

prof. dr hab. Anna Kucaba-Piętal  
Katedra Inżynierii Lotniczej i Kosmicznej  
Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa  
Politechnika Rzeszowska im. I. Łukasiewicza  
tel.: 178651351, e-mail: anpietal@prz.edu.pl

Rzeszów, 07.04.2021 r.

## **RECENZJA**

w postępowaniu habilitacyjnym

**Pana dr. inż. Krzysztofa Rogowskiego**

w dziedzinie: Nauk Inżynieryjno-Technicznych

w dyscyplinie: Inżynieria mechaniczna

### **1. Podstawy formalne przygotowania recenzji**

*Recenzja została opracowana na podstawie pisma z dnia 28.01.2021 r. nr RNDIM.524.4.2021 Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Warszawskiej (RNDIM) Pana prof. dr. hab. inż. Roberta Sitnika, zawierającego informację o Uchwale RNDIM nr 51/II-IM/2021 z dnia 7 stycznia 2021 r., w której – na podstawie Decyzji Rady Doskonałości Naukowej zostałam powołana na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym. Kopie Uchwały i Decyzji dołączono.*

*W dniu 12.02.2021 r. wraz z pismem otrzymałam przesłaną pełną dokumentację postępowania habilitacyjnego zawierającą Autoreferat wraz z załącznikami dokumentującymi osiągnięcia w pracy naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej Kandydata.*

*Wniosek Kandydata został złożony dnia 12.08.2020 r. Niniejsza recenzja została sporządzona zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa: Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r.: Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, Art. 219 ust 1 pkt 2 i 3. Recenzja uwzględnia elementy oceny wymienione w przesłanej Umowie o dzieło nr 504440700069 dot. wykonania recenzji.*

### **2. Podstawowe dane o Kandydacie**

Dr inż. Krzysztof Rogowski urodził się 5.11.1982 r. w Mrągowie. W dniu 30.06.2008 roku ukończył studia na Wydziale Mechanicznym Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej (PW) i uzyskał tytuł zawodowy magistra inżyniera na kierunku mechanika i budowa maszyn. W dniu 25.11.2014 roku uchwałą Rady Wydziału Mechanicznego Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dyscypli-

nie naukowej mechanika. Tytuł rozprawy doktorskiej: *Analysis of Performance of the Darrieus Wind Turbines*, promotor: dr hab. inż. Ryszard Maroński, prof. PW. Od 1.04.2009 roku Kandydat pracuje w Politechnice Warszawskiej w Zakładzie Mechaniki Instytutu Techniki Lotniczej i Mechaniki Stosowanej na Wydziale Mechanicznym Energetyki i Lotnictwa PW gdzie od 1.04.2015 r. zatrudniony jest na stanowisku adiunkta.

### 3. Charakterystyka i analiza osiągnięcia naukowego

Dr inż. Krzysztof Rogowski jako swoje główne osiągnięcie naukowe wynikające z art. 219 ust. 1 pkt 2b Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2018 r., poz. 1668) przedłożył tematycznie spójny cykl **12** publikacji naukowych (w tym **4** autorskie) opublikowany w latach 2015-2020. Tytuł osiągnięcia naukowego: *Modelowanie*

*siłowni wiatrowych o pionowej osi obrotu wykorzystując metody numeryczne mechaniki płynów*. Cykl składa się z **8** prac (w tym **2** autorskie) opublikowanych w czasopismach indeksowanych w bazie JCR, które znajdują się na liście **A** według wykazu MNiSW, **2** prace (w tym **1** autorska) opublikowano w czasopismach poza bazą JCR, z listy **A** oraz **B** wykazu MNiSW, dalsze **2** prace opublikowano w materiałach konferencji międzynarodowych, indeksowanych w Web of Science oraz Scopus (w tym **1** autorska). Informacje o publikacjach przedstawiono poniżej w Tabeli 1, na podstawie danych z przesłanej Dokumentacji, uzupełnione o liczbę cytowań prac w bazie ISI Web of Science w chwili przygotowywania niniejszej recenzji.

Tabela 1. Cykl prac dokumentujący osiągnięcie naukowe wraz z informacjami bibliometrycznymi

Lp.	Tytuł	Liczba cytowań*	Punkty MNiSW	IF	Udział
1	Bangga Galih, Amgad Dessoky, Zhenlong Wu, <b>Rogowski Krzysztof</b> , Hansen Martin O.L.: "Accuracy and consistency of CFD and engineering models for simulating vertical axis wind turbine loads", <i>Energy</i> , 206, <b>2020</b> , pp. 1-24	1	200	5.537	10%
2	<b>Rogowski Krzysztof</b> , Hansen Martin O.L., Bangga Galih: "Performance Analysis of a H-Darrieus Wind Turbine for a Series of 4-Digit NACA Airfoils", <i>Energies</i> , vol. 13, no. 12, <b>2020</b> , pp. 1-28, DOI: 10.3390/en13123196	7 (6)	140	2.707	60%
3	<b>Rogowski Krzysztof</b> : "CFD Computation of the H-Darrieus Wind Turbine-The Impact of the Rotating Shaft on the Rotor Performance", <i>Energies</i> , vol. 12, no. 13, <b>2019</b> , Article number: 2506, DOI: 10.3390/en12132506	5 (4)	140	2.707	100%

Tabela 1 (cd.). Cykl prac dokumentujący osiągnięcie naukowe wraz z informacjami bibliometrycznymi

Lp.	Tytuł	Liczba cytowań*	Punkty MNiSW	IF	Udział
4	<b>Rogowski Krzysztof</b> , Hansen Martin O.L., Lichota Piotr: "2-D CFD Computations of the Two-Bladed Darrieus-Type Wind Turbine", <i>Journal of Applied Fluid Mechanics</i> , vol. 11, no. 4, <b>2018</b> , pp. 835-845, DOI: 10.29252/jafm.11.04.28383	9 (6)	20	0.91	85%
5	<b>Rogowski Krzysztof</b> : "Numerical studies on two turbulence models and a laminar model for aerodynamics of a vertical-axis wind turbine", <i>Journal of Mechanical Science and Technology</i> , vol. 32, no. 5, <b>2018</b> , pp. 2079-2088, DOI: 10.1007/s12206-018-0417-0	12 (10)	20	1.22	100%
6	<b>Rogowski Krzysztof</b> , Maroński Ryszard, Hansen Martin O.L.: "Steady and unsteady analysis of NACA 0018 airfoil in vertical-axis wind turbine", <i>Journal of Theoretical and Applied Mechanics</i> , vol. 56, no. 1, <b>2018</b> , pp. 203-212, DOI: 10.15632/jtam-pl.56.1.203	5 (3)	15	0.771	75%
7	<b>Rogowski Krzysztof</b> : "Actuator cell model of the 2D H-Darrieus wind turbine", <i>Journal of Theoretical and Applied Mechanics</i> , vol. 58, no. 1, <b>2020</b> , pp. 285-288, DOI: 10.15632/jtam-pl/115973	0	40	0.771	100%
8	<b>Rogowski Krzysztof</b> , Maroński Ryszard: "CFD computation of the Savonius rotor", <i>Journal of Theoretical and Applied Mechanics</i> , vol. 53, no. 1, <b>2015</b> , pp. 37-45	24 (22)	15	0.679	60%
9	<b>Rogowski Krzysztof</b> , Maroński Ryszard, Piechna Janusz: "Numerical analysis of a small size vertical-axis wind turbine performance and averaged flow parameters around the rotor", <i>Archive of Mechanical Engineering</i> , vol. LXIV, no. 2, <b>2017</b> , pp. 205-218, DOI: 10.1515/meceng-2017-0013 (lista B MNiSW)	b.d.	15	0	65%
10	<b>Rogowski Krzysztof</b> , Rogowska Klaudia: "Velocity Field around Darrieus Wind Turbine Rotor Using Actuator Cell Model and other CFD Methods", <i>Task Quarterly</i> , vol. 22, no. 3, <b>2018</b> , pp. 195-209, DOI: 10.17466/tq2018/22.3/d (lista B MNiSW)	b.d.	10	0	90%
11	<b>Rogowski Krzysztof</b> , Hansen Martin O.L., Maroński Ryszard, Lichota Piotr: "Scale Adaptive Simulation Model for the Darrieus Wind Turbine", <i>Journal of Physics – Conference Series</i> , <b>2016</b> , Institute of Physics, pp. 1-10, DOI: 10.1088/1742-6596/753/2/022050	12 (8)	15	0	85%
12	<b>Rogowski Krzysztof</b> : "The actuator cell model for the Darrieus wind turbine", <i>Journal of Physics – Conference Series</i> , no. 1101, <b>2018</b> , pp. 1-8, DOI: 10.1088/1742-6596/1101/1/012028	2 (1)	15	0	100%
	Σ	76 (60)	445	15.307	

\* Liczba cytowań z WoS na dzień 27.03.2021 r., w nawiasach podano liczbę bez autocytowań.

Tematyka prac [1-12] stanowiących cykl, który zgodnie z Wnioskiem stanowi osiągnięcie naukowe Kandydata, jest zgodna z tytułem. Większość prac opublikowana została w znaczących czasopismach. 4 prace są autorskie, w 7 Kandydat jest pierwszym autorem. Część z tych prac (3) jest w czasopismach aktualnie wysokopunktowanych przez MNiSW (200 lub 140 punktów). Z dołączonych oświadczeń w Dokumentacji wynika Jego wiodąca rola, znaczący wkład merytoryczny w powstanie artykułów wieloautorskich (jest m.in. autorem ogólnej koncepcji i pomysłu) za wyjątkiem pracy [1], o najwyższym IF, w której oszacował swój udział na ok. 10%. Należy zauważyć, że cykl 12 prac przedstawionych do oceny jako podstawa do nadania stopnia doktora habilitowanego pochodzi – z wyjątkiem jednej [12] – z lat 2016-2020. Są zatem wynikiem intensywnej działalności Kandydata w okresie ostatnich czterech lat przed złożeniem wniosku habilitacyjnego. Praca [12] została złożona do druku i przyjęta do publikacji przed obroną doktoratu.

Problematyka naukowa osiągnięcia dotycząca wykorzystania współczesnych metod i technik numerycznej mechaniki płynów do modelowania siłowni wiatrowych o pionowej osi obrotu jest powiązana z tematyką badań podjętych w doktoracie Kandydata. W Autoreferacie związek ocenianego osiągnięcia z doktoratem pominięto, niemniej jest on cytowany w 8 pracach wchodzących w skład cyklu publikacji.

Celem naukowo-badawczym pracy, której wyniki przedstawiono w ramach tego cyklu (jak napisano w Autoreferacie, s. 27) była „*analiza obciążeń aerodynamicznych łopat silnika wiatrowego o pionowej osi obrotu typu Darrieusa oraz analiza ustalonych i nieustalonych pól prędkości w obszarze wirnika*”. W przeważającej większości publikacji, w ramach sformułowanego celu badań prowadzono analizę porównawczą współczesnych metod numerycznego rozwiązywania równań Naviera-Stokesa (N-S) opisujących przepływ wywołany pracą wirników siłowni wiatrowych Darrieusa średnich mocy w odniesieniu do badań eksperymentalnych. Jej celem było wskazanie metody numerycznej bardziej efektywnej i skutecznej zarówno w modelowaniu, jak i numerycznej identyfikacji przedmiotowego zjawiska.

Rozpatrywano różne metody m.in. *Reynolds Averaged Navier-Stokes* (RANS), *Unsteady Reynolds Averaged Navier-Stokes* (URANS) z różnymi modelami turbulencji przepływu, *Scale Adaptive Simulations* (SAS), *Direct Navier-Stokes* (DNS) oraz różne rodzaje siłowni wiatrowych średniej mocy badając siły aerodynamiczne na łopatach wirników jedno-, dwu-, a nawet wielołopatowych. Poniżej omawiam najważniejsze wyniki prac wchodzących w skład cyklu. Numer odniesienia zgodny z Tabelą 1.

W pracy [3] Autor prezentuje wyniki badań dotyczące identyfikacji chwilowych rozkładów prędkości i uśrednionych profili prędkości w cieniu aerodynamicznym wirnika, jak również rozkładów sił na jego łopatach. Obiektem badań był dwułopatowy wirnik o układzie H, współczynnika szybkobieżności  $TSH = 4,5$ . Badania przeprowadzono numerycznie rozwiązując równania N-S z wykorzystaniem modelu turbulencji SST k- $\omega$  w podejściu URANS i porównano rezultaty z eksperymentalnymi. Uzyskane wyniki ujawniły poprawność przyjętego modelu numerycznego oraz efekt wpływu uproszczenia 2D na obliczone wartości. Wykazano, że spadek składowej prędkości równoległej do napływu strugi jest liniowy oraz że wpływ wału wirnika na osiągi łopat jest istotny.

Praca [9] dotyczy określenia osiągow aerodynamicznych (małego) wirnika siłowni wiatrowej typu Darrieusa o dużym stopniu wypełnienia  $\delta = 0,48$ . Wykazano, że w zakresie niskich wartości współczynnika szybkobieżności wyniki obliczeń numerycznych w oparciu o model turbulencji SST k- $\omega$  są zbieżne z eksperymentalnymi. Stwierdzono, że wartość współczynnika szybkobieżności zmienia kształt profilu prędkości za wirnikiem. Zmniejszanie wartości powoduje asymetrię pola prędkości.

W pracy [4] porównano wyniki obliczeń numerycznych otrzymanych dla czterech różnych modeli turbulencji. Dotyczyły one obciążeń aerodynamicznych łopat i prędkości za wirnikiem. Stwierdzono, że w zakresie kątów odpowiadającym liniowej części charakterystyki siły nośnej rezultaty są zbieżne, natomiast w zakresie od krytycznego kąta natarcia rezultaty otrzymane na podstawie modelu turbulencji k- $\omega$  SST są dokładniejsze. Również wizualizowano eksperymentalnie ślad aerodynamiczny za łopata wirnika i porównano rezultaty zarówno z wynikami numerycznymi, jak i danymi literaturowymi. Uzyskano zgodność. Celem pracy było zbadanie sił aerodynamicznych oraz jakościowe i ilościowe śladu wirowego dwułopatowego wirnika pracującego przy  $TSH = 5$  z wykorzystaniem numerycznej mechaniki płynów i porównanie z wynikami doświadczalnymi Stricklanda.

Analiza efektu wpływu wykorzystania w obliczeniach numerycznych różnych modeli turbulencji: RNG k- $\epsilon$  oraz SST transition na wyznaczenie nieustalonych charakterystyk współczynników siły nośnej i oporu profilu NACA 0018 była przedmiotem pracy [6]. W oparciu o dane doświadczalne wykazano, że dla przepływów charakteryzujących się małymi  $Re$  obliczenia w oparciu o model SST są dokładniejsze.

Wyjaśnienie mechanizmu wpływu wypełnienia wirnika na poprawność modelowania numerycznego było celem badań zaprezentowanych w pracy [9]. Obliczenia numeryczne oraz uproszczone (inżynierskie) skonfrontowano z wynikami 3 badań eksperymentalnych. Waż-

nym rezultatem tej pracy było określenie zakresu stosowalności obliczeń w oparciu o model turbulencji  $k-\omega$  SST: wypełnienie wirników nie powinno przekraczać wartości 0.25, łopaty ich lokalnie nie powinny przekraczać krytycznych kątów natarcia.

Analiza wirnika siłowni wiatrowej uproszczoną metodą DNS zwaną „laminarną” oraz metodami używanymi przez Autora uprzednio (RANS) z różnymi modelami turbulencji, była przedmiotem pracy [5]. Wyniki numeryczne zwalidowano literaturowymi i eksperymentalnymi. Rezultaty wykazały użyteczność laminarnego modelu DNS do obliczeń niewielkich wirników małej mocy. Uzyskano informację o różnicy w obliczeniach numerycznych prędkości w przypadku nawietrznej i zawietrznej części wirnika, otrzymanych dla różnych modeli turbulencji.

Celem badań, których wyniki przedstawiono w pracy [2] była analiza wirnika siłowni średniej mocy (McDonnell). W szczególności badano efekt wpływu profilu na osiągi aerodynamiczne wirnika. Wykorzystano metodę URANS, model turbulencji SST  $k-\varepsilon$ . Otrzymano interesujące wyniki stanowiące, że maksymalny współczynnik mocy dla tego wirnika wynosi 0,5 (co czyni go interesującym obiektem do dalszych badań) oraz że profil NACA 1418 zastosowany do łopat wirnika jest korzystniejszy w tym aspekcie od dotychczas stosowanego profilu NACA 0018.

Potencjał metody SAS (Scale Adaptive Simulation) – wywodzącej się z podejścia Large Eddy Simulations – w badaniu silnika wiatrowego analizowano po raz pierwszy w pracy [11]. Wykazano jej użyteczność, oraz że jej wrażliwość na identyfikację zjawisk fizycznych jest większa niż metody RANS z modelem turbulencji  $k-\varepsilon$  RNG. Dla przykładu, SAS pozwala na identyfikację oddziaływania łopaty wirnika z własnym śladem aerodynamicznym podczas jej obrotu.

Wykorzystując zdobytą wiedzę i doświadczenie przy realizacji wcześniejszych badań numerycznych wirników Kandydat zaproponował [12] własne, nowatorskie narzędzie obliczeniowe – ACM (Actuator Cell Model). Cechuje je większa efektywność czasowa (krótszy czas obliczeń) w porównaniu z klasycznymi metodami CFD oraz uniwersalność. Prace [7, 10, 12] prezentują m.in. analizy porównawcze pól prędkości w otoczeniu wirnika uzyskane tą metodą oraz innymi, które wskazują na dokładność wyników uzyskanych z wykorzystaniem ACM.

Ostatnia z prac dołączonych do cyklu [8] omawiana w Autoreferacie została przesłana do redakcji czasopisma i zaakceptowana do druku 11.06.2014 r., czyli przed uzyskaniem przez Kandydata stopnia doktora. W prezentowanych badaniach analizowano sprawność wirnika

Savoniusa metodami obliczeniowymi dynamiki płynów, a uzyskane wyniki CFD porównano z doświadczalnymi. Otrzymane rezultaty wykazały, że wyniki numeryczne zgodne z eksperymentem uzyskuje się stosując model turbulencji Spalarta-Allmarasa w metodzie URANS. Stwierdzono, że nie ma potrzeby stosowania siatki strukturalnej w pobliżu krawędzi łopat wirnika. Inny, ciekawy wniosek z przeprowadzonych badań stanowi, że siła boczna działająca na wirnik Savoniusa może być tego samego rzędu wielkości, co siła oporu, w zależności od wartości współczynnika szybkobieżności wirnika.

#### **4. Ocena osiągnięcia naukowego**

Podjęta problematyka naukowa jest ważna i aktualna oraz wartościowa z punktu widzenia praktycznego ze względu na rozwój „czystej energii”. Zaletą turbin wiatrowych o pionowej osi obrotu (Darrieusa, Savoniusa) jest to, że mogą pracować przy wietrze o często zmieniającej się prędkości i kierunku wiatru oraz emitują mniej szkodliwych dźwięków i drgań. Stąd rosnące zainteresowanie nimi oraz potrzeba zarówno określenia efektywności stosowania narzędzi obliczeniowych do ich projektowania, jak i gromadzenia wiedzy o warunkach ich pracy. Zwłaszcza siłowni wiatrowych małej i średniej mocy, które mogą być powszechnie budowane.

Wobec braku komputerów umożliwiających obecnie numeryczne rozwiązanie równań N-S opisujących dynamicznie zmienny, trójwymiarowy, niestacjonarny przepływ powietrza w wirnikach siłowni wiatrowych, Kandydat dokonuje analizy porównawczej istniejących współczesnych metod rozwiązania tych równań w aspekcie określenia ich stosowalności w modelowaniu i projektowaniu wymienionych siłowni wiatrowych. Jako kryterium wybiera m.in. wyznaczenie wartości obciążeń aerodynamicznych łopat oraz określenie pól prędkości niestacjonarnych i stacjonarnych w obszarze wirnika. Problematyka jest istotna, gdyż określenie wartości sił aerodynamicznych działających na łopaty pozwala m.in. na dobór materiału z jakiego mają zostać wykonane, jak również na wykonanie obliczeń wytrzymałościowych.

Istotne są tutaj trzy elementy prowadzonych badań:

- wyniki obliczeń numerycznych zostały porównane z danymi eksperymentalnymi,
- numeryczne rozwiązania równań N-S otrzymywano wykonując obliczenia na komputerach dużej mocy ICM UW, co umożliwiło ich realizację przy zapewnieniu optymalnych parametrów numerycznych,
- wyniki eksperymentalne i badania dotyczyły wielu wirników, różniących się stopniem wypełnienia, współczynnikiem szybkobieżności itp.

W efekcie badań określono efektywność współczesnych metod numerycznego rozwiązywania równań N-S w wyznaczaniu obciążeń łopatek wirników siłowni wiatrowych o pionowej osi obrotu oraz predykcji nieustalonych pól prędkości w obszarze wirnika. .

Wykazano różnice w niestacjonarnym obciążeniu aerodynamicznym rozpatrywanych łopatek wirników siłowni wiatrowych oraz polu prędkości w otoczeniu wirnika. Ustalono efekt wzajemnego wpływu oddziaływania łopatek wirnika na ślad aerodynamiczny. Ponadto Kandydat zaproponował własną „inżynierską” metodę do numerycznego badania wirników ACM oraz skonfrontował uzyskane wyniki z klasycznymi metodami CFD.

Oceniane osiągnięcie naukowe Kandydata lokuje się zarówno w obszarze numerycznej mechaniki płynów, jak i dynamiki przepływowych maszyn wirnikowych. Wyniki wzbogacają wiedzę zarówno w zakresie walidacji weryfikacji oraz stosowalności metod obliczeniowych mechaniki płynów, jak i dynamiki pracy siłowni wiatrowych o pionowej osi obrotu. Jest to obszar dyscypliny inżynieria mechaniczna.

Zakres podejmowanej problematyki w obszarze aerodynamiki siłowni wiatrowych wskazuje na aplikacyjny charakter przedłożonego do oceny osiągnięcia.

Wyniki wnoszą istotny wkład również w zrozumienie efektu wpływu technik obliczeniowych (modeli turbulencji, prowadzenie obliczeń metodą URANS czy SAS) na poprawność otrzymanych wyników numerycznych i rozszerzają wiedzę z zakresu modelowania numerycznego zjawisk.

Wyniki badań opublikowano w czasopiśmie, których cytowalność w chwili przygotowania niniejszej recenzji, na dzień 29.03.2021 r., wynosi LC = 60 wg WoS, co wskazuje na zainteresowanie środowiska naukowego tą tematyką.

Moja ocena osiągnięcia naukowego Kandydata jest pozytywna.

Podsumowując stwierdzam, że cykl powiązanych ze sobą tematycznie prac [1]-[12] stanowi wartościowy wkład w rozwój badań dotyczących modelowania siłowni wiatrowych o pionowej osi obrotu przy wykorzystaniu metod numerycznych mechaniki płynów. Jak wykazano w powyższej analizie podjęte prace są pracami istotnymi przy dużym wkładzie w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna. Cykl powiązanych tematycznie artykułów spełnia wymagania Ustawy (Art. 219, ust. 1 pkt 2).

## **5. Istotna aktywność naukowa**

### *5.1. Dorobek publikacyjny*

Całkowity dorobek publikacyjny Kandydata został zestawiony w Tabeli 2.

Tabela 2. Zestawienie dorobku publikacyjnego i recenzyjnego

Lp.	Rodzaj aktywności naukowej	Przed doktoratem		Po doktoracie		Łącznie		Razem
		Autor	Współ- autor	Autor	Współ- autor	Autor	Współ- autor	
1	Rozdziały w monografiach	0	4	0	5	0	9	9
2	Publikacje w czasopismach	0	3	4	13	4	16	20
	w tym:							
	• z listy filadelfijskiej	0	1	3	6	3	7	10
	• w pozostałych	0	2	0	3	0	5	5
	• w materiałach konferencyjnych	-	-	1	4	1	4	5
3	Recenzje artykułów opublikowanych w czasopismach z listy filadelfijskiej i ministerialnej	-	-	-	-	-	-	37

Duża liczba publikacji (**29**) w okresie ostatnich lat świadczy o intensywnej działalności Kandydata od czasu awansu naukowego.

Zakres opublikowanych prac naukowych Kandydata poza tematyką osiągnięcia naukowego przedstawionego we Wniosku habilitacyjnym jest niewielki. Dotyczy zagadnień związanych z lotnictwem, drganiami samowzbudnymi i obejmuje **8** prac współautorskich, z czego **5** stanowią rozdziały w monografiach – książkach wydawanych przez PTMTiS jako kolejne tomy cyklu Mechanika w Lotnictwie.

Aktywność publikacyjna Kandydata po doktoracie poza cyklem artykułów zgłoszonych jako osiągnięcie naukowe [1]-[12], obejmuje **8** prac, w tym **5** opublikowanych w czasopismach oraz **2** w materiałach konferencyjnych i **1** w czasopiśmie spoza listy JCR.

Istotnym elementem rozwoju naukowego i aktywności naukowej Kandydata jest Jego udział w konferencjach naukowych, który uważam za godny uwagi. Wyniki badań Kandydata były przedmiotem **7** prezentacji (referatów) na konferencjach międzynarodowych (w tym **1** autorska), z których **6** wygłosił. Również przed doktoratem wyniki badań prezentował na **7** konferencjach krajowych oraz **1** międzynarodowej. Warte podkreślenia jest, że wykonał **37** recenzji artykułów dla uznanych czasopism, w tym **19** z MDPI.

Kandydat zdobył wyróżnienie w ogólnopolskim konkursie im J. Szmetlera ( praca [5] w Tab.1, oraz otrzymał nagrodę Rektora PW I stopnia, indywidualna za osiągnięcia naukowe.

## 5.2. Wskaźniki bibliometryczne

Sumaryczny wskaźnik IF czasopism, w których ukazały się wszystkie publikacje naukowe Kandydata według listy Journal Citation Reports (JCR) zgodnie z rokiem opublikowania wynosi **IF = 18.014** Są to wysokie wartości, należy jednak pamiętać, że 2/3 indeksowanych

w bazach Web of Science (WoS) i Scopus publikacji Kandydata jest publikacjami współautorskimi, więc wartości ww. wskaźników, odzwierciedlające indywidualny wkład Kandydata w powstanie tych prac są dużo niższe, jednakże pozostają nieokreślone. Liczba cytowań wszystkich publikacji zgodnie z bazą WoS wynosi LC = **83**, bez autocytowań **49**, indeks Hirscha H = **5**, bez autocytowań H = **4**.

Wartości tych wielkości w bazach Scopus oraz Google Scholar są wyższe i sumaryczne wskaźniki wynoszą odpowiednio H = **5**, LC = **98** oraz H = **7**, LC = **128**. Informacje o wskaźnikach H, LC zawarte są w Dokumentacji, Zał. 7 – Raporcie analizy, wykonanym przez Bibliotekę Główną PW w dniu 10.08.2020 r.

W chwili sporządzania niniejszej recenzji liczba cytowań **12** publikacji wchodzących w skład cyklu (Tabela 1) na dzień 25.03.2021 r. wg WoS wynosiła LC = **79**, bez autocytowań **60**, co wskazuje na rosnące znaczenie uzyskanych przez Kandydata wyników i zainteresowanie nimi środowiska naukowego.

### *5.3. Uczestnictwo w projektach*

Jeśli chodzi o aktywność w pozyskiwaniu projektów badawczych to dr inż. Krzysztof Rogowski w dokumentacji wykazał uczestnictwo w pracach **7** zespołów badawczych realizujących projekty finansowane na drodze konkursów krajowych: **2** projekty to tzw. granty obliczeniowe ICM umożliwiające prowadzenie obliczeń na zasobach komputerowych Interdyscyplinarnego Centrum Modelowania Matematycznego i Komputerowego UW, **3** projekty, w których uczestniczył dotyczą rozwoju dydaktyki i były realizowane w ramach Programu Operacyjnego: Wiedza-Edukacja-Rozwój PW.

W 2018 roku uzyskał projekt MINIATURA 2 z NCN, którym kierował, na działanie naukowe: Konsultacje naukowe dotyczące analiz struktur wirowych w obszarze wirnika turbiny Darrieusa.

W latach 2013-2015 Kandydat uczestniczył w projekcie finansowanym przez NCBiR w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, w którym był podwykonawcą Tasku 4. Efektem badań prowadzonych w ramach tych projektów były 3 publikacje.

W zakresie współpracy z sektorem gospodarczym Kandydat wykazał we Wniosku współpracę w ramach Konsorcjum Politechniki Warszawskiej z firmą ZRE Katowice SA w latach 2013-2015. Działalność polegała na optymalizacji w zakresie inżynierii konstrukcji wirników.

## **6. Istotna aktywność naukowa realizowana w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej**

Dr inż. Krzysztof Rogowski współpracuje naukowo z Technical University of Denmark (DTU). Wymiernym efektem jest 7 wspólnie opublikowanych prac, w tym 5 artykułów wymienionych w Tabeli 1 (1, 2, 4, 6, 11) oraz 2 prace, które ukazały się w recenzowanych materiałach konferencyjnych (15 pkt MNiSW każdy), dotyczące opływu profilu eksperymentalnego DU-S1-W2-250.

Do rozwoju tej aktywności naukowej niewątpliwie przyczyniły się 2 długoterminowe staże naukowe Kandydata (roczny – przed doktoratem – 2011/2012 i półroczny – 2015) zrealizowane w ramach projektu Europejskiego Funduszu Społecznego (Program Operacyjny Kapitał Ludzki).

W 2019 roku dr inż. Krzysztof Rogowski wygłosił na seminarium naukowym w DTU referat na temat modelowania siłowni wiatrowych o pionowej osi obrotu. Organizatorem seminarium było Duńskie Centrum Matematyki i Mechaniki Stosowanej, skupiające 3 duńskie uniwersytety (Załącznik 12).

## **7. Ocena istotnej aktywności naukowej**

Wskaźniki bibliometryczne publikacji Kandydata są wysokie. Skromnie wygląda udział dr. inż. Krzysztofa Rogowskiego w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane na drodze konkursów krajowych i zagranicznych oraz w aspekcie realizacji prac B+R.

Bardzo wysoko oceniam aktywność naukową Kandydata realizowaną w więcej niż jednej uczelni, w szczególności zagranicznej, której przejawem jest:

- odbycie dwóch staży badawczych długoterminowych w Technical University of Denmark (DTU) o łącznym czasie trwania 18 miesięcy,
- pozyskanie projektu Miniatura z NCN na wyjazd do DTU celem konsultacji prowadzonych badań naukowych,
- wygłoszenie referatu na temat prowadzonych badań podczas seminarium w DTU,
- zorganizowanie dyplomantowi Kandydata możliwości prowadzenia badań w DTU celem realizacji pracy.

Wymiernym efektem tej aktywności, wyrażającej się współpracą naukową Kandydata z DTU jest 7 wspólnie opublikowanych prac naukowych z czego 5 w czasopiśmie z listy JCR. Ta aktywność naukowa Kandydata jest istotna, spełnia wymagania Ustawy: Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, Art. 219, ust. 1, pkt 3c.

## **8. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę**

Dr inż. Krzysztof Rogowski prowadzi wykłady (od 2018 r.) oraz ćwiczenia (od 2011 r.) z przedmiotów: *Drgania*, *Mechanika*, *Mechanika Lotu*, *Siłownie Wiatrowe*. Zajęcia prowadzi dla uczestników studiów dziennych oraz zaocznych. Opracował dwa kursy dla platformy *Przemysł 4.0* w ramach projektu *NERW PW Nauka-Edukacja-Rozwój*. Był promotorem **11** prac dyplomowych (inżynierskich i magisterskich) z obszaru zagadnień związanych z siłowniami wiatrowymi. **4** z tych prac znalazły się w finałach konkursu organizowanego przez SIMP. Wykorzystał swoje kontakty naukowe w DTU aby umożliwić także realizację pracy dyplomowej absolwenta PW, której był promotorem (obrona na PW). Fakty te wskazują na zaangażowanie Kandydata w sprawowanie funkcji promotora.

Jest promotorem pomocniczym od semestru letniego 2020 doktoranta, którego badania obejmują analizy charakterystyk przejścia laminarno-turbulentnego na łopatach wirnika Darrieusa.

Kandydat jest członkiem Kolegium redakcyjnego czasopisma *Processes* (MNSW 70 pkt). Od 2011 jest kierownikiem Laboratorium wibracyjnego Zakładu Mechaniki na PW.

Do działalności organizacyjnej Kandydata zaliczam również członkostwo w Komitetach Organizacyjnych 3. edycji Konferencji Krajowych: *Mechanika w Lotnictwie*, w latach 2016, 2018 oraz 2020, oraz jego pracę na rzecz organizacji naukowych, do których należy:

- PTMTiS – gdzie od 2019 r. jest członkiem Oddziałowej Komisji Rewizyjnej oraz
- Polskie Towarzystwo Inżynierii Wiatrowej (PSiW),

jak również udział w pracach Komitetu Naukowego konferencji naukowej *Mechanika w Lotnictwie*, ML – XIX, 2020 Kazimierz Dolny.

Podsumowując tę część recenzji oceniam wysoko działalność dydaktyczną dr. inż. Krzysztofa Rogowskiego oraz pozytywnie w zakresie organizacyjnym.

## **9. Wniosek końcowy**

Mając na uwadze przedstawioną sylwetkę naukową oraz oceny recenzowanego osiągnięcia naukowego oraz istotnej aktywności naukowej dr. inż. Krzysztofa Rogowskiego, uważam Wniosek o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego za w pełni uzasadniony.

Stwierdzam, że osiągnięcie naukowe *Modelowanie siłowni wiatrowych o pionowej osi obrotu wykorzystując metody numeryczne mechaniki płynów* zawarte w cyklu **12** publikacji powiązanych tematycznie, z czego **8** znajduje się w bazie JCR, stanowi znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna, spełniając warunek określony w art. 219, ust. 1,

pkt 2 Ustawy, zaś aktywność naukowa dr. inż. Krzysztofa Rogowskiego realizowana w zagranicznej uczelni Technical University of Denmark jest istotna i spełnia warunek określony w art. 219, ust. 1, pkt 3 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

Biorąc pod uwagę powyższe popieram Wniosek o nadanie Kandydatowi stopnia doktora habilitacyjnego w dyscyplinie inżynieria mechaniczna i wnoszę o przejście do kolejnych etapów postępowania habilitacyjnego przewidzianych w ww. Ustawie.

ADigital