

Prof. dr hab. inż. Sławomir Dykas
Katedra Maszyn i Urządzeń Energetycznych
Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki
Politechnika Śląska

Gliwice, 21-08-2023

Recenzja w postępowaniu habilitacyjnym wszczętym na wniosek dr. inż. Tomasza Wojciech Kowalczyka w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna

Uchwałą nr 51/2023 Rady Naukowej Instytutu Maszyn Przepływowych im. Roberta Szewalskiego Polskiej Akademii Nauk z dnia 15 czerwca 2023 roku dotyczącej uzupełnienia składu komisji habilitacyjnej w postępowaniu habilitacyjnym dr. inż. Tomasza Wojciech Kowalczyka zostałem powołany na Recenzenta komisji. Zostało to poprzedzone decyzją Rady Doskonałości Naukowej z dnia 31 maja 2023 roku wyznaczającej mnie na funkcję recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dr. inż. Tomasza Wojciech Kowalczyka w związku z rezygnacją z tej funkcji prof. dr. hab. Zbigniewa Eugeniusza Kozaneckiego. Ocenę dorobku habilitacyjnego przeprowadziłem w oparciu o ustawę z dnia 20 lipca 2018 r. "Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce" (Dz.U. z 2023r., poz. 742).

Przedmiotem niniejszej recenzji jest osiągnięcie naukowe zatytułowane *„Zaawansowana integracja konwencjonalnych, jądrowych oraz odnawialnych źródeł energii z zastosowaniem magazynów energii sprężonego powietrza, termicznej i chemicznej”*, pozostały dorobek naukowy, a także osiągnięcia w zakresie dydaktyki i organizacji.

Podstawę oceny merytorycznej stanowi wniosek Habilitanta do Instytutu Maszyn Przepływowych PAN za pośrednictwem Rady Doskonałości Naukowej z dnia 8 sierpnia 2022 roku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego wraz z załącznikami, takimi jak:

- kopia dyplomu uzyskania stopnia Doktora (załącznik nr 1)
- dane Kandydata (załącznik nr 2)
- autoreferat (załącznik nr 3) – 55 stron,
- wykaz osiągnięć naukowych Kandydata (załącznik nr 4) – 22 strony
- oświadczenia współautorów (załącznik nr 5)

Dodatkowo wraz wyżej wymienionymi dokumentami Habilitant dołączył kopie 5 publikacji w renomowanych czasopismach oraz dwuautorską książkę wydawnictwa Springer, w której jest on drugim autorem. Wszystkie materiały dostarczono wyłącznie w formie papierowej.

1. Sylwetka habilitanta

Pan dr inż. Tomasz Wojciech Kowalczyk ukończył studia na Politechnice Gdańskiej w 2012 roku. Studia pierwszego stopnia realizował na Wydziale Oceanotechniki i Okrętownictwa na międzywydziałowym kierunku Energetyka. Jego projekt inżynierski dotyczył turbozespołu do mikrośiłowni kogeneracyjnej. Studia drugiego stopnia podjął na tym samym kierunku jednak tym razem na Wydziale Mechanicznym. Obecnie oba te Wydziały po połączeniu stanowią Wydział Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa. Praca dyplomowa magisterska dotyczyła analizy techniczno-ekonomicznej możliwości integracji parowej siłowni okrętowej z wytwornicą pary ogrzewaną helem będącym chłodziwem reaktora jądrowego wysokotemperaturowego. W 2018 roku Habilitant obronił pracę doktorską w Instytucie Maszyn Przepływowych PAN. Praca doktorska dotyczyła analizy termodynamicznej siłowni jądrowej połączonej z produkcją wodoru. Promotorem pracy był prof. dr hab. inż. Janusz Badur. Jak widać zainteresowania naukowo-badawcze Habilitanta od samego początku związane są ściśle z analizami termodynamicznymi i ekonomicznymi instalacji energetycznych w układach monogeneracyjnych, kogeneracyjnych i poligeneracyjnych o szerokim zakresie mocy wyjściowej.

Dr inż. Tomasz Wojciech Kowalczyk jest obecnie zatrudniony jako adiunkt w Zakładzie Konwersji Energii Instytutu Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku. Wcześniej w latach 2013 do 2019 pracował tam jako specjalista. W międzyczasie w okresie od 2012 do 2014 roku Habilitant prowadziła jednoosobową działalność gospodarczą w dziedzinie automatyki przemysłowej, a w latach 2014-2018 pracował jako specjalista automatyk w firmie Bros Control Sp. Z o.o.

2. Opis i ocena osiągnięcia naukowego habilitanta

W skład prezentowanego przez Kandydata osiągnięcia naukowego o tytule *„Zaawansowana integracja konwencjonalnych, jądrowych oraz odnawialnych źródeł energii z zastosowaniem magazynów energii sprężonego powietrza, termicznej i chemicznej”* wchodzi cykl 5 artykułów w wysoko punktowanych czasopismach wydawnictwa Elsevier (Energy i Energy Conversion

and Management) oraz monografia wydawnictwa Springer pt. *Hierarchical Gas-Gas Systems*. Wszystkie wydane w okresie między rokiem 2019 a 2022, czyli po uzyskania tytułu naukowego doktora.

Tylko jedna z wyżej wymienionych pozycji jest jednoautorska, pozostałe natomiast wieloautorskie. Jednak po analizie załączonych oświadczeń wkładu Kandydata w publikowanych współautorskich parach przedstawionych jako osiągnięcie naukowe stwierdzam, że jest on równoważny i znaczący. Nie budzi też moich wątpliwości kilka jednoautorskich publikacji współautora prac Habilitanta w tej tematyce.

Analizując elementy osiągnięcia naukowego Habilitanta można zauważyć, że Jego główne zainteresowania naukowo-badawcze skupiają się wokół technologii energetycznych wykorzystujących układy turbin gazowych w różnych konfiguracjach, w układach hierarchicznych, w tym z innymi technologiami jak bloki parowe, siłownie jądrowe czy magazyny energii, m.in. w sprężonym powietrzu czy poprzez produkcję wodoru.

W ramach przedstawionego osiągnięcia Habilitant analizował tzw. odciepłownienie elektrociepłowni, tj. zmianę charakterystyki pracy bloku w okresie niskiego zapotrzebowania na ciepło. Analizę taką przeprowadzono na przykładzie bloku gazowo-parowego elektrociepłowni w Gorzowie Wielkopolskim, a wyniki przedstawiono w artykule *On energy, exergy, and environmental aspects of a combined gas-steam cycle for heat and power generation undergoing a process of retrofitting by steam injection* opublikowanym w 2019 roku w czasopiśmie *Energy Conversion and Management*. Artykuł ten ma już 38 cytowań, co pokazuje, że przedstawione tam aspekty energetyczne, egzenergetyczne i środowiskowe są bardzo interesujące. Z mojego punktu widzenia trochę mało zawarto tam informacji techniczno-eksploatacyjnych związanych z pracą zespołu turbiny gazowej w układzie Chenga. Kolejnym podjętym problemem badawczym ujętym w ocenianym osiągnięciu naukowym jest integracja układów turbin gazowych z magazynami energii w sprężonym powietrzu.

Zagadnienia te były prezentowane w monografii dwuautorskiej *Hierarchical Gas-Gas Systems: Thermal and Economic Effectiveness* oraz w dwuatorskim artykule *Thermodynamic and economic analysis of the hierarchic gas-gas power plant cooperating with a compressed air energy storage*, który jak na razie ma tylko dwa cytowania. Przedstawione analizy termodynamiczne i ekonomiczne takich układów wykazują duży potencjał ich wykorzystania w systemie energetycznym o znaczącym udziale technologii energetycznych bazujących na odnawialnych źródłach energii, energii słońca i wiatru. Jednak jej rzeczywista implementacja

będzie stanowiła duże wyzwanie jeśli chodzi o dobór i zaprojektowane maszyn i urządzeń energetycznych wchodzących w skład układu.

Następnym bardzo ciekawym elementem osiągnięcia naukowego Habilitanta są magazyny energii termicznej w obiegach turbin gazowych. Ta technologia energetyczna jest dość dobrze znana, również w krajowym systemie energetycznym, jednak zaproponowano tutaj dodatkowo jeszcze integrację takich układów z systemami magazynowania energii w sprężonym powietrzu. Dość klarownie opisano to w jednoautorskim artykule Habilitanta pt. *Comparative analysis of hybrid energy storage based on a gas–gas system and a conventional compressed air energy storage based on a recuperated gas turbine round trip efficiency, exergy losses, and heat exchanges start-up losses*. Artykuł ten ma jak na razie trzy cytowania. Zaproponowano tu integrację zespołu turbin gazowych z magazynem energii w sprężonym powietrzu, z magazynem ciepła oraz dodatkową turbiną powietrzną. W zespole turbiny gazowej zaproponowano 4-stopniową sprężarkę powietrza z chłodzeniem po każdym stopniu. Nasuwa się pytanie, czy to jest sprężarka czterostopniowa, czy raczej chodziło o cztery stopnie sprężania. W pracy zaproponowano autorski model termodynamiczny procesu ładowania magazynu energii w sprężonym powietrzu.

W tym samym nurcie poszukiwania rozwiązań technologicznych w obszarze konwersji energii są prace Habilitanta nad magazynami energii chemicznej w systemach power-to-gas. Pod pojęciem magazynów energii chemicznej jest tu rozumiana produkcja wodoru lub innych nośników energii. Zagadnienie to jest prezentowane w pracy *Energy and exergy analysis of hydrogen production combined with electric energy generation in a nuclear cogeneration cycle*, która doczekała się już 54 cytowań. W pracy tej do produkcji wodoru zaproponowano stałotlenkowe wysokotemperaturowe ogniwa paliwowe, a najwyższym w hierarchii źródłem energii dla zaproponowanego hierarchicznego układu kogeneracyjnego jest wysokotemperaturowy reaktor jądrowy. Tematyka ta prezentowana jest dodatkowo w pracy *Comparative study of a bottoming SRC and ORC for Joule–Brayton cycle cooling modular HTR exergy losses, fluid-flow machinery main dimensions, and partial loads*, która jest na moment przygotowywania niniejsze recenzji cytowana w 16 innych artykułach. Analizowano tu pracę układu zamkniętego turbiny gazowej współpracującej z wysokotemperaturowym reaktorem jądrowym i dobudowanym układem parowym ORC. Głównym celem była analiza porównawcza tzw. obiegów bottoming.

3. Pozostałe osiągnięcia naukowo-badawcze i całościowy dorobek naukowy

Habilitant jest autorem lub współautorem w sumie 16 artykułów w czasopismach z listy MEiN oraz jednej monografii. Prezentował wyniki prowadzonych przez siebie badań na kilkunastu konferencjach o zasięgu międzynarodowym, uczestniczył w komitetach naukowych konferencji i seminariów. Pozyskał projekt badawczy MINIATURA 5 w ramach konkursu NCN, współrealizuje lub współrealizował 5 projektów badawczych finansowanych w ramach konkursów oraz realizował szereg prac badawczych na zlecenie przemysłu. Kandydat w okresie stycznia 2020 roku do maja 2021 roku realizował wspólne badania z zespołem Katedry Inżynierii Bezpieczeństwa i Systemów Technicznych Wydziału Inżynierii Produkcji i Logistyki Politechniki Opolskiej. Trudno jednak stwierdzić, czy był to staż naukowy, czy może raczej inna forma współpracy naukowo-badawczej. Nie podano informacji, czy Habilitant korzystał i w jaki sposób z infrastruktury naukowo badawczej instytucji goszczącej.

Indeks Hirscha w momencie przygotowywania niniejszej recenzji w przypadku Habilitanta wynosił 10 według bazy Web of Science (WoS). Spośród 10 publikacji składających się na jego wartość wszystkie są wieloautorskie, natomiast w czterech z nich Habilitant jest pierwszym autorem. W sumie w bazie WoS znajduje się 22 publikacji Habilitanta, ilość cytowani według tej samej bazy wynosi 223, a bez autocytowań 209. Świadczy to, moim zdaniem, o bardzo przyzwoitym dorobku publikacyjnym, zważywszy na fakt, że baza WoS w stosunku to pozostałych baz bibliograficznych najskromniej ocenia dorobek naukowy. Habilitant po okresie od uzyskania stopnia naukowego doktora jest autorem jednego zgłoszenia patentowego oraz współautorem trzech innych. Tematykę tych zgłoszeń patentowych można zaliczyć do ocenianego tutaj osiągnięcia naukowego.

4. Charakterystyka pozostałego dorobku habilitanta

Pan dr inż. Tomasz Wojciech Kowalczyk posiada również doświadczenie dydaktyczne, po uzyskaniu stopnia naukowego doktora prowadził cykl wykładów w języku angielskim dla doktorantów Trójmiejskiej Szkoły Doktorskiej Polskiej Akademii Nauk.

Habilitant jest członkiem Polskiego Towarzystwa Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej, wielokrotnie był przewodniczącym sesji naukowych na konferencjach w kraju i zagranicą oraz był redaktorem gościnnym w czasopismach oraz recenzentem wielu artykułów do czasopism krajowych oraz międzynarodowych.

Pan dr Kowalczyk jest chętnie zapraszany do różnych zespołów badawczych, gdzie oprócz prowadzenia badań angażuje się w prace związane z pozyskiwaniem środków finansowych w ramach konkursów oraz poprzez kontakty z przemysłem. Jego chęć podejmowania różnych wyzwań naukowych, przedsiębiorczość i inicjatywa zaliczają go już z pewnością do grona samodzielnych pracowników naukowych.

5. Wniosek końcowy

Na podstawie przedstawionych dokumentów, w oparciu o przedstawionego do oceny osiągnięcia naukowego będącego podstawą postępowania habilitacyjnego, a także dostarczonych pozostałych informacji o dorobku i innych osiągnięciach stwierdzam, że w wystarczający sposób spełniają one ustawowe wymogi stawiane Kandydatom do stopnia doktora habilitowanego.

Obszar badawczy wybrany przez Habilitanta, dotyczący głównie problemów magazynowania energii jest istotny, a zaproponowane rozwiązania technologiczne w tym zakresie są nowatorskie i wnoszą istotny wkład w rozwój badań w tym temacie.

Wnoszę zatem o dopuszczenie Pana doktora Tomasza Wojciecha Kowalczyka do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego oraz popieram i pozytywnie opiniuję wniosek Habilitanta o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynierijno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.