



Politechnika  
Częstochowska



Wydział Infrastruktury  
i Środowiska

Częstochowa, 25.04.2024

dr hab. Inż. Jurand Bień, prof. PCz  
Politechnika Częstochowska  
Wydział Infrastruktury i Środowiska  
Katedra Zaawansowanych Technologii Energetycznych  
ul. J.H. Dąbrowskiego 69

## RECENZJA

stanowiąca ocenę osiągnięcia naukowego wynikającego z art. 219 ust. 1 ustawy o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz.U.2018.1668 z późn. zm.) stanowiącego cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. b ujęty pod wspólnym tytułem:

*„Badania, analiza i modelowanie wybranych technologii magazynowania energii elektrycznej i ciepła”*

oraz pozostałych osiągnięć kandydata, Pana dr inż. Marcina Wołowicza, w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżyniersko-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

## **1. Podstawa opracowania**

Podstawę formalną przygotowanej recenzji stanowi Uchwała Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka z dnia 15 marca 2024 r. (pismo znak RND.ÍSGiE.38.2024), na mocy której powierzona została mi funkcja recenzenta w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego dr inż. Marcinowi Wołowiczowi w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Recenzję opracowano na podstawie dokumentów i materiałów przesłanych przez Przewodniczącego Dyscypliny Naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Warszawskiej prof. dr hab. inż. Tomasza Wiśniewskiego. W ich składzie znajduje się wniosek dr inż. Marcina Wołowicza o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, dane wnioskodawcy, dyplom stwierdzający uzyskanie stopnia doktora, autoreferat prezentujący opis dorobku i osiągnięć naukowych, publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego, oświadczenia o współautorstwie prac wchodzących w skład osiągnięcia naukowego, a także wykaz pozostałych osiągnięć naukowych potwierdzających aktywność Kandydata do nadania stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

## **2. Informacje o Kandydacie**

Dr inż. Marcin Wołowicz w 2009 r. obronił na Wydziale Mechanicznym Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej pracę magisterską pt. „Elektrociepłownia Jądrowa Warszawa Północ” uzyskując tytuł magistra inżyniera. Praca ta została wyróżniona nagrodą 1-go stopnia Polskiego Towarzystwa Nukleonowego. Następnie, w 2013 roku uzyskał tytuł doktora nauk technicznych (w dyscyplinie energetyka). Tytuł rozprawy doktorskiej został określony jako: „Modelowanie matematyczne węglanowego ogniwa paliwowego” – promotor prof. dr hab. inż. Krzysztof Badyda.

Przebieg pracy zawodowej Kandydata jest następujący:

01.10.2021 – obecnie – Adiunkt naukowo-dydaktyczny (badawczo-dydaktyczny), Politechnika Warszawska, Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa, Instytut Techniki Ciepłej, Zakład Racjonalnego Użytkowania Energii

01.04.2014 – 30.09.2021 – Adiunkt naukowo-dydaktyczny (badawczo-dydaktyczny), Politechnika Warszawska, Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa, Instytut Techniki Ciepłej, Zakład Maszyn i Urządzeń Energetycznych

01.10.2010 – 31.03.2014 – Samodzielny Referent ds. Technicznych, Politechnika Warszawska, Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa, Instytut Techniki Ciepłej

### 3. Charakterystyka i ocena osiągnięcia naukowego

Habilitant jako wymagane na mocy art. 219 ust. 1 ustawy o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz.U.2018.1668 z późn. zm.) osiągnięcie naukowe wskazał cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych objętych wspólnym tytułem: „*Badania, analiza i modelowanie wybranych technologii magazynowania energii elektrycznej i ciepła*”. Opiniowane osiągnięcie naukowe składa się z dwudziestu pozycji, w tym dwunastu oryginalnych prac badawczych opublikowanych w czasopismach naukowych (w tym sześć posiada określony współczynnik wpływu IF), jednego rozdziału w monografii oraz siedmiu publikacji w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych. Osiągnięcie uzupełnione jest przez wskazanie czterech patentów. We wszystkich publikacjach tworzących opiniowany cykl, Habilitant odpowiadał przede wszystkim za przygotowanie analizy stanu wiedzy, przygotowanie koncepcji i planu badań, prowadzenie badań oraz opracowanie wyników. Należy także wskazać na: wykonywanie modeli matematycznych oraz prowadzenie badań numerycznych różnych konfiguracji układów energetycznych dążących do zwiększenia sprawności magazynowania ciepła oraz prowadzenie analizy egzergetycznej. Dziewiętnaście publikacji tworzących oceniany cykl jest wieloautorskich, tylko jedna publikacja jest jednoautorska. W czterech publikacjach Habilitant jest pierwszym autorem. Sumaryczny Impact Factor prac stanowiących podstawę ubiegania się o stopień doktora habilitowanego wynosi 34.163. Habilitant nie określił wprost swojego procentowego udziału w powstaniu tych prac, aczkolwiek biorąc po uwagę przytoczoną wartość liczbową, która pośrednio charakteryzuje wartość naukową ocenianego cyklu publikacji, a także opisy działań przy publikacjach i/lub oświadczenia współautorów należy uznać, że są one na zadowalającym poziomie, a udział Habilitanta w ich powstanie jest znaczący i kluczowy.

Spośród swojego dorobku publikacyjnego, do oceny w formie jednolitego cyklu dr inż. Marcin Wołowicz wybrał problematykę wybranych technologii magazynowania energii elektrycznej i ciepła, ze szczególnym naciskiem na ograniczenie negatywnego wpływu na środowisko układów energetycznych rozumianym tu głównie jako efekt podnoszenia sprawności. Analizując poszczególne zagadnienia Habilitant szczegółowo badał różne metody magazynowania energii w oparciu o gazy, w tym technologie LAES (ang. Liquid Air Energy Storage), CAES (ang. Compressed Air Energy Storage) oraz wykorzystanie wodoru i gazu ziemnego.

W przypadku układów magazynowania w skroplonym powietrzu (LAES) Habilitant przeprowadził kompleksową analizę energetyczną i egzergetyczną, co pozwoliło na dokładne zrozumienie zachodzących procesów w układach LAES oraz identyfikację obszarów, w których można osiągnąć poprawę efektywności. Szczególnie cenne są analizy możliwości sprzęgnięcia układów LAES z innymi technologiami, takimi jak układ ORC, obieg parowy, obieg na nadkrytyczny dwutlenek węgla czy układ z możliwością separacji tlenu. To ostatnie podejście nie tylko zwiększa ekonomiczność całego systemu LAES, ale również otwiera nowe możliwości biznesowe związane z produkcją i sprzedażą tlenu. Integracja wymienionych technologii pozwala na wykorzystanie synergii pomiędzy nimi, co prowadzi do podniesienia sprawności i/lub poprawy wskaźników

ekonomicznych w stosunku do prostego układu LAES. Warto podkreślić, że dr inż. Marcin Wołowicz nie ograniczył się jedynie do teoretycznych rozważań, ale przeprowadził również analizy praktyczne, co dodatkowo podnosi wiarygodność prezentowanych wyników. Prezentowane przez autora badania zostały wykonane w ramach wielu projektów badawczych, co świadczy też o skali i znaczeniu przeprowadzonych analiz. Badania z tego zakresu zostały przedstawione w publikacjach [A1], [A2], [A3], [A14], [A15], [A16], [A17] oraz w, stanowiących uzupełnienie osiągnięciach, patentach [PAT1], [PAT2], [PAT3], [PAT4] – oznaczenia zgodne z zawartymi w autoreferacie.

W przypadku magazynowania w sprężonym powietrzu (CAES) Habilitant zaproponował nadbudowę napowierzchniowej części magazynu CAES o część parową. Jest to koncepcja godna uwagi, gdyż taka modyfikacja może przynieść istotne korzyści w postaci poprawy sprawności części rozładowania magazynu oraz całego układu magazynowania energii CAES. Przeprowadzona szczegółowa analiza numeryczna otwiera drogę do ewentualnej implementacji tego rozwiązania w praktyce. Ten zakres badawczy zaprezentowano w publikacji [A19].

Prace badawcze magazynowania energii elektrycznej w wodorze przedstawiono w publikacji [A4]. Analiza wielowariantowa układu magazynowania energii w wodorze, składającego się z elektrolizera stałotlenkowego (SOE), magazynu wodoru oraz ogniwa paliwowego stałotlenkowego (SOFC) stanowi istotny wkład w rozwój tej technologii, zwłaszcza w kontekście identyfikacji optymalnych konfiguracji układów magazynowania. Wykonane przez Habilitanta modele i analizy pozwalają na kompleksowe zrozumienie różnych aspektów tego procesu oraz identyfikację najbardziej efektywnych konfiguracji. Uzupełnieniem tych prac jest uwzględnienie ogniwa paliwowego w ujęciu dość ciekawego układu kogeneracyjnego do zasilania w energię elektryczną i ciepło kompleksu hotelowego [A13].

Badania, które prowadził dr inż. Marcin Wołowicz, dotyczyły także magazynowania energii elektrycznej z wykorzystaniem kawernowych magazynów gazu ziemnego (ang. Compressed Natural Gas Energy Storage – CNGES). Podejście to można uznać za istotny krok w poszukiwaniu nowych możliwości wykorzystania istniejącej infrastruktury dla celów energetycznych i stanowi cenny sposób na zwiększenie elastyczności i efektywności systemów energetycznych. Wykonane przez Habilitanta analizy i obliczenia potwierdzają potencjał dla tego typu magazynowania energii, a dobre przyjęcie tej koncepcji ze strony PGNiG oraz Gas Storage Poland dodaje praktycznego znaczenia przedstawionym badaniom, które znalazły swoje odzwierciedlenie w ramach wyszczególnionych publikacji [A9] i [A18].

W kolejnym etapie swojej działalności Habilitant przeprowadził kompleksowe analizy dotyczące strat energetycznych i egzergicznych w magazynach ciepła, co pozwoliło na zrozumienie mechanizmów i obszarów, w których można osiągnąć poprawę efektywności. Wykazanie, że straty w układzie samego akumulatora ciepła oraz jego elementów towarzyszących są niewielkie w porównaniu do innych komponentów bloku energetycznego stanowi ważną informację dla projektantów i inżynierów. Cenne jest także przeprowadzenie analizy mającej na celu poprawę sprawności funkcjonowania

akumulatora ciepła poprzez optymalizację pracy poduszki parowej. To istotny wkład w doskonalenie procesów magazynowania ciepła, zwłaszcza w elektrociepłowniach. Wyniki badań zawarto w publikacjach [A5] i [A6]. Wariantowe badania przeprowadzone z sezonowymi magazynami ciepła (STES) przedstawione w publikacjach [A7], [A8], [A11], [A12] i [A20] wskazały na identyfikację optymalnych rozwiązań konstrukcyjnych, które uzyskano na podstawie wykonanych modeli dynamicznych.

Po analizie złożonego osiągnięcia w postaci cyklu publikacji uważam, że dr inż. Marcin Wołowicz w swojej działalności podjął się istotnych badań dotyczących problematyki magazynowania energii elektrycznej i ciepła. Ciągłe w tym zakresie poszukiwane są metody, które pozwolą na efektywne magazynowanie energii, w szczególności przy nieprzewidywalnych źródłach wytwórczych jakim są odnawialne źródła energii. A jak wykazał Habilitant jest tu sporo różnych możliwości, w tym także w aspekcie poprawy ogólnej sprawności układów energetycznych.

Podsumowując ocenę osiągnięcia naukowego dr inż. Marcina Wołowicza stwierdzam, iż prace badawcze przedstawione w formie jednotematycznych publikacji stanowią ważne źródło wiedzy na temat rozwiązań w aspekcie magazynowania energii elektrycznej i ciepła w oparciu o wykorzystanie gazów (sprężonego i skroplonego powietrza, sprężonego gazu ziemnego oraz wodoru) i reprezentują zadawalający poziom naukowy. Przedstawiona w badaniach tematyka jest ważna w kontekście zrównoważonego rozwoju sektora energetycznego, i przyczynia się do rozwoju dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

#### **4. Ocena innych aktywności i osiągnięć naukowo-badawczych**

Jako pozostałe osiągnięcia naukowo-badawcze Habilitant wskazał:

1. Cykl osiągnięć technologicznych z zakresu technologii energetycznych obniżających negatywny wpływ na środowisko.
2. Badania, modelowanie i analiza obiegów na nadkrytyczny dwutlenek węgla.
3. Badania, modelowanie matematyczne oraz analiza układów cieplnych siłowni parowych oraz gazowo-parowych.

Ad 1) W ramach cyklu osiągnięć technologicznych Habilitant wymienił:

[OT1] Udział w opracowaniu i rozruchu instalacji do odazotowania spalin w technologii SNCR dla węglowych kotłów rusztowych z wykorzystaniem predykcyjnego algorytmu sterowania, w którego ramach realizowane było opracowanie i zbadanie dysz do podawania reagenta do komór spalania różnych kotłów, modelowanie matematyczne procesu redukcji tlenków azotu w wybranych kotłach, weryfikacja wyników modelowania na stanowisku badawczym w ramach prac rozwojowych oraz przygotowanie do wdrożenia technologii. Projekt zmierzał do opracowania polskiej, konkurencyjnej technologii odazotowania spalin w kotłach rusztowych. Udział Habilitanta w projekcie polegał na przeprowadzeniu badań eksperymentalnych kotła WR-25 celem określenia rozkładu temperatur oraz stężeń NO<sub>x</sub>, które posłużyły do opracowania modelu predykcyjnego sterowania instalacją SNCR.

[OT2] Udział w opracowaniu urządzenia do dezintegracji substratów pochodzących z przetwórstwa rolno-spożywczego. Celem projektu było opracowanie i wdrożenie kompletnej linii technologicznej kondycjonowania substratów pochodzących z przetwórstwa rolno-spożywczego przy wykorzystaniu dezintegracji hydrodynamicznej i niskotemperaturowej, w innowacyjnym układzie hybrydowym. Habilitant brał udział w konstruowaniu urządzenia, nadzorze na jego budowę oraz na współudziale w testach. Efektem było współautorstwo 4 publikacji oraz patentu powstałego w związku z opracowaną technologią dezintegratora.

[OT3] Udział w opracowaniu higienizatora osadów ściekowych (HPM), gdzie jako swój wkład Habilitant wymienił opracowanie możliwości zastosowania różnego typu pomp ciepła do wstępnego podgrzewu higienizowanego osadu, przeprowadzenie analizy współpracy różnego typu pomp ciepła z higienizatorem HPM w zależności od rodzaju dolnego źródła ciepła, wariantowy dobór technologii pomp ciepła, opracowanie schematu technologicznego układu w zależności od zastosowanej technologii pompy ciepła, a także schematu technologicznego układu w zależności od rodzaju dolnego źródła ciepła. Habilitant uczestniczył także w nadzorze nad pracami montażowymi, w tym również w ramach produkcji urządzeń peryferyjnych, jak np. rozścielacz osadów oraz linia do wyprowadzenia higienizowanego osadu ściekowego poza urządzenie HPM.

[OTS4] Udział w opracowaniu i wdrożeniu rozwiązania dotyczącego możliwości podniesienia efektywności energetycznej wentylatorów powietrza i spalin dla bloku węglowego w ramach projektu "Blok 200+". Wkład dr inż. Marcina Wołowicza w wyżej wymienione osiągnięcie polegał na opracowaniu części obliczeniowej wraz z weryfikacją wyników. Habilitant opracował modele obliczeniowe do zastosowań w analizie zasadności wymiany napędów a także opracował metodykę obliczeń w zakresie pracy istniejących wentylatorów. Przeprowadzone obliczenia symulacyjne dotyczyły zysków energetycznych dzięki zastosowaniu napędów falownikowych. Należy podkreślić, że wyniki prac zostały wdrożone w bloku klasy 200 MW w Elektrowni Połaniec.

[OTS5] Udział w opracowaniu metodycznych podstaw technologii montażu elementów wielkogabarytowych i o znacznym ciężarze w miejscach trudnodostępnych ze szczególnym uwzględnieniem potrzeb sektora elektroenergetycznego w tym siłowni wiatrowych, przemysłu rafineryjnego oraz branż pokrewnych. Celem pracy było opracowanie metodycznych podstaw technologii montażu elementów wielkogabarytowych i o znacznym ciężarze w miejscach trudnodostępnych. Wkład Habilitanta w wyżej wymienione osiągnięcie technologiczne polegał na udziale w określeniu potrzeb sektora elektroenergetycznego w tym siłowni wiatrowych oraz branż pokrewnych związanych z montażem elementów wielkogabarytowych i o znacznym ciężarze, udziale w określeniu uwarunkowań w zakresie przygotowania do pracy oraz odstawienia urządzenia dźwignicowego niezbędnego do prowadzenia prac montażowych, udziale w wytypowaniu oraz określeniu założeń przyjętych do analiz w odniesieniu do opracowywanej technologii. Efektem tego osiągnięcia jest uzyskanie patentu, którego Habilitant jest współautorem.

Ad 2). Osiągnięcie jest efektem realizowanego grantu pod tytułem „Badania procesów produkcji energii elektrycznej z wykorzystaniem obiegów na nadkrytyczny CO<sub>2</sub>”, Projekt

finansowany był przez Narodowe Centrum Nauki SONATA 10 o numerze umowy 2015/19/D/ST8/02780, Data realizacji 2015-2019. Wkład dr inż. Marcina Wołowicza polegał na koordynacji prac zespołu realizującego prace badawcze, a także wykonaniu obliczeń i prac modelowych układów energetycznych na nadkrytyczny dwutlenek węgla. Efektem realizacji projektu było powstanie 14 publikacji. W większości Habilitant był pierwszym autorem.

Ad 3). W ramach tego osiągnięcia wymieniono cykl 14 publikacji, gdzie Habilitant jest współautorem. Analizowano w nich układy energetyczne: parowe, gazowe, jądrowe, gazowo-parowe oraz różne kombinacje sprzęgania tych układów.

Podsumowując ocenę tej części dorobku stwierdzam, że inna aktywność naukowa dr inż. Marcina Wołowicza jest bogata i na zadowalającym poziomie. Liczne publikacje naukowe, wdrożenia technologiczne, udział w realizacji 24 projektów badawczych, z czego w 5 pełnił funkcję kierownika podkreślają, że Habilitant konsekwentnie rozwijał warsztat badawczy. Aktywność naukowa dr inż. Marcina Wołowicza została dostrzeżona przez macierzystą uczelnię, co potwierdza wielokrotne przyznanie nagrody Rektora Politechniki Warszawskiej za osiągnięcia naukowe, w tym I i III stopnia.

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

Aktywność naukową dr inż. Marcina Wołowicza realizowaną w więcej niż jednej jednostce naukowej należy ocenić jako zadowalającą. Habilitant w szczególności wskazuje na współpracę z Hanbat National University z Korei, gdzie całość współpracy i badań trwała ponad 6 miesięcy, a sam odbył w wymienionej jednostce 2 miesięczny staż. Tematyka tego stażu związana była z ogniwami paliwowymi, w szczególności węglanowymi (Molten Carbonate Fuel Cell – MCFC) oraz węglowymi (Direct Carbon Fuel Cell – DCFC). W jego ramach Habilitant brał czynny udział w badaniach laboratoryjnych węglanowych ogniw paliwowych, w tym zasilania tego typu ogniw węglem pochodzącym z polskich kopalni. Efektem był transfer wiedzy w konstruowaniu komponentów do budowy węglanowych ogniw paliwowych, w tym elektrod (anody i katody), matryc oraz elektrolitu oraz wspólne publikacje:

[B29] Lee S.W., Kim T.K., Kim Y.J., Lee C.G., **Wołowicz, M.**; Impedance characteristics of laboratory scale molten carbonate fuel cell fueled by ash free coal; Proceedings of the International Conference on Advanced Materials, Structures and Mechanical Engineering, Incheon, South Korea, May 29-31, 2015. Wydane w książce: Advanced Materials, Structures and Mechanical Engineering; 1st Edition; Published 26 February 2016, London, Wydawca CRC Press (Taylor and Francis Group) •

[B32] Kim T.K., Kim Y.J., Lee S.W., Lee C.G., **Wołowicz, M.**; Operational Characteristics of Coin Type Molten Carbonate Fuel Cell Fueled by Ash Free Coal; Applied Mechanics and Materials, Volume 752, s. 438-443, 2015 •

[B34] **Wołowicz, M.**, Lee C.G., Kim Y.J., Lee S.W., Kim T.K.; Molten carbonate fuel cell (MCFC) fueled by ash free coal (AFC); Rynek Energii Nr 4, s. 93-97, 2015

W ramach współpracy międzynarodowej Habilitant odbył także kilka wizyt studyjnych w ośrodkach naukowych we Włoszech, takich jak: Politecnico di Torino, Politecnico di Milano, Università degli Studi di Perugia (oddział w Terni), University of Calabria podczas których omawiano problematykę ogniw paliwowych oraz magazynowania energii. Wraz z University of Calabria dr inż. Marcin Wołowicz złożył dwa wnioski grantowe, które dotyczyły tematyki magazynowania energii w kawernowych magazynach gazu (CNGES). Wspólnym złożeniem wniosku w ramach konkursu polsko-chińskiego uwieńczono także współpracę z China Southeast University, Nanjing, China. Również w ramach zagranicznej aktywności naukowej została nawiązana współpraca z King Abdulaziz City for Science and Technology (KACST), Arabia Saudyjska. Ta zaowocowała powstaniem dwóch wspólnych publikacji:

[B1] Alkasmoul F., Asaker, M. Widuch A., Malicki M., Zwierzchowski R., **Wołowicz, M.**; Multigeneration source based on novel triple-component chiller configuration co-supplied with renewable and fossil energy operated in Arabic Peninsula conditions; Energy, Volume 263, 2023, paper number 125738

[B7] Alkasmoul F., Asaker, M. Widuch A., Malicki M., Zwierzchowski R., **Wołowicz, M.**; Combined energy source for simultaneous production of cooling, heating, power and desalinated water; Rynek Energii Nr 1(152), s. 70-75, 2021

Uważam, że realizowana przez Habilitanta aktywność w ramach współpracy z innymi ośrodkami naukowymi wpłynęła pozytywnie na jego rozwój naukowy. Wspólne inicjatywy badawcze zostały udokumentowane publikacjami, a także składanymi wnioskami grantowymi. Stąd uznaje, że kryterium stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego dotyczące aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej w szczególności zagranicznej w przypadku dr inż. Marcina Wołowicza zostaje spełnione.

## **6. Ocena dorobku dydaktycznego, organizacyjnego oraz popularyzatorskiego**

Pan dr inż. Marcin Wołowicz jest aktywnym nauczycielem akademickim. Działalność popularyzatorska Habilitanta obejmuje uczestnictwo i prezentacje na krajowych i międzynarodowych konferencjach. Habilitant prowadził ponadto szereg zajęć na studiach stacjonarnych, niestacjonarnych, podyplomowych oraz w ramach szkoły doktorskiej. Dla prowadzonych przedmiotów opracowywał materiały dydaktyczne. Zajęcia prowadzone przez Habilitanta odbywały się zarówno w języku polskim jak i angielskim, podobnie jak opracowane przez niego materiały dydaktyczne. Ważnym dokonaniem dydaktycznym dr inż. Marcina Wołowicza jest współautorstwo podręcznika zatytułowanego „Energetyka odnawialna w budownictwie. Magazynowanie energii” wydanego nakładem PWN. Habilitant jest promotorem 66 prac dyplomowych, w tym 59 magisterskich i 7 inżynierskich, a także był promotorem pomocniczym w trzech realizowanych przewodach doktorskich.

Pan dr inż. Marcin Wołowicz angażował się w pracę organizacyjną na macierzystym wydziale będąc członkiem zespołu przygotowującego Raport Samooceny Komisji Akredytacyjnej Uczelni Technicznych kierunku Energetyka na Wydziale Mechanicznym



Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej. Był opiekunem Studenckiego Koła Magazynowania Energii (SKME PW), i jako przedstawiciel Rady Doktorantów pełnił funkcję członka Rady Wydziału Mechanicznego Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej. Habilitant był także zaangażowany w organizację 2 konferencji naukowych, gdzie pełnił rolę członka komitetu organizacyjnego.

## **7. Podsumowanie i wnioski końcowe**

Podsumowując ocenę dorobku naukowego dr inż. Marcina Wołowicza, w szczególności cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych objętych wspólnym tytułem: „Badania, analiza i modelowanie wybranych technologii magazynowania energii elektrycznej i ciepła” uznaję, że przedłożona praca wnosi istotny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, a tym samym spełnia wymóg określony w art. 219 ust. 1 pkt 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U.2018.1668 z późn. zm.). Praca naukowa Kandydata jest ważna w obszarze energetyki i inżynierii środowiska, jej tematyka jest jednorodna i wiąże się z praktycznymi zastosowaniami. Dorobek publikacyjny Kandydata jest ilościowo i jakościowo dobry, mierzony według kryterium sumarycznego IF (35.627), indeksem Hirsha (9) wg. Web of Science i Scopus, indeksem CiteScore (57.75), sumaryczną punktacją MNiSW/MEiN (3274 pkt), a także liczbą cytowań (263 bez autocytowań) według bazy Web of Science i 244 (bez autocytowań według Scopus).

Podjęta współpraca z innymi jednostkami naukowymi, w tym między innymi Hanbat National University była wartościowa i przyczyniła się do rozwoju naukowego Kandydata. Przyniosło to wymierny efekt w postaci publikacji naukowych w czasopiśmie znajdującym się na liście JCR [B29, B32, B34]. Tym samym spełnione zostało kryterium stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego znacznej aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni czy instytucji naukowej, szczególnie zagranicznej. Kandydat współpracuje z krajowymi jednostkami naukowymi, z podmiotami z otoczenia społeczno-gospodarczego, wykonuje ekspertyzy, wdraża technologie w obiektach przemysłowych, uzyskuje patenty realizując szeroką gamę projektów naukowo-badawczych.

Oceniając całokształt osiągnięć stwierdzam, że dr inż. Marcin Wołowicz posiada osiągnięcia naukowe, które stanowią istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, i spełnia wymagania stawiane osobom ubiegającym się o stopień naukowy doktora habilitowanego w świetle obowiązujących przepisów. Biorąc powyższe pod uwagę, wnioskuję do Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Warszawskiej o nadanie dr inż. Marcinowi Wołowiczowi stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

