

Zielona Góra, 25 lipca 2022 r.

Dr hab. inż. Robert Smoleński, prof. UZ
Instytut Automatyki, Elektroniki i Elektrotechniki
Uniwersytet Zielonogórski

Recenzja

osiągnięcia naukowego pt.

*Efektywna integracja jednostek wytwórczych różnych technologii generacji rozproszonej
oraz zasobników energii z systemami elektroenergetycznymi*

oraz aktywności naukowej

dra inż. Mariusza Kłosa

1. Podstawa prawna

Recenzja została przygotowana na wniosek Rady Naukowej Dyscypliny Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika Politechniki Warszawskiej związany z uchwałą nr 354/II/2022 z dnia 24 maja 2022 r. w sprawie powołania komisji habilitacyjnej w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika wszczętym na wniosek dr. Mariusza Kłosa, zwanego dalej Wnioskodawcą.

2. Przesłanki warunkujące nadanie stopnia doktora habilitowanego

Zgodnie z art. 219 Prawa o szkolnictwie wyższym i nauce z 20 lipca 2018 r., stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która spełnia trzy następujące warunki:

- posiada stopień doktora,
- posiada w dorobku osiągnięcia naukowe lub artystyczne stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny,
- wykazuje się istotną aktywnością naukową lub artystyczną.

Dr inż. Mariusz Kłos otrzymał stopień naukowy doktora nauk technicznych w zakresie elektrotechniki nadany uchwałą Rady Wydziału Elektrycznego Politechniki Warszawskiej z dnia 24 stycznia 2007 r. na podstawie przedstawionej rozprawy doktorskiej „Aspekty techniczne i ekonomiczne magazynowania energii elektrycznej na przykładzie elektrowni wiatrowej” oraz po złożeniu wymaganych egzaminów.

Załączone przez Wnioskodawcę dokumenty dotyczące nadania stopnia doktora potwierdzają, że pierwszy warunek wymagany do nadania stopnia doktora habilitowanego został spełniony.

3. Ocena osiągnięcia naukowego

Zgodnie z regulacjami ustawowymi, przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe powinno stanowić znaczący wkład w rozwój dyscypliny automatyka, elektronika i elektrotechnika. O znaczeniu i wpływie wyników pracy naukowej prezentowanej w czasopismach świadczyć może renoma danego czasopisma określona parametrycznie jego współczynnikiem wpływu. Istotne, a według wielu opinii nawet istotniejsze, znaczenie ma liczba cytowań publikacji, która jest odzwierciedleniem wpływu publikacji na środowisko naukowe. Niestety, w przypadku publikacji w materiałach konferencyjnych, publikacje w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika nie są ujęte w wykazie Ministerstwa Edukacji i Nauki. W tym przypadku w recenzji oceniano uzyskane wyniki badań zaprezentowane w poszczególnych publikacjach oraz cytowania w uznanych bazach cytowań.

Ocena bibliometryczna publikacji

Oceniany cykl obejmuje 12 publikacji, w skład których wchodzi sześć publikacji w czasopismach, które w roku publikacji prac Wnioskodawcy były indeksowane w bazie Journal Citation Reports odpowiadających tematycznie dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika.

Poniżej w Tabeli 1. zestawiono współczynniki wpływu, które nie zostały zamieszczone przez Wnioskodawcę, uszeregowane według numeracji przyjętej w Autoreferacie.

Tabela 1. Zestawienie parametrów bibliometrycznych dla publikacji w czasopismach według bazy Web of Science (WoS).

Nr	Czasopismo	IF w roku publikacji	Kwartył
2	Renewable Energy	2,226	Q2
3	Przegląd Elektrotechniczny	0,242	Q4
6	Journal of Fuel Cell Science and Technology	0,711	Q4
7	Renewable Energy	4,357	Q1
11	Energies	3,004	Q3
12	Bull. Pol. Acad. Sci.-Tech. Sci.	1,662	Q3
Suma		12,202	

Podane w cyklu publikacji prace są ze sobą powiązane tematycznie. Sześć z dwunastu publikacji ukazało się w czasopismach, które w roku publikacji znajdowały się na liście Journal Citation Report (JCR). Jedna z publikacji została opublikowana w czasopiśmie lokującym się w pierwszym kwartylu (Q1) kategorii Energy & Fuels listy JCR, w której Wnioskodawca jest tzw. pierwszym autorem. Jedna publikacja została opublikowana w czasopiśmie z Q2, dwie z Q3 i dwie z Q4. Publikacje w najbardziej prestiżowym czasopiśmie Renewable Energy (nr 2 i 7) uzyskały również największą liczbę cytowań 102 i 25 razy wg WoS. Publikacja nr 11 była cytowana 12 razy a pozostałe poniżej 10 razy.

W przypadku publikacji konferencyjnych posilkowano się w recenzji bazą Google Scholar. Publikacja nr 1 od 2009 roku uzyskała 34 cytowania, co jest dobrym wynikiem, publikacja nr 6 z roku 2019 uzyskała 6 cytowań co jest również wynikiem dobrym, natomiast publikacja nr 4 z 2012 roku uzyskała 2 cytowania co może nie być satysfakcjonujące. Niestety publikacje nr 5, 6 oraz 8 w czasie opracowywania recenzji miały 0 cytowań. Tych danych nie podał Wnioskodawca we wniosku.

2017

Dorobek publikacyjny Wnioskodawcy przedstawiony do oceny obejmuje 6 artykułów opublikowanych w czasopismach znajdujących się w bazie JCR w roku publikacji oraz publikacje w czasopismach nie znajdujących się na liście JCR w roku publikacji. Dorobek obejmuje również publikacje w materiałach konferencji naukowych. Zgodnie z Web of Science, łączna liczba cytowań prac habilitanta wynosi 165 (162 bez autocytowań), a indeks Hirscha jest równy 5.

Z punktu widzenia parametrycznej oceny bibliometrycznej cyklu publikacyjnego, całkowity wynik można uznać za przeciętny, ale wystarczający.

Ocena merytoryczna osiągnięcia naukowego

Tematyka osiągnięcia naukowego ukierunkowana jest na analizę efektywności integracji rozproszonych jednostek wytwórczych - realizowanych w różnych technologiach - oraz magazynów energii z systemami elektroenergetycznymi. W ocenie recenzenta tematyka cyklu publikacyjnego lokuje się w obszarze wiedzy związanej z dyscypliną automatyka, elektronika i elektrotechnika. Należy podkreślić, że Wnioskodawca stosunkowo wcześniej podjął się analizy zagadnień, które obecnie nadal są istotne zarówno w kontekście badawczym jak i aplikacyjnym.

- *Publikacja [1]:* w artykule zaprezentowano przegląd technologii magazynowania energii wraz z potencjalnymi obszarami zastosowania w krajowej konwencjonalnej elektroenergetyce, jak również w obszarze generacji rozproszonej bazującej na odnawialnych źródłach energii.
- *Publikacja [2]:* w pracy, na podstawie przeglądu dostępnych rozwiązań, zaproponowano układ hybrydowy do zasilania odbiorników o zwiększonych wymaganiach niezawodnościowych i jakościowych w zakresie energii elektrycznej oraz przedstawiono wyniki badań eksperymentalnych modelu laboratoryjnego.
- *Publikacja [3]:* w artykule przedstawiono przegląd ogniw paliwowych wraz z rekomendacją potencjalnych obszarów aplikacyjnych poszczególnych technologii w systemach elektroenergetycznych, analizowano również koncepcje zastosowania ogniw wysokotemperaturowych SOFC i MCFC do budowy układów hybrydowych z turbinami gazowymi, wykorzystujących ciepło odpadowe z wysokotemperaturowego ogniwa paliwowego.
- *Publikacja [4]:* w artykule przedstawiono analizę porównawczą dwóch rozwiązań zasobników energii elektrycznej, bateryjnego i pneumatycznego, o pojemności ok. 50 MWh i czasie rozładowania do 5 godzin, bazującą na danych literaturowych.
- *Publikacja [5]:* w pracy przedstawiono symulacyjną analizę porównawczą efektywności opracowanej przez Autorów przetwornicy dla tranzystora IGBT oraz tranzystora MOSFET, uzyskane wyniki potwierdzono eksperymentalnie.
- *Publikacja [6]:* w artykule przedstawiono autorski tzw. trójwarstwowy algorytm sterowania hybrydowym źródłem energii elektrycznej i ciepła, składającym się z mikroturbiny gazowej oraz wysokotemperaturowego ogniwa paliwowego MCFC.
- *Publikacja [7]:* w artykule zaprezentowano opracowany emulator pracy turbiny wiatrowej, na podstawie uzyskanych wyników wskazano na potrzebę oceny efektywności pracy generatorów stosowanych w turbozespolach wiatrowych.

- *Publikacja [8]*: w pracy opisano zagadnienia dotyczące przyłączania nowych punktów ładowania autobusów elektrycznych oraz wyzwania związane z oddziaływaniem nowych funkcjonalnie typów odbiorów na system elektroenergetyczny.
- *Publikacja [9]*: w artykule przedstawiono wyniki eksperymentalne testów algorytmu sterowania pracą mikrosieci, minimalizującego wymianę energii między mikrosiecią a systemem podczas zmiany trybu pracy z systemowego na wyspowy i odwrotnie.
- *Publikacja [10]*: w artykule zestawiono zalety i wady istniejących struktur systemów elektroenergetycznych oraz przedstawiono analizę przyczyn kurczenia się rezerw technicznych systemu z uwzględnieniem wyzwania technicznych powodowanych rozwojem technicznym oraz transformacją energetyczną.
- *Publikacja [11]*: w pracy opisano wyzwania, towarzyszące rozwojowi infrastruktury ładowania autobusów elektrycznych na podstawie wyników badań punktu ładowania na wybranej pętli autobusowej w Warszawie.
- *Publikacja [12]*: w artykule zaprezentowano dwa algorytmy doboru parametrów źródeł fotowoltaicznych i wiatrowych hybrydowego systemu energetycznego bazujące na polskich wymaganiach legislacyjnych oraz warunkach ekonomicznych typowych dla jednostki samorządowej.

Obszar podejmowanych przez Wnioskodawcę zagadnień podlegał dynamicznym zmianom inicjowanym zarówno postępem technologicznym jak i uwarunkowaniami społeczno-prawnymi. W ocenie recenzenta Wnioskodawca, wraz z zespołem badawczym trafnie antycypowali tendencje rozwojowe i rozpoczęli badania w bardzo nośnych obszarach na bardzo wczesnym etapie rozwoju technologii. Chronologia publikacji potwierdza rozwój naukowy Wnioskodawcy oraz ewolucję prezentowanych zagadnień od opisowych, przeglądowych prac, bazujących na wynikach innych badaczy, poprzez budowę własnych modeli i analizy teoretyczne oraz symulacyjne, do budowy modeli pozwalających na eksperymentalną walidację opracowanych koncepcji technicznych.

W szczególności habilitant opracował szereg rozwiązań i algorytmów, wśród których można wymienić:

- opracowanie algorytmu doboru parametrów źródeł energii elektrycznej wchodzących w skład hybrydowego systemu energetycznego uwzględniającego miesięczne i godzinowe zapotrzebowanie na energię,
- opracowanie koncepcji zastosowania ogni w wysokotemperaturowych SOFC i MCFC w układach hybrydowych z turbinami gazowymi, w których ciepło odpadowe może zostać wykorzystywane do zwiększenia sprawności procesu przetwarzania energii,
- opracowanie koncepcji oraz praktyczna realizacja pionierskiego w skali krajowej hybrydowego systemu fotowoltaicznego współpracującego z niskotemperaturowym ogniwem paliwowym PEM,
- opracowanie i realizację zmodyfikowanej topologii przekształtnika DC/DC obniżającego napięcie z przełączaniem w zerze prądu, w celu uzyskania funkcjonalnego sprzęgu łączącego pojedynczy łańcuch fotowoltaiczny z siecią DC, przy zachowaniu stosunkowo niskich kosztów urządzenia,
- opracowanie i realizację fizyczną emulatora turbiny wiatrowej.

Pomimo ogólnej pozytywnej oceny recenzowanego cyklu publikacji, podczas jego lektury powstały następujące uwagi natury ogólnej:

Publikacja [1] Technical and Economic Aspects of Electricity Storage Systems Co-operating with Renewable Energy Sources:

- **Uwaga [1] A:** Artykuł ma charakter przeglądowy. Niestety ograniczono się jedynie do przedstawienia wyników innych badaczy, brak jest wyników własnych badań, choćby symulacyjnych lub pogłębionych analiz porównawczych. W przypadku publikacji o charakterze typowo przeglądowym liczba cytowanych prac równa 6 również pozostawia niedosyt.

Publikacja [2] Hybrid power systems – An effective way of utilising primary energy sources, RENEWABLE ENERGY:

- **Uwaga [2] A:** W pracy przedstawiono ciekawą analizę uzupełniania się profili generacji ze źródeł odnawialnych (wiatrowego i fotowoltaicznego), niestety analizę przedstawiono dla jednego arbitralnie wybranego dnia bez stosownego komentarza i dyskusji reprezentatywności przedstawionych danych.
- **Uwaga [2] B:** W publikacji zarekomendowano mikrosieć DC bez dogłębnych analiz oraz opisu wad tych sieci, np. problemów z aparaturą łączeniową oraz układami zabezpieczeń.
- **Uwaga [2] C:** Interesująca byłaby analiza sprawności oraz efektywności technicznej oraz ekonomicznej systemu hybrydowego zarówno dla kosztów inwestycyjnych jak i operacyjnych.

Publikacja [3] Ogniva paliwowe przyszłością wytwarzania energii elektrycznej i ciepła? PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

- **Uwaga [3] A:** Artykuł przeglądowy bazujący na wynikach innych badaczy, w pracy zaprezentowano jedynie schemat opracowanego przez Autorów układu paliwowego z procesorem metanolowym bez jakichkolwiek wyników badań, co pozostawia niedosyt u czytelnika.

Publikacja [4] Bateriajny i pneumatyczny zasobnik energii elektrycznej – opis koncepcji, PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

- **Uwaga [4] A:** W pracy przedstawiono analizę techniczno-ekonomiczną teoretycznie opracowanych koncepcji baterijnego i pneumatycznego zasobnika energii elektrycznej. Porównano koszty inwestycyjne poszczególnych elementów systemów, brak jest jednak porównania kosztów operacyjnych oraz kosztów dodatkowych takich jak np. koszt klimatyzacji oraz instalacji bezpieczeństwa dla zasobnika baterijnego.

201

Publikacja [5] ZCS Converter for Photovoltaic String Integration with DC Microgrid

- **Uwaga [5] A:** Pomimo zamieszczonych w pracy wyników badań eksperymentalnych zaprojektowanego i zrealizowanego przekształtnika DC/DC obniżającego napięcie z przełączaniem w zerze prądu o zmodyfikowanej topologii, wnioski są bardzo pobieżne i dotyczą ogólnie znanych właściwości przekształtników.

Publikacja [6] Triple-Layer Control System for Molten Carbonate Fuel Cell-Gas Turbine Hybrid System, JOURNAL OF FUEL CELL SCIENCE AND TECHNOLOGY

- **Uwaga [6] A:** W artykule przedstawiono ciekawe wyniki badań eksperymentalnych opracowanych koncepcji sterowania. Wartościowe byłoby uzupełnienie wyników o analizę sprawności w stosunku do konkurencyjnych rozwiązań.

Publikacja [7] An emulator for fixed pitch wind turbine studies; RENEWABLE ENERGY

- **Uwaga [7] A:** W artykule przedstawiono ciekawe wyniki analiz teoretycznych oraz badań eksperymentalnych.

Publikacja [8] Problematyka przyłączania do sieci dystrybucyjnej stacji ładowania autobusów elektrycznych, PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

- **Uwaga [8] A:** W pracy przedstawiono wybrane wyniki badań eksperymentalnych infrastruktury ładowania autobusów elektrycznych, jednak uwagi i wnioski końcowe, pomimo, że bardzo obszerne, są bardzo ogólne i jedynie luźno powiązane tematycznie z tą częścią pracy, w której zaprezentowano wyniki eksperymentalne.

Publikacja [9] Transitions from grid-connected to island operation of Smart Microgrids

- **Uwaga [9] A:** W artykule przedstawiono ciekawe wyniki badań istotnego problemu związanego z lokalnymi obszarami bilansowania oraz możliwością przechodzenia z pracy w połączeniu z systemem i pracy wyspowej oraz odwrotnie. Interesująca dla czytelnika mogłaby być informacja dotycząca porównania wykorzystywanych transferów danych oraz opóźnień transmisji z użyciem SCADA w porównaniu do rozwiązań komercyjnych.

Publikacja [10] Challenges related to possibilities to cover the current and future power needs thanks to smart solutions,

- **Uwaga [10] A:** Praca przeglądowa, opisowa bazująca w tym przypadku na bogatszej bazie publikacyjnej jednak bez własnych wyników symulacyjnych i eksperymentalnych.

207

Publikacja [11] Impact of Electric Bus Charging on Distribution Substation and Local Grid in Warsaw, ENERGIES

- **Uwaga [11] A:** W artykule przedstawiono wartościowe wyniki badań eksperymentalnych oraz analiz symulacyjnych na podstawie opracowanych modeli. W pracy Autorzy wskazują, że wartości harmoniczných zmierzonych w punkcie pomiarowym są znacząco wyższe od wartości uzyskanych na podstawie opracowanych modeli. Niestety, ale w rzeczywistości część harmoniczných jest znacząco wyższa a część znacząco niższa, co może wskazywać na nieadekwatność założeń modelu dla tego przypadku.

Publikacja [12] Sizing of prosumer hybrid renewable energy systems in Poland, BULLETIN OF THE POLISH ACADEMY OF SCIENCES-TECHNICAL SCIENCES

- **Uwaga [12] A:** W pracy zaprezentowano wartościowe wyniki analiz dotyczących hybrydowych źródeł prosumenckich (wiatrowe i fotowoltaiczne) wraz z analizą ekonomiczną dla aktualnie obowiązujących regulacji, wydaje mi się, że taka analiza przeprowadzona dla instalacji fotowoltaicznej, dla aktualnych regulacji, wykazałaby, że źródło wiatrowe jest w tej instalacji nieopłacalne.

Pomysłowe uwagi ogólne mają jedynie charakter dyskusyjny i nie wpływają zasadniczo na pozytywną ocenę recenzowanego cyklu publikacji.

4. Ocena aktywności naukowej i organizacyjnej habilitanta

Wymagania dla kandydatów do stopnia naukowego doktora habilitowanego wymieniają jako znaczący element aktywność w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej. Jako szczególnie istotne elementy dorobku Wnioskodawcy w tym zakresie należy wymienić:

- półroczny staż naukowy dotyczący budowy hybrydowej infrastruktury zasilania dla budynków biurowych odbyty w Research Laboratory of Electronics na MIT (Boston, USA), którego opiekunem naukowym był prof. James Kirtley Jr.,
- tygodniowy staż naukowo-przemysłowy na Politechnice w Bari, PrInCE - Electrical Energy Systems Laboratory, którego opiekunem z ramienia jednostki przyjmującej był prof. Enrico De Tuglie,
- współpraca z Instytutem Środowiska PIB, Wydziałem Elektrycznym Politechniki Częstochowskiej oraz norweskim przedsiębiorstwem konsultingowym Green Business Norway przy realizacji projektu pt.: Efektywność energetyczna przez rozwój elektromobilności w Polsce, który był finansowany ze środków Norweskiego Mechanizmu Finansowego 2009-2014 w ramach Funduszu Współpracy Dwustronnej.

Efekty aktywności Wnioskodawcy w partnerskich instytucjach naukowych, w tym zagranicznych, znajdują odzwierciedlenie w przedstawionym do oceny dorobku publikacyjnym.



Dodatkowo należy zaznaczyć, że podczas zatrudnienia w Politechnice Warszawskiej Wnioskodawca prowadził szeroką gamę zajęć dydaktycznych, m.in.: ekonomika w elektrotechnice, przemiany energetyczne, gospodarka elektroenergetyczna, magazynowanie energii elektrycznej i mikrosieci prądu stałego, ochrona środowiska w elektroenergetyce, magazynowanie energii elektrycznej i mikrosieci prądu stałego, integracja, nadzór i sterowanie źródeł w inteligentnych systemach elektroenergetycznych, rozproszone źródła energii.

Dr Mariusz Kłos jest również promotorem pomocniczym w przewodzie doktorskim, promotorem 31 pracy magisterskich i 16 inżynierskich. Działalność organizacyjna wskazuje na ponadprzeciętną aktywność Wnioskodawcy na rzecz środowiska naukowego oraz promocji badań naukowych w istotnym dla gospodarki oraz społeczeństwa obszarze.

Osiągnięcia dotyczące aktywności naukowej i organizacyjnej przedstawione przez Wnioskodawcę należy uznać za wystarczające.

5. Wnioski końcowe

W wyniku całościowej oceny osiągnięć i aktywności naukowej, które przedstawił dr Mariusz Kłos we wniosku o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego z dnia 11.01.2022 r. należy stwierdzić, że Wnioskodawca jest aktywnym i kreatywnym pracownikiem naukowym Politechniki Warszawskiej. Jego osiągnięcia naukowe po uzyskaniu stopnia naukowego doktora należy uznać za znaczące. W szczególności, cykl publikacji zaprezentowanych we wniosku zawiera oryginalne i wartościowe koncepcje oraz rozwiązania świadczące jednoznacznie o dojrzałości naukowej i samodzielności badawczej habilitanta. Dodatkowo, według Web of Science, indeks Hirscha Wnioskodawcy wynosi 5, a liczba cytowań 165 (162 bez autocytowań). W przypadku kandydata do stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, powyższe wskaźniki należy uznać za wystarczające. Oznacza to, że wniosek o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika, który złożył dr Mariusz Kłos spełnia wymagania określone w odnośnych przepisach, tzn. należy go uznać za uzasadniony. Podsumowując, wniosek końcowy oraz konkluzja przeprowadzonej recenzji są jednoznacznie pozytywne.

Zielona Góra, 25.07.2022

