

Prof. dr hab. inż. Tadeusz Bohdal
Politechnika Koszalińska
Wydział Mechaniczny
Katedra Energetyki
ul. Raclawicka 15-17
75-620 Koszalin

Koszalin, 26.04.2023 r.

Recenzja

wniosku o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego dr inż. Tomaszowi Zygmuntowi Kaczmarczykowi na podstawie jednotematycznego cyklu prac, składającego się z czternastu publikacji powiązanych tematycznie oraz trzech oryginalnych osiągnięć projektowo-konstrukcyjnych związanych z badaniami układów kogeneracyjnych wykonanych w technologii ORC (*Organic Rankine Cycle*) oraz ich podzespołów pod wspólnym tytułem:

„Badania cieplno-przepływowe i elektroenergetyczne układów mikrokogeneracyjnych ORC oraz ich podzespołów”

oraz opinia o dorobku naukowo-badawczym, dydaktycznym i organizacyjnym Kandydata, wykonana na podstawie zlecenia zastępcy dyrektora Instytutu Maszyn Przepływowych w Gdańsku dr hab. inż. Grzegorza Żywicy prof. IMP PAN z dnia 12 marca 2023 roku (Umoowa o dzieło nr 23.03/D/4 z dnia 23.03.2023 r.).

1. Wstęp

Dr inż. Tomasz Zygmunt Kaczmarczyk urodził się 2 maja 1980 roku w Pińczowie. W latach 1995 ÷ 2000 był uczniem Technikum Mechanicznego w Pińczowie, które ukończył (z wyróżnieniem) uzyskując tytuł technika mechanika o specjalności budowa i eksploatacja maszyn i urządzeń mechanicznych. Następnie podjął studia na Wydziale Mechanicznym Politechniki Gdańskiej na kierunku Mechanika i Budowa Maszyn (specjalność: urządzenia przemysłu spożywczego i ochrony środowiska), które ukończył w 2005 roku uzyskując tytuł zawodowy magistra inżyniera. Z wynikiem bardzo dobrym obronił pracę magisterską pod tytułem: „*Badanie wrzenia mieszanin dwuskładnikowych*”. Promotorem pracy był prof. dr hab. inż. Janusz T. Cieśliński. Kandydat równocześnie podjął studia na drugim kierunku, które ukończył w 2008 roku uzyskując drugi tytuł zawodowy magistra inżyniera (z wynikiem ponad dobrym). Były to studia dzienne 5-letnie na kierunku Automatyka i Robotyka (specjalność - automatyka) na Wydział Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej. Tytuł obronionej pracy magisterskiej to: „*Budowa układu obciążenia ogniwa paliwowego wykonanego w technologii PEM*”. Promotorem pracy był dr inż. Józef Czucha.

W 2012 roku uzyskał stopień doktora nauk technicznych nadany uchwałą Rady Wydziału Mechanicznego Politechniki Gdańskiej, na podstawie rozprawy zatytułowanej „*Wrzenie nanocieczy na poziomych rurkach o zmodyfikowanej powierzchni*”. Praca doktorska została obroniona w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn (specjalność: wymiana ciepła i wymienniki). Promotorem w tej rozprawie był prof. dr hab. inż. Janusz T. Cieśliński, a recenzentami: prof. dr hab. inż. Piotr Cyklis z Politechniki Krakowskiej i dr hab. inż. Tomasz Wiśniewski z Politechniki Warszawskiej.

Kandydat w latach 2008 ÷ 2014 pracował jako starszy referent na Wydziale Mechanicznym Politechniki Gdańskiej, a od 2013 jest pracownikiem Instytutu Maszyn Przepływowych w Gdańsku zatrudnionym na stanowisku adiunkta.

2. Ocena osiągnięcia naukowego

Podstawą do ubiegania się dr inż. Tomasza Zygmunta Kaczmarczyka o stopień doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie Inżynieria Mechaniczna jest jednotematyczny cykl prac składający się z czternastu publikacji powiązanych tematycznie oraz trzech oryginalnych osiągnięć projektowo-konstrukcyjnych związanych z badaniami układów kogeneracyjnych wykonanych w technologii ORC (Organic Rankine Cycle) oraz ich podzespołów pod wspólnym tytułem: „*Badania cieplno-przepływowe i elektroenergetyczne układów mikrokogeneracyjnych ORC oraz ich podzespołów*”. Wszystkie prace wchodzące w skład osiągnięcia naukowego były zrealizowane po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk technicznych.

Jest to zbiór Jego prac wykonanych w latach 2015 ÷ 2022, w postaci 1 monografii, 12 artykułów w uznanych czasopismach o zasięgu światowym, 1 rozdziału w monografii oraz 3 oryginalnych osiągnięć projektowo-konstrukcyjnych związanych z badaniami układów kogeneracyjnych wykonanych w technologii ORC oraz ich podzespołów:

1. Kaczmarczyk T.Z., Żywica G.: *Experimental research of a micropower volumetric expander for domestic applications at constant electrical load*. Sustainable Energy Technologies and Assessments 2022; vol. 49, 101755, IF 7.632, 140 pkt., udział własny 85 %;
2. Kaczmarczyk T.Z.: *Experimental research of a small biomass organic Rankine cycle plant with multiple scroll expanders intended for domestic use*. Energy Conversion and Management 2021; vol. 244, 114437, IF 11.533, 200 pkt., udział własny 100 %;
3. Kaczmarczyk T.Z., Żywica G., Ihnatowicz E.: *Zastosowanie urządzeń ekspansyjnych w układach kogeneracyjnych ORC*. Wydawnictwo Instytutu Maszyn Przepływowych PAN, Gdańsk 2015, 200 stron, ISBN 978-83-88237-64-5, monografia, 80 pkt., udział własny 75 %;
4. Kaczmarczyk T.Z., Żywica G., Ihnatowicz E.: *Experimental research on scroll expanders operating in parallel in an organic Rankine cycle system with a biomass boiler*. Energy Conversion and Management 2020; vol. 224, 113390, IF 9.709, 200 pkt., udział własny 80 %;

5. Mieloszyk M., Majewska K., Żywica G., Kaczmarczyk T.Z., Jurek M., Ostachowicz W.: *Fibre Bragg grating sensors as a measurement tool for an organic Rankine cycle micro-turbogenerator*. Measurement 2020; vol. 157, 107666, IF 3.927, 200 pkt., udział własny 20 %;
6. Żywica G., Kaczmarczyk T.Z., Breńkacz Ł., Bogulicz M., Andrearczyk A., Bagiński P.: *Investigation of dynamic properties of the microturbine with a maximum rotational speed of 120 krpm – predictions and experimental tests*. Journal of Vibroengineering 2020; vol. 22, Issue 2, pp. 298-312, 40 pkt., udział własny 20 %;
7. Kaczmarczyk T.Z., Żywica G., Ihnatowicz E.: *Experimental study of a low-temperature micro-scale organic Rankine cycle system with the multi-stage radial-flow turbine for domestic applications*. Energy Conversion and Management 2019; vol. 199, 111941, pp. 1-15, IF 8.2081, 200 pkt., udział własny 80 %;
8. Kaczmarczyk T.Z., Ihnatowicz E., Żywica G., Kaniecki M.: *Experimental study of the prototype of a Roto-Jet pump for the domestic ORC power plant*. Archives of Thermodynamics 2019; vol. 40, No. 3, pp. 83–108, 40 pkt., udział własny 75 %;
9. Żywica G., Kaczmarczyk T.Z.: *Experimental evaluation of the dynamic properties of an energy microturbine with defects in the rotating system*. Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability 2019; vol. 21, pp. 670-678, IF 1.525, 100 pkt., udział własny 25 %;
10. Kaczmarczyk T.Z., Żywica G., Ihnatowicz E.: *The impact of changes in the geometry of a radial microturbine stage on the efficiency of the micro CHP plant based on ORC*. Energy 2017; vol. 137, pp. 530-543, IF 4.968, 45 pkt., udział własny 50 %;
11. Żywica G., Kaczmarczyk T.Z., Ihnatowicz E., Turzyński T.: *Experimental investigation of the domestic CHP ORC system in transient operating conditions*. Energy Procedia 2017; vol. 129, pp. 637-643. ISBN: 978 1510 848 535, 5 pkt., udział własny 35 %;
12. Żywica G., Kaczmarczyk T.Z., Ihnatowicz E.: *A review of expanders for power generation in small-scale organic Rankine cycle systems: Performance and operational aspects*. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part A-Journal of Power and Energy 2016; vol. 230, Issue 7, pp. 669–684, S, IF 0.939, 20 pkt., udział własny 20 %;
13. Kaczmarczyk T.Z., Żywica G., Ihnatowicz E.: *Vibroacoustic diagnostics of a radial microturbine and a scroll expander operating in the organic Rankine cycle installation*. Journal of Vibroengineering 2016; vol. 18 Issue 6, pp. 4130-4147, 15 pkt., udział własny 50 %;
14. Kaczmarczyk T.Z., Ihnatowicz E., Żywica G., Kiciński J.: *Experimental investigation of the ORC system in a cogenerative domestic power plant with a scroll expanders*. Open Engineering 2015, vol. 5, str. 411-420, 11 pkt., udział własny 55 %.

Osiągnięcia Kandydata o charakterze projektowo-konstrukcyjnym i technologicznym związane tematycznie z Jego osiągnięciem i dorobkiem naukowym to:

1. Opracowanie koncepcji i nowej technologii chłodzenia prądnic maszyn energetycznych,

2. Opracowanie koncepcji, konstrukcji oraz technologii wykonania sekcyjnego, modułowego układu chłodzenia prądnic maszyn energetycznych,
3. Opracowanie koncepcji, konstrukcji oraz technologii uszczelniania przewodów elektrycznych wyprowadzanych na zewnątrz maszyn elektrycznych.

Przedstawiony do oceny dorobek Habilitanta dotyczy możliwości uzyskania poprawy efektywności energetycznej maszyn i urządzeń energetycznych. Wynika to bezpośrednio z ciągłego wzrostu zapotrzebowania na energię, w tym w szczególności energię elektryczną. Możliwości wzrostu produkcji energii elektrycznej w elektrowniach konwencjonalnych są ograniczone i będą ulegały zmniejszeniu w następnych latach. Wynika to z potrzeby ograniczenia emisji zanieczyszczeń do atmosfery z powodu spalania paliw kopalnych. Ponadto strategia zrównoważonego rozwoju energetyki w krajach Unii Europejskiej zakłada ograniczenie energetyki konwencjonalnej na rzecz wzrostu wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Również uzasadnionym jest poszukiwanie źródeł czystej energii w postaci jej odzysku i konwersji z różnego rodzaju ciepła odpadowego. W ostatnich latach obserwuje się dość znaczący rozwój siłowni elektrycznych bazujących na klasycznym obiegu Clasiusa-Rankine'a z wykorzystaniem organicznego czynnika roboczego zastępującego wodę, która wykorzystywana jest w elektrowniach dużej mocy. Analizy ekonomiczne wykazują, że zasadne jest budowanie małych układów energetycznych na obszarach położonych w znacznych odległościach od elektrowni zawodowych. Małe instalacje energetyczne umożliwią lokalne wykorzystanie dostępnych paliw i surowców energetycznych oraz ciepła odpadowego do produkcji energii elektrycznej i bezpośrednie wykorzystanie lub magazynowanie bez konieczności przesyłania. Zastosowanie w praktyce lokalnych źródeł energii elektrycznej i ciepłej przyczyni się do zwiększenia ich sprawności i zmniejszenia zapotrzebowania na surowce energetyczne. Ograniczy także emisję szkodliwych gazów do atmosfery. Przyczyni się do zwiększenia decentralizacji energetyki, zwiększenia liczby prosumentów oraz zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego podczas ewentualnego kryzysu energetycznego. Dlatego podjęcie przez Kandydata tematyki badawczej w zakresie poprawy efektywności pracy układów kogeneracyjnych wykonanych w technologii ORC (*Organic Rankine Cycle*) oraz ich podzespołów należy uznać za bardzo celowe i potrzebne zarówno pod względem naukowym jak i aplikacyjnym.

Zrealizowane przez habilitanta, we współpracy z zespołem badawczym prace dotyczą badań eksperymentalnych, opracowania metod i modeli obliczeniowych, obliczeń projektowych mikroinstalacji ORC oraz ich podzespołów. W oparciu o przeprowadzone badania eksperymentalne opracowano nowe modele do obliczeń podzespołów mikroturbogeneratorów ORC, przyjęto kryteria i warunki brzegowe przy projektowaniu lub doborze elementów instalacji ORC, w tym: agregatów pompowych, wymienników ciepła itp.

Należy tu wyeksponować szczególne osiągnięcia Autora, w postaci istotnego wkładu naukowego, a dotyczącego takich problemów, jak:

- **wyznaczenie charakterystyk pracy mikroinstalacji ORC oraz ich podzespołów.** Wykonano badania eksperymentalne niezbędne do weryfikacji i walidacji zastosowanych metod i modeli obliczeniowych, jakie były stosowane podczas projektowania układów ORC. W oparciu o przeprowadzone badania eksperymentalne opracowywano nowe modele do obliczeń podzespołów mikroturbogeneratorów ORC. Ustalono kryteria i warunki brzegowe niezbędne przy

projektowaniu lub doborze elementów instalacji ORC np. agregatów pompowych, wymienników ciepła itp. zgodne z wynikami badań eksperymentalnych;

- **określenie możliwości aplikacyjnych mikroukładów ORC** w istniejących obiektach przemysłowych oraz zwiększenie ich sprawności przez odzysk ciepła odpadowego i produkcję energii elektrycznej. Opracowano nową metodologię badawczą oraz zaprojektowano specjalne układy pomiarowe umożliwiające wiarygodną ocenę potencjału energetycznego ORC, szczególnie przy stosowaniu nowych czynników roboczych oraz różnych źródeł ciepła w instalacjach przemysłowych;
- **określenie potencjałów energetycznych dostępnych źródeł ciepła**, gdzie poziom odzysku ciepła jest często ograniczony warunkami technicznymi pracy urządzeń w liniach technologicznych. Dane te są niezbędne do prawidłowego projektowania i budowy układów ORC, gdzie dokładność oszacowania potencjału energetycznego źródła ciepła ma zasadniczy wpływ na zasadność budowy i rentowność układu kogeneracyjnego ORC;
- **opracowywanie nowych procedur badawczych oraz układów pomiarowych**, które wykonywano indywidualnie dla każdego z badanych źródeł energii. Zbudowano kilka specjalistycznych stanowisk badawczych, które posłużyły do przeprowadzenia badań eksperymentalnych układów ORC i nowych konstrukcji ich podzespołów;
- **przeprowadzenie systematycznych badań eksperymentalnych** całych mikroinstalacji kogeneracyjnych ORC oraz ich podzespołów, w tym pomp i agregatów pompowych, objętościowych i przepływowych zespołów ekspansyjnych. Zrealizowane prace dotyczyły badań i analiz o charakterze poznawczym, aplikacyjnych jak i komercyjnym. Dostarczyły one wiele cennych informacji o zachodzących zjawiskach w obiegach ORC oraz o wskazówkach istotnych dla prawidłowego projektowania tych układów. Wykazano, że stosowanie nowych czynników roboczych w układach ORC stwarza nowe wyzwania inżynierskie i problemy związane z opisem i modelowaniem zjawisk występujących w wysokoobrotowych mikroturbogeneratorach. Ponadto, że wyniki obliczeń mikroturbin z klasycznych modeli powszechnie stosowanych do obliczeń dużych turbin parowych w znacznym stopniu odbiegają od wyników uzyskanych na drodze eksperymentalnej. Spowodowało to wykorzystanie wyników badań eksperymentalnych do opracowania nowych modeli obliczeniowych mikroturbogeneratorów ORC z częściowym zasilaniem;
- **opracowanie ulepszonych metod obliczeniowych mikrosiłowni ORC**, co przyczyniło się do udoskonalenia i ewolucji konstrukcji wysokoobrotowych mikroturbogeneratorów oraz zwiększenia ich sprawności oraz mikrosiłowni ORC. Pozwoliło na lepsze zrozumienie pracy układów kogeneracyjnych ORC z mikrozespołami ekspansyjnymi oraz wytyczyło dalsze kierunki ich rozwoju i optymalizacji;
- **opracowanie metody i sposobu pomiaru dehermetyzacji** mikroturbozespołów pracujących w mikrosiłowni kogeneracyjnej ORC z czynnikiem niskowrzącym. Jest to związane z zapewnieniem bezpieczeństwa i komfortu użytkowania zespołów ekspansyjnych pracujących w domowych mikrosiłowniach ORC. Prowadzono również badania wibroakustyczne mające na celu diagnostykę stanu technicznego zespołów ekspansyjnych oraz określenie bezpiecznego dopuszczalnego zakresu ich pracy. Uzyskane wyniki badań jakościowych i ilościowych znalazły za-

stosowanie teoretyczne i praktyczne w dziedzinie wibroakustyki mikromaszyn i zespołów ekspansyjnych;

- **zaproponowanie kilku innowacyjnych i oryginalnych rozwiązań konstrukcyjno-technologicznych** elementów stosowanych do budowy mikroturbogeneratorów ORC, które zgłoszono w Urzędzie Patentowym RP. Opracowane rozwiązania konstrukcyjne dotyczą sposobu i konstrukcji chłodzenia prądnic oraz systemu uszczelnień przewodów elektrycznych wyprowadzanych z korpusu maszyn elektrycznych. Ze względu na ich uniwersalność istnieją szerokie możliwości aplikacyjne tych konstrukcji w energetyce zawodowej z turbinami parowymi, w turbinach wiatrowych czy nowo rozwijanych technologiach turbogeneratorów wodorowych albowiem umożliwiają bezpieczną pracę w środowiskach wybuchowych i wysokich temperaturach.

Należy wyraźnie podkreślić, że prezentowana przez Habilitanta tematyka cyklu prac jest bardzo interesująca, oryginalna i nowoczesna. Bazuje na najnowszych osiągnięciach naukowych z ostatnich lat. Przedstawiony do oceny jednotematyczny cykl publikacji, pomimo że może stanowić kompletne dzieło naukowe, wskazuje również kierunki dalszego rozwoju badań i może inspirować do prowadzenia nowych badań w zakresie energetyki rozproszonej. Przedstawiony dorobek naukowy stanowi istotny wkład w prace rozwojowe mikroukładów kogeneracyjnych ORC i ich elementów. Wyróżnia się wysokim poziomem opracowania, jest wypełniony kompleksowo wynikami i nowoczesną metodyką badawczą. Wnosi nową wiedzę do zagadnień szeroko pojętej energetyki i jest przydatny inżynierom oraz pracownikom naukowym, zwłaszcza nauk technicznych. Habilitant wykazał, że dotychczasowe modele matematyczne opracowane do obliczeń dużych turbin parowych nie można bezpośrednio stosować dla mikroturbogeneratorów ORC z częściowym zasilaniem. Uzyskane drogą obliczeniową wyniki w znacznym stopniu odbiegają od wyników uzyskanych na drodze eksperymentalnej. Dlatego habilitant opracował nowe modele obliczeniowe wykorzystując wyniki własnych badań eksperymentalnych. Wniesiony przez Niego wkład w rozwój inżynierskich metod obliczeniowych pozwala na lepsze zrozumienie pracy układów kogeneracyjnych ORC z mikrozespołami ekspansyjnymi oraz wytycza dalsze kierunki ich rozwoju i optymalizacji. Przedstawiony dorobek naukowy znacząco wpływa na rozwój aktualnego stanu wiedzy i stosowanych technik modelowania matematyczno-fizycznego. Podjęte działania przyczyniły się również do udoskonalenia i ewolucji konstrukcji wysokoobrotowych mikroturbogeneratorów oraz zwiększenia ich sprawności oraz mikrosiłowni ORC.

Opiniowane prace dr inż. Tomasza Zygmunta Kaczmarczyka uważam za ważny i wartościowy wkład do poznania i analizy zjawisk cieplno-przepływowych występujących w mikroukładach kogeneracyjnych ORC i ich elementach, co oznacza, że założony cel został zrealizowany. Postawione w publikacjach problemy zostały rozwiązane prawidłowo. Niestety Habilitant nie dołączył do swojego wniosku tekstów publikacji choćby w wersji elektronicznej. Nie jest to wymóg formalny, ale zwyczajowo mógłby zostać zachowany. Zmniejszyłoby to nakład pracy recenzentów związany z poszukiwaniem tekstów tych publikacji. Habilitant jako Autor zapewne posiada je w wersji papierowej i elektronicznej. **W podsumowaniu należy stwierdzić, że jednotematyczny cykl publikacji oraz trzech oryginalnych osiągnięć projektowo-konstrukcyjnych związanych z badaniami układów kogeneracyjnych wykonanych w technologii ORC oraz ich podzespołów, jako osiągnięcie naukowe spełnia**

w moim przekonaniu, w sposób w pełni zadowalający wymagania określone w Ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

3. Ocena istotnej działalności naukowej

Dr inż. Tomasz Zygmunt Kaczmarczyk po ukończeniu studiów prowadził prace badawcze związane z wymianą ciepła, pędu i masy podczas wrzenia czynników roboczych. Na podstawie uzyskanych wyników badań opracował rozprawę doktorską pt.: „*Wrzenie nanocieczy na poziomych rurkach o zmodyfikowanej powierzchni*”, która została obroniona w 2012 roku na Wydziale Mechanicznym Politechniki Gdańskiej w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn (specjalność: wymiana ciepła i wymienniki).

Po uzyskaniu stopnia doktora dr inż. Tomasz Zygmunt Kaczmarczyk w 2013 roku podjął pracę w Instytucie Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku na stanowisku adiunkta. Wiązało to się z rozpoczęciem prac badawczych w zakresie zastosowania urządzeń ekspansyjnych w układach kogeneracyjnych ORC małej mocy. Jak wykazały przeprowadzone badania, urządzenia ekspansyjne typu wyporowego w zakresie małych mocy stanowią interesującą alternatywę dla turbin parowych, powszechnie stosowanych w dużej energetyce zawodowej. Uzyskane wyniki badań zostały przedstawione w monografii opublikowanej w 2015 roku pt.: „*Zastosowanie urządzeń ekspansyjnych w układach kogeneracyjnych ORC*”, gdzie Kandydat był współautorem.

Podstawowa tematyka badawcza Kandydata dotyczy przedstawionego osiągnięcia naukowego, co zostało omówione w poprzednim rozdziale recenzji. Jednak Kandydat realizował również inne prace naukowo badawcze w tym:

- opracowanie koncepcji, wykonanie obliczeń cieplno-przepływowych i wytrzymałościowych na podstawie, których wykonano pełną dokumentację techniczną i technologiczną aparatu cieplnego do rozmrażania owoców (Zakład Przetwórstwa Owoców i Warzyw GOMAR w Pińczowie - 2004);
- opracowanie koncepcji, dokumentacji technicznej i technologicznej ośmiu konstrukcji stanowisk badawczo-dydaktycznych, w tym do badania przepływów wielofazowych, wrzenia mieszanin dwuskładnikowych w objętości, dynamiki pęcherzyków parowych i gazowych, wrzenia nanocieczy w objętości, wymienników ciepła typu rura w rurze, odpylania i separacji cząstek stałych (tj. cyklony, separatory i komory osadcze - Politechnika Gdańska, 2005 ÷ 2017);
- realizacja 32 zleconych projektów technicznych (w tym 27 przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora nauk technicznych) w zakresie konstrukcji i budowy maszyn i urządzeń energetycznych (firma BE&K Europe, a obecnie KBR Poland w Kwidzynie, 2007 ÷ 2016);
- opracowanie koncepcji, projektu technicznego oraz uczestnictwo w procesie wytwórczym, montażu i rozruchu instalacji układu ORC o mocy termicznej 250 kW (Hochschule Bremen, 2008 ÷ 2010);
- opracowanie projektu oraz dokumentacji wykonawczej jednostki kogeneracyjnej ORC i jej

- elementów o mocy $16 \div 25$ kWe (IMP PAN, firma RenVentures Sp. z o.o., 2010 ÷ 2015);
- opracowanie koncepcji modernizacji linii suszenia bloczków gipsowych (firma Enka Sp. z o.o., 2016);
 - opracowanie koncepcji, projektu oraz technologii wykonania czterech różnych konstrukcji separatorów kropel amoniaku (firma Remstat P. Pochwatka, A. Szczesniak Sp.J., 2017);
 - opracowanie raportu badawczego dotyczącego możliwości wykorzystania ciepła odpadowego z linii kalcynacji gipsu w zakładzie produkcyjnym Rigips firmy Saint-Gobain Construction Products Polska Sp. z o.o. (firma Enka Sp. z o.o., 2019);
 - opracowanie projektu oraz przygotowanie dokumentacji technicznej układu kogeneracyjnego ORC o mocy elektrycznej 10 kWe (firma Enka Sp. z o.o., 2018 ÷ 2021).

Należy zwrócić uwagę na opracowywane przez Kandydata praktyczne rozwiązania, które mają zastosowanie w krajowych i zagranicznych przedsiębiorstwach. Należy podać, że w ramach wieloletniej współpracy z sektorem przemysłowym, zaprojektował 32 konstrukcje, które zostały zbudowane i wdrożone w różnych gałęziach gospodarki. Zajmował się projektowaniem, konstruowaniem i technologią wykonania urządzeń: ciśnieniowych, pracujących w strefach zagrożonych wybuchem czy Urządzeń Transportu Bliskiego (UTB). Zaprojektowane konstrukcje uzyskały akredytację UDT oraz certyfikat zgodności CE zgodnie z obowiązującymi dyrektywami UE. Wielokrotnie brał udział w odbiorach konstrukcji przez odpowiednie organy UDT (z oddziału: Gdańsk, Bydgoszcz, Kraków), które zaprojektował, obliczał czy dokonywał ich ekspertyz. Zdobyta wiedza merytoryczna i praktyczna oraz zdobyte uprawnienia umożliwiły Mu również wykonywanie projektorów w zakresie układów zasilania elektrycznego czy sterowania i regulacji obiektów przemysłowych. Projekty, zlecenia badawcze i ekspertyzy techniczne wykonane zostały dla różnych sektorów przemysłowych, w tym: papierniczego, gospodarki wodno-ściekowej, chłodniczego, chemicznego, paliwowego itp.

Kandydat prowadził współpracę badawczą z różnymi ośrodkami naukowymi. Należy tutaj wskazać na współpracę z Politechniką Gdańską, w ramach której zaprojektował i zbudował 8 stanowisk badawczo-dydaktycznych (w tym 6 przed uzyskaniem doktoratu). Obecnie stanowią one wyposażenie laboratorium zakładu „Ekoinżynierii i Aparatury Procesowej” na Wydziale Mechanicznym Politechniki Gdańskiej. Istotna była też współpraca naukowa z Hochschule Bremen, gdzie Kandydat odbył dwuletni staż naukowy, w ramach którego prowadził prace badawcze dotyczące obiegów ORC.

Dorobek naukowy Kandydata jest znaczny i został wydatnie pomnożony po uzyskaniu stopnia doktora. Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora był autorem lub współautorem 18 artykułów naukowych wykazywanych w bazie danych WoS oraz 42 innych artykułów. Ponadto przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora był współautorem 12 artykułów. Sumaryczna wartość wskaźnika IF na dzień 16.08.2022 roku wynosiła 55,651. Na szczególne wyróżnienie zasługują publikacje w czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym: *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, *Energy Conversion and Management*, *Measurement*, *Journal of Vibroengineering*, *Archives of Thermodynamics*, *Eksplotacja i Niezawodność* –

Maintenance and Reliability, Energy, Open Engineering, International Journal of Energy Research, Heat Transfer Engineering.

Wyniki swoich badań przedstawił na 50 konferencjach krajowych i międzynarodowych (w tym na 40 po uzyskaniu stopnia doktora). Do najważniejszych konferencji należy zaliczyć konferencje o charakterze cyklicznym: *International Seminar on ORC Power Systems, International Symposium SYMKOM, International Conference on Efficiency, Cost, Optimization, Simulation and Environmental Impact of Energy Systems, Asia-Pacific Workshop on Structural Health Monitoring, International Conference on Heat Transfer, Fluid Mechanics and Thermodynamics, HEFAT, International Seminar on ORC Power Systems, International Conference, Low Temperature and Waste Heat Use in Energy Supply Systems Waste Heat Recovery Systems on Ships, International Symposium on Compressor & Turbine Flow System Theory and Application Areas SYNKOM.*

Brał czynny udział w pracach zespołów badawczych realizujących dziesięć projektów finansowanych w drodze konkursów (w tym siedmiu po uzyskaniu stopnia doktora). Pełnił tam rolę wykonawcy lub kierownika zadania naukowego.

Dorobek naukowy Habilitanta charakteryzuje wg bazy Web of Science - indeks Hirscha 10, liczba cytowań 178 (bez autocytowań). Wg bazy Scopus indeks Hirscha wynosi 10, łączna liczba cytowań 277, wg bazy Google Scholar h-index = 13, łączna liczba cytowań 480. Sumaryczna wartość wskaźnika IF dla publikacji wiodących wynosi 55,651.

Realizując prace naukowe w zakresie techniki ciepłej Kandydat kładzie również duży nacisk na aspekt aplikacyjny i wdrożeniowy swoich badań. Świadczą o tym zrealizowane liczne prace o charakterze stosowanym. Był autorem lub współautorem 197 ekspertyz lub opracowań, z czego 53 wykonał w okresie przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora nauk technicznych a 144 po uzyskaniu stopnia naukowego doktora. Były to prace zrealizowane na zlecenie firm: *Gomar Pińczów Sp. z o.o. S.K.A., Renventures Sp. z o.o., BE&K Europe (obecnie KBR Poland Sp. z o.o.), Zakład Metalowo-Kotlarski SAS, Enki Sp. z o.o. + zakład Rygips Polska, Frioarte Sp. z o.o., Zakład Produkcji Doświadczalnej Automatyki (ZPDA) Sp. z o.o., Exalo Drilling S.A. Oddział "Diamant" w Zielonej Górze, Remstat P. Pochwatka, A. Szcześniak Sp. J., Elektrociepłownia PKN Orlen w Płocku, Wodociągi Pińczowskie Sp. z o.o., Secespol Sp. z o.o., Styropian Plus Sp. z o.o., Zakład Energetyki Ciepłej Miastko, Familyland Paweł Ciupak. Prowadzona współpraca z sektorem gospodarczym zaowocowała wdrożeniem 37 technologii, z czego 9 po doktoracie.*

Kandydat jest autorem współautorem czterech złożonych wniosków patentowych, gdzie był pomysłodawcą i inicjatorem złożenia tych zgłoszeń. Opracował koncepcje i rozwiązania konstrukcyjne tych wynalazków. Przygotował opisy, rysunki do ww. wniosków oraz brał udział w opracowaniu ich ostatecznej wersji, które wysłał do rzecznika patentowego.

Dorobek naukowy dr inż. Tomasza Zygmunta Kaczmarczyka oceniam bardzo wysoko. Jest on autorem wielu oryginalnych opracowań naukowych o charakterze poznawczym i aplikacyjnym. Podjęta tematyka badawcza jest nowoczesna i dotyczy jeszcze mało zbadanych problemów naukowych związanych z podnoszeniem efektywności pracy układów kogeneracyjnych wykonanych w technologii ORC oraz ich podzespołów. W swoich opracowaniach Habilitant opisuje

fizykę zachodzących zjawisk i przedstawia modele matematyczne z nią związane. Są one bardzo przydatne w prowadzeniu rozważań naukowych i w obliczeniach inżynierskich. O ich przydatności świadczą bardzo liczne cytowania publikacji Autora. Na szczególną uwagę zasługuje prowadzenie badań pod kątem przyszłych zastosowań uzyskanych wyników. Dowodem tego jest złożenie czterech wniosków patentowych, udział w licznych projektach badawczych oraz szeroka współpraca z sektorem przemysłowym.

Pewien niedosyt może budzić brak autorskich, jednoosobowych publikacji Kandydata. W ramach osiągnięcia naukowego wykazano tylko jedną taką publikację oraz kilka jednoosobowych referatów wygłoszonych na konferencjach naukowych. Pozostałe opracowania są pracami zespołowymi, dla których Kandydat precyzyjnie określił swój udział procentowy i merytoryczny w publikowanych osiągnięciach. Jest to jednak zrozumiałe, ponieważ Kandydat cały czas prowadził swoje prace badawcze w zespołach, których był członkiem lub kierownikiem.

Podsumowując stwierdzam, że dorobek naukowy Kandydata po uzyskaniu stopnia doktora jest znaczący, a istotną działalność naukową Kandydata oceniam jako bardzo dobrą. Oznacza to, że w pełni rekomenduję Go do uzyskania stopnia doktora habilitowanego.

4. Ocena osiągnięć dydaktycznych i organizacyjnych Kandydata

Dr inż. Tomasz Zygmunt Kaczmarczyk rozpoczął w 2008 roku pracę na stanowisku starszego referenta technicznego w Katedrze Ekoinżynierii i Aparatury Procesowej (później o nazwie Katedra Ekoinżynierii i Silników Spalinowych) na Wydziale Mechanicznym Politechniki Gdańskiej. Od 2013 roku jest pracownikiem Instytutu Maszyn Przepływowych Polskiej Akademii Nauk w Gdańsku zatrudnionym na stanowisku adiunkta w Zakładzie Dynamiki i Diagnostyki Turbin – Ośrodek Mechaniki Maszyn (do 2015 roku w Zakładzie Termodynamiki – Ośrodek Termomechaniki Płynów).

Kandydat posiada doświadczenie dydaktyczne. W ramach współpracy z Politechniką Gdańską na Wydziale Mechanicznym prowadził zajęcia laboratoryjne i ćwiczeniowe z przedmiotów: *Termiczna utylizacji odpadów, Inżynieria ochrony środowiska, Niekonwencjonalne urządzenia i systemy konwersji energii, Neutralizacja i odpylanie spalin, Energetyczne wykorzystanie odpadów, Odpylanie gazów i Wymiana ciepła*. Jako pracownik naukowo-techniczny dodatkowo opiekował się studentami wykonującymi prace dyplomowe. W latach 2003 ÷ 2005 był członkiem Komisji Stypendialnej na Wydziale Mechanicznym Politechniki Gdańskiej, opiniował wnioski dotyczące zasadności przyznawania stypendiów dla studentów.

W latach 2014 ÷ 2015 na zlecenie Wydziału Fizyki i Matematyki Stosowanej Politechniki Gdańskiej współprowadził zajęcia dydaktyczne i praktyczne z przedmiotu „*Laboratorium z fizyki*”, które były realizowane w „Galerii Ruchu w Centrum Hewelianum” w Gdańsku. W zajęciach uczestniczyło ponad pół tysiąca studentów z różnych wydziałów Politechniki Gdańskiej. W roku akad. 2018/2019 przeprowadził wykład pt. „*Zastosowania techniczne nanocięczy*” dla studentów Politechniki Gdańskiej, Wydziału Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej, na kierunku „Nanotechnologia”. W ramach pracy w IMP PAN zajmował się

kształceniem młodej kadry naukowej oraz stażystów będących na praktykach zawodowych. Przekazywana wiedza merytoryczna i praktyczna związana była z projektowaniem, budową oraz pomiarami i badaniami elementów, urządzeń i układów mikrokogeneracyjnych ORC.

Kandydat angażuje się w działalność popularyzacji nauki. W roku 2008 roku na zaproszenie władz SIMP oraz NOT-u wygłosił w domu technika NOT w Gdańsku wykład plenarny pt. „*Zastosowanie ogniów paliwowych wykonanych w technologii PEM*”. W roku 2015 brał udział w organizacji stoiska pt. „*Domowa Mikrośilownia Kogeneracyjna ORC*”, które było prezentowane na targach „*Technikon Innowacje 2015 - 11 Targi Techniki Przemysłowej, Nauki i Innowacji*”. Zaprezentowana mikrośilownia zdobyła w tym konkursie srebrny medal. W roku 2016 na zaproszenie burmistrza miasta Miastko wygłosił referat pt. „*Zastosowanie innowacyjnych technologii w gminie*”, na konferencji pt. „*Odnawialne Źródła Energii szansą rozwoju regionalnego*”.

Kandydat prowadzi działalność organizacyjną na poziomie regionalnym, krajowym i międzynarodowym. Od roku 2021 jest członkiem rzeczywistym Stowarzyszenia Inżynierów i Mechaników Polskich (SIMP). W roku 2022 został członkiem zarządu oddziału SIMP w Gdańsku oraz członkiem zarządu „koła SIMP nr 1 przy Politechnice Gdańskiej”. Dwukrotnie był członkiem komitetu organizacyjnego międzynarodowej konferencji naukowej: HEFAT2019 – 2019 r., ORC2021 - 2021. Po doktoracie opracował 126 recenzji artykułów naukowych na zlecenie międzynarodowych czasopism i konferencji naukowych. Dwukrotnie był redaktorem gościnnym wydań specjalnych w czasopiśmie: Processes (ISSN 2227-9717) i czasopiśmie Applied Sciences (ISSN 2076-3417).

Dr inż. Tomasz Zygmunt Kaczmarczyk sukcesywnie podwyższa swoje kwalifikacje również w zakresie wiedzy technicznej. Posiada *Książeczkę Spawacza* uprawniającą do spawania konstrukcji stalowych klasy 3 elektrodami otulonymi, spawania gazowego oraz metodą MAG wydaną przez Instytut Spawalnictwa w Gliwicach. Uzyskał liczne certyfikaty i świadectwa, w tym: *Świadectwo kwalifikacyjne do konserwacji Urządzeń Transportu Bliskiego* (wydane przez Urząd Dozoru Technicznego oddział terenowy w Bydgoszczy), uprawniające do konserwacji UTB w kategorii POT (Przenośniki Osobowe i Towarowe), w tym przenośniki dla celów rekreacyjno-rozrywkowych, *Certyfikat z zakresu udzielania pierwszej pomocy przedmedycznej*, *Zaświadczenie potwierdzające zdobycie szkolenia z dziedziny Bezpieczeństwa i Higieny Pracy*, *Certyfikat ukończenia kursu p.t.: „Podstawy termografii, metodyka badań termowizyjnych w budownictwie i innych zastosowaniach”* wydany przez Polską Szkołę Termograficzną, IR CAMS.

Za swoją działalność naukową, dydaktyczną i organizacyjną Kandydat otrzymał liczne nagrody i wyróżnienia. Należą do nich: **Dyplom Dyrektora** Instytutu Maszyn Przepływowych im. Roberta Szewalskiego Polskiej Akademii Nauk za „najlepsze publikacje naukowe w wysoko punktowanych czasopiśmie światowych za rok 2017”, **Dyplom Zarządu Głównego SIMP** za zajęcie 1 miejsca w Ogólnopolskim Konkursie o Dyplom i Nagrodę Prezesa SIMP na najlepszą pracę dyplomową o profilu mechanicznym IX Edycja: rok akademicki 2007/2008, **Stypendysta „InnoDoktorant”** – stypendia dla doktorantów, I edycja. Nagrody i wyróżnienia krajowe za działalność naukową dla 60 najlepszych doktorantów z województwa Pomorskiego w roku akademickim 2007/2008, przyznane: przez Urząd Marszałkowski

Województwa Pomorskiego, Gdańsk 2008, **Dyplom Dziekana** Wydziału Mechanicznego Politechniki Gdańskiej, za znalezienie się w gronie 5% najlepszych absolwentów Politechniki Gdańskiej w roku akademickim 2004/2005.

Biorąc powyższe pod uwagę wyrażam przeświadczenie, że dorobek dydaktyczny i organizacyjny jest wystarczający i potwierdza kwalifikacje Kandydata do uzyskania stopnia doktora habilitowanego stanowiąc podstawę do dalszego awansu.

5. Wniosek końcowy

Na podstawie szczegółowej analizy przedstawionego osiągnięcia naukowego w postaci jednotematycznego cyklu prac składającego się z czternastu publikacji powiązanych tematycznie i trzech oryginalnych osiągnięć projektowo-konstrukcyjnych oraz działalności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej stwierdzam, że dr inż. Tomasz Zygmunt Kaczmarczyk **posiada znaczące i oryginalne osiągnięcia, które poszerzają dotychczasowy stan wiedzy w dyscyplinie Inżynieria Mechaniczna** (w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych). Zgodnie z obowiązującymi przepisami: posiada stopień doktora, posiada w dorobku osiągnięcia naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny, wykazuje się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni i instytucji naukowej (w tym zagranicznej). Upoważnia mnie to do stwierdzenia, że pod względem formalnym Jego kandydatura w pełni odpowiada warunkom określonym w art. 219 ust.1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t.j. Dz.U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.). Dorobek Kandydata jest zgodny z kryteriami oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych.

