiem zrealizowanego projektu „Morecovery" jest skomercjalizowanie zwalidowanych przeze dr inż. Małgorzatę Szlachtę technologii odzysku wybranych krytycznych pierwiastków z wód kopalnianych, które od 2022 r. są komercyjnie oferowane przez Geological Survey of Finland oraz Savonia University of Applied Sciences z Finlandii.

Równocześnie, w latach 2019–2021, dr inż. Małgorzata Szlachta brała udział w realizacji projektu infrastrukturalnego finansowanego z regionalnych funduszy strukturalnych. Była odpowiedzialna za przygotowanie specyfikacji technicznej do postępowania przetargowego dotyczącego analizatora typu online z dyspersją energii. Jest obecnie również zaangażowana w inny projekt infrastrukturalny, którego przedmiotem jest modernizacja i digitalizacja zakładu przeróbki surowców mineralnych oraz wybudowanie nowych laboratoriów i stacji pilotowej.

Doświadczenie międzynarodowe w zespołach badawczych pozwoliło dr inż. Małgorzacie Szlachcie w okresie rozwoju po uzyskaniu stopnia doktora, uzyskać dwumiesięczne stypendium wyjazdowe do uczelni partnerskiej w Malezji. Pracowała tam nad oryginalną koncepcją wielofunkcyjnego reaktora do elektrochemicznego i adsorpcyjnego oczyszczania ścieków zawierających metale ciężkie i barwniki organiczne, kontynuowała studia nad metodami eksperymentalnymi, stosowanymi w badaniach procesu adsorpcji realizowanej w wydzielonym i wielofunkcyjnym reaktorze do prowadzenia testów adsorpcji i elektrokoagulacji.

Dr inż. Małgorzata Szlachta wykonała 35 recenzji artykułów naukowych publikowanych m.in. w międzynarodowych czasopismach, 190 prac nadesłanych na konferencje.

Habilitantka była też recenzentem 2 prac doktorskich na zagranicznych uniwersytetach: „Treatment of Mining Waters by Electrocoagulation". Lappeenranta University of Technology, School of Engineering, Finlandia, 2020 oraz "Hydrogeochemical Assessment, Water Treatment and Revalorization of Dumps, Tailings and Drainages

Produced at Phalaborwa Industrial Complex" Faculty of Natural and Agricultural Sciences, University of the Free State, RPA, doktorat zrealizowany we współpracy z Faculty of Experimental Science, University of Huelva, Hiszpania, 2020.

Ponadto dr inż. Małgorzata Szlachta była członkiem komitetów organizacyjnych i naukowych 15 konferencji krajowych i międzynarodowych.

5. Ocena pracy dydaktycznej i organizacyjnej

Dr inż. Małgorzata Szlachta aktywnie uczestniczyła w procesie dydaktycznym studentów Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Wrocławskiej, prowadząc szereg zajęć w języku polskim i angielskim w formie wykładów, seminariów, ćwiczeń, projektów i laboratoriów oraz opracowując materiały dydaktyczne do zajęć. Prowadziłą laboratoria , projekty i ćwiczenia z 6 przedmiotów w języku polskim i 3 przedmiotów w języku angielskim. Zadbała również o wzbogacenie oferty dydaktycznej Politechniki Wrocławskiej w zakresie ogólnouczelnianych przedmiotów wybieralnych oraz wdrożenie nowych Interdyscyplinarnych Studiów Doktoranckich" finansowanego z Poddziałania 4.1.1 Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki. Projekt realizowany obecnie przez nią projekt dotyczy nowej oferty dydaktycznej na poziomie studiów magisterskich zorientowanej na bardziej zrównoważone, innowacyjne górnictwo i będącej jednocześnie odpowiedzią na zapotrzebowanie krajowego oraz europejskiego rynku.

Habilitantka prowadziła aktywne zajęcia dydaktyczne również za granicą. Uczestniczyła też w programie europejskim: Erasmus+ „Mobility of Staff in Higher Education" dotyczącym mobilności akademickiej i przeprowadziła autorskie kursy dydaktyczne z zakresu oczyszczania wód i ścieków dla studentów studiów inżynierskich na zagranicznej uczelni Savonia University of Applied Sciences, 2018, Finlandia. Wzięła też udział w programie Unii Europejskiej: Europejski Fundusz Społeczny i została uhonorowana rocznym stypendium dla post doc-ów w ramach projektu „Młoda kadra 2015 plus.

Dr inż. Małgorzata Szlachta byłą promotorem 16 prac inżynierskich i 15 magisterskich zrealizowanych w języku polskim oraz 3 prac magisterskich zrealizowanych w języku angielskim na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Wrocławskiej, kierunkach Inżynieria Środowiska, Ochrona Środowiska i Environmental Quality Management.

Była promotorem pomocniczym w przewodzie doktorskim doktorantki Mook Wei Tze, zrealizowanym w latach 2015–2018 w Faculty of Engineering, University of Malaya,

Malezja, tytuł rozprawy: “Combined Adsorption-Electrocoagulation Process for Removal of Reactive Black 5 dye from Aqueous Solution”. Obecnie pełni funkcję promotora pomocniczego w przewodzie doktorskim doktorantki Elmiry Brooshan, realizowanym w School of Engineering, Aalto University, Finlandia, tytuł rozprawy: „Decentralized Water Treatment with Recycled Industrial Material”.

Jej zaangażowanie w pracę dydaktyczną zaowocowało współautorstwem podręcznika w języku angielskim: W. Adamski, M. Szlachta Water Treatment Technology: Principles and modeling. Wydawnictwo Printpap Łódź, Wrocław, jak też powołaniem do Dyplomowej Komisji Egzaminacyjnej w UNESCO Institute for Water Education, Delft, Holandia, w celu egzaminowania studentów z zakresu oczyszczania wód.

Dr inż. Małgorzata Szlachta od ukończenia studiów magisterskich na Politechnice Wrocławskiej regularnie angażuje się w obsługę studentów zagranicznych przyjeżdzających na Uczelnię w ramach programu Erasmus. Uczestniczyła w inicjatywach mających na celu umiędzynarodowienie uczelni i poszerzenie współpracy międzynarodowej. W 2017 roku została powołana przez Radę Wydziału Inżynierii Środowiska na opiekuna Szkoły Letniej „WUST Summer School” zorganizowanej dla studentów Uczelni Partnerskich z Indii i Francji na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Wrocławskiej.

Dr inż. Małgorzata Szlachta stale podnosi swoje kwalifikacje jako nauczyciel akademicki biorąc udział w licznych kursach i szkoleniach, bierze czynny udział w pracach komitetów organizacyjnych i naukowych krajowych i międzynarodowych konferencji naukowych, gdzie współorganizowała dwie krajowe konferencje dla doktorantów i młodych pracowników nauki.

6. Ocena współpracy z otoczeniem społecznym i gospodarczym

Dr inż. Małgorzata Szlachta intensywnie współpracuje z otoczeniem społeczno-gospodarczym. Na przestrzeni lat 2007-do dziś współpracuje i współpracowała z wieloma ośrodkami i przedsiębiorstwami. Do najważniejszych aktywności w tym zakresie należało ustalenie koncepcji, a także realizacja stacji pilotowych i wdrożonych rozwiązań technologicznych i praktycznych w ramach realizowanych przez Nią zagranicznych i krajowych projektów badawczych. Pośród licznych form współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym należy wymienić współpracę z firmą Meoline w ramach kierowanej przeze Nią kampanii pilotowej odzysku wybranych pierwiastków krytycznych z kopalnianej

wody drenażowej (2020); współpracę z fińskim start-upem technologicznym 3AWater, który opracował technikę szybkiej analizy zawartości wybranych metali ciężkich w wodach, wykorzystując nanotechnologię w połączeniu z fluorescencyjną spektrometrią rentgenowską (od 2019); wieloletnią współpracę z przedsiębiorstwami reprezentującymi krajową branżę wydobywczą w zakresie dotyczącym oczyszczania wód kopalnianych i metod odzysku cennych surowców; współpracę z kopalnią zlokalizowaną na terenie Hiszpani w zakresie selektywnej separacji wybranych metali podstawowych oraz odzysku pierwiastków ziem rzadkich z kwaśnych wód kopalnianych na drodze wielostopniowej neutralizacji i strącania chemicznego, optymalizacji procesu i demonstracji opracowanej technologii odzysku pierwiastków; współpracę z kopalniami zlokalizowanymi na terenie Finlandii: w ramach pracy zleconej komercyjnej zrealizowanej w skali pilotowej na terenie kopalni, polegającej na testowaniu różnych rozwiązań separacji zawiesiny z wód procesowych, ich optymalizacji oraz wspomagania zawiesiny przy użyciu substancji chemicznych, w zakresie selektywnej separacji wybranych metali podstawowych i odzysku pierwiastków krytycznych z wód odprowadzanych z kopalni na drodze wielostopniowej neutralizacji i strącania chemicznego, optymalizacji procesu oraz demonstracji zaproponowanego rozwiązania technologicznego w skali pilotowej, w zakresie selektywnej separacji związków uranu z odpadów poflotacyjnych z przeróbki rudy uranonośnej i odpadów płuczkowych po wzbogacaniu grawitacyjnym rudy, za pomocą materiałów polimerowych, minerałów z grupy fosforanów wapniowych oraz węgla aktywnego, w zakresie oczyszczania metodami adsorpcyjnymi i jonowymiennymi wód kopalnianych, zawierających związki arsenu, optymalizacji zaproponowanych rozwiązań technologicznych i demonstracji najbardziej obiecującej metody oczyszczania w skali pilotowej; współpracę kopalnią zlokalizowaną na terenie Polski: w zakresie zmniejszenia stopnia zasolenia wód kopalnianych za pomocą materiałów polimerowych.

Dr inż. Małgorzata Szlachta jest autorką 2 ekspertyz wykonanych na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców oraz członkiem zespołu eksperckiego, gdzie pełni funkcję eksperta do spraw technologii oczyszczania wód i ścieków przemysłowych w projekcie inwestycyjnym, mającym na celu rozbudowę zaplecza badawczo-technologicznego, modernizację i digitalizację zakładu przeróbki surowców mineralnych w Geological Survey of Finland. Była też dwukrotnie członkiem komisji oceniającej prezentacje ustne lub plakatowe młodych naukowców, doktorantów i studentów w ramach konkursu na najlepsze prezentacje prac naukowo-badawczych, przedstawionych w czasie konferencji IWA Eastern European YWP Conference.

7. Wniosek końcowy

Ocenę dorobku naukowego Pani dr inż. Małgorzaty Szlachty przeprowadzono w kontekście art. 219. ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (j.t. Dz. U. z 2020), w którym zapisano, że do postępowania habilitacyjnego może zostać dopuszczona osoba, która posiada stopień doktora oraz oraz osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, oraz wykazuje się istotną aktywnością naukową lub artystyczną.

Znaczący wkład osiągnięcia Pani dr inż. Małgorzaty Szlachty w rozwój dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, jako dyscypliny naukowej dostrzegam przede wszystkim w wyjaśnieniu zagadnień problematyki oczyszczania barwnych ścieków przemysłowych oraz wód zanieczyszczonych barwnikami organicznymi ze względu na swoją złożoność i konieczność indywidualnego podejścia. Tematyka podejmowanych przez Habilitantkę badań i wynikające z nich wnioski prezentowane przez nią były na licznych konferencjach, gdzie spotykały się z zainteresowaniem i uznaniem uczestników, a publikowane w czasopismach naukowych i branżowych pozwoliły na ich skonfrontowanie realnymi obiektami i instalacjami pilotowymi, projektantami technologii i przedstawicielami instytucji nadzorującymi działalność naukową i komercyjną. Mając na uwadze, że obecny stan wiedzy nie pozwala na powszechne wykorzystanie badanych przez nią nanorurek węglowych, Habilitantka podjęła badania naukowe nad możliwością ich zastosowania jako materiałów nowej generacji do usuwania syntetycznych barwników organicznych z roztworów wodnych oraz oceną perspektyw rozwoju metody.

Całokształt działalności Pani dr inż. Małgorzaty Szlachty oceniam pozytywnie. Habilitantka jest dojrzałym pracownikiem naukowym, wykazuje wysoką aktywność naukową, a przede wszystkim - umiejętność trafnego definiowania problemów badawczych. Na podstawie przedstawionej dokumentacji i Jej dorobku naukowego można potwierdzić właściwe opanowanie przez nią warsztatu badawczego oraz efektywności publikacyjnej. Dorobek naukowy Habilitantki jest oryginalny i dobrze udokumentowany. Został przez nią znacząco powiększony po osiągnięciu stopnia doktora.

Pani dr inż. Małgorzata Szlachta prowadziła intensywne badania o cechach naukowych, aplikacyjnych i wdrożeniowych, które przyczyniły się do rozwoju dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Badania realizowane były na wysokim poziomie naukowym, a uzyskane wyniki i wyciągnięte wnioski posiadają duże znaczenie poznawcze i aplikacyjne. Habilitantka posiada również bogaty dorobek dydaktyczny, organizacyjny i

popularyzujący naukę. Potrafi skutecznie aplikować o zewnętrzne źródła finasowania. Jej współpraca z przemysłem i otoczeniem społeczno-gospodarczym sprzyja postępom w technologii oczyszczania wody basenowej i prowadzi do uzyskiwania patentów i wdrożeń.

Wobec powyższego, zgodnie z art. 219. ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (j.t. Dz. U. z 2020) stwierdzam, że dorobek naukowy Pani dr inż. Małgorzaty Szlachty, stanowi znaczący wkład w rozwój dyscypliny naukowej, jaką jest inżynieria, środowiska, górnictwo i energetyka.

Tym samym popieram przeprowadzenie dalszego postępowania, zmierzającego do nadania Pani dr inż. Małgorzacie Szlachcie stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno -technicznych, w dyscyplinie inżynieria, środowiska, górnictwo i energetyka.

Iwona Skoczko