

Prof. dr hab. inż. Tadeusz Bohdal

Koszalin, 11.07.2023 r.

Politechnika Koszalińska

Wydział Mechaniczny

Katedra Energetyki

ul. Raławicka 15-17

75-620 Koszalin

Recenzja

wniosku o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego dr inż. Arturowi Dróżdżowi na podstawie jednotematycznego cyklu prac, składającego się z dziesięciu publikacji powiązanych tematycznie pod wspólnym tytułem:

„Oddziaływania międzyskalowe w turbulentnej warstwie przyściennej pod wpływem dodatniego gradientu ciśnienia”

oraz opinia o dorobku naukowo-badawczym, dydaktycznym i organizacyjnym Kandydata, wykonana na podstawie zlecenia Kierownika Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna dr hab. inż. Janusza Szmidli prof. PCz z dnia 2 czerwca 2023 roku (Umowa o dzieło nr RN-UC-67/23 z dnia 26.05.2023 r.).

1. Wstęp

Dr inż. Artur Dróżdż urodził się [REDAKTOWANE].
W dniu 20 września 2007 roku na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Informatyki Politechniki Częstochowskiej obronił pracę magisterską pod tytułem: „Eksperymentalna analiza turbulentnej warstwy przyściennej w obszarze małego pęcherza oderwania” uzyskując stopień magistra inżyniera o specjalności Inżynieria Energii w dyscyplinie Mechanika.

W dniu 31 maja 2012 roku otrzymał stopień doktora nauk technicznych nadany uchwałą Rady Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Informatyki Politechniki Częstochowskiej, na podstawie rozprawy zatytułowanej „Analiza procesów transportu energii w turbulentnej warstwie przyściennej w obecności gradientu ciśnienia”. Praca doktorska została obroniona w dyscyplinie Mechanika. Promotorem w tej rozprawie był dr hab. inż. Witold Elsner prof. PCz, a recenzentami: prof. dr hab. Tomasz Kowalewski i dr hab. inż. Andrzej Bogusławski prof. PCz. Kandydat w okresie 01.07.2010÷30.09.2010 był zatrudniony na stanowisku asystenta w Instytucie Maszyn Ciepłych Politechniki Częstochowskiej, a od 01.10.2012 roku pracuje na stanowisku adiunkta w Katedrze Maszyn Ciepłych (poprzednia nazwa Instytut Maszyn Ciepłych).

2. Ocena osiągnięcia naukowego

Podstawą do ubiegania się dr inż. Artura Drózdza o stopień doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie Inżynieria Mechaniczna jest jednotematyczny cykl prac składający się z dziesięciu publikacji powiązanych tematycznie pod wspólnym tytułem: „Oddziaływania międzyskalowe w turbulentnej warstwie przyściennej pod wpływem dodatniego gradientu ciśnienia”. Wszystkie prace wchodzące w skład osiągnięcia naukowego były zrealizowane po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk technicznych.

Jest to zbiór Jego prac wykonanych w latach 2013 ÷ 2022, w postaci 8 artykułów w uznanych czasopismach o zasięgu światowym oraz 2 referatów opublikowanych w materiałach pokonferencyjnych zamieszczonych w bazie Web of Science:

1. W. Elsner, A. Drózdź, E. Szymanek, A. Tyliczszak, P. Niegodajew, Experimental and numerical study of turbulent flow over 2D and 3D rough surfaces under adverse pressure gradient, Applied Mathematical Modelling 106, 549-566 (2022), 100 pkt., udział własny – 25%.
2. A. Drózdź, P. Niegodajew, M. Romańczyk, V. Sokolenko, W. Elsner, Effective use of the streamwise waviness in the control of

turbulent separation, *Experimental Thermal and Fluid Science*. 121 (2021) 110291, 140 pkt., udział własny – 40%.

3. A. Drózdź, P. Niegodajew, M. Romańczyk, W. Elsner, Effect of Reynolds number on turbulent boundary layer approaching separation, *Experimental Thermal and Fluid Science*. 125 (2021) 110377, 140 pkt., udział własny – 40%.

4. P. Niegodajew, A. Drózdź, W. Elsner, Application of the diagnostic plot in estimation of the skin friction in turbulent boundary layer under an adverse pressure gradient, *Archives of Mechanics*. 73 (2021) 201–215, 100 pkt., udział własny – 40%.

5. P. Niegodajew, A. Drózdź, W. Elsner, A new approach for estimation of the skin friction in turbulent boundary layer under the adverse pressure gradient conditions, *International Journal of Heat and Fluid Flow*. 79 (2019) 108456, 100 pkt., udział własny – 40%.

6. A. Drózdź, W. Elsner, An experimental study of turbulent boundary layers approaching separation, *International Journal of Heat and Fluid Flow*. 68C (2017) 337–347, 35 pkt., udział własny – 60%.

7. A. Drózdź, W. Elsner, Amplitude modulation and its relation to streamwise convection velocity, *International Journal of Heat and Fluid Flow*. 63 (2017) 67–74, 35 pkt., udział własny – 70%.

8. A. Drózdź, W. Elsner, Convection velocity variation as a result of amplitude modulation phenomena, in: P.J. Örlü R., Talamelli A., Oberlack M. (Ed.), *Prog. Turbul. VII, Springer Proceedings in Physics*, vol 196. Springer, Cham, 2017: pp. 33–38., 15 pkt., udział własny – 70%.

9. A. Drózdź, Influence of pressure gradient on streamwise skewness factor in turbulent boundary layer, *Journal of Physics: Conference Series*. 530 (2014) 012061., 15 pkt., udział własny – 100%.

10. A. Dróżdż, W. Elsner, Amplitude modulated near-wall cycle in a turbulent boundary layer under an adverse pressure gradient, Archives of Mechanics. 65 (2013) 511–525., 25 pkt., udział własny – 70%.

Przedstawiony do oceny dorobek Habilitanta dotyczy badań turbulentnej warstwy przyściennej (TBL) pod wpływem dodatniego gradientu ciśnienia (APG), gdzie Habilitant podjął się szczegółowego wyjaśnienia procesów związanych z transportem energii. Pomimo dużej liczby prac dotyczących wymiany energii, pędu i masy w warstwie przyściennej występujące tam zjawiska nie są dostatecznie zbadane. Nowe techniki badawcze, udoskonalona aparatura i techniki obliczeniowe umożliwiają szczegółową analizę ruchu poszczególnych cząstek płynu w pobliżu opływanej ścianki oraz ich wzajemnego oddziaływania. Dokładna znajomość zjawisk występujących w warstwie przyściennej jest niezbędna do prawidłowej oceny profili prędkości, naprężeń stycznych, gradientów temperatury oraz wymiany ciepła pomiędzy ścianką a obszarem niezaburzonym. Wartości naprężeń stycznych decydują o wielkości tarcia i oporach przepływu. Zdobyta wiedza teoretyczna w badaniach podstawowych jest następnie wykorzystywana w badaniach stosowanych, w projektowaniu i praktyce inżynierskiej. Dlatego cennym jest, że Habilitant prowadzi badania w wybranym przez siebie obszarze, a podjętą tematykę badań należy uznać za aktualną i przyszłościową.

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

- **Określenie procesu modulacji amplitudowej w turbulentnej warstwie przyściennej w obecności gradientu ciśnienia.** Prowadząc prace badawcze dokonano analizy wpływu niekorzystnego gradientu ciśnienia (APG) na cykl wytwarzania turbulencji przyściennych. Wykazano, że przy niskiej liczbie Reynoldsa warunki APG mają wysoki wpływ na cykl wytwarzania turbulencji przyściennych. Stosując metodę opartą o funkcję korelacji i transformatę Hilberta, uzyskano wyraźny dowód na silną korelację pomiędzy małymi strukturami warstwy wewnętrznej i dużymi strukturami długowarstwowymi, która jest

podobna do tej obserwowanej w przypadkach występowania gradientu ciśnienia przy dużej liczbie Reynoldsa. Zaproponowano prosty model procesu modulacji zachodzącego w warstwie przyściennej APG. Model ten wyjaśnia przyczynę zwiększonego kąta ruchu pękających struktur wirowych. Uzyskana wiedza na temat procesu modulacji może być przydatna do opracowywania nowych metod zmniejszania oporu w przepływach ograniczonych ścianami przeciwnego gradientu ciśnienia, które często występują w wielu zastosowaniach inżynierskich.

- **Wyznaczenie prędkości konwekcji w turbulentnej warstwie przyściennej w obecności gradientu ciśnienia.** Przeprowadzone badania wskazały, że zwiększona prędkość konwekcji drobnoskalowych struktur wirowych wywoływana jest zwiększoną produkcją turbulencji w wielkoskalowych obszarach LSM o zwiększonej prędkości. Potwierdzono, że istnieje liniowa zależność pomiędzy zmianą prędkości konwekcji i współczynnikiem skośności prędkości wzdłużnej oraz, że zależność ta jest wynikiem mechanizmu modulacji amplitudowej. Wykazano, że jeden z członów zdekomponowanego współczynnika skośności prędkości wzdłużnej w sposób prawidłowy opisuje średnią prędkość konwekcji, oraz że wyższa prędkość konwekcji odpowiada za wzmocnienie zdarzeń kwadrantowych z dodatnią składową prędkości. Przeprowadzono badania poświęcone weryfikacji równania empirycznego pozwalającego na oszacowanie średniej prędkości konwekcji w obszarze APG. Do wyznaczenia prędkości konwekcji użyto dwupunktowej korelacji wzajemnej, na podstawie której przy użyciu transformaty falkowej wykryto dominujące struktury turbulentne i dokonano określenia ich prędkości konwekcji. Wyznaczona prędkość posłużyła do weryfikacji metody opartej na współczynniku skośności. Wykazano, że prędkość konwekcji w APG jest zwiększona o 40% w stosunku do prędkości średniej w strefie buforowej. Otrzymane wyniki badań zostały potwierdzone przez zewnętrzny ośrodek badawczy.

- **Określenie wpływu liczby Reynoldsa na rozwój warstwy przyściennej w obszarze dodatniego gradientu ciśnienia.**

Przeprowadzono analizę opartą na parametrach warstwy przyściennej, rozkładach intensywności turbulencji oraz skośności prędkości wzdłużnej. Przedstawiono analizę widmową energii skal przestrzennych. Przeanalizowano trzy wartości liczby Re bazującej na prędkości tarcia w zakresie od 1900 do 3300 przy takim samym gradiencie ciśnienia. Dodatkowo pokazano wpływ różnego rozkładu gradientu ciśnienia dla stałej liczby Re wynoszącej 2500. Wykazano, że wraz ze wzrostem liczby Re zwiększa się efekt modulacji prędkości konwekcji, co w konsekwencji prowadzi do zwiększonego transportu pędu do ściany i opóźnienia oderwania. Ponadto stwierdzono, że niewielki wzrost gradientu ciśnienia skutkuje silniejszym odkształceniem profili prędkości średniej, szybszym zanikiem piku wewnętrznego oraz silnym wzrostem piku zewnętrznego fluktuacji. Przeprowadzono również badania dotyczące wpływu liczby Reynoldsa na oderwanie TBL (turbulent boundary layer). Ponadto, że TBL w pobliżu oderwania ma tendencję do pozostawania w stanie równowagi, a efekt historii przepływu zanika.

- Rozwój metody określania naprężeń stycznych na ścianie bazującej na fizyce procesu modulacji amplitudowej.

Przeprowadzone prace dotyczyły weryfikacji stosowalności metody Clauser-chart (CCM) oraz metody interferometrycznej filmu olejowego (ang. fringe skin-friction - FSF) w warstwie przyściennej w obszarze bliskim oderwania. Ze względu na liczne ograniczenia tej metody postanowiono opracować ją na nowo bazując na analizie fizycznego mechanizmu jakim jest proces modulacji amplitudowej, gdzie LSM (zjawiska wielkoskalowe) pośrednio przez swoją aktywność (poprzez modulacje drobnych skal) wpływa na wartość naprężeń stycznych, zwłaszcza dla średnich i dużych liczb Reynoldsa. W zaproponowanym podejściu naprężenia styczne można oszacować bezpośrednio na podstawie położenia punktu przecięcia między wewnętrznym skalowanym profilem prędkości strugi i linią logarytmiczną w miejscu pokrywającym się z punktem lokalnego maksimum aktywności ruchu w

zewnątrznym obszarze turbulentnej warstwy granicznej. Dokładność zaproponowanej metody określono na $\pm 2,5\%$.

- Opracowanie nowej metody kontroli turbulentnego oderwania bazującej na wzmocnieniu efektu modulacji amplitudowej i prędkości konwekcji. Wykazano, że falista ściana o falistym przebiegu ze starannie dobraną amplitudą i okresem może skutecznie wzmocnić efekt modulacji amplitudy i zapewnić wzrost naprężenia ścinającego ściany, opóźniając w ten sposób separację turbulentną. Wyniki eksperymentu przedstawiono w znormalizowanej postaci ogólnej, stosując odpowiednią skalę przepływu. Celem badań było znalezienie wartości amplitudy, okresu i długości (zawsze z całkowitą liczbą okresów) ściany falistej, dla których największy wzrost naprężeń uzyskuje się w ustalonym punkcie poniżej ściany falistej. Najbardziej efektywna przebadana geometria falistej ścianki zapewniła 13% wzrost tarcia powierzchniowego (w stosunku do wartości przy przepływie wlotowym o zerowym gradiencie ciśnienia) w miejscu, w którym nastąpiło rozdzielenie przepływu na niezmodyfikowanej powierzchni (tj. na płaskiej płycie). Przeprowadzono również badania eksperymentalne i symulacje dużych wirów w celu określenia wpływu różnych topografii powierzchni (dwuwymiarowej - 2D i trójwymiarowej - 3D) na rozwój przepływu turbulentnego nad gładką ścianą pod silnym APG poniżej pofałdowania. W szczególności zbadano różnice w produkcji i dynamice przyściennych struktur wirowych przy różnych geometriach pofałdowań.

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 dotyczących procesów zachodzących w warstwie przyściennej. Przedstawiony dorobek naukowy stanowi istotny wkład w prace w zakresie badań podstawowych, pozwalający lepiej poznać i opisać

zjawiska zachodzące w turbulentnej warstwie przyściennej, szczególnie w obszarze dodatniego gradientu ciśnienia. Wiele z prezentowanych prac zalicza się do pionierskich publikacji w zakresie prezentowanej tematyki. Dotyczy to w szczególności procesu modulacji amplitudowej w turbulentnej warstwie przyściennej w obecności gradientu ciśnienia, gdzie precyzyjnie określono stopień modulacji amplitudowej w APG oraz wykazano, że proces modulacji amplitudowej jest silniejszy w przepływie z APG nawet przy niskiej liczbie Reynoldsa. Również opracowanie dotyczące wyznaczenia prędkości konwekcji w turbulentnej warstwie przyściennej w obecności gradientu ciśnienia pozwoliło wykazać, że zwiększona prędkość konwekcji drobnoskalowych struktur wirowych jest wywoływana zwiększoną produkcją turbulencji w wielkoskalowych obszarach LSM o zwiększonej prędkości. Habilitant przeprowadził bardzo szczegółowe analizy dotyczące teorii i metod badawczych warstwy przyściennej. Zdobyta wiedza pozwoliła mu udoskonalić istniejące modele teoretyczne oraz metody obliczeniowe. Między innymi, zaproponował weryfikację stosowalności metody Clauser-chart (CCM) oraz techniki FSF w warstwie przyściennej w obszarze bliskim oderwania, mającą na celu usunięcie wielu jej ograniczeń. Dotyczy to również opracowania nowej metody kontroli turbulentnego oderwania bazującej na wzmocnieniu efektu modulacji amplitudowej i prędkości konwekcji.

Opiniowane prace dr inż. Artura Drózdza uważam za ważny i wartościowy wkład do poznania i analizy zjawisk zachodzących w turbulentnej warstwie przyściennej pod wpływem dodatniego gradientu ciśnienia. Postawione w publikacjach problemy zostały rozwiązane prawidłowo. **W podsumowaniu należy stwierdzić, że jednotematyczny cykl publikacji związanych z badaniami warstwy przyściennej 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. Artur Drózdź rozpoczął badania dotyczące turbulentnej warstwy przyściennej (TBL) w obszarze dodatniego gradientu ciśnienia (APG) już podczas realizacji pracy magisterskiej. Praca ta była wykonywana w ramach VI Programu Ramowego – AEROSPACE - projekt EU WALLTURB (A European Synergy for the assessment of wall turbulence 2005-2009) koordynowanego przez prof. M. Stanisłasa z Politechniki w Lille we Francji. Praca magisterska została obroniona w 2007 roku. Latach 2007 – 2012 prowadził dalsze prace badawcze poświęcone eksperymentalnej analizie turbulentnej warstwy przyściennej w obszarze gradientu ciśnienia. Były one początkowo finansowane z europejskiego projektu WALLTURB, a następnie z własnego grantu promotorskiego MNiSzW pt: „Analiza procesów transportu energii w turbulentnej warstwie przyściennej w obecności gradientu ciśnienia”. Tematyka prowadzonych badań została rozszerzona o analizę wpływu ujemnego gradientu ciśnienia (FPG) na turbulentną warstwę przyścienną. Jednym z głównych, osiągnięć w pracy doktorskiej było określenie wpływu procesu modulacji amplitudowej drobnych struktur turbulentnych wywołanej wielkoskalowymi strukturami w obszarze FPG i APG. Kandydat wykazał, że modulacja ta osłabia się w przepływie poddanym oddziaływaniu FPG, natomiast jej silny wzrost występuje w obszarze APG. Uzyskane wyniki badań stały się podstawą uzyskania stopnia doktora w 2012 roku.

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora Habilitant został zatrudniony w Instytucie Maszyn Ciepłych PCz (IMC), gdzie pod kierunkiem prof. Witolda Elsnera kontynuował prace badawcze w projekcie NCN DEC, "Modelowanie turbulentnej warstwy przyściennej będącej pod wpływem gradientu ciśnienia w obecności i bez oderwania" W ramach prac badawczych zaprojektował oryginalne stanowisko laboratoryjne pozwalające uzyskać TBL, która jest bliska oderwaniu. Dzięki temu określił wpływ silnego gradientu ciśnienia na procesy modulacji przy różnej historii APG jak i liczby Reynoldsa.

W latach 2017 ÷ 2021 kontynuował badania eksperymentalne w ramach projektu NCN DEC pt.: "Pasywne metody kontroli turbulentnej warstwy przyściennej w pobliżu oderwania". Przeprowadzone badania pozwoliły określić wpływ modulacji na przepływ dla szerokiego zakresu liczb Reynoldsa. Autorskim wynikiem badań Habilitanta było wykorzystanie zdobytej wiedzy w celu opracowania nowej oryginalnej metody kontroli oderwania turbulentnej warstwy przyściennej o wysokiej liczbie Reynoldsa. Zaproponowana metoda polegała na zastosowaniu powierzchni ściany, która była pofalowana w kierunku przepływu. Badania te zostały rozszerzone na przepływ rozwijający się na zakrzywionej powierzchni podczas realizacji kolejnego projektu badawczego NCN UMO pt.: „Opracowanie nowej pasywnej metody kontroli przepływu opartej na dogłębnej analizie zjawisk fizycznych przyściennych”. Projekt ten jest realizowany pod kierownictwem prof. Witolda Elsnera od 2021 roku do chwili obecnej.

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

- Opracowanie technologii dla wysokosprawnych „zero emisyjnych” bloków węglowych zintegrowanych z wychwytem CO₂ ze spalin. Prace wykonano w ramach programu strategicznego „Zaawansowane technologie pozyskiwania energii” - projekt był finansowany przez NCN (2010) - wykonawca.
- Opracowanie na temat: "Samowzbudne struktury koherentne w przepływach o jednorodnej i niejednorodnej gęstości", Grant NCN OPUS DEC, (2012-2014) – wykonawca.
- Modelowanie niestacjonarnych przepływów złożonych – praca wykonana w ramach współpracy bilateralnej pomiędzy Instytutem Maszyn Ciepłych w Częstochowie a Akademią Nauk Republiki Czeskiejw Pradze (2013 ÷ 2014) – wykonawca.

- Opracowanie projektu „Plan rozwoju Politechniki Częstochowskiej” w ramach Europejskiego funduszu społecznego POKL, stypendium i grant (2009/2010).

Kandydat prowadził współpracę badawczą z różnymi ośrodkami naukowymi. Należy tutaj wskazać na współpracę od 2017 roku z Królewskim Instytutem Technicznym w Sztokholmie (KTH). W ramach współpracy Habilitant odbył dwa staż naukowe: w 2017 i w 2018 roku. Współpraca zaowocowała opracowaniem publikacji naukowej dotyczącej opisu profili intensywności turbulencji dla warstw granicznych z niekorzystnym gradientem ciśnienia. Od 2022 roku współpraca dotyczy zagadnień związanych z problemem uśredniania przestrzennego powodowanego niedostatecznie zredukowaną objętością pomiarową istniejących metod pomiarowych i numerycznych.

Od 2019 roku Habilitant współpracuje z Wydziałem Mechaniki, Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej w ramach projektu NCN pt.: ”Opracowanie i implementacja nowej metody modelowania przejścia laminarno-turbulentnego w warstwie przyściennej uwzględniającej utratę stabilności przepływu na skutek oddziaływania fal akustycznych”, gdzie jest wykonawcą prac eksperymentalnych.

Kandydat w ostatnich latach odbył cztery staże naukowe:

- staż w grupie badawczej SIMEX w KTH Royal Institute of Technology Sztokholm w okresie 25.05.2022 ÷ 14.06.2022 r., gdzie przeprowadził analizy nowych baz danych eksperymentalnych w celu wyznaczenia konwekcji i skal struktur turbulentnych w APG;

- staż w KTH Royal Institute of Technology Sztokholm w okresie: 05.04.2018 ÷ 04.05.2018 r., gdzie przeprowadził analizy baz danych eksperymentalnych i numerycznych, co zostało zwieńczone publikacją z listy A za 100pkt.;

- dwa staże w Instytucie Termomechaniki Akademii Nauk Republiki Czeskiej w Pradze – w ramach projektu współpracy bilateralnej

"Modeling of unsteady complex flows" w okresach: 29.07.2013 ÷ 21.08.2013 i 22.09.2012 ÷ 01.10.2013 r., gdzie przeprowadził badania eksperymentalne, które opublikowano w materiałach pokonferencyjnych za 15pkt.

Dorobek naukowy Kandydata jest znaczny i został wydatnie pomnożony po uzyskaniu stopnia doktora. Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora był autorem lub współautorem 23 artykułów naukowych wykazywanych w bazie danych WoS oraz 14 innych artykułów. Ponadto przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora był współautorem 17 artykułów. Sumaryczna wartość wskaźnika IF wynosi 32,147. Na szczególne wyróżnienie zasługują publikacje w czasopismach o zasięgu międzynarodowym: Applied Mathematical Modelling, Experimental Thermal and Fluid Science, Archives of Mechanics, International Journal of Heat and Fluid Flow, Journal of Physics. Na potrzeby dwóch czasopism międzynarodowych (Experimental Thermal and Fluid Science i Flow measurements and instrumentation) wykonał 6 recenzji artykułów naukowych.

Wyniki swoich badań przedstawił na 28 konferencjach krajowych i międzynarodowych (w tym na 18 po uzyskaniu stopnia doktora). Do najważniejszych konferencji należy zaliczyć konferencje o charakterze cyklicznym: 14th European Fluid Mechanics Conference, 1th Spanish Fluid Mechanics Conference, 6th International conference on Turbulence and Interactions, 13th Engineering Turbulence Modelling and Measurements, 17th European Turbulence Conference, 12th Engineering Turbulence Modelling and Measurements, New Challenges in Wall Turbulence, 11th Engineering Turbulence Modelling and Measurements, Turbulence, Heat and Mass Transfer, 15th European Turbulence Conference.

Brał czynny udział w pracach zespołów badawczych realizujących jednaście projektów finansowanych w drodze konkursów przez NCN, NCBiR, Unię Europejską i Republikę Czeską. Pełnił tam rolę głównego wykonawcy, wykonawcy lub koordynatora prac eksperymentalnych.

Realizował też cztery granty dla młodych naukowców. W ramach współpracy z otoczeniem gospodarczym opracował jedną ekspertyzę, której celem było opracowanie metody pomiaru i analiza rozkładu prędkości noża powietrznego stosowanego w procesie produkcji tafli szkła.

Od 2020 roku jest koordynatorem zespołu badawczego realizującego projekt pt.: „Eksperymentalna analiza pasywnego i aktywnego sterowania przepływem”. Zespół składa się z ośmiu osób (pięciu pracowników i trzech doktorantów) i realizuje zadania w zakresie: analizy wpływu geometrii i kształtu powierzchni na przepływy przyścienne, oddziaływania fal akustycznych na przepływ przyścienny oraz przestrzennego rozkładu cieczy w losowo upakowanych złożach.

Dorobek naukowy Habilitanta charakteryzuje wg bazy Web of Science - indeks Hirscha 7, liczba cytowań 54 (bez autocytowań). Wg bazy Scopus indeks Hirscha wynosi 4, liczba cytowań 64 (bez autocytowań), wg bazy Research Gate h-index = 5 (bez autocytowań), łączna liczba cytowań 181. Liczba punktów MNiSW – 1149.

Dorobek naukowy dr inż. Artura Drożdża 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 ze zjawiskami zachodzącymi w turbulentnej warstwie przyściennej. 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 liczne cytowania publikacji Autora. Na szczególną uwagę zasługuje prowadzenie eksperymentalnych i teoretycznych badań o charakterze poznawczym. Mogą one być bardzo przydatne pod kątem dalszych zastosowań w pracach o charakterze stosowanym. Jednak Kandydat ogranicza się do prowadzenia badań podstawowych o charakterze poznawczym, pozostawiając ich praktyczne zastosowanie innym

badaczom. Świadczy o tym brak opracowań o charakterze wdrożeniowym i współpracy z podmiotami otoczenia gospodarczego.

Również pewien niedosyt może budzić brak autorskich, jednoosobowych publikacji Kandydata. W ramach osiągnięcia naukowego wykazano tylko jedną taką publikację. Pozostałe opracowania są pracami zespołowymi, dla których Kandydat precyzyjnie określił swój udział procentowy i merytoryczny w publikowanych osiągnięciach. W wielu wypadkach Jego udział był wiodący, gdzie polegał na postawieniu hipotezy i wykazaniu jej słuszności. Współautorstwo wielu publikacji jest zrozumiałe, ponieważ Kandydat cały czas prowadził swoje prace badawcze w zespołach, w których był aktywnym członkiem.

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. Artur Drózdź od 2010 roku pracuje na stanowiskach badawczo-dydaktycznych w Katedrze Maszyn Ciepłych (poprzednia nazwa Instytut Maszyn Ciepłych) Politechniki Częstochowskiej.

Kandydat posiada doświadczenie dydaktyczne. Od początku swojej pracy w Politechnice Częstochowskiej brał czynny udział w procesie dydaktycznym. Był opiekunem dwóch laboratoriów dydaktycznych: Laboratorium Energetyki i Laboratorium Diagnostyki Maszyn. Angażował się w tworzenie programów zajęć wielu przedmiotów dotyczących głównie diagnostyki maszyn wirnikowych oraz mechaniki płynów. Zakres prowadzonych zajęć ze studentami był bardzo szeroki i obejmował wykłady, ćwiczenia oraz laboratoria z przedmiotów: Mechanika Płynów, Mechanika Płynów II, Technologie energetyczne III, Dynamika maszyn ciepłych, Drgania i dynamika maszyn ciepłych,

Sprężarki i turbosprężarki, Ciepłne maszyny przepływowe, Diagnostyka maszyn wirnikowych, Podstawy eksploatacji maszyn, Eksploatacja instalacji energetycznych, Wirnikowe maszyny przepływowe, Energetyka i ekologia, Metrologia procesów energetycznych, Układy elektroniczne i technika pomiarowa, Ekologia i ochrona środowiska, Elektrotechnika i elektronika. Sprawował także rolę promotora prac inżynierskich i magisterskich.

Był zaangażowany również w prowadzenie zajęć w języku angielskim z przedmiotów: Maintenance and Diagnostics w ramach European Faculty of Engineering, Fluid mechanics w programie ERASMUS+. Metrology & quality engineering w projekcie Modelling and Simulation in Mechanics. Przygotował również zajęcia dla studiów II stopnia w projekcie KATAMARAN NAWA w liczbie 12 godz. z przedmiotu Machine Maintenance and Diagnostics, które będą realizowane wspólnie z Uniwersytetem w Pilźnie w Czechach.

W ramach działań popularyzujących naukę realizował zajęcia pokazowe podczas dni otwartych w Politechnice Częstochowskiej na temat wykorzystania kolektora słonecznego do podgrzewania ciepłej wody użytkowej. Prowadzone zajęcia cieszyły się dużym zainteresowaniem wśród uczniów szkół średnich.

Habilitant prowadzi również działalność organizacyjną, w ramach której był w latach 2013 ÷ 2016 sekretarzem Komisji do spraw oceny okresowej nauczycieli akademickich Politechniki Częstochowskiej. Brał czynny udział w organizacji kilku konferencji naukowych, w tym XXIII konferencji FMC w 2018 w Zawierciu, IX Konferencji „Nowe kierunki rozwoju mechaniki” w ramach XXXIV Zjazdu Delegatów PTMTS w Hucisku w 2011 roku. Jest członkiem dwóch międzynarodowych towarzystw naukowych w tym: Euromech w latach 2011 ÷ 2012 i ERCOFTAC od 2012 roku.

Biorąc powyższe pod uwagę wyrażam przeświadczenie, że dorobek dydaktyczny i organizacyjny jest wystarczający i potwierdza

kwalfikacje 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 dziesięciu publikacji powiązanych tematycznie oraz działalności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej stwierdzam, że dr inż. Artur Drózdź 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.

