

Prof. dr hab. inż. Kazimierz Rup
Politechnika Krakowska
Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki
Al. Jana Pawła II 37
31-864 Kraków

Wpłynęło dnia
06.04.2021
L. dz. 159/WIMiO/2021

Kraków, 2021-03-17

Recenzja dorobku naukowego i dydaktycznego
dra inż. Michała Klugmanna
w związku z postępowaniem
o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego

Podstawą opracowania recenzji było pismo prof. dr hab. inż. Michała Wasilczuka, Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa Politechniki Gdańskiej, I.dz.48/WIMiO/2021. Recenzję opracowano zgodnie z wymogami ujednoliconego tekstu Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dn. 1 marca 2003r. ze zmianami wprowadzonym 18 marca 2011 r. (Dz. Ustaw z 2011 r. Nr 84 poz. 455), uwzględniono również Rozporządzenie MNiSzW z dn. 1 września 2011r. w sprawie kryteriów oceny osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Dz. Ustaw z 2011r., Nr 196 poz. 1165).

1. Sylwetka dra inż. Michała Klugmanna

Dr inż. Michał Klugmann urodził się 6 maja 1976r. w Gdańsku. Studia wyższe ukończył na Wydziale Mechanicznym Politechniki Gdańskiej w 2004 roku uzyskując tytuł magistra inżyniera.

W okresie od 2004 – 2010 r. był doktorantem zatrudnionym na stanowisku asystenta w Katedrze Techniki Ciepłej na Wydziale Mechanicznym Politechniki Gdańskiej. Od 2010 do 2018 roku pracował na stanowisku adiunkta w Katedrze Energetyki i Aparatury Przemysłowej na wspomnianym Wydziale Mechanicznym. W okresie od 2018 – 2019 r. został przeniesiony na stanowisko starszego wykładowcy w wyżej wymienionej Katedrze Energetyki i Aparatury Przemysłowej. Od 2019 roku, do chwili obecnej, pracuje na stanowisku adiunkta dydaktycznego w Katedrze Energetyki i Aparatury Przemysłowej na tym samym Wydziale Mechanicznym Politechniki Gdańskiej.

Stopień doktora nauk technicznych w zakresie budowy i eksploatacji maszyn został mu nadany 24.02.2010r. na tym samym Wydziale Mechanicznym Politechniki Gdańskiej. Tytuł rozprawy: **Intensyfikacja wymiany ciepła podczas wrzenia w przepływie w kanałach o małej średnicy**. Promotorem rozprawy był wówczas dr hab. inż. Dariusz Mikieliewicz prof. nadzw. PG, recenzentami byli wówczas: prof. dr hab. inż. Jan Stąsiek i dr hab. inż. Marian Czapp prof. nadzw. PK.

Jego zainteresowania naukowe i dydaktyczne skupione są wokół zagadnień związanych z termodynamiką techniczną, wymianą ciepła i masy ze szczególnym uwzględnieniem procesów wrzenia w kanałach i szczelinach o małych wymiarach.

2. Ocena wartości naukowej cyklu publikacji przedstawionych przez Habilitanta

Przedstawionym do oceny osiągnięciem naukowym dra inż. Michała Klugmanna jest cykl 7 jednotematycznych prac pod wspólnym tytułem: „**Badania miniszczelinowych i minikanalowych wymienników ciepła do zastosowań solarnych**”, opublikowanych w latach 2017 – 2020. Jednotematyczny cykl publikacji, tworzących wskazane powyżej osiągnięcie naukowe, został wybrany według kryterium, które ma na celu pokazanie kompleksowych, wielowątkowych badań nad zjawiskami cieplnymi i przepływowymi w modelowych miniszczelinowych i minikanalowych wymiennikach ciepła. Istotnymi elementami przeprowadzonych badań są przede wszystkim:

- badania obiegu termosyfonowego,
- badania wymiany ciepła podczas wrzenia w przepływie,
- badania nierównomierności rozptywu czynnika w minigeometriach.

Wymienione badania wpisują się w szerszą tematykę od wielu lat realizowaną w Katedrze Energetyki i Aparatury Przemysłowej Wydziału Mechanicznego Politechniki Gdańskiej. Częściowo zostały one przeprowadzone w ramach realizacji grantu finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki nr 2015/19/D/ST8/03201 w latach 2016 – 2020, którego Habilitant był kierownikiem.

W szczególności, jako osiągnięcie naukowe dla uzyskania stopnia doktora habilitowanego, Kandydat wskazał następujące publikacje:

- [1] Klugmann Michał; Dąbrowski Paweł; Mikielwicz Dariusz; Flow distribution and heat transfer in minigap and minichannel heat exchangers during the flow boiling; Applied Thermal Engineering; 2020; 5-letni Impact Factor: 4,514
- [2] Klugmann Michał; Dąbrowski Paweł; Mikielwicz Dariusz; Flow Boiling in Minigap in the Reversed Two-Phase Thermosiphon Loop; ENERGIES; Vol. 12; Nr 17; 2019; 5-letni Impact Factor: 2,822;
- [3] Klugmann Michał; Dąbrowski Paweł; Mikielwicz Dariusz; Selected thermal and flow issues in a reversed thermosiphon with a steam liquid lifter; E3S Web of Conferences; Vol. 70; Art nr: UNSP 02009; 2018;
- [4] Klugmann Michał; Dąbrowski, Paweł; Mikielwicz, Dariusz; Pressure drop related to flow maldistribution in a model minichannel plate heat exchanger; ARCHIVES OF THERMODYNAMICS; Vol. 39; Nr 2; Str. 123-146; 2018;
- [5] Dąbrowski, Paweł; Klugmann Michał; Mikielwicz Dariusz; Selected studies of flow maldistribution in a minichannel plate heat exchanger; ARCHIVES OF THERMODYNAMICS; Vol. 38; Nr 3; Str. 135-148; 2017;
- [6] Dąbrowski Paweł; Klugmann Michał; Mikielwicz Dariusz; Flow maldistribution and its mitigation in mini heat exchangers; Contemporary Issues of Heat and Mass Transfer; Publishing House of the Koszalin University of Technology; Str. 83-109; 2019

- [7] Dąbrowski, Paweł; Klugmann, Michał; Mikielwicz, Dariusz; Channel Blockage and Flow Maldistribution during Unsteady Flow in a Model Microchannel Plate heat Exchanger; Journal of Applied Fluid Mechanics; Vol. 12; Nr 4; Str. 1023-1035; 2019; Impact Factor: 0,689

3. Ocena wartości naukowej osiągnięcia naukowego przedstawionego przez Habilitanta

a) Badania obiegu termosyfonowego

W pracach [2] i [3] jako obieg modelowy, przedstawiony został termosyfon odwrócony z parowym podnośnikiem cieczy, pracujący z jednym czynnikiem roboczym. W szczególności w ramach badań obiegu termosyfonowego określono:

- wpływ masowego natężenia przepływu na przejmowanie ciepła i spadek ciśnienia w parowniku,
- wpływ grubości miniszczeliny na przejmowanie ciepła i spadek ciśnienia w parowniku,
- wpływ temperatury ścianki i gęstości strumienia ciepła doprowadzonego do ścianki parownika na pracę termosyfonu,
- wpływ różnicy temperatur pomiędzy parownikiem i skraplaczem na pracę termosyfonu,
- wpływ ciśnienia w obiegu (czyli temperatury wrzenia czynnika) na pracę termosyfonu,
- wpływ wysokości napełnienia (czyli ilości czynnika w obiegu) na pracę termosyfonu.

Ponadto w ramach omawianych badań identyfikowano struktury przepływu dwufazowego, pulsacyjny charakter przepływu, jego rozkład w czasie oraz rozkład ciśnień w czasie.

Warto zaznaczyć, że w ramach omawianych badań Habilitant dokonał wizualizacji zarodkowania pęcherzyków, rozwoju wrzenia oraz mechanizmu parowego podnoszenia cieczy.

Na podstawie przeprowadzonych badań obiegu termosyfonowego sformułowano następujące wnioski:

- Zmniejszenie grubości miniszczeliny prowadzi do intensyfikacji procesu wrzenia w parowniku, ale nie oznacza to równoległego, liniowego wzrostu wydajności systemu. Intensywność wymiany ciepła w funkcji stopnia suchości wykazuje lokalne maksima.
- W przeciwieństwie do układów pracujących pompowo, miniszczelina w prezentowanym układzie nie stanowi tradycyjnie rozumianego oporu przepływu, ponieważ sama generuje moc pompowania. Opór przepływu nie ogranicza więc wprost możliwości zmniejszenia grubości i średnicy hydraulicznej miniszczeliny.
- Układ parownik-skrapacz pokazuje pulsacyjny / cykliczny charakter pracy. Mimo to rozkłady temperatur w parowniku i skraplaczu pozostają stałe w czasie.
- System wykazuje zdolność dynamicznej samoregulacji do ilości transportowanego ciepła, podczas gdy parametry brzegowe, tj. temperatura na wlocie i wylocie w parowniku i skraplaczu pozostają stałe.
- Zwiększenie strumienia ciepła w parowniku zwiększa przepływ czynnika roboczego w instalacji. Wzrost ten staje się bardziej intensywny wraz ze spadkiem grubości miniszczeliny.

- Wystąpienie dryoutu, czyli wysychania filmu cieczowego na ścianie kanału, powoduje natychmiastowe zatrzymanie obiegu i wypełnienie parownika zimną cieczą pochodzącą ze skraplacza, dzięki czemu system ma zdolność samo wygaszania.
- Doprowadzenie powietrza z zewnętrznego źródła do kanału wlotowego parownika powoduje obieg czynnika. Jednak struktury mieszaniny powietrze-czynnik nie są takie same, jak struktury przepływu wrzącego.
- Wykazano, że poziom napełnienia czynnikiem wpływa na wydajność pracy obiegu, nie jest to jednak parametr krytyczny wymagający starannej regulacji.

b) Badania wymiany ciepła podczas wrzenia w przepływie

W pracy [1] przedstawiono opis zbudowanego stanowiska pomiarowego przeznaczonego do badania wymiany ciepła z uwzględnieniem przemian fazowych to jest zarówno wrzenia jak też kondensacji w ustalonych przepływach wymuszonych pompą. Na omawianym stanowisku przeprowadzono:

- kompleksowe badania wymiany ciepła w zakresie wrzenia w wymuszonym pompą przepływie, polegające na wyznaczeniu lokalnych współczynników przejmowania ciepła i spadków ciśnienia oraz dokonaniu porównania uzyskanych wyników z odpowiednimi, opisanymi za pomocą pól empirycznej korelacji, rozwijanej od szeregu lat w Katedrze, dla procesu wrzenia w przepływie,
- analogiczne badania dla pakietów równoległych minikanatów przy założeniu takiego samego przekroju czynnego i porównanie z miniszczelinami,
- próby intensyfikacji wymiany ciepła,
- badania dotyczące nierównomierności rozdziału czynnika w strukturze przepływowej wymiennika (ang. flow maldistribution),
- próbne badania kondensacji w przepływie – pod kątem przyszłych badań.

Dokonując analizy uzyskanych wyników pomiarowych udało się zidentyfikować struktury wrzenia w powiązaniu z procesem wymiany ciepła, wyznaczyć stopnie suchości w zależności od parametrów pracy obiegu, oraz lokalne współczynniki przejmowania ciepła na powierzchni wymiany ciepła dla różnych parametrów przepływu i geometrii wymiennika.

Warto zaznaczyć, że Habilitant również w ramach omawianych badań nad dwufazowym przepływem w układzie pompowym dokonał wizualizacji między innymi ruchu pęcherza parowego i przemieszczania się czoła struktury parowej.

Na podstawie przeprowadzonych badań wymiany ciepła w zakresie wrzenia w przepływach przez mikroszczeliny i minikanaty sformułowano następujące wnioski:

- Zarówno w przypadku jednofazowej wymiany ciepła jak i wrzenia w przepływie, uzyskane wartości współczynnika przejmowania ciepła były zgodne, co do rzędu wielkości, z korelacjami literaturowymi. W przypadku wrzenia, największa rozbieżność dotyczyła niskich stopni suchości. Może to być spowodowane efektami wlotowymi i nierównomiernością rozpręślenia czynnika.

- Zastosowany typ kolektorów oraz konfiguracja wlotu i wylotu skutkują nierównomiernym rozkładem zjawisk na powierzchni wymiany ciepła. Różnica między lewą i prawą stroną sekcji pomiarowej jest znacząca, podobnie jak zakłócenia w pobliżu wlotu i wylotu.

-Wartość lokalnego współczynnika przejmowania ciepła rośnie wraz ze spadkiem grubości miniszczeliny. Jest on również wyższy w przypadku pakietu minikanalów w porównaniu do przypadku miniszczeliny o tym samym przekroju czynnym.

- Spadek ciśnienia jest stosunkowo niewielki i zmienia się dość nieznacznie wraz z natężeniem przepływu. Przy dwukrotnym zmniejszeniu grubości miniszczeliny spadek ciśnienia zwiększa się o 25%. W przypadku pakietu minikanalów, w porównaniu do miniszczeliny, spadek ciśnienia nieznacznie wzrasta przy wyższych przepływach masowych.

- Próba intensyfikacji wymiany ciepła przez prostą mechaniczną modyfikację powierzchni miniszczeliny nie spowodowała znaczącego wzrostu współczynnika przejmowania ciepła. Jednak jeden z wariantów intensyfikacji, w postaci poprzecznie i skośnie naciętych kanałów, wywarł wpływ na charakter dystrybucji płynu roboczego, powodując zmianę trendu krzywej współczynnika przejmowania ciepła i spadek oporów przepływu o około 25%.

c) Badania nierównomierności rozptywu czynnika w minigeometriach

Motywacją do przeprowadzenia badań dotyczących nierównomierności rozptywu czynnika w minigeometriach były wcześniejsze obserwacje silnych zaburzeń przepływu w obszarze wlotu i wylotu, a także wyraźny brak symetrii zjawisk przepływowo-ciepłnych między prawą i lewą stroną sekcji pomiarowej. Wyniki przeprowadzonych badań zaprezentowano w pracach [4] i [5]. Do najważniejszych osiągnięć w ramach omawianych badań należy zaliczyć:

- Rozpoznanie mechanizmu nierównomierności rozptywu w pakiecie równoległych minikanalów i w miniszczelinie oraz jego zależność od głównych parametrów: natężenia przepływu i wymiaru charakterystycznego.

- Zarejestrowanie dwóch typów charakterystycznych i w pełni powtarzalnych mechanizmów blokowania kanałów za pomocą technik wizualizacyjnych.

- Określenie zależności zjawiska nierównomierności rozptywu czynnika od chwilowego rozkładu ciśnienia.

Należy zaznaczyć, że zrealizowane osiągnięcie habilitacyjne dra inż. M. Klugmanna jest w znacznym stopniu kontynuacją Jego wcześniejszych dokonań naukowych (m.in. w ramach pracy doktorskiej i późniejszego wykonawstwa grantów badawczych) i korespondujący z całokształtem badań prowadzonych w Katedrze Energetyki i Aparatury Przemysłowej Wydziału Mechanicznego Politechniki Gdańskiej. Tematyka badań jest zatem zgodna z aktualnymi kierunkami rozwoju dyscypliny i wpisuje się w obszar niewystarczająco przebadanych tematów.

Warto również dodać, że trwałym efektem opisanych prac Habilitanta jest znaczna rozbudowa infrastruktury badawczej Katedry - powstały dwa w pełni opomiarowane i funkcjonalne stanowiska pomiarowe oraz funkcjonalny prototyp, który może posłużyć do celów dydaktycznych. Zaprezentowany obieg termosyfonowy może być obiektem kolejnych modyfikacji, włączając w to np. doprowadzanie ciepła do parownika na sposób radiacyjny.

Biorąc pod uwagę wyraźny aspekt poznawczy osiągnięcia naukowego zaproponowanego przez Habilitanta można powiedzieć, że zakres merytoryczny badań przedstawionych w opracowaniu i zastosowane przez Niego metody rozwiązania postawionego problemu odpowiadają randze postępowania habilitacyjnego.

Podsumowując oceniam, że przedstawione do recenzji osiągnięcie naukowe dra inż. Michała Klugmanna pod tytułem: „**Badania miniszczelinowych i minikanalowych wymienników ciepła do zastosowań solarnych**” przedstawia oryginalne wyniki badań Habilitanta. Uzyskane w badaniach wyniki stanowią zauważalny wkład w rozwój uprawianej przez Habilitanta dyscypliny naukowej to jest **inżynieria mechaniczna**. Można zatem powiedzieć, że przedstawione do recenzji osiągnięcie naukowe spełnia warunki stawiane w postępowaniu habilitacyjnym (Art. 16 ust.2 p.1 „*Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym*” z dn. 1.03.2003 r.).

4. Ocena osiągnięć naukowo – badawczych Habilitanta

Ocenę kolejnych aspektów wniosku wykonano zgodnie z Rozporządzeniem MNiSzW z dn. 1 września 2011r. w sprawie kryteriów oceny osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Dz. Ustaw z 2011r., Nr 196 poz. 1165), poszczególne punkty rozdz. 3 oceny odpowiadają kolejności kryteriów sformułowanych w §4 Rozporządzenia.

4.1. Ocena osiągnięć Kandydata w zakresie pozostałych publikacji naukowych

Kandydat po ukończeniu studiów 2004 roku rozpoczął studia doktoranckie na Wydziale Mechanicznym Politechniki Gdańskiej. W tym samym roku został zatrudniony na etacie asystenta w Katedrze Techniki Ciepłej na tym samym Wydziale.

Na początku studiów doktoranckich Kandydat nawiązał współpracę z prof. D. Mikielwiczem i pod Jego kierunkiem rozpoczął badania procesów wrzenia w przepływach przez minikanaly. W okresie przed obroną pracy doktorskiej Kandydat był głównym wykonawcą w trzech, następujących projektach badawczych finansowanych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego:

- Heat transfer intensification during the flow boiling in small diameter channels; 2005-2007;
- Investigations of critical heat flux in small diameter channels; 2006-2009;
- Theoretical and experimental investigations on condensation in flow in small diameter horizontal and vertical channels; 2009-2012.

Uzyskane wyniki badawcze w ramach realizacji wymienionych projektów pozwoliły na sfinalizowanie rozprawy doktorskiej ***Intensyfikacja wymiany ciepła podczas wrzenia w przepływie w kanałach o małej średnicy***, obronionej w 2010r.

W okresie przed obroną pracy doktorskiej Kandydat był ponadto współautorem trzech referatów wygłoszonych na krajowych konferencjach naukowych, międzynarodowych.

Dorobek naukowy po doktoracie

Po obronie pracy doktorskiej dr inż. Michał Klugmann kontynuował badania procesu wrzenia i kondensacji w przepływach przez minikanaly z wykorzystaniem technik wizualizacyjnych w tym termografii. Do ważniejszych osiągnięć zespołu badawczego, w którym uczestniczył Kandydat w omawianym okresie zaliczyć należy: lokalizację wystąpienia kryzysu wrzenia, wpływ dostarczonego strumienia ciepła na długość krytyczną i krytyczny

stopień suchości, opracowanie empirycznej korelacji słusznej w obszarze kryzysu wrzenia wykazującej zgodność w zakresie błędu $\pm 30\%$ dla dużej liczby danych doświadczalnych. W okresie po doktoracie, w ramach badań kondensacji w przepływie w kanałach o małej średnicy zebrano szeroką bazę danych eksperymentalnych dotyczących spadków ciśnienia oraz współczynnika przejmowania ciepła dla kilku czynników. Na podstawie przeprowadzonych badań eksperymentalnych procesu kondensacji w przepływie wyznaczono również rozkłady temperatur ścianki na długości badanej sekcji pomiarowej, spadki ciśnień oraz współczynniki przejmowania ciepła. Przy dużym udziale Kandydata dokonano wizualizacji przepływu w warunkach adiabatycznych w kanale okrągłym wykonanym w szkłe kwarcowym za pomocą zdjęć w świetle stroboskopowym. Dr inż. M. Klugmann brał też czynny udział w badaniach uszkodzeń uderzeniowych kompozytów - polimerów wzmocnionych włóknem węglowym (CFRP). Zaproponował wówczas wykorzystanie termografii ciekłokrystalicznej do wizualizacji pęknięć jako nowe, alternatywne podejście do badań nieniszczących.

W okresie po doktoracie dr inż. Michał Klugmann był współautorem następujących publikacji naukowych zamieszczonych w czasopismach indeksowanych w JCR:

- [1] Mikielwicz Dariusz; Klugmann Michał; Wajs Jan; Experimental Investigation of M-Shape Heat Transfer Coefficient Distribution of R123 Flow Boiling in Small-Diameter Tubes; HEAT TRANSFER ENGINEERING; Vol. 33; Nr 7; Str. 584-595; 2012; 5-letni Impact Factor: 1,707; Liczba cytowań: 9
- [2] Mikielwicz Dariusz; Klugmann Michał; Wajs Jan; Flow boiling intensification in minichannels by means of mechanical flow turbulising inserts; INTERNATIONAL JOURNAL OF THERMAL SCIENCES; Vol.65; Str. 79-91; 2013; 5-letni Impact Factor: 3,893; Liczba cytowań: 7
- [3] Mikielwicz Dariusz; Wajs Jan; Andrzejczyk Rafał; Klugmann Michał; Pressure drop of HFE7000 and HFE7100 during flow condensation in minichannels; INTERNATIONAL JOURNAL OF REFRIGERATION-REVUE INTERNATIONALE DU FROID; Vol. 68; Str. 226-241; 2016; 5-letni Impact Factor: 3,655; Liczba cytowań: 12
- [4] Strugała Gabriel; Klugmann Michał; Landowski Michał; Szkodo Marek; Mikielwicz Dariusz; A universal NDT method for examination of low energy impact damage in CFRP with the use of TLC film; Nondestructive Testing and Evaluation; Vol. 33; Nr 3; Str. 315-328; 2018;
- [5] Jakubowska Blanka; Mikielwicz Dariusz; Klugmann Michał; Experimental study and comparison with predictive methods for flow boiling heat transfer coefficient of HFE7000; INTERNATIONAL JOURNAL OF HEAT AND MASS TRANSFER; Vol. ;142 Art Nr: 118307; 2019; 5-letni Impact Factor: 4,662; Liczba cytowań: 2

W omawianym okresie po doktoracie dr inż. Michał Klugman był również współautorem 11 innych publikacji zamieszczonych w materiałach konferencyjnych. Był też współautorem 3 raportów i opracowań z realizacji projektów badawczych, w których pełnił funkcję głównego wykonawcy i kierownika (1).

Łącznie w okresie po uzyskaniu doktoratu do chwili obecnej Habilitant opublikował 12 artykułów w czasopismach naukowych. Wyniki badań zostały też przedstawione na 14 konferencjach naukowych, w większości międzynarodowych.

Zestawione powyżej publikacje ukazały się po uzyskaniu stopnia naukowego doktora, świadczy to, że dr inż. Michał Klugmann zintensyfikował pracę naukową po uzyskaniu stopnia doktora spełniając w ten sposób jedno z istotnych kryteriów oceny działalności naukowej.

Stwierdzam zatem, że zebrane powyżej argumenty pozwalają ocenić dorobek naukowy dra inż. Michała Klugmanna jako zadowalający pod względem liczby opublikowanych prac, liczący się renomą czasopism naukowych i dokumentujący pozycję i dorobek naukowy Kandydata.

4.2. Ocena osiągnięć Kandydata w zakresie dokumentacji prac badawczych i ekspertyz

Należy podkreślić aktywną działalność Habilitanta w realizacji 5 projektów badawczych zleczanych przez instytucje krajowe takie jak: Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Narodowe Centrum Nauki.

Uwzględniając aktywny udział Habilitanta w wielu projektach krajowych uznaję, że dr inż. Michał Klugmann dysponuje umiejętnością należytego dokumentowania prac badawczych.

4.3. Sumaryczny *Impact Factor* (IF) publikacji w czasopismach z listy JCR

Sumaryczna wartość współczynnika wpływu (IF) czasopism według bazy JCR uśredniona w okresie 5 lat wynosi w przypadku prac Habilitanta $IF=21,942$.

Badania naukowe prowadzone przez dra inż. Michała Klugmanna są cytowane w literaturze, liczba cytowań wg. bazy WoS: 49 (37) w zestawieniu, ujętym w bazie Scopus: 59. W nawiasie przytoczono liczbę cytowań bez autocytowań.

4.4. Indeks Hirscha

Wartość indeksu Hirscha dla prac Kandydata podana we wniosku wynosi $h=5$ wg. bazy WoS oraz według bazy Scopus.

4.5. Ocena osiągnięć Kandydata w zakresie kierowania lub udziału w projektach badawczych

Warto zaznaczyć, że dr inż. Michał Klugmann w okresie przed obroną pracy doktorskiej i w okresie po doktoracie brał czynny udział w pracach 5 projektów badawczych. Był też kierownikiem jednego z wymienionych projektów.

Kandydat brał również udział w opracowaniu projektu „Gdańskiego Szlaku Wodociągowego”, który był realizowany w zespole 3-4 osobowym, o znacznym budżecie (niemal 9 000 000 zł) i był dofinansowany ze środków UE.

Kandydat wykazuje ponadto stałą, wyróżniającą się aktywność w aplikowaniu o fundusze zewnętrzne na prowadzenie badań - systematyczne zgłoszenia w konkursach krajowych (np. organizowanych przez Narodowe Centrum Nauki) oraz międzynarodowych, zakończone sukcesem (m.in. ukończony 16 kwietnia 2020 r. grant w ramach konkursu SONATA) lub osiągające wysokie notowania w recenzjach.

Stwierdzam, że Kandydat wykazuje znaczącą aktywność w realizacji projektów badawczych.

4.6. Nagrody za działalność naukową

Habilitant nie wykazał osiągnięć w tym zakresie.

4.7. Ocena osiągnięć Kandydata w zakresie uczestnictwa w konferencjach naukowych

Dr inż. M. Klugmann jest współautorem 14 doniesień konferencyjnych (w tym 11 po doktoracie) na krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych.

Wyniki badań zostały przedstawione na licznych konferencjach, w większości międzynarodowych.

Udział w wielu konferencjach krajowych i międzynarodowych świadczy o znacznej aktywności Habilitanta w życiu naukowym środowiska.

5. Ocena osiągnięć dydaktycznych, popularyzatorskich oraz udziału Habilitanta we współpracy międzynarodowej

5.1. Uczestnictwo w programach europejskich i innych programach międzynarodowych lub krajowych

Habilitant nie wykazał osiągnięć w tym zakresie.

5.2. Udział w komitetach organizacyjnych konferencji

Habilitant był członkiem Komitetu Organizacyjnego konferencji

The 53 rd European Two - Phase Flow Group Meeting; 22-24 maja 2017; Gdańsk.

5.3. Otrzymane nagrody i wyróżnienia za działalność organizacyjną

Habilitant nie wykazał osiągnięć w tym zakresie.

5.4. Udział w konsorcjach i sieciach badawczych.

Habilitant nie wykazał osiągnięć w tym zakresie.

5.5. Kierowanie projektami realizowanymi we współpracy z zagranicznymi i krajowymi ośrodkami naukowymi

Omawiano w p. 4.5

5.6. Udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism

Habilitant nie wykazał osiągnięć w tym zakresie.

5.7. Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych

Habilitant nie wykazał osiągnięć w tym zakresie.

5.8. Osiągnięcia dydaktyczne i popularyzatorskie w zakresie nauki

Habilitant jest nauczycielem akademickim zaangażowanym w nauczanie, o czym świadczy prowadzenie zajęć dydaktycznych w języku polskim i angielskim dla studentów studiów I i II stopnia nauczania, realizowanych na Wydziale Mechanicznym Politechniki Gdańskiej. Zakres prowadzonych przez Kandydata zajęć ze studentami był bardzo szeroki i obejmował wykłady, ćwiczenia oraz laboratoria. W szczególności:

- Wymiana i wymienniki ciepła: wykład (w j. polskim), laboratorium (w j. polskim i angielskim)
- Termodynamika: ćwiczenia (w j. polskim), laboratorium (w j. polskim i angielskim)
- Komunikacja profesjonalna w języku angielskim: seminarium - tematy skupiają się na szeroko pojętej energetyce oraz na historii techniki
- Inżynieria ochrony środowiska: wykład i laboratorium (w j. polskim)

Warto zaznaczyć, że dr inż. M. Klugmann w ramach swojej pracy dydaktycznej zainicjował i prowadzi wykłady z przedmiotów autorskich takich jak:

„Losy Cywilizacji”, dawniej „Historia i Zabytki Techniki” - przedmiot prowadzony od 2016 r. w ramach ogólnouczelnianego bloku przedmiotów humanistycznych i społecznych. Prowadzony jest w wymiarze 30 godzin, dla grupy wykładowej liczącej około 150 osób. Wykład ilustrowany jest bardzo dużą kolekcją rekwizytów i materiałów multimedialnych, zawiera bogaty wątek popularyzujący naukę.

„Termografia w IM-M” wraz z laboratorium - przedmiot prowadzony dla studiów II stopnia na kierunku Inżynieria Mechaniczno-Medyczna, w wymiarze 15 godzin wykładu i 15 godzin laboratorium. Celem przedmiotu jest zapoznanie słuchaczy z technikami rejestracji rozkładów temperatury – termografią ciekłokrystaliczną i termowizją. Przy czym, temat ten omawiany jest szeroko i przekrojowo, nie odnosząc się tylko do metod diagnostyki medycznej.

Ponadto dr inż. M. Klugmann w ramach swojej pracy dydaktycznej uczestniczy w egzaminach dyplomowych w charakterze członka komisji, także na innych wydziałach – Elektrotechniki i Automatyki oraz Oceanotechniki i Okrętownictwa. Współpracuje z innymi wydziałami jako ekspert do spraw zabytków techniki, a także jako recenzent prac dyplomowych nawiązujących do zagadnień związanych z zabytkami techniki. Można tu wymienić Wydział Architektury, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska i ponownie Wydział Elektrotechniki i Automatyki.

Od wielu lat Kandydat jest też główną osobą w KEiAP odpowiedzialną za organizację imprez popularnonaukowych na terenie Jednostki. Wymienić należy:

- Dni Otwartych PG (we współpracy z Politechniką Otwartą),
- Bałtyckiego Festiwalu Nauki (także z dofinansowaniem WFOŚ),
- Europejskiej Nocy Muzeów (we współpracy z Politechniką Otwartą i Sekcją Historyczną Biblioteki Głównej PG),
- okazjonalnych pokazów i wycieczek dla gości Uczelni.

Ten aspekt dorobku Kandydata oceniam pozytywnie.

5.9. Ocena osiągnięć Kandydata w zakresie opieki naukowej nad studentami

Opieka naukowa nad studentami skupiała się w przypadku Kandydata w dużym stopniu nad realizacją prac dyplomowych inżynierskich i magisterskich, w szczególności był promotorem 52 prac dyplomowych inżynierskich i 12 prac dyplomowych magisterskich. Był też recenzentem 21 innych prac inżynierskich. Był członkiem komisji podczas 12 egzaminów dyplomowych stopnia magisterskiego.

Ten aspekt dorobku Kandydata oceniam pozytywnie.

5.10. Opieka naukowa nad doktorantami w charakterze promotora pomocniczego

Habilitant pełni funkcję promotora pomocniczego w jednym przewodzie doktorskim (mgr inż. P. Dąbrowski).

Ten aspekt dorobku Kandydata można ocenić pozytywnie.

5.11. Staże w zagranicznych lub krajowych ośrodkach naukowych i akademickich

Habilitant nie wykazał osiągnięć w tym zakresie.

5.12. Ocena osiągnięć Kandydata w zakresie wykonywania ekspertyz dla organów władzy publicznej i samorządowej oraz przedsiębiorstw

Habilitant nie wykazał osiągnięć w tym zakresie.

5.13. Udział w zespołach eksperckich i konkursowych

Habilitant nie wykazał osiągnięć w tym zakresie.

5.14. Ocena osiągnięć Kandydata w zakresie recenzowania projektów badawczych i publikacji

Habilitant ma w swoim dorobku 5 wykonanych recenzji publikacji naukowych w czasopiśmie Archives of Thermodynamics.

Ten aspekt wniosku można ocenić pozytywnie.

5.15. Inne osiągnięcia z punktu widzenia kariery zawodowej

Warto zaznaczyć również, że dr inż. M. Klugmann prowadzi szeroką działalność związaną z badaniem, ratowaniem i ochroną zabytków techniki. Są to zarówno zabytki ruchome - w dużej części związane z Politechniką Gdańską, jak również zabytki techniki będące nieruchomościami na terenie Trójmiasta (w szczególności związane z techniką wodociągowo-kanalizacyjną i obronnością). Wymienić można następujące instytucje i organizacje, z którymi Kandydat współpracował na rzecz ochrony zabytków techniki:

- Gdańska Infrastruktura Wodociągowo-Kanalizacyjna – jako kierownik projektu Gdańskiego Szlaku Wodociągowego (faza koncepcyjna i projektowa) w latach 2010-2015,
- Gdańska Infrastruktura Wodociągowo-Kanalizacyjna - jako konsultant merytoryczny/nadzór autorski projektu Gdańskiego Szlaku Wodociągowego (faza realizacji) w latach 2015-2017,
- Stowarzyszenie "Gertruda" - jako wiceprezes zarządu i społeczny opiekun zabytków w latach 2009-2014,
- Gdyński Klub Eksploracji Podziemnej - od 2010 roku, także jako członek zarządu,
- Sekcja Historyczna Biblioteki Głównej PG - od 2016 roku,
- Miejski Konserwator Zabytków, Sopot - od 2018 roku,
- Pomorski Wojewódzki Urząd Ochrony Zabytków - od 2019 roku.

Ocena końcowa

Biorąc pod uwagę wszystkie elementy dorobku Kandydata, to znaczy ocenę wartości naukowej osiągnięcia „**Badania miniszczelinowych i minikanalowych wymienników ciepła do zastosowań solarnych**”, dorobku naukowego i dydaktycznego stwierdzam, że dr inż. Michał Klugmann swymi badaniami szczególnie w zakresie procesów cieplnych i przepływowych występujących w modelowych miniszczelinowych i minikanalowych wymiennikach ciepła wniósł zauważalny wkład w rozwój nauki oraz udokumentował znaczący dorobek dydaktyczny. W ramach działalności organizacyjnej Habilitant zaznaczył też aktywność we współpracy z instytucjami i organizacjami na terenie Gdańska. Pozwala to sformułować wniosek o dopuszczenie Kandydata do dalszego postępowania habilitacyjnego.