

Prof. dr hab. inż. Marek Jaszczur
Katedra Podstawowych Problemów Energetyki
Wydział Energetyki i Paliw
Akademia Górniczo-Hutnicza im Stanisława Staszica w Krakowie
30-059 Kraków, al. A. Mickiewicza 30
e-mail jaszczur@agh.edu.pl
Tel:126172657

Kraków, 7.06.2024 r.

RECENZJA

osiągnięcia naukowego, istotnej aktywności naukowej oraz osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzujących naukę Pana **dra inż. Marcina Wołowicza** w postępowaniu o nadanie stopnia naukowego **doktora habilitowanego** w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

I. Podstawa opracowania recenzji

Podstawą wykonania recenzji była Uchwała Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Warszawskiej z dnia 12 marca 2024 r w sprawie powołania pełnego składu komisji habilitacyjnej w postępowaniu habilitacyjnym wszczętym na wniosek Pana dr. inż. Marcina Wołowicza, na podstawie której zostałem powołany na recenzenta i powierzono mi dokonanie oceny osiągnięć naukowych dr. inż. Marcina Wołowicza ubiegającego się o stopień doktora habilitowanego, zgodnej z wymaganiami określonymi w art. 219 ust. 1, pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 z późn. zm.) oraz wykonanie recenzji.

Dokumentację dr. inż. Marcina Wołowicza otrzymałem 3 kwietnia 2024 r., co stanowiło podstawę formalno-prawną dokonania oceny i wykonania recenzji. Przygotowana przez Habilitanta dokumentacja w formie papierowej i elektronicznej zawiera:

1. Kopię wniosku z dnia 28.09.2023 o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.
2. Kopię dyplomu potwierdzającego posiadanie stopnia naukowego doktora.
3. Dane wnioskodawcy.
4. Autoreferat.
5. Wykaz osiągnięć naukowych.
6. Wersje elektroniczne publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego.
7. Oświadczenia o współautorstwie.

II. Podstawowe dane o kandydacie

Pan dr inż. Marcin Wołowicz jest absolwentem Politechniki Warszawskiej. W roku 2009 uzyskał tytuł magistra inżyniera na Wydziale Mechanicznym Energetyki i Lotnictwa. Tytuł pracy dyplomowej „Elektrociepłownia Jądrowa Warszawa-Północ”, praca została wyróżniona nagrodą I stopnia Polskiego Towarzystwa Nukleonowego za najlepsze prace dyplomowe z zakresu energetyki jądrowej. Promotor: Prof. dr hab. inż. Józef Portacha. W roku 2013 uzyskał stopień doktora nauk technicznych. Doktorat został obroniony z wyróżnieniem na Politechnice Warszawskiej, Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa. Tytuł rozprawy doktorskiej „Modelowanie matematyczne węglanowego ogniwa paliwowego”. Promotor: Prof. dr hab. inż. Krzysztof Badyda. W okresie 1.10.2010 do 31.03.2014 pracował na Politechnice Warszawskiej, Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa, Instytut Techniki Ciepłej jako samodzielny referent ds. technicznych, następnie od 1.04.2014 do 30.09.2021 jako adiunkt naukowo-dydaktyczny w tej samej jednostce, a obecnie od 1.10.2021 pracuje jako adiunkt naukowo-dydaktyczny na Politechnice Warszawskiej, Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa, Instytut Techniki Ciepłej, Zakład Racjonalnego Użytkowania Energii.

III. Ocena osiągnięcia naukowego Habilitanta

We wniosku o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka Pan dr inż. Marcin Wołowicz wskazał jako osiągnięcie, będące podstawą ubiegania się o stopień doktora habilitowanego, cykl pt. *Badania, analiza i modelowanie wybranych technologii magazynowania energii elektrycznej i ciepła*, 20 powiązanych tematycznie artykułów naukowych. Publikacje składające się na osiągnięcie naukowe dr. inż. Marcina Wołowicza, numerowane zgodnie z zapisem w wykazie osiągnięć, to:

- [A1] Szablowski, L., Krawczyk, P., Wołowicz, M., *Exergy analysis of adiabatic liquid air Energy storage (A-laes) system based on Linde–Hampson cycle*, *Energies*, 2021, 14(4), 945
- [A2] Dzido, A., Wołowicz, M., Krawczyk, P., *Transcritical carbon dioxide cycle as a way to improve the efficiency of a Liquid Air Energy Storage system*, *Renewable Energy*, Volume 196, 2022, s. 1385-1391
- [A3] Dzido, A., Krawczyk, P., Wołowicz, M., Badyda, K., *Comparison of advanced air liquefaction systems in Liquid Air Energy Storage applications*, *Renewable Energy*, Volume 184, 2022, s. 727-739
- [A4] Milewski, J., Wołowicz, M., Lewandowski, J., *Comparison of SOE/SOFC system configurations for a peak hydrogen power plant*; *International Journal of Hydrogen Energy*, 2017, 42(5), s. 3498–3509

- [A5] Zwierzchowski, R., Niemyjski, O., Wołowicz, M., *Energy Savings Analysis for Operation of Steam Cushion System for Sensible Thermal Energy Storages*, *Energies*, 2022, 15(1), 286
- [A6] Zwierzchowski, R., Wołowicz, M., *Energy and exergy analysis of sensible thermal Energy storage—Hot water tank for a large CHP plant in Poland*; *Energies*, 2020, 13(18), 4842
- [A7] Wołowicz, M., Kupecki, J., Wawryniuk, K., Milewski, J., Motyliński, K., *Analysis of nodalization effects on the prediction error of generalized finite element method used for dynamic modeling of hot water storage tank*; *Archives of Thermodynamics*, 2015, 36(3), pp. 123–138
- [A8] Milewski J., Wołowicz M., Bujalski W., *Methodology for choosing the optimum architecture of a STES system*, *Journal of Power Technologies*, 2014, vol. 94, nr 3, s.153-164
- [A9] Wołowicz, M., Krawczyk, P., Gruszecka, M., Mikołajczak, A., *Wykorzystanie kawernowych magazynów gazu ziemnego jako wysokopojemnościowych magazynów energii elektrycznej*; *Rynek Energii*, 2017, 5(132)
- [A10] Wołowicz M., *Metody magazynowania energii elektrycznej z wykorzystaniem technologii gazowych*; *Rynek Energii*, 2023, vol. 2 (165), s. 45-52.
- [A11] Milewski J., Wołowicz M., Bujalski W., *Analiza założeń konstrukcyjnych sezonowego zasobnika energii słonecznej*, *Rynek Energii*, 2013, vol. 5, s. 91-99
- [A12] Milewski, J., Wołowicz, M., Bujalski, W.; *Seasonal thermal energy storage - A size selection*; *Applied Mechanics and Materials*, 2014, 467, pp. 270–276
- [A13] Bujalski W., Wołowicz M., *Magazynowanie wodoru, ogniwa paliwowe*; W: *Energetyka odnawialna w budownictwie. Magazynowanie energii / Chwieduk Dorota, Jaworski Maciej (red.)*, 2018, Wydawnictwo Naukowe PWN, s.391-406, ISBN 9788301200466
- [A14] Krawczyk, P., Mikołajczak, A., Wołowicz, M., Badyda, K., Gruszecka, M.; *Mathematical model and simulation of a new concept of the bus powering - Liquid air bus (labus)*; *AIP Conference Proceedings*, 2018, 1978, 470083
- [A15] Mikołajczak, A., Wołowicz, M., Kurkus-Gruszecka, M., Badyda, K., Krawczyk, P.; *Improving the efficiency of Liquid Air Energy Storage by Organic Rankine Cycle module application*; *2018 International Interdisciplinary PhD Workshop, IIPhDW 2018*, 2018, pp. 99–102
- [A16] Krawczyk, P., Mikołajczak, A., Gruszecka, M., Wołowicz, M., Badyda, K.; *Impact of selected parameters on the performance of adiabatic liquid air energy storage with steam module*; *ECOS 2018 - Proceedings of the 31st International Conference on Efficiency, Cost, Optimization, Simulation and Environmental Impact of Energy Systems*, June 17th to 21st 2018 - Guimarães /Teixeira Jose Carlos (red.), 2018, University of Minho, s.1-7, ISBN 978-972995964-6
- [A17] Krawczyk, P., Wołowicz, M., Mikołajczak, A., Badyda, K.; *Technical and economic analysis of adiabatic liquid air energy storage with nitrogen and oxygen separation (LAES-ONS)*; *30th International Conference on Efficiency, Cost, Optimization, Simulation and Environmental Impact of Energy Systems, Proceedings of a meeting held 2-6 July 2017, San Diego ECOS 2017*, 2017
- [A18] Krawczyk, P., Mikołajczak, A., Wołowicz, M., Badyda, K., Gruszecka, M.; *Impact of selected parameters on the performance of compressed natural gas energy storage using cavern gas storage system*; *American Institute of Physics AIP Conference Proceedings*, 2018, Volume 1978, paper number 470079

- [A19] Wołowicz, M., Kakumanu, R.; *Mathematical model of compressed air energy storage expansion part with flue gas recovery; American Institute of Physics AIP Conference Proceedings, 2019, Volume 2116, paper number 450083*
- [A20] Milewski, J., Wołowicz, M., Bujalski, W.; *Methodology for choosing the optimum configuration of STES system; OPT-i 2014 - 1st International Conference on Engineering and Applied Sciences Optimization, Proceedings, 2014, pp. 222–239.*

Zgodnie z zapisami ustawy osiągnięcie naukowe, o którym mowa w ust. 1 pkt 2, „może stanowić część pracy zbiorowej, jeżeli opracowanie wydzielonego zagadnienia jest indywidualnym wkładem osoby ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego”. Pan dr inż. Marcin Wołowicz zamieścił opis wkładu własnego w powstanie każdej z publikacji wymienionej w cyklu oraz zamieścił oświadczenia współautorów potwierdzające zakres i wkład w pracę naukową. Pozwala to stwierdzić, że warunek ujęty w zapisach ustawy art. 219 ust. 2 został spełniony.

Publikacje od A1-A6 wskazane w cyklu przez habilitanta jako osiągnięcia naukowe ukazały się w czasopiśmie o dużej renomie naukowej, posiadające Impact Faktor, publikacje A7-A12 ukazały się w czasopiśmie punktowanych znajdujących się na Liście Ministerialnej, pozycja A13 stanowi rozdział w monografii, a publikacje A14-A20 zostały wydane w recenzowanych materiałach konferencji międzynarodowych. Trzy prace zostały opublikowane w zaliczanych do światowej czołówki czasopiśmie, takich jak: *Journal of Hydrogen Energy*, *Renewable Energy* (2x). Fakt ten przekłada się na sumaryczną wartość wskaźnika Impact Factor IF dla publikacji zaliczonych do osiągnięcia naukowego, którego wartość wynosi 30,911. Suma punktów przypisanych za publikacje składające się na cykl według wykazu MNiSW wynosi 1160.

Przechodząc do oceny merytorycznej publikacji, należy zwrócić uwagę na fakt, że publikacje wchodzące w skład cyklu podlegały ocenie zarówno przez recenzentów wybranych przez czasopismo, jak i przez edytora wydawniczego. Uwzględniając rangę czasopism w szczególności tych z IF, w których ukazały się publikacje naukowe Habilitanta jako współautora, można uznać, że opublikowane wyniki są istotne i wnoszą znaczący wkład w rozwój nauki. W opinii starałem się ocenić cykl publikacji jako całość, nie traktując ich jako zbiór artykułów, jednak znaczna liczba publikacji i ich pewne zróżnicowanie nie ułatwiają takiego podejścia.

W przedstawionym cyklu publikacji jest poruszana niezwykle aktualna i ważna tematyka magazynowania energii oraz ciepła istotna z punktu widzenia dzisiejszej transformacji. Ze względu na wzrastający udział energii odnawialnej w ogólnym miksie energetycznym jest to kluczowe zagadnienie dla powodzenia transformacji energetycznej. Habilitant zwraca uwagę w swoich pracach na główne wady większości odnawialnych źródeł energii, tj. niedopasowanie pomiędzy produkcją a popytem, jak

i trudną do przewidzenia produkcję. Powoduje to, co jest podnoszone w pracach Habilitanta, brak stabilności w wytwarzanych mocach, co słusznie zostało zakwalifikowane jako jedna z największych wad OZE.

Prowadzone przez Habilitanta badania naukowe miały m.in. na celu prowadzenie analiz prezentujących możliwości ograniczenia negatywnego wpływu na środowiska aktualnie wykorzystywanych technologii, np. poprzez podnoszenie sprawności układów. Habilitant wykonał szereg analiz dotyczących magazynowania zarówno ciepła, jak i energii elektrycznej. Przy czym szczegółowo zajął się analizą strat występujących w układach w poszczególnych podzespołach, co pozwoliło na identyfikację elementów, które powinny podlegać modernizacji. Rozpatrywano również szczegółowo możliwości zwiększenia sprawności badanych systemów.

Badano szereg metod i możliwości magazynowania energii, np. w skroplonym powietrzu. Na te potrzeby została wykonana analiza zarówno energetyczna, jak i egzenergetyczna. Zaprezentowano autorskie propozycje integracji magazynów z innymi technologiami, jak np. z układami ORC, obiegiem parowym, obiegiem na dwutlenek węgla. Celem wielowariantowych analiz było wskazanie optymalnych konfiguracji, pozwalających na zwiększenie sprawności lub poprawę wskaźników ekonomicznych układów. Dla magazynów wykorzystujących sprężone powietrze Habilitant zaproponował sprzężenie takiego magazynu z częścią parową układu. Przeprowadzone analizy wskazały na znaczącą poprawę sprawności układu magazynowania energii. W publikacjach podjęto również tematykę magazynowania energii elektrycznej w wodorze. Wykonana została analiza układu magazynowania, złożona ze zbiornika wodoru oraz elektrolizera typu SOE i ogniwa paliwowego typu SOFC. Przeprowadzone badania pozwoliły określić konfigurację dla takiego układu magazynowania, cechująca się największą sprawnością. Ciekawym rozwiązaniem analizowanym przez Habilitanta i mającym duży potencjał jest magazynowanie energii elektrycznej z wykorzystaniem kawernowych magazynów gazu ziemnego. Co istotne, zaproponowane rozwiązanie zostało pod względem technicznej wykonalności skonsultowane z przedstawicielami PGNiG oraz Gas Storage Poland.

Często podejmowanym w literaturze zagadnieniem są magazyny ciepła stosowane w elektrociepłowniach. Habilitant również podjął się tej tematyki, wykonał szereg analiz dotyczących strat energetycznych i egzenergetycznych takich magazynów ciepła. Wykazał m.in., że straty w układzie samego akumulatora ciepła lub komponentów mu towarzyszących w porównaniu do pozostałych komponentów bloku energetycznego są niewielkie. W publikacjach podjęto również tematykę poprawy sprawności funkcjonowania magazynów ciepła i optymalizacji pracy poduszki parowej będącej ich integralnym elementem. Badania naukowe zostały uzupełnione o długoterminowe

magazyny ciepła, stanowiące tzw. sezonowe magazynowanie ciepła. W ramach badań dokonano niestacjonarnego modelowania długoterminowego magazynu ciepła zintegrowanego z kolektorami słonecznymi. Wyniki analiz pozwoliły na dobór optymalnej geometrii zbiornika. Kontynuacja prac nad magazynami ciepła zaowocowała ciekawymi rozwiązaniami z małymi zasobnikami ciepła, stanowiącymi element układu kogeneracyjnego współpracującego z ogniwem paliwowym. Co istotne, wyniki symulacji komputerowych zostały porównane z wynikami pomiarów eksperymentalnych.

Badania naukowe przeprowadzone przez Habilitanta dotyczyły również możliwości współpracy układów parowych z układami gazowymi. Celem tego typu badań, podobnie jak w wielu wcześniejszych analizach, był dobór układu oraz optymalizacja parametrów jego pracy, tak aby poprawić sprawności całego układu, co jest niezwykle istotne podczas integracji różnych technologii.

Odnosząc się szczegółowo do prac Habilitanta w ramach badań [A1], z sukcesem przeprowadzono analizy egzergetyczne złożonego układu magazynującego energię LAES. Wieloparametrowa analiza egzergetyczna, przeprowadzona dla czterech wariantów układu, pozwoliła na określenie elementów generujących największe straty egzergii. Analiza możliwości połączenia układów magazynowania energii typu LAES z obiegiem na dwutlenek węgla była celem prac prowadzonych w [A2]. Celem takiej integracji było uzyskanie synergii w postaci wzrostu sprawności magazynowania energii. Dokonane przez Habilitanta połączenie układów pozwoliło na nowe spojrzenie na tego typu konfiguracje, co powinno skutkować lepszymi rozwiązaniami stosowanymi w przyszłości. Wnioski z badań [A2] pozwoliły na stwierdzenie, że układ równoległy zapewnia wyższą sprawność magazynowania energii, jednak, co niezwykle istotne, różnice między tymi układami zmniejszają się wraz ze spadkiem ciśnienia regazyfikacji. W pracy [A3] analizowano sześć metod skraplania powietrza. Dla każdej z metod określono różne warunki pracy, tak aby porównać układy pracujące z optymalnymi ustawieniami z punktu widzenia nakładów energetycznych. W tego typu układach konfiguracja każdego elementu ma wpływ na końcową sprawność magazynu, co sprawia, że postawione zadanie było złożone. Jak wykazały analizy, kluczową częścią procesu, wpływającą na sprawność końcową, jest proces skraplania. W ramach badań przeprowadzono niezwykle cenną analizę egzergetyczną, mającą na celu ocenę strat występujących w głównych procesach układu. W publikacji [A4] analizowano magazyn energii oparty o elektrolizer typu SOE oraz ogniwo paliwowe typu SOFC. Wykonano wielowariantową analizę układów, co pozwoliło na określenie sprawności poszczególnych układów. Przeprowadzone badania wykazały znaczący wpływ zastosowania pomp wody zamiast sprężarek gazu. Wykazano, że kluczową kwestią w tego typu układach jest odpowiednia gospodarka ciepłem. Wskazano ponadto, że sprawność osiągnięta przez układ z magazynem wodoru jest porównywalna z układem na skroplone powietrze.

Z punktu widzenia technicznego w dużych magazynach ciepła istnieje szereg problemów technologicznych, m.in. absorpcja tlenu z otoczenia, co wymusza zastosowanie poduszki parowej. Analizy te podjęte zostały w pracy [A5], oszacowano m.in. oszczędności energii dla trzech systemów pracy układu poduszki parowej dla zbiornika akumulatora na przykładzie Elektrociepłowni Białystok, Elektrociepłowni Siekierki w Warszawie oraz Elektrociepłowni w Krakowie. Na uwagę zasługują analizy przeprowadzone zarówno dla sezonu grzewczego, jak i letniego oraz dla okresu przejściowego. Istotnym wkładem w badania było wykazanie, że założenia typowo przyjmowane w obliczeniach strat ciepła, czyli prawie stała temperatura mieszania gorącej wody w warstwie poniżej górnego otworu, są dobrym przybliżeniem. Porównanie wyników analiz z danymi eksperymentalnymi potwierdziły użyteczność wykorzystanych modeli.

W publikacji [A6] kontynuowano badania związane z magazynowaniem ciepła w zasobnikach ciepła w elektrociepłowniach. Przeprowadzono niezwykle cenną analizę energetyczną i egzenergetyczną układu hydraulicznego Elektrociepłowni Siekierki w wariantach przed, jak i po instalacji układu magazynowania ciepła. Takie postępowanie należy uznać za nowatorskie, pożądane i niezwykle cenne, pozwalające na wyciągnięcie realnych wniosków z takiego wdrożenia. Przeprowadzone analizy pozwoliły na określenie słabych punktów układu, m.in. w celu ograniczenia zużycia energii elektrycznej i ciepła w rozpatrywanym układzie hydraulicznym zalecono modernizację wymienników ciepła oraz pomp.

Magazynowanie ciepła w układzie kogeneracyjnym z ogniwem paliwowym było tematem badań w pracy [A7]. Z sukcesem opracowano model komputerowy zasobnika c.w.u., występującego jako element układu kogeneracyjnego. Porównując dane uzyskane w wyniku modelowania komputerowego oraz dane eksperymentalne, potwierdzono zasadność zastosowanego modelu. Do nietypowych metod magazynowania energii należy zaliczyć magazynowanie energii z wykorzystaniem kawernowych magazynów gazu. Analiza tego typu magazynów była przedmiotem badań w pracy [A9]. Przeprowadzone analizy pozwoliły na określenie mocy i pojemności układu dla badanego przypadku.

W pracach [A11] i [A12] badano długoterminowe magazynowanie ciepła w zasobnikach. Energia cieplna została w analizowanym przypadku pozyskana ze Słońca. Analizie poddano szereg wariantów celem określenia optymalnych parametrów konstrukcyjnych całego systemu. We wnioskach wskazano, że wraz ze zmniejszającym się udziałem energii słonecznej w bilansie cieplnym układu, objętość zasobnika ciepła zmniejsza się szybciej niż powierzchnia kolektorów słonecznych. Co istotne, wskazano również optymalną wartość V/A jako 2,0 osiąganą dla udziału ciepła ze Słońca rzędu 70%.

Nowatorskie analizy przeprowadzono w pracy [A14]. Badano układy magazynowania skroplonego powietrza zastosowane do napędzania autobusu. Analizowany system wykorzystywał energię elektryczną do zasilania sprężarek oraz czynnika zimnego, pozyskiwanego w procesie regazyfikacji. Przedstawiona

technologia wydaje się obiecująca, co potwierdziły zaprezentowane badania. Szereg analiz poświęcono zarządzaniu ciepłem i chłodem oraz układom sprzęgającym lub optymalizacji pracy magazynowania energii. W pracy [A15] przedstawiono koncepcję połączenia magazynu LAES z układem ORC. Opracowano zaawansowany model matematyczny układu LAES-ORC, który to model został z powodzeniem zaimplementowany w środowisku Aspen Hysys. Sprzęgnięcie magazynu LAES z modułem parowym jest interesującą propozycją układu, pozwalającego na zwiększenie sprawności. Koncepcja ta została zaprezentowana w pracy [A16]. W układzie dodano moduł wytwarzania pary, wykorzystujący ciepło reszkowe powstające podczas sprężania powietrza. W badanym przypadku analizowano zarówno układ otwarty, jak i bardziej skomplikowany układ zamknięty. Uzasadnienia dla układów magazynowania LAES można uzyskać, szukając dodatkowych funkcjonalności takiego sposobu magazynowania. W publikacji [A17] opisano układ pozwalający zarówno na magazynowanie energii, jak i produkcję ciekłego tlenu i azotu, co sprawia, że układ staje się ekonomicznie atrakcyjny, a zastosowane rozwiązania przyczyniają się do zwiększenia sprawności. Zaprezentowane rozwiązanie zostało objęte ochroną patentową, którego Habilitant jest współautorem.

Analizy numeryczne z wykorzystaniem autorskiego modelu magazynu energii na sprężony gaz ziemny i wykorzystujące magazyny kawernowe przedstawione zostały w [A18]. Obliczenia prowadzono w trybie dynamicznym, wykazano m.in., że technologia CNGES jest w stanie współpracować z krajowymi systemami elektroenergetycznymi, posiada wystarczającą sprawność oraz odpowiednią ilość zmagazynowanej energii. Na korzyść przemawiają również stosunek czasu ładowania do rozładowania, odpowiadający potrzebom systemu elektroenergetycznego. Magazynowanie energii w sprężonym powietrzu było przedmiotem prac [A19]. W ramach badań opracowano model matematyczny układu w środowisku GateCycle oraz dokonano analiz dla części naziemnej magazynu energii. Co dość nietypowe i ciekawe, klasyczny układ CAES uzupełniono o turbinę parową, skraplacz, pompę, przegrzewacz, parownik i podgrzewacz, dzięki czemu uzyskano zwiększenie sprawności i mocy układu CAES. W publikacjach [A8] i [A20] opracowano niestacjonarny model komputerowy sezonowego zasobnika ciepła. Badania i analizy sezonowego magazynowania energii zostały przedstawione dla warunków panujących na terenie naszego kraju dla pięciu różnych scenariuszy dla różnych wymiarów i lokalizacji zbiorników.

Opisane powyżej szczegółowo prace stanowiące cykl powiązanych tematycznie publikacji przedstawiają osiągnięcia technologiczne, jak również wskazują na znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej. Wszystkie z wymienionych osiągnięć wpisują się w aktualny trend poszukiwania rozwiązań pozwalających na ograniczanie negatywnego wpływu na środowisko.

IV. Pozostałe osiągnięcia

Pozostałe osiągnięcia Habilitanta to m. in.:

- udział w opracowaniu i rozruchu instalacji do odazotowania spalin w technologii SNCR dla węglowych kotłów rusztowych z wykorzystaniem predykcyjnego algorytmu sterowania,
- udział w opracowaniu urządzenia do dezintegracji substratów pochodzących z przetwórstwa rolno-spożywczego,
- udział w opracowaniu higienizatora osadów ściekowych,
- udział w opracowaniu i wdrożeniu rozwiązania dotyczącego możliwości podniesienia efektywności energetycznej wentylatorów powietrza i spalin dla bloku węglowego w ramach projektu "Bloki 200+",
- 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,
- badania, modelowanie i analiza obiegów na nadkrytyczny dwutlenek węgla,
- badania, modelowanie matematyczne oraz analiza układów cieplnych siłowni parowych oraz gazowo-parowych.

Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej

- staż naukowy w Republice Korei w Hanbat National University (2 miesiące),
- wizyty studyjne w ośrodkach naukowych we Włoszech. Politecnico di Torino, Politecnico di Milano, Università degli Studi di Perugia,
- współpraca w ramach międzyuczelnianej, zagranicznej aktywności naukowej z University of Calabria,
- współpraca w ramach zagranicznej aktywności z King Abdulaziz City for Science and Technology (KACST), Arabia Saudyjska,
- współpraca krajowa: Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych w Poznaniu, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki w Krakowie, Instytut Ogrodnictwa w Skierniewicach, spółka Arno.

V. Działalność dydaktyczna

Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę:

- Promotor pomocniczy w trzech przewodach doktorskich,
- Promotor 66 prac dyplomowych, w tym 59 magisterskich i 7 inżynierskich,
- Prowadzenie zajęć w języku polskim: Perspektywiczne Technologie Energetyczne (do roku 2020); Algorytmy i Programy Bilansów Ciepłych (do roku 2020); Współczesne Siłownie Ciepłe; Podstawy Teoretyczne Budowy i Eksploatacji Maszyn i Urządzeń Energetycznych; Sieci Inteligentne i Energetyka Rozproszona; Zintegrowane Laboratorium Energetyki (ZLE); Laboratorium Maszyn i Urządzeń Energetycznych,
- Prowadzenie zajęć w języku angielskim: Future Power Technologies (do roku 2020); Thermal Power Stations Electric Circuits; Electric Machines; Engineering Project; Electric Power Systems; Power Engineering Machines and Systems,
- Prowadzenie zajęć na studiach podyplomowych: Modelowanie Procesów Ciepłno-Przepływowych; Modelowanie Turbin Gazowych i Układów Gazowo-Parowych,
- Prowadzenie zajęć na studiach doktoranckich: Mathematical modeling and computer simulation of distributed energy systems,
- Opracowanie tematów i prowadzenie ćwiczeń w ramach laboratorium: Zintegrowane Laboratorium Energetyki; Power Engineering Machines and Systems (PEMS); Laboratorium Maszyn i Urządzeń Energetycznych,
- Autorstwo skryptów, podręczników i innych materiałów dydaktycznych: Książka „Energetyka odnawialna w budownictwie. Magazynowanie energii” Wydawnictwo Naukowe PWN S.A., Współautor rozdziału „Magazynowanie wodoru, ogniwa paliwowe” wraz z dr hab. inż. W. Bujalskim, prof. PW,
- Opracowanie materiałów dydaktycznych do przedmiotów prowadzonych na studiach podyplomowych związanych z modelowaniem matematycznym procesów cieplnoprzepływowych oraz modelowaniem turbin gazowych i układów gazowo-parowych,
- Opracowanie materiałów dydaktycznych do ćwiczeń laboratoryjnych (ZLE, PEMS oraz MUE),
- Opracowanie, wyposażenie i uruchomienie ćwiczeń laboratoryjnych pt. „Magazynowanie Energii” oraz „Gospodarka wodorowa – badanie produkcji, magazynowania i zagospodarowania zielonego wodoru”.

VI. Nagrody i wyróżnienia

- Nagroda Zespołowa JM Rektora Politechniki Warszawskiej I stopnia za osiągnięcia naukowe w 2018,
- Nagroda Zespołowa JM Rektora Politechniki Warszawskiej I stopnia za osiągnięcia naukowe w 2014,
- Nagroda JM Rektora Politechniki Warszawskiej III stopnia za osiągnięcia naukowe w 2013,
- Wyróżnienie rozprawy doktorskiej,
- Praca dyplomowa magisterska wyróżniona nagrodą 1-go stopnia Polskiego Towarzystwa Nukleonowego za najlepsze prace dyplomowe z zakresu energetyki jądrowej,

VII. Konkluzja końcowa

Biorąc pod uwagę ocenę osiągnięcia naukowego, ocenę istotnej aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej instytucji naukowej oraz ocenę pozostałych elementów dorobku Habilitanta uważam, że dr inż. Marcin Wołowicz spełnia wymagania określone w art. 219 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r. poz. 742, ze zm.) i posiada kwalifikacje oraz kompetencje do samodzielnej i twórczej pracy naukowej.

Habilitant w swojej działalności wykorzystuje kompetencje badawcze i naukowe, wpływając znacząco na rozwój dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka, w szczególności w takich obszarach jak: modelowanie matematyczne i symulacja procesów energetycznych, projektowanie układów energetycznych oraz ich komponentów; pomiary w procesach energetycznych; prowadzenie projektów badawczych z zakresu magazynowania energii, modelowania układów cieplnych, opracowywania nowych procesów i produktów.

W związku z powyższym rekomenduję członkom Komisji Habilitacyjnej wniosek o podjęcie uchwały popierającej nadanie dr. inż. Marcinowi Wołowiczowi stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka.

Podsumowując opinię, uważam, że dorobek publikacyjny i ponadprzeciętne zaangażowanie dydaktyczne i organizacyjne mogą stanowić podstawę do ubiegania się przez dra inż. Marcina Wołowicza o stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka oraz skierowanie podjętej uchwały do Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Warszawskiej.


Marek Jaszczur