

RECENZJA

dorobku naukowo-badawczego oraz aktywności naukowej i osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzatorskich dra inż. Pawła Gila odniesieniu do ustawowych wymagań nadania stopnia doktora habilitowanego

zgodnie z uchwałą Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Rzeszowskiej RD IMech nr 03/10/2023 oraz decyzją RDN nr DRKN.Z2.400.93.2023 z dnia 29 września 2023 r.

1. Informacje podstawowe

Dr inż. Paweł Gil jest zatrudniony w charakterze adiunkta w Politechnice Rzeszowskiej. Stopień dr nauk technicznych uzyskał w Politechnice Rzeszowskiej, na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa w dyscyplinie Budowa i Eksploatacja Maszyn w roku 2017.

Temat pracy doktorskiej:

Wpływ parametrów geometrycznych generatora strugi syntetycznej na efektywność chłodzenia w aspekcie zastosowań w urządzeniach technicznych.

Promotorem był dr hab. inż. Piotr Strzelczyk, prof. PRz.

Niniejsza recenzja opracowana jest zgodnie z wymogami art. 219 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jednolity w obwieszczeniu MARSZAŁKA SEJMU RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ z dnia 1 marca 2021).

Oceniane elementy oceny określone są w tym przypadku w następujący sposób (wybrano z ustawy tylko dotyczące ocenianej działalności dr inż. Pawła Gila):

„1) posiada stopień doktora;

2) posiada w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny:

b) 1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. b,

3) wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

Osiągnięcie, o którym mowa w ust. 1 pkt 2, może stanowić część pracy zbiorowej, jeżeli opracowanie wydzielonego zagadnienia jest indywidualnym wkładem osoby ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego.”

Powyżej stwierdzono, że Paweł Gil posiada stopień doktora nauk technicznych, co **wypełnia punkt 1 cytowanej powyżej Ustawy.**

W Autoreferacie ani w innych dokumentach nie ma informacji czy Kandydat ubiegał się wcześniej o stopień doktora habilitowanego, recenzent również nie ma takich informacji.

2. Ocena dorobku naukowo-badawczego (po uzyskaniu stopnia doktora) i wkładu w rozwój dyscypliny. Ocena osiągnięcia naukowego dra inż. Pawła Gila

Podstawowym osiągnięciem naukowym przedstawionym do oceny jest cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych, pod wspólnym tytułem tematycznym:

„Badania eksperymentalne generatorów strugi syntetycznej”

Celem badań podjętych przez dra inż. Pawła Gila jest wpływ fali pulsacji ciśnienia generowanej w płynie, z przepływem lub bez, na wnikanie ciepła. Temat ten był badany w odniesieniu do wpływu pulsacji ciśnienia na współczynnik wnikania już od lat 70 tych ubiegłego wieku między innymi w Politechnice Krakowskiej. Niemniej jednak ze względu na ciągle rosnącą konieczność chłodzenia, zwłaszcza układów elektronicznych przy rosnącej mocy obliczeniowej, temat nabiera aktualnie coraz większego znaczenia praktycznego. Habilitant podkreśla zwłaszcza stronę eksperymentalną prowadzonych przez siebie prac, co jest dodatkowo wyrażone przez uzyskane patenty indywidualne (z czego 3 związane z omawianym osiągnięciem naukowym) oraz patent wspólny z wprowadzeniem urządzenia do przemysłu. Tematyka podjętych przez Habilitanta badań naukowych jest zatem istotna i dotyczy problemów współczesnych w zastosowaniu praktycznym. Poświęcenie się badaniom eksperymentalnym jest dobrą decyzją, jako że zawsze muszą one stanowić podstawę do modeli symulacyjnych czy opracowaniom modeli teoretycznych.

Do oceny głównego osiągnięcia naukowego, określonego przez Habilitanta powyżej cytowanym tytułem zostało wybranych 15 publikacji (A1-A15) artykułów w większości współautorskich, ale z jasno pokazanym udziałem Habilitanta. Podkreślić należy, że 4 z wymienionych przez Habilitanta wysoko punktowanych publikacji, są wyłącznie jego autorstwa, co przy braku monografii habilitacyjnej ułatwia ocenę własnych dokonań Habilitanta. W pozostałych pracach udział procentowy Habilitanta jest potwierdzony w dokumentacji przez współautorów i w każdej z wskazanych 15 publikacji jest istotnie merytoryczny.

Wykaz publikacji został sporządzony poprawnie zgodnie z zasadami bibliograficznymi.

W ramach cyklu wymieniono 11 publikacji z listy JCR o punktacji powyżej 100pkt. Pozostałe to wydawnictwa lokalne niżej punktowane.

Najważniejszą publikacją z cyklu moim zdaniem jest publikacja A1: „Flow and heat transfer characteristics of single and multiple synthetic jets impingement cooling” która została opublikowana w roku 2023 w Journal of Heat nad Mass Transfer, jednym z najbardziej

prestżowych czasopism naukowych z tej dziedziny. Co ważne, jest to publikacja indywidualna Habilitanta dająca obraz Jego własnych osiągnięć. W tym artykule przedstawiono porównanie wytwornicy strugi syntetycznej z pojedynczą kryzą osiowosymetryczną i wieloma kryzami osiowosymetrycznymi. Porównano przepływ i wymianę ciepła oraz charakterystyki chłodzenia pojedynczej i wielu syntetycznych dysz. Konfiguracje z wieloma kryzami miały centralną kryzę i kryzy satelitarne umieszczone w okręgu podziałowym. Przeprowadzone badania eksperymentalne pozwoliły na sformułowanie konkluzji, że jeśli całkowite pole przekroju poprzecznego kryzy jest podobne a rzeczywista moc dostarczana do urządzenia jest również podobna to wynikowa równoważna liczba Reynoldsa i równoważna bezwymiarowa długość skoku mają podobne wartości, podobnie jak równoważna liczba Nusselta strumienia uderzającego. Publikacja ta wskazuje na samodzielność prowadzonych złożonych i trudnych badań eksperymentalnych innowacyjnej, opracowanej konstrukcji i osiągnięcie wyników pozwalających na pewne uogólnienia.

Ważną publikacją, również w uznanym czasopiśmie jest A2: „Experimental investigation on heat transfer enhancement of air-cooled heat sink using multiple synthetic jets” opublikowana w 2021 w International Journal of Thermal Sciences. Jest to również praca indywidualna Habilitanta. Autor eksperymentalnie zbadał poprawę wymiany ciepła radiatora chłodzonego powietrzem za pomocą różnej konstrukcji aktuatorów strugi syntetycznej. Radiator umieszczony wewnątrz wnęki generatora pulsacji strumienia syntetycznego rozprasza ciepło w sposób podobny do sposobu podobny do radiatora chłodzonego przez strugę syntetyczną. Opór cieplny radiatora zależy od liczby Reynoldsa strumienia syntetycznego i bezwymiarowej długości skoku. Na podstawie wyników pomiarów opracowano korelację oporu cieplnego w funkcji liczby Reynoldsa.

Publikacja przedstawiona jako A3: „Synthetic jet Reynolds number based on reaction force measurement” opublikowane w 2018 roku w Journal of Fluids and Structures, dotyczy podobnych jak poprzednie badań eksperymentalnych, ale nowością jest wprowadzenie bezwymiarowych liczb kryterialnych związanych z generacją strug syntetycznej i uogólnioną dla celów przepływu pulsującego liczbą Re .

O ile pozycje A1-A3 dotyczyły właściwie intensyfikacji wnikania ciepła o tyle A4 dotyczy wpływu wywołanych pulsacji na opory przepływu: „Bluff Body Drag Control using Synthetic Jet” opublikowane w 2019 roku w Journal of Applied Fluid Mechanics. Badania eksperymentalne Autora określiły siłę oporu modelu pocisku w funkcji częstotliwości pulsacji ciśnienia, dla różnych napięć i dla różnych konfiguracji kryza/szczelina. Autor stwierdził, że pulsacje ciśnienia generowane przez wprowadzoną wytwornicę mają widoczny (pozytywny lub negatywny) wpływ na opory przepływu.

Na uwagę zasługuje też publikacja A11 gdzie we współautorskiej publikacji zamieszczonej w Applied Sciences w 2023 roku pod tytułem: „The PIV Measurements of Time-Averaged Parameters of the Synthetic Jet for Different Orifice Shapes”. Autorzy zastosowali bardzo nowoczesną metodę pomiarową PIV wymagającą zarówno kompetencji jak i dużego przygotowania teoretycznego. Wyniki pozwalają na określenie rozkładu prędkości strug syntetycznej i stanowią bardzo dobrą podstawę do dalszych badań symulacyjnych.

Pozostałe publikacje współautorskie są istotne naukowo i wkładem Habilitanta jest przygotowanie, planowanie i wykonanie badań eksperymentalnych strugi syntetycznej, w różny sposób rozszerzające omówione powyżej osiągnięcia.

Rzeczywiście jak wskazuje tytuł wnioskowanego osiągnięcia naukowego zajmuje się Habilitant nowoczesnymi badaniami eksperymentalnymi i konstrukcją innowacyjnych urządzeń wywołujących falę akustyczną przy przepływie głównie gazu. Jest On również indywidualnym autorem 3 patentów dotyczących właśnie tych urządzeń. We wszystkich pozostałych pracach współautorskich wyraźnie wskazano udział Habilitanta w zakresie eksperymentu, jego przygotowania, zaplanowania i opracowania wyników.

Podsumowując merytoryczne osiągnięcia Habilitanta w zakresie głównego osiągnięcia naukowego stwierdzam, że:

- przedmiot badań jest aktualny i niewystarczająco rozwiązany w literaturze światowej,
- przedstawiony cykl publikacji wprowadza innowacje w zakresie badań eksperymentalnych oraz analizy wyników badań strugi syntetycznej w tym opisu metod opartych na PIV,
- przedstawiono autorskie, innowacyjne konstrukcje urządzenia do wywoływania pulsacji ciśnienia, czyli generacji strugi syntetycznej,
- Habilitant wykazał jakościowy i ilościowy wpływ generacji strugi syntetycznej na wnikanie ciepła,
- otrzymane wyniki eksperymentalne są nowością w skali światowej i mogą posłużyć do weryfikacji budowanych modeli teoretycznych,
- brak nieco podejścia teoretycznego do analizy tych zjawisk choćby w zakresie symulacji 3D za pomocą metod CFD, częściowo Habilitant wprowadza opis bezwymiarowy, co umożliwia uogólnienie wyników i może być nawiązaniem do opisu teoretycznego zjawiska.

Opracowania eksperymentalne są trudne a ich realizacja przez Habilitanta na bardzo wysokim poziomie, dlatego dobrze przyjęte przez recenzentów czasopism z listy JCR, co skutkowało przedstawionymi publikacjami.

Większość (11 publikacji) to publikacje współautorskie niemniej jednak na podstawie publikacji indywidualnych i opisu publikacji z potwierdzonym przez współautorów udziałem Habilitanta, można wyodrębnić ważny merytoryczny wkład w rozwój dziedziny naukowej. Natomiast współautorstwo wskazuje dodatkowo na umiejętność współpracy w zespole.

Wszystkie publikacje (A1-A15) dotyczą powiązanej tematyki, więc mogą być uznane za cykl monotematyczny.

Podany przez Autora **sumaryczny IF** dla ocenianych w ramach podstawowego osiągnięcia naukowego publikacji wynosi **50,093 łącznie a 47,263 po uzyskaniu stopnia dra inż. Wskaźnik ten jest wysoki do pozytywnej oceny osiągnięcia naukowego, zgodnie z wymaganiami Ustawy, „stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny”**.

Pełne teksty publikacji stanowiących „osiągnięcie naukowe” zostały dołączone do wniosku i opisane w przewodniku.

Sumaryczna ocena osiągnięcia naukowego jest **pozytywna**. Moim zdaniem jednak Habilitant powinien napisać monografię naukową na podstawie tych badań, co pozwoliłoby na

lepszą systematyzację osiągnięć i miałyby też większą wartość dla ewentualnego odbiorcy w Polsce.

Całość dorobku dotyczącego „osiągnięcia naukowego” stanowiącego podstawę do oceny oceniam jako **dobrze spełniającą wymogi Ustawy**. Ta ocena wynika przede wszystkim z wysokich wskaźników naukometrycznych przedstawionego cyklu publikacji.

3. Ocena pozostałej aktywności naukowej

Pozostała, oceniana działalność naukowa dra inż. Pawła Gila (poza głównym ocenianym osiągnięciem naukowym) obejmuje po uzyskaniu stopnia dr inż.:

Publikacje – rozdziały w monografiach (B7-B9), z których dwie są również związane z badaniami eksperymentalnymi strug syntetycznych a jedna wymienników ciepła.

Publikacje w czasopismach nie wymienione w głównym osiągnięciu badawczym: C25, C26 dotyczące materiałów izolacyjnych (40 i 70 pkt.)

Publikacje lokalne C29-C35 z których większość dotyczy analizy z zakresu przekazywania ciepła, w tym również pomp ciepła i innych urządzeń. Ta tematyka jest widocznie różna od tematu podstawowego osiągnięcia naukowego, z tym, że punktacja w tej grupie jest niska, poza pozycją C35 (70pkt.).

Publikacje konferencyjne D11-D18, częściowo związane z osiągnięciem głównym, ale też zawierające inne naukowe osiągnięcia Autora.

Razem ok 20 publikacji, które choć mało punktowane można zaliczyć za „inne” osiągnięcia naukowe Habilitanta. Publikacyjna część dorobku w ramach „pozostałych osiągnięć naukowych” nie jest może imponująca, ale dostatecznie spełnia formalne wymogi odnośnej Ustawy i rzeczywiście w większości dotyczy innych zagadnień niż te które Habilitant uwzględnił w swoim zasadniczym osiągnięciu naukowym.

Podsumowaniem aktywności publikacyjnej są ogólne wskaźniki naukometryczne dra inż. Pawła Gila, obejmujące wszystkie aspekty pracy naukowej:

Sumaryczny IF: **52,974**

Liczba cytowań wg bazy Scopus bez autocytowań: **165**

Indeks Hirscha: **11-12**

Poza-publicacyjne osiągnięcia naukowe dra inż. Pawła Gila

Dr inż. Paweł Gil był członkiem komitetów organizacyjnych dwóch konferencji krajowych. Brał aktywny udział w 8 konferencjach krajowych i zagranicznych prezentując tam wyniki swoich prac.

Był recenzentem w 13 czasopismach z listy JCR.

Dr. inż. Paweł Gil jest autorem 5 patentów (K1-K5), w tym jeden współautorski, dotyczących czujnika temperatury, generatorów strugi syntetycznej oraz „urządzenia do oczyszczania obiektów ruchomych”.

Był kierownikiem projektu badawczego: LIDER/6/0024/L-10/18/NCBR/2019, oraz kierownikiem prac badawczo-rozwojowych w ramach Projektu RPPK.01.04.01-18-0138/16.

Po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych Paweł Gil odbył dwa staże w tym jeden krajowy G2 a jeden zagraniczny G3 w J.- R. Mayer Institute and the Laboratory for Energy Technology at the Bremen University of Applied Sciences.

Powyższe poza-publicacyjne osiągnięcia Habilitanta, czyli prowadzenie projektów badawczych i uzyskane patenty, podnoszą wartość „pozostałych” osiągnięć naukowych.

Dr inż. Paweł Gil posiada doświadczenie międzynarodowe obejmujące staż naukowy w Bremie, recenzje artykułów, publikacje obcojęzyczne. **Uważam zatem że formalny wymóg Ustawy dotyczący współpracy międzynarodowej jest spełniony przez Habilitanta.**

Prowadzony projekt badawczy i dwa staże w tym jeden zagraniczny w stopniu wystarczającym do wypełnienia formalnych wymagań ustawy w punkcie: „*wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej*”

Podsumowując efekty **działalności naukowej** dra inż. Pawła Gila należy stwierdzić, że:

- Jest autorem i współautorem oryginalnych prac naukowych, opublikowanych w czasopiśmie indeksowanych w JCR, świadczących o uzyskaniu autorytetu specjalisty w zakresie reprezentowanej dyscypliny naukowej, jego osiągnięcia przedstawione w zamieszczonych w opracowaniu 15 publikacjach uznają za spełniające definicję sformułowania „osiągnięcie naukowe” wymaganego przez Ustawę.
- Na pozostałe prace poza głównym ocenianym „osiągnięciem naukowym” składają się między innymi 20 publikacji i materiałów konferencyjnych niewysokiej wagi punktowej, prowadzenie dwóch projektów badawczych oraz uzyskanie 5 patentów świadczących o szerszych niż „podstawowe osiągnięcie” zainteresowaniach naukowych Habilitanta. Osiągnięcia te można uznać za spełniające ustawowy wymóg „osiągnięć naukowych” w liczbie mnogiej,
- Kierował dwoma projektami badawczymi w tym Lider, co wskazuje na zdolności organizacyjne oraz umiejętności kierowania pracami naukowymi jako lider zespołu.
- Wykazał się umiejętnościami prowadzenia badań eksperymentalnych. Opracował i wykonał stanowiska badawcze, stosował nowoczesne metody pomiarowe PIV.
- Jest rozpoznawalny w świecie naukowym w tematyce badań eksperymentalnych strugi syntetycznej, nie tylko w Polsce ale i na świecie, o czym świadczą wskaźniki bibliometryczne, indeks **Hirscha (WoS 11 Scopus 11) oraz IF 52,974.**

W mojej ocenie cała działalność naukowa dra inż. Pawła Gila zawierająca osiągnięcie naukowe „*Badania eksperymentalne generatorów strugi syntetycznej*” oraz szereg innych omówionych powyżej osiągnięć **wypełniają wymagania Ustawy** uzasadniając pozytywną opinię do nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie Inżynieria Mechaniczna.

4. Ocena dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego

Działalność dydaktyczna:

Dr inż. Paweł Gil prowadzi standardowo zajęcia na Politechnice Rzeszowskiej z przedmiotów: Termodynamika, Termodynamika techniczna, Urządzenia i technologie energetyczne, Wymiana ciepła, Equipment and energy technologies (Erasmus). Zajęcia prowadzi na kierunkach: Mechanika i budowa maszyn; Lotnictwo i kosmonautyka, Energetyka, Transport, Mechatronika.

Był promotorem 8 prac dyplomowych, w tym 7 prac inżynierskich i 1 pracy magisterskiej. Jest również **promotorem pomocniczym** w realizowanej rozprawie doktorskiej mgr. inż. Marka Markowicza.

Jest autorem lub współautorem pomocniczych materiałów dydaktycznych do laboratorium termodynamiki.

Brał udział w tworzeniu nowych oraz modernizowaniu istniejących dydaktycznych i naukowych stanowisk badawczych.

Ważnym elementem jest organizacja i przygotowanie do pomiarów nowoczesną i trudną do realizacji metodą PIV.

Pod względem formalnym aktywność dydaktyczna Habilitanta jest dobra i zawiera elementy ponadstandardowe publikowanych pomocy dydaktycznych wymienione powyżej.

Współpraca z otoczeniem uczelni, działalność popularyzatorska:

Współpraca z przemysłem dr inż. Pawła Gila po osiągnięciu stopnia naukowego dr inż. to realizacja dwóch projektów wdrożeniowych z firmami MAR-SPAW dotycząca projektu kotłów na pellet i LED LUXON wdrażające patenty Habilitanta. Obył również staż przemysłowo-naukowy w Zakładzie Produkcyjno-Usługowym Mirosław Pogoda w Mielcu.

Aktywność dydaktyczna, przemysłowa i popularyzatorska dra inż. Pawła Gila jest standardowa dla stanowiska adiunkta uczelni technicznej.

Podsumowując ten fragment oceny stwierdzam, że **dorobek dydaktyczny, przemysłowy i popularyzatorski** dra inż. Pawła Gila **odpowiada tradycyjnym wymogom** stawianym dla uzyskania stopnia doktora habilitowanego.

5. Podsumowanie i wniosek końcowy

Podsumowując stwierdzam, że dr inż. Paweł Gil:

- powiększył znacząco, od czasu uzyskania stopnia doktora, swój dorobek naukowy,
- dużą część wyników swoich badań opublikował w cenionych periodykach naukowych, w tym z listy JCR,
- jego działalność naukowa odpowiada w pełni definicji „osiągnięć naukowych” w liczbie mnogiej, gdyż poza podstawowym ocenianym osiągnięciem, działalność

publikacyjna i inna naukowa Habilitanta jest na formalnie wystarczającym poziomie,

- ma wystarczające formalnie doświadczenie międzynarodowe wynikające z odbytego stażu w Bremie oraz recenzji artykułów z listy JCR,
- obył staż przemysłowy i zrealizował dwie umowy dla przemysłu krajowego, co wypełnia formalnie wymóg współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym, czyli prac realizowanych poza macierzystą Uczelnią,
- wykazuje aktywność dydaktyczną właściwą dla tego etapu rozwoju kariery naukowej.

Biorąc pod uwagę wysokie wartości wskaźników określających dorobek naukowy dra inż. Pawła Gila, takich jak sumaryczny *impact factor*, liczbę cytowań oraz indeks Hirscha stwierdzam, że dr inż. Paweł Gil wykazuje się wymaganą Ustawą aktywnością naukową i wniósł znaczący wkład w rozwój dyscypliny naukowej Inżynieria Mechaniczna, wypełniając wymogi Ustawy odnoszące się do stopnia doktora habilitowanego.

W związku z powyższym stwierdzam:

dr inż. Paweł Gil spełnia warunki do uzyskania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie Inżynieria Mechaniczna,

zgodnie z wymogami art. 219 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm. tekst jednolity w obwieszczeniu MARSZAŁKA SEJMU RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ z dnia 1 marca 2021).

Prof. dr hab. inż. Piotr Cyklis

