

Dr hab. inż. Rafał Ślefarski, prof. PP
Politechnika Poznańska
Pl. M. Skłodowskiej-Curie 5
60-965 Poznań
Tel. 61 665 22 18

Kierownik dyscypliny naukowej
Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka
na Wydziale Infrastruktury i Środowiska
Politechniki Częstochowskiej
ul. Dąbrowskiego 73, 42-201 Częstochowa
dr hab. inż. Iwona Zawieja, prof. PCz.

Ocena dorobku habilitacyjnego dr inż. Dariusza Wawrzyńczaka

Podstawa prawna opracowania:

- Powołanie w skład komisji habilitacyjnej przez Radę Dyscypliny Naukowej Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka na Wydziale Infrastruktury i Środowiska Politechniki Częstochowskiej z dnia 23.10.2023 uchwałą nr 6/2023/2024
- Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (z późniejszymi zmianami)

Recenzję opracowałem na podstawie otrzymanych dokumentów stanowiących podstawę do oceny dorobku:

- wniosek z dnia 15.05.2023 r. o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka,
- kopię dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora,
- autoreferat w języku polskim,
- wykaz osiągnięć naukowych Habilitanta,
- dokumentację osiągnięć naukowych habilitanta wraz oświadczeniami współautorów,
- dokumentację aktywności naukowej, współpracy z otoczeniem społecznym i gospodarczym, analiza bibliometryczną Habilitanta,
- dane wnioskodawcy.

1. Ogólna charakterystyka Habilitanta

Doktor inż. Dariusz Wawrzyńczak ukończył w roku 2007 studia magisterskie na kierunku Inżynieria Środowiska na Wydziale Inżynierii i Ochrony Środowiska Politechniki Częstochowskiej. W roku 2012 uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska na Wydziale Inżynierii i Ochrony Środowiska Politechniki Częstochowskiej. Praca została wykonana pod przewodnictwem Profesora dra hab. inż. Wojciecha Nowaka i nosiła tytuł „Adsorpcja CO₂ pochodzącego ze spalania

węgla w atmosferze wzbogaconej tlenem w procesie zmiennociśnieniowym i zmiennotemperaturowym”.

Habilitant od początku swojej kariery naukowej jest związany z Politechniką Częstochowską. W latach 2007-2012 pracował na stanowisku asystenta w Katedrze Ogrzewnictwa, Wentylacji i Ochrony Atmosfery (Wydział Inżynierii i Ochrony Środowiska), a od roku 2012 jest związany z Katedrą Zaawansowanych Technologii Energetycznych działającą w strukturach Wydziału Infrastruktury i Środowiska. Pan doktor jest zatrudniony na stanowisku adiunkta.

2. Ocena osiągnięcia naukowego oraz dorobku habilitacyjnego Habilitanta

Zgodnie z artykułem 219 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (z późniejszymi zmianami), osiągnięcie naukowe stanowiące podstawę do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego może stanowić monografia lub cykl publikacji powiązanych tematycznie. Dr inż. Dariusz Wawrzyńczak przedłożył do oceny cykl publikacji pod wspólnym tytułem „**Wychwyt dwutlenku węgla z gazów spalinowych metodą adsorpcyjną**”. W zakres tego cyklu wchodzi dziesięć współautorskich artykułów naukowych, z czego osiem opublikowano w czasopismach notowanych w bazie Journal Citation Reports (JCR), trzy patenty krajowe oraz pięć rozdziałów w monografiach naukowych. Spośród rozdziałów w monografiach naukowych dwa rozdziały są autorskie oraz znajdują się w monografii naukowej, w której habilitant pełnił rolę współredaktora. Dla wszystkich współautorskich pozycji przedstawionych jako składowe osiągnięcia naukowego wskazano rzeczowy wkład własny Habilitanta oraz podano udziały procentowe, potwierdzone przez współautorów.

Zgodnie z opisem przedstawionym w dostarczonej dokumentacji (Załącznik 3 Autoreferat przedstawiający opis dorobku i osiągnięć naukowych oraz Załącznik 5a i 5b Dokumentacja osiągnięć naukowych wraz z oświadczeniami współautorów) należy przyjąć, że w czterech współautorskich publikacjach (H1 do H3, H9) Doktor Wawrzyńczak był inicjatorem oraz głównym wykonawcą badań i twórcą artykułów, natomiast w pozostałych pracach brał czynny udział w opracowaniu metodyki badań, prowadził badania eksperymentalne oraz uczestniczył w przygotowaniu manuskryptów. Przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe tj. cykl publikacji powiązanych tematycznie opublikowano w latach 2012 – 2022 (H9 i H10, III kw. 2012) czyli po uzyskaniu stopnia doktora. Przedstawiony do oceny dorobek naukowy dotyczy problemu wychwytu dwutlenku węgla metodą adsorpcyjną z gazów spalinowych emitowanych w instalacjach spalania paliw kopalnych w układach energetycznych i przemysłowych. Publikacje, patenty oraz rozdziały w monografiach są więc zbiorem monotematycznym, zgodnie z wymaganiami stawianymi wobec habilitantów.

Problem wychwytu dwutlenku węgla z instalacji spalania paliw kopalnych jest aktualny oraz wpisuje się w obecną światową politykę klimatyczną ograniczania emisji gazów cieplarnianych. Ma on duże znaczenie zwłaszcza dla krajów, w których znaczna część energii pozyskiwana jest nadal ze spalania paliw kopalnych. Możliwość wychwytu dwutlenku węgla oraz jego składowanie CCS (z ang. *carbon capture and storage*) lub jego ponowne wykorzystanie podczas syntez chemicznych CCU (z ang. *carbon capture and use*) pozwoliłoby na możliwość dalszego eksploatowania jednostek wytwórczych zasilanych paliwami kopalnymi bez negatywnego wpływu na zmiany środowiska naturalnego. Badania możliwości oczyszczania spalin z dwutlenku węgla metodą adsorpcyjną są przedmiotem prac wielu ośrodków akademickich, na co wskazują liczne publikacje literaturowe, w tym pozycje cytowane przez Habilitanta. Wybór kierunku prac naukowych należy więc uznać za właściwy i aktualny.

Doktor inżynier Dariusz Wawrzyńczak przeprowadził wielowariantowe badania, których celem było opracowanie założeń technologicznych i eksploatacyjnych umożliwiających efektywne działanie instalacji oczyszczania spalin z dwutlenku węgla metodą adsorpcji zmiennociśnieniowej. Kandydat powadził prace badawcze zarówno w skali laboratoryjnej (badania podstawowe i parametryczne) oraz w rzeczywistych warunkach przemysłowych na instalacji pilotowej, której był współautorem. Efekty badań przyczyniły się także do uzyskania trzech patentów krajowych.

Badania dotyczące oceny przydatności stałych sorbetów do wychwytu dwutlenku węgla zostały zaprezentowane w publikacjach H4, H7, H8, H9, H10, H17. Autor przeprowadził badania pojemności równowagowych oraz kinetyki adsorpcji wybranych adsorbentów w skali laboratoryjnej dla czystego dwutlenku węgla oraz symulowanych mieszanin gazów spalinowych, odpowiadających procesowi spalania węgla w powietrzu i powietrzu wzbogaconym w tlen. W publikacji H4 analizie zostały poddane trzy rodzaje adsorbentów zeolity 5A i 13X oraz węgiel aktywny z łupin orzecha kokosowego. Wykazano, że najlepszą kinetyką charakteryzował się węgiel aktywny, który uzyskiwał stężenie równowagowe w najkrótszym czasie, następnie zeolit 13X i zeolit 5A. Węgiel aktywny (AC) wskazywał również najlepszą zdolność do pracy cyklicznej oraz pełną regeneracją po procesie sorpcji i desorpcji. W przypadku zeolitu 13X, regeneracja nie była kompletna, natomiast zeolit 5A wykazał stały przyrost masy po każdej kolejnej regeneracji, co potwierdziło brak jego skutecznej regeneracji za pomocą próżni. W pracy H17 przedstawione interesujące badania dotyczące modyfikacji węgla aktywnego za pomocą 50% roztworu polietanoloiminy – PEI. Celem badań była poprawa pojemności sorpcyjnej oraz jakości regeneracji sorbentu. Uzyskane wyniki wykazały na przewagę pojemności sorpcyjnej adsorbentu fizycznego nad sorbentem fizyko-chemicznym. Poprawie nie uległa również kinetyka adsorpcji, gdzie czysty węgiel aktywny szybciej adsorbował jak również desorbował dwutlenek węgla. Dalsze badania laboratoryjne realizowane przez Pana dr inż. Dariusza Wawrzyńczaka szerokie obejmowały spektrum parametrów operacyjnych kolumn adsorpcyjnych. W artykułach H9 i H17 opisane zostały wyniki badań wpływu temperatury na pojemność adsorpcyjną dla węgla aktywnego oraz zeolitu 13X w zakresie do 100°C. Dla obu badanych materiałów pojemność adsorpcyjna uległa znaczącemu pogorszeniu wraz ze wzrostem temperatury, przy czym efekt ten był bardziej widoczny dla zeolitu 13X. Kolejnym parametrem operacyjnym analizowanym przez autora było ciśnienie w złożu. Badania wykonano w szerokim zakresie ciśnień do 18 bar abs. (artykuł H4) dla sorbentów AC i 13X. Autor wykazał, że wzrost ciśnienia zwiększa pojemność adsorpcyjną, przy czym największe zmiany są notowane w zakresie niskich ciśnień do 0.2 abs. (zeolit 13X) oraz do 2 bar abs. (węgiel aktywny). Ponadto wykazał, że węgiel aktywny (AC) charakteryzuje niższa pojemność adsorpcyjna niż zeolitu 13X do ciśnienia ok. 5 bar abs. powyżej którego pojemność węgla aktywnego przewyższa zeolit 13X. Podobne wnioski wpływu ciśnienia zaobserwowano dla struktury metaloorganicznej MIL-53(Al) użytej jako sorbent w badaniach przedstawionych w pracy H7. Dalsze badania laboratoryjne H8 obejmowały: wyznaczenie ciepła adsorpcji dwutlenku węgla, krzywych przebiecia złoża przy różnym stężeniu CO₂, jak również efektywności regeneracji sorbentu w zależności od zastosowanego podciśnienia dla węgla aktywnego. Habilitant wykazał zależność pomiędzy czasem przebiecia złoża, a stężeniem CO₂ przy różnych temperaturach pracy. Zwiększenie zawartości dwutlenku węgla w strumieniu gazów wylotowych oraz temperatury powoduje skrócenie czasu przebiecia złoża. Habilitant wykazał doświadczalnie, że stopień regeneracji złoża rośnie ze wzrostem ciśnienia złoża, natomiast maleje wraz ze wzrostem temperatury. Przedstawione powyżej wyniki badań i wnioski stanowią istotny wkład do rozwoju technologii wychwytu dwutlenku węgla ze strumieni gazów spalinowych metodą adsorpcyjną, a ich znajomość pozwoliła Habilitantowi do prowadzenia dalszych prac naukowych mających na celu opracowanie założeń procesu technologicznego wychwytu CO₂.

Interesujące wyniki analiz wykonanych przez dr inż. Dariusz Wawrzyńczak dotyczących parametrów procesowych instalacji wychwytywania dwutlenku węgla oraz konfiguracji procesowej instalacji wychwytywania dwutlenku węgla przy wykorzystaniu techniki próżniowej adsorpcji zmiennociśnieniowej (V-PSA) przedstawiono w publikacjach H3, H7, H9, H17 dla instalacji dwukolumnowej oraz w publikacjach H4, H11, H13, H18 dla instalacji czterokolumnowej. Badania przeprowadzono dla adsorbentów takich jak: węgiel aktywny, zeolit 13X oraz struktury metaloorganicznej MIL-53(Al) (tylko instalacja dwukolumnowa). W badaniach uwzględniono zmianę czasu adsorpcji, różne wartości ciśnienia desorpcji oraz różne strumienie gazu zasilającego złoża. Przeprowadzone przez Habilitanta prace eksperymentalne wykazały, że obniżenie ciśnienia podczas regeneracji złoża wpływa na wzrost efektywności procesu poprzez uzyskanie wyższych wartości stężenia dwutlenku węgla w produkcie oraz stopień odzysku CO₂ z gazu zasilającego. Ponadto wzrost stężenia CO₂ w produkcie był uzyskiwany poprzez wydłużenie czasu etapu adsorpcji lub wzrost strumienia gazu zasilającego złoża. Jednocześnie zwiększenie tych dwóch parametrów powodowało obniżenie stopnia odzysku CO₂ z gazu zasilającego. Doktor Wawrzyńczak wykazał, że prosta konfiguracja procesu wychwytywania dwutlenku węgla obejmująca etapy: adsorpcji, wyrównania ciśnienia, regeneracji z zastosowaniem próżni, sprężania gazem zasilającym nie pozwala na uzyskanie wysokiego stężenia dwutlenku węgla w produkcie przy jednoczesnym wysokim stopniu odzysku CO₂ z mieszaniny gazów o składzie zbliżonym do spalin emitowanych podczas spalania paliw kopalnych. Stąd kandydat rozszerzył analizy o prace badawcze na czterokolumnowej instalacji adsorpcyjnej. W artykule H18 zaprezentowano wyniki badań dla symulowanej mieszaniny gazów spalinowych zawierających 12÷13% CO₂ + sprężone powietrze. Konfiguracja procesu składała się z ośmiu etapów: adsorpcji, wyrównanie ciśnienia, stanu beczynności, obniżenie ciśnienia z jednoczesnym wytwarzaniem gazu płukania, desorpcja, desorpcji z płukaniem złoża gazem pochodzącym z adsorbera, wyrównaniem ciśnienia oraz napełnianie złoża produktem wysokociśnieniowym. Habilitant wykazał, że zastosowanie dodatkowych etapów podczas procesu wychwytu CO₂ metodą adsorpcji zmiennociśnieniowej, przyczyniło się do znacznej poprawy stopnia odzysku CO₂ wraz ze wzrostem obciążenia złoża, jednak nie pozwoliło na otrzymanie produktu o wystarczającej zawartości dwutlenku węgla. Zdobyta nowa wiedza przyczyniła się do przygotowania i uzyskania patentu H11. Koncepcja rozwinięcia łańcucha technologii wychwytu CO₂ była również testowana przez Habilitanta dla gazów spalinowych o wyższych udziałach molowych dwutlenku węgla (publikacja H4). Dla konfiguracji procesu opartego na sześciu etapach (brak etapu wytwarzania gazu płukającego oraz desorpcji z płukaniem) uzyskano stężenia CO₂ w produkcie wynoszące 90÷94% oraz stopień odzysku CO₂ wynoszący nawet 85%. Uzyskana nowa wiedza była podstawą do przygotowania opisu zastrzeżeń patentowych zawartych w dokumencie [H13].

Uzyskane podczas badań laboratoryjnych wyniki analiz szerokiego spektrum parametrów operacyjnych pracy instalacji wychwytu dwutlenku węgla ze strumienia gazów spalinowych metodą adsorpcyjną oraz pozyskana nowa wiedza pozwoliły na zaprojektowanie, zbudowanie i przebadanie instalacji wychwytu dwutlenku węgla w skali pilotowej w Elektrowni Łagisza (we współpracy z Tauron Wytwarzanie SA). Wyniki badań przedstawiono w publikacjach H1, H6 i H19. Badania były realizowane dla różnych konfiguracji instalacji (konfiguracja ośmioetapowa – technologia V-PSA, konfiguracja dziewięcioetapowa - technologia DR-VPSA) oraz szerokiej gamy parametrów eksploatacyjnych takich jak: strumień gazu zasilającego, czas adsorpcji. Uzyskane przez Habilitanta wyniki badań potwierdziły, możliwość uzyskania produktu o stężeniu CO₂ wynoszącym około 90%, w przypadku realizacji dwustopniowego procesu DR-VPSA, dla sorbentu jakim był węgiel aktywny. Zaprezentowane w artykule H1 rezultaty wskazują również na wysoki stopień odzysku CO₂ z gazów spalinowych

wynoszący nawet ponad 80%, ale tylko dla niskich strumieni gazu zasilającego i krótkich czasów adsorpcji. Jednakże wykazano, że poprawa efektywności oczyszczania spalin z CO₂ w opracowanej technologii adsorpcji zmiennociśnieniowej z ponownym wzbogacaniem produktu niskociśnieniowego (DR-VPSA) powoduje prawie 30% wzrost zapotrzebowania energetycznego. Opis technologii DR-VPSA został szerzej opisany w patencie H12. Poza uzupełnieniem wiedzy teoretycznej dotyczącej procesu oczyszczania gazów spalinowych z dwutlenku węgla badania wykonane przez Pana Dr inż. Dariusza Wawrzyńczaka mają również charakter użytkowy. Cenne wyniki analizy pracy instalacji pilotowej w okresie 808 godzin przedstawiono w H19. Wnioski postawione przez Habilitanta wykazały, że nie napotkano na poważniejsze problemy eksploatacyjne, czy też problemy wynikające z ponownego rozruchu instalacji. Zaobserwowano jednak pewne utrudnienia, które mogą powodować zakłócenia w działaniu instalacji takie jak: zatykanie dysz absorbera izotermicznego, trudności z utrzymaniem odpowiedniego poziomu słupa wody w absorberze izotermicznym, nawarstwianie się osadu wewnątrz dmuchawy czy nieznaczny ubytek czynnika osuszającego. Jest to wiedza praktyczna, która może pozwolić innym badaczom i użytkownikom na uniknięcie podobnych problemów w czasie eksploatacji instalacji wychwytu CO₂ metodą adsorpcyjną. Szczególnie interesujące są również wyniki analiz wykonanych przez dra inż. Dariusza Wawrzyńczaka obejmujące porównanie parametrów opisujących efektywność działania technologii wychwytu dwutlenku węgla metodą adsorpcji pokazane w artykule H16, dane z publikacji H1, H3 i H18. Kandydat dokonał porównania skuteczności oczyszczania spalin za pomocą badanych przez siebie instalacji w odniesieniu do: instalacji dwukolumnowej (mała skala laboratoryjna), instalacji czterokolumnowej (duża skala laboratoryjna) oraz czterokolumnowej instalacji pilotowej (V-PSA jeden stopień wychwytu oraz DR-VPSA dwa stopnie wychwytu). Materiał ten stanowi istotny wkład do rozwoju nauki w zakresie technik wychwytu dwutlenku węgla metodami adsorpcyjnymi, przyczyniając się do zwiększenia ich skuteczności. Najważniejsze wnioski wymienione przez autora to: wyniki stężenia dwutlenku węgla w produkcie są zbliżone dla małej i dużej skali laboratoryjnej (bardziej rozbieżne wartości dotyczą stopnia odzysku CO₂ z gazu zasilającego); uzyskane w skali pilotowej stężenia dwutlenku węgla w produkcie są od kilku do kilkudziesięciu procent wyższe niż w badaniach laboratoryjnych, natomiast zastosowanie dwóch stopni wychwytu powoduje spadek efektywności oczyszczania. W zestawieniu nie podano jednak wskaźników energochłonności procesu oczyszczania, co pozwoliłoby na lepszą ocenę działania opisywanych układów.

Dalsze prace badawcze Habilitanta nad poprawą efektywności procesu wychwytu dwutlenku węgla ze strumienia gazów wylotowych polegały między innymi na: ocenie wpływu przygotowania gazów spalinowych przed wprowadzeniem do instalacji CCS (publikacja H5), ocenie trwałości sorbetów w instalacjach CCS (publikacja H6), a także optymalizacji technologii (praca H2). W artykule H5 Doktor Wawrzyńczak i współautorzy wskazują, że zastosowanie w izotermicznym adsorberze komercyjnego, impregnowanego (wodorotlenkiem potasu oraz jodkiem potasu) węgla aktywnego jest wystarczające do zapewnienia wymaganych limitów SO₂ w gazach spalinowych, natomiast nie redukuje zawartości NO_x. Wilgoć ze spalin może być skutecznie usunięta poprzez stosowanie układu opartego na glikolu. Ocenę trwałości węgla aktywnego, stosowanego do wychwytu CO₂, po 808 godzinnych badaniach przemysłowych, zaprezentowano w publikacji [H6]. Wyniki wskazują na znaczny wzrost udziału masowego azotu oraz tlenu w przypadku analizowanej próbki węgla aktywnego, co powoduje konieczność udoskonalenia sekcji doczyszczania spalin. Wykazano również, że pojemność adsorpcyjna węgla aktywnego obniżyła się od około 6-7% w porównaniu ze „świeżym”, sorbentem, co potwierdza możliwość długotrwałego stosowania węgla aktywnego w procesie wychwytu dwutlenku węgla. Badania przedstawione w H5 i H6 wykonano za pomocą między innymi: analizy spektroskopii fourierowskiej FTIR oraz metodami grawimetrycznymi, co świadczy o znajomości przez Habilitanta

zaawansowanych technik pomiarowych stosowanych w analizie procesów energetycznych. W wynikach badań przedstawionych w publikacji H2 Habilitant wskazuje, że zwiększenie zawartości dwutlenku węgla powyżej 95% w produkcie może zostać osiągnięte przy obniżeniu stężenia tlenu w gazach zasilających do poziomu poniżej 1%. Jest to istotna informacja wskazująca na potencjalnie wysokosprawne oczyszczanie spalin np. w technologii spalania paliw gazowych, gdzie wartości udziału tlenu w spalinach są niższe niż w przypadku paliw stałych.

Osiągnięcie naukowe wskazane we wniosku o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego stanowi zbiór komplementarnych badań prowadzonych przez dr inż. Dariusza Wawrzyńczaka. Prace Habilitanta obejmują tworzenie własnych koncepcji technologii, prowadzenie badań laboratoryjnych oraz eksperymentalnych w skali pilotowej z wykorzystaniem nowoczesnych technik pomiarowych. Podjęta tematyka prowadzonych prac jest ważna i ma duże znaczenie, albowiem poza aspektem poznawczym związanym z rozwijaniem technologii wychwytu dwutlenku węgla metodą adsorpcyjną, istotny jest też ich aspekt praktyczny. Uzyskane wyniki badań wskazane w cyklu publikacji powiązanych tematycznie stanowią cenne źródło wiedzy zarówno dla naukowców jak i inżynierów zajmujących się projektowaniem i eksploatacją instalacji usuwania dwutlenku węgla, ale także innych składników, z gazów procesowych.

Podsumowując, uważam że omawiane osiągnięcia naukowe dr inż. Dariusza Wawrzyńczaka wskazują na znaczny wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

3. Ocena pozostałej działalności naukowej

3.1 Tematyka badawcza inna niż przedstawiona w osiągnięciu naukowym

Należy podkreślić, że praca naukowa dr inż. Dariusza Wawrzyńczaka nie obejmuje jedynie tematyki zawartej w przedstawionym do oceny osiągnięciu naukowym. Obszar naukowy pozostałych prac z okresu po obronie dysertacji doktorskiej, nie włączonych do osiągnięcia naukowego, dotyczy analizy możliwości zastosowania dwutlenku węgla jako składnika do syntezy składników paliw odnawialnych takich jak metanol czy eter dimetylowy. Drugi z obszarów badań to wykorzystanie CO₂ jako czynnika do karbonatyzacji materiałów cementowych w procesie ich recyklingu. Kandydat prowadził również prace badawcze w obszarze związanym z magazynowaniem energii oraz pozyskiwaniem nowych materiałów na złoża adsorpcyjne na bazie biomasy. Wymienione powyżej zagadnienia badawcze wpisują się światowe trendy dotyczące budowania gospodarki o obiegu zamkniętym, w której jednym z ogniw może być technologia CCU. Ich tematyka jest zgodna z obecną polityką klimatyczną Polski i Unii Europejskiej. Habilitant swoje badania nie związane z tematyką dotyczącą technologii wychwytu dwutlenku węgla metodą adsorpcyjną opisał w siedmiu współautorskich publikacjach naukowych z listy JCR (A17, A19-A24) o sumarycznym IF równym 44.153, oraz w rozdziałach monografii naukowych (RM8, RM9).

3.2 Ocena współpracy z krajowymi i zagranicznymi ośrodkami naukowymi

W ramach współpracy z zagranicznymi instytucjami naukowymi Kandydat odbył kilka krótkotrwałych staży naukowych o sumarycznym czasie 83 dni oraz uczestniczył w dziewięciu projektach badawczych realizowanych we współpracy z krajowymi i zagranicznymi ośrodkami naukowymi. Warto wspomnieć o następujących aktywnościach Habilitanta:

- 1) Staż w Norsk Institutt for Luftforskning w Kjeller w Norwegii w dniach 13-27 maja 2010 r. (przed uzyskaniem stopnia doktora). Efektem stażu w późniejszym okresie pracy naukowej Kandydata było złożenie wspólnie z Norsk Institutt for Luftforskning sześciu wniosków o finansowanie projektów badawczych, z czego jeden projekt „Impact-based environmental index and labelling system to support SO2 emission trading in Shanxi province (DCI-ASIE/2012/305-506)” uzyskał finansowanie.
- 2) Staż w Monash University (Australia), Department of Chemical Engineering w dniach 1-21 października 2015. Celem stażu była wymiana wiedzy w zakresie technologii węglowych.
- 3) Staż w State Key Laboratory of Clean Energy Utilization w Zhejiang University w Chinach w dniach 26.09- 26.10.2017 (spotkanie w ramach projektu badawczego „Long-term research activities in the area of advanced CO2 capture technologies for clean coal Energy generation (CO2TRIP).
- 4) Staż w Instituto Superior Técnico w Universidade de Lisboa w Portugalii w okresie od 29.03 do 02.04.2022 r. Staż był związany z wymianą wiedzy i doświadczeń w ramach projektu „Redukcja śladu węglowego w technologii CCS-CCU z wykorzystaniem bioadsorbentów (BIOCO2). Wymiernym efektem stażu było nawiązanie współpracy oraz przygotowanie dwóch artykułów naukowych.
- 5) Staż naukowy w Faculty of Engineering w Università Campus Bio-Medico di Roma we Włoszech w dniach 20-28.04.2022. Staż w ramach projektu (BIOCO2) przyczynił się do umiędzynarodowienia działalności Kandydata poprzez przygotowanie artykułu naukowego opublikowanego w formule Open Access „Facchino M., Popielak P., Panowski M., Wawrzyńczak D., Majchrzak-Kucęba I., De Falco M., The Environmental Impacts of Carbon Capture Utilization and Storage on the Electricity Sector: A Life Cycle Assessment Comparison between Italy and Poland, Energies, 15, 6809, 2022
- 6) Staż w Instituto di Tecnologie Avanzate per l’Energia “Nicola Giordano” w Consiglio Nazionale delle Ricerche w Messynie we Włoszech w okresie od 20 do 27.06.2022.

Należy zaznaczyć, że Pan dr inż. Dariusz Wawrzyńczak zapoczątkowaną podczas krótkich wizyt naukowych współpracę naukową kontynuował po powrocie do kraju. Jej wymiernym efektem są projekty badawcze oraz publikacje w czasopismach naukowych z listy JCR. Taki przebieg działań Habilitanta wskazuje na jego gotowość i umiejętność współpracy z zewnętrznymi ośrodkami naukowymi w ramach wspólnych tematów badawczych, a ilość odbytych staży świadczy natomiast o chęci zdobywania doświadczenia międzynarodowego potrzebnego do pracy naukowej i dydaktycznej.

3.3 Ocena pozostałe działalności naukowej

W okresie swej dotychczasowej działalności, Habilitant czynnie prezentował swoje osiągnięcia naukowe na konferencjach krajowych i międzynarodowych, gdzie wygłosił 21 referatów w kolejnych 12 był współautorem. Brał także udział w pracach trzech komitetów organizacyjnych konferencji oraz seminarium naukowego, między innymi: Seminar “CCS-CCU technology for carbon footprint reduction using bioadsorbents”, Częstochowa 2022 (przewodniczący komitetu organizacyjnego), 1st International Conference & CCS Summer School: Advanced CO2 capture technologies for clean coal energy generation, Kraków 2015 (członek komitetu organizacyjnego) oraz “OZE – droga do przyszłości” Częstochowa 2023 (członek komitetu organizacyjnego).

Habilitant brał i bierze czynny udział, głównie jako wykonawca, w realizacji krajowych i międzynarodowych projektów badawczych otrzymanych w ramach konkursów m. in. NCBiR, Granty Norweskie, NAWA. Wspomniane projekty realizowane są we współpracy z ośrodkami krajowymi i zagranicznymi. Według mnie obszarem działalności naukowej Habilitanta, który zasługuje na podkreślenie, jest jego udział w pracach zespołów przygotowujących wnioski o finansowanie gdzie w 20-tu wnioskach pełnił rolę lidera lub koordynatora, natomiast w 12 był partnerem w przygotowaniu wniosku. Świadczy to o dojrzałości naukowej Kandydata poprzez kreowanie przez niego tematów badawczych, organizację zespołów badawczych oraz wyznaczenie kierunków w pozyskiwaniu źródeł finansowania zadań badawczych.

Słabszą stroną działalności naukowej Pana dr Dariusza Wawrzyńca jest jego zaangażowanie w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism, a także wspieranie czasopism naukowych w procesie redakcyjnym poprzez wykonywanie recenzji prac naukowych. W przedstawionej dokumentacji Kandydat wskazał tylko dwie recenzje dla czasopisma Energy&Fuels oraz Current Nanosciences.

Również działalność Habilitanta w zakresie współpracy z otoczeniem gospodarczym oceniam na średnim poziomie. Pełnił on funkcję wykonawcy tylko w sześciu projektach zleconych (w tym w dwóch w okresie przed uzyskaniem stopnia doktora). Szersza współpraca była realizowana z jednym podmiotem gospodarczym TAURON Wytwarzanie S.A., i odbywała się w ramach Programu Strategicznego „Zaawansowane technologie pozyskiwania energii”, Zadanie badawcze nr 2 „Opracowanie technologii spalania tlenowego dla kotłów pyłowych i fluidalnych zintegrowanych z wychwytem CO₂”, lata 2010-2015.

Habilitant jest laureatem kilku nagród za działalność naukową przyznanych przez Rektora Politechniki Częstochowskiej, między innymi: Indywidualna nagroda III stopnia za uzyskanie stopnia naukowego doktora (2013r.), Zespołowa nagroda II stopnia za współorganizację z Ministerstwem Środowiska międzynarodowych warsztatów „Developing the UE long-term climate strategy”, Częstochowa (2019r.); Zespołowa nagroda III stopnia za osiągnięcia publikacyjne (2020r.), Zespołowa nagroda III stopnia za uzyskane patenty (2020r.) oraz Zespołowa nagroda III stopnia za pozyskanie i realizację międzynarodowego projektu badawczego „Redukcja śladu węglowego w technologii CCS_CCU z wykorzystaniem bioadsorbentów – BIOCO₂” (2021 r.).

W podsumowaniu pozostałej aktywności naukowej Habilitanta, należy stwierdzić, że są tu słabsze i silniejsze aspekty. Do słabszych należy zaliczyć brak zaangażowania w komitetach redakcyjnych czasopism oraz niewielką współpracę z otoczeniem gospodarczym, jednak pozostałe osiągnięcia Kandydata świadczą o jego istotnej aktywności naukowej. Na podkreślenie zasługuje udział w wielu projektach badawczych oraz aktywność w prezentowaniu wyników badań podczas konferencji naukowych.

4. Ocena działalności dydaktycznej i organizacyjnej

Poniżej opisano działalność dydaktyczną habilitanta, z wyszczególnieniem prowadzonych zajęć, opieki nad dyplomantami i stażystami oraz jego zaangażowanie w pracach organizacyjnych i popularyzujących naukę.

a) Zajęcia dydaktyczne

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora, habilitant prowadził zajęcia dydaktyczne dla studentów studiów stacjonarnych i niestacjonarnych na kierunkach: Inżynieria środowiska,

Ochrona środowiska oraz Energetyka w liczbie 16 przedmiotów. Przykładowe przedmioty to: Termodynamika techniczna, Ochrona przed zapyleniem, Technologie maszyn energetycznych, Modelowanie w energetyce, Niskoemisyjne źródła ciepła. Na podkreślenie zasługuje wysoka oceną działalności dydaktycznej Habilitanta (4.94), obliczona w oparciu o ocenę procesu dydaktycznego z dwóch ostatnich lat (2021-2022). Ponadto dr inż. Dariusz Wawrzyńczak pełnił funkcję wykładowcy na studiach podyplomowych: „e-Energetyka Konwencjonalna i Odnawialna”. Był również współtwórcą programów studiów pierwszego i drugiego stopnia studiów stacjonarnych i niestacjonarnych „Energetyka”.

W roku 2016 za działalność dydaktyczną Kandydat został nagrodzony przez Rektora Politechniki Częstochowskiej „Zespołową nagrodą III stopnia za utworzenie nowoczesnego Laboratorium energetyki konwencjonalnej i odnawialnej”.

b) Opieka nad dyplomantami oraz promotorstwo i promotorstwo pomocnicze w szkołach doktorskich i doktoratach

Zgodnie z dokumentacją, do chwili obecnej Kandydat był promotorem 10 prac magisterskich oraz 11 prac inżynierskich. Pełnił również funkcje recenzenta w 40 pracach dyplomowych. Obecnie sprawuje opiekę naukową w charakterze promotora pomocniczego w dwóch przewodach doktorskich (nie podano terminu rozpoczęcia przewodów doktorskich):

- „Efektywne bioadsorbenty do usuwania ditlenku węgla metodą adsorpcyjną VPSA”
- „Zastosowanie analizy LCA do oceny łańcucha wychwytu i utylizacji CO₂”.

Świadczy to, o zaangażowaniu Habilitanta w rozwój młodej kadry naukowej i inżynierskiej.

c) Działalność organizacyjna

Habilitant uczestniczy w działalności organizacyjnej związanej z funkcjonowaniem macierzystego Wydziału oraz uczelni. Pełni funkcję członka Kolegium Elektorów Politechniki Częstochowskiej na kadencję 2020-2024 oraz protokolanta podczas obrony prac dyplomowych. Był członkiem Wydziałowej Komisji ds. Jakości Kształcenia, a także uczestniczył czynnie w hospitacji zajęć dydaktycznych. Pełni funkcję opiekuna trzech laboratoriów: termodynamiki technicznej i podstaw techniki cieplnej oraz technologii biopaliw, energetyki konwencjonalnej i odnawialnej oraz ochrony atmosfery i metrologii procesów cieplnych.

Bierze czynny udział w działaniach popularyzujących naukę między innymi na: Festiwalu Nauki, Industriadzie, targach edukacyjnych, Miejski Dzień Inteligentnej Energii. Prowadził również pokazy i warsztaty laboratoryjne dla szkół podstawowych oraz młodzieży ze szkół średnich. Za swoją działalność organizacyjną i promocyjną został kilkakrotnie nagrodzony przez Rektora Politechniki Częstochowskiej (2015, 2016, 2017, 2018, 2019r.).

Oprócz wymienionych pozycji w zakresie działalności dydaktycznej oraz organizacyjnej, należy pozytywnie zaakcentować aktywność Habilitanta w zakresie kursów i szkoleń podnoszących kompetencje dydaktyczne i organizacyjne. Ponadto, dr inż. Dariusz Wawrzyńczak był odpowiedzialny za przygotowanie scenariusza do filmu promującego mobilną instalację wychwytu CO₂ ze spalin w Elektrowni Łągisza.

W podsumowaniu należy stwierdzić, że Habilitant wykazuje wysokie zaangażowanie w działalności dydaktycznej i organizacyjnej, zarówno na szczeblu wydziału, jak i jednostki macierzystej. Ponadto, w mojej ocenie, ważnym elementem jego działań jest aktywność na polu

popularyzacji nauki wśród społeczeństwa. W zakresie kształcenia i rozwoju młodej kadry naukowej należy zaznaczyć promotorstwo pomocnicze w dwóch przewodach doktorskich oraz przeciętną ilość koordynowanych prac dyplomowych magisterskich i inżynierskich.

5. Podsumowanie całości działalności Habilitanta

Biorąc powyższe pod uwagę, na podstawie przedstawionych do oceny dokumentów dołączonych do wniosku o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego stwierdzam, że dr inż. Dariusz Wawrzyńczak:

- jest autorem/współautorem cyklu powiązanych tematycznie publikacji artykułów opublikowanych po doktoracie w czasopismach z bazy JCR, które stanowią osiągnięcie naukowe zdefiniowane w Ustawie (Dz.U. 2018, poz. 1668, art. 219, ust. 1, pkt. 2b) w odniesieniu do których, sumaryczny Impact Factor wynosi 37.547, a sumaryczna liczba punktów MSWiN wynosi 1361;
- po uzyskaniu stopnia doktora jest współautorem innych publikacji indeksowanych w bazach JCR, WOS oraz z listy B dla których sumaryczny Impact Factor wynosi 44.153;
- liczba cytowań prac naukowych Kandydata wynosi 146 (według bazy SCOPUS, bez autocytowań);
- indeks Hirscha - wg bazy SCOPUS: H = 8.

Ponadto Habilitant:

- uczestniczył w realizacji projektów badawczych finansowanych ze środków krajowych i międzynarodowych;
- wykazuje współpracę z innymi ośrodkami akademickimi krajowymi i zagranicznymi;
- pełni funkcję promotora pomocniczego w dwóch przewodach doktorskich;
- ma znaczące osiągnięcia organizacyjne i dydaktyczne.

Reasumując, uważam, że dotychczasowe wyniki pracy naukowej dr inż. Dariusz Wawrzyńczak wskazują, iż osiągnął on poziom samodzielnego pracownika akademickiego. Zgromadzony przez niego dorobek naukowy ukierunkowany jest na optymalizację procesu wychwytu dwutlenku węgla z gazów spalinowych metodą adsorpcji zmiennociśnieniowej. Dorobek ten jest efektem działalności badawczej Habilitanta i stanowi cenny wkład w rozwój nauki w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Prace naukowe Kandydata mają cechy poznawcze, ale także użyteczne. Kandydat posiada również dorobek w innych obszarach działalności naukowej.

6. Wniosek końcowy

Uwzględniając przeprowadzoną powyżej analizę i ocenę osiągnięć Kandydata uważam, że dorobek dra inż. Dariusza Wawrzyńczaka spełnia wymagania stawiane osobom ubiegającym się o stopień naukowy doktora habilitowanego zgodnie z ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (z późniejszymi zmianami).

Biorąc powyższe pod uwagę, stawiam wniosek do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka na Wydziale Infrastruktury i Środowiska Politechniki Częstochowskiej o prowadzenie dalszych etapów postępowania w sprawie nadania dr inż. Dariuszowi Wawrzyńczakowi stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

