



prof. dr hab. inż. Dariusz Butrymowicz

kierownik Katedry Techniki Ciepłej
Wydział Mechaniczny
Politechnika Białostocka
ul. Wiejska 45C, 15-361 Białystok
tel. 571 443 089
e-mail: d.butrymowicz@pb.edu.pl

Białystok, 27.04.2026

Recenzja

**osiągnięcia osiągnąć Dr inż. Zbigniewa Krzemianowskiego
w związku z postępowaniem o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego**

Podstawą dla wykonania niniejszej recenzji jest pismo Zastępcy Dyrektora ds. naukowych Instytutu Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku (RN.522.1.2025) z dnia 02 marca 2026 wraz z Umową o dzieło nr 04.03/D/1 z dnia 04 marca 2026.

Otrzymałem kopię dokumentacji w wersji papierowej przewodu obejmującą wniosek Dr inż. Zbigniewa Krzemianowskiego do Rady Doskonałości Naukowej z dnia 29 września 2025 o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie Nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie naukowej Inżynieria mechaniczna. Załącznikami do tego wniosku są:

- dane wnioskodawcy;
- autoreferat;
- wykaz osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, w tym informację o opublikowanych pracach naukowych, aktywności naukowej oraz współpracy z otoczeniem społecznym i gospodarczym;
- kopia dyplomu doktora nauk technicznych;
- oświadczenia współautorów cyklu publikacji stanowiącego osiągnięcie habilitacyjne;
- cykl 8 publikacji deklarowanych jako osiągnięcie naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój wskazanej dyscypliny naukowej.

1. Sylwetka Habilitanta

Dr inż. Zbigniew Krzemianowski ukończył jednostopniowe studia magisterskie w 1998 roku na Wydziale Mechanicznym Politechniki Gdańskiej w specjalności Turbiny Gazowe, Parowe i Wodne. Po ukończeniu studiów Kandydat podjął studia doktoranckie na Międzywydziałowym Studium Doktoranckim „Współczesne Technologie i Konwersja Energii” na Politechnice Gdańskiej, które ukończył w roku 2003. Kandydat uzyskał stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie naukowej Budowa i Eksploatacja Maszyn nadany przez Radę Naukową Wydziału Mechanicznego Politechniki Gdańskiej z dnia 11 czerwca 2003 roku. Tytuł rozprawy doktorskiej: *Metoda projektowania kształtu łopatek wirnikowych dla maszyn wodnych rewersyjnych*; promotorem rozprawy był Prof. dr hab. inż. Romuald Puzyrewski, recenzentami w przewodzie doktorskim byli: Prof. dr hab. inż. Janusz Plutecki oraz Prof. dr hab. inż. Jan Szantyr. Praca doktorska została obroniona z wyróżnieniem. W roku 2003 Kandydat został zatrudniony na stanowisku adiunkta w Instytucie Maszyn Przepływowych w Gdańsku. Habilitant jest od 2012 roku zatrudniony w Instytucie Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku na stanowisku starszego specjalisty. Ponadto w okresie od lutego 2020 do marca 2022 Kandydat był zatrudniony na

stanowisku specjalisty w wymiarze $\frac{1}{4}$ etatu w Centrum Badań i Rozwoju Technologii dla Przemysłu S.A. w Warszawie w związku z realizowanym w tej jednostce projektem badawczo-rozwojowym.

2. Ocena osiągnięć naukowych Habilitanta

Habilitant wyspecyfikował do oceny jako osiągnięcie naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny (Art. 219, ust. 1, punkt 2, lit. b Ustawy z dnia 20 lipca 2018 Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, Dz. U. 2024 poz. 1571 z późn. zm.) osiem publikacji deklarowanych jako cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie zawartym w Komunikacie Ministra Nauki z dnia 5 stycznia 2024 roku w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych. Ponadto Habilitant wyspecyfikował do oceny jako osiągnięcie naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny (Art. 219, ust. 1, punkt 2, lit. c, w/w Ustawy) trzy oryginalne osiągnięcia deklarowane jako osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne, technologiczne lub artystyczne. Habilitant wskazał następujący tytuł powyższego osiągnięcia naukowego: *Badania i rozwój konstrukcji turbin wodnych przeznaczonych na najniższe wysokości spadu.*

2.1. Zawartość merytoryczna wskazanego osiągnięcia naukowego Habilitanta

W skład cyklu publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe Dr inż. Zbigniewa Krzemianowskiego wchodzi:

- I.1. Krzemianowski Z., Engineering design of the low-head Kaplan hydraulic turbine blades using the inverse problem method. Bulletin of the Polish Academy of Sciences - Technical Sciences, 2019, Vol. 67, punktacja MNiE 100, IF = 1.1;
- I.2. Krzemianowski Z., Steller J. High specific speed Francis turbine for small hydro purposes - design methodology based on solving the inverse problem in fluid mechanics and the cavitation test experience. Renewable Energy, 2021, Vol. 169, punktacja MNiE: 140, IF = 9.1, deklarowany udział Habilitanta: 80%;
- I.3. Liszka D., Krzemianowski Z., Węgiel T., Borkowski D., Polniak A., Wawrzykowski K., Cebula A., Alternative Solutions for Small Hydropower Plants. Energies, 2022, Vol. 15, punktacja MNiE: 140; IF = 3.2; deklarowany udział Habilitanta: 50%;
- I.4. Krzemianowski Z., Kaniecki M. Low-head high specific speed Kaplan turbine for small hydropower - design, CFD loss analysis and basic, cavitation and runaway investigations: A case study. Energy Conversion & Management, 2023, Vol. 276, punktacja MNiE: 200; IF = 10.9, deklarowany udział Habilitanta: 95%;
- I.5. Krzemianowski Z., Steller J. Basic performance, cavitation and runaway investigations of a high specific speed Francis turbine with emphasis on cavitation analysis: A case study. Energy Conversion & Management, 2024, Vol. 314, punktacja MNiE: 200; IF = 10.9, deklarowany udział Habilitanta: 80%;
- I.6. Krzemianowski Z., Przybyliński T., Karwacki J., Tomaszewski A. Experimental research of a high specific speed low-head model Francis turbine -A case study with emphasis on flow visualisation under runner using PIV method and energy production analysis. Energy, 2025, Vol. 334, punktacja MNiE: 200; IF = 9.4, deklarowany udział Habilitanta: 80%;
- I.7. Krzemianowski Z., Steller J., Janicki W., Góralczyk A. Cavitation and runaway experimental research of a very high specific speed low-head model Francis turbine - A case study with emphasis on flow analysis in the draft tube. Energy, 2025, Vol. 337, punktacja MNiE: 200; IF = 9.4, deklarowany udział Habilitanta: 75%;
- I.8. Krzemianowski Z., Puzyrewski R. 3D Computations of Flow Field in a Guide Vane Blading Designed by Means of 2D Model or a Low Head Hydraulic Turbine. XXI Krajowa Konferencja Mechaniki Płynów. Kraków, 2014. Journal of Physics: Conference Series,

530(I), 012031. 2014, publikacja ujęta w bazie Web of Science, niepunktowana w wykazie MNiE.

W dokumentacji przewodu zamieszczono oświadczenia współautorów o ich udziale procentowym w publikacjach współautorskich, jak również zamieszczono szczegółową informację o udziale rzeczowym Habilitanta w powyższych publikacjach współautorskich.

W skład osiągnięć projektowo-konstrukcyjnych Habilitanta wchodzi:

II.1. Zaprojektowany wysokosprawny układ przepływowy modelowej rurowej turbiny wodnej typu Kaplana, charakteryzujący się bardzo wysokim kinematycznym wyróżnikiem szybkobieżności o wartości ~ 260 , przeznaczonej na najniższe wysokości spadu;

Osiągnięcie to identyfikuję jako rezultat realizacji projektu NCN nr 6694/B/T02/2011/40 pt. *Rozwój metody projektowania układu przepływowego niskospadowych osiowych turbin wodnych*, którego Habilitant był kierownikiem (ujęty w Wykazie osiągnięć pod pozycją K1); wykonaną dokumentacją techniczną ujętą w Wykazie osiągnięć pod pozycją R1; projektów technicznych ujętych w Wykazie osiągnięć pod pozycjami S1, S2 oraz S3, a także efektem wdrożonej technologii ujętej w Wykazie osiągnięć pod pozycją W1.

II.2. Modelowy wirnik Francisa do wysokosprawnego układu przepływowego turbiny z napływem spiralnym, charakteryzujący się bardzo wysokim kinematycznym wyróżnikiem szybkobieżności 94, przeznaczonego na najniższe wysokości spadu;

Osiągnięcie to identyfikuję jako efekt zrealizowanego projektu finansowanego przez NCBR oraz NFOŚiGW GEKON1/O4/214228/27/2015 pt. *Opracowanie konstrukcji nowoczesnego hydrozespołu z turbiną typu Francisa przy wykorzystaniu współczesnych zaawansowanych narzędzi obliczeniowych, badawczych i technologicznych*; ujęty w Wykazie osiągnięć pod pozycją K2; dokumentacją techniczną ujętą w Wykazie oznaczeń pod pozycją T7 oraz T8, a także efektem wdrożonej technologii ujętej w Wykazie osiągnięć pod pozycją W3.

II.3. Zaprojektowany wysokosprawny układ przepływowy modelowej rurowej turbiny wodnej typu Kaplana, charakteryzujący się wysokim kinematycznym wyróżnikiem szybkobieżności o wartości ~ 238 , przeznaczonej na najniższe wysokości spadu;

Osiągnięcie to identyfikuję jako efekt zrealizowanego projektu finansowanego przez NCBR POIR.01.01.01-00-0960/18 pt. *Innowacyjny proces projektowania i produkcji typoszerogu ultra-niskospadowych turbin wodnych* ujęty w Wykazie osiągnięć pod pozycją N1; dokumentacją techniczną ujętą w Wykazie osiągnięć pod pozycją R2, a także efektem wdrożonej technologii ujętej w Wykazie osiągnięć pod pozycją W2.

Przedstawiony do oceny dorobek naukowy, wchodzący w skład głównego osiągnięcia naukowego, obejmuje w zakresie merytorycznym opracowanie w sposób kompleksowy zjawisk przepływowych oraz technologii niskospadowych szybkobieżnych turbin wodnych wraz z efektami prac o charakterze konstrukcyjnym oraz wdrożeniowym.

Habilitant zamieścił w Autoreferacie syntetyczny przegląd osiągnięć zawartych we wskazanych powyżej publikacjach oraz osiągnięciach projektowo-konstrukcyjnych, stanowiących główne osiągnięcie naukowe. Habilitant zamieścił opis rozwiniętej przez siebie metody obliczeniowej łopatek maszyny przepływowej w ujęciu odwrotnym, a następnie zamieścił przegląd najistotniejszych osiągnięć badawczych oraz konstrukcyjnych w zakresie niskospadowych wysokobieżnych turbin wodnych, przyjmując jako kryterium wskaźnik szybkobieżności oraz typu turbiny. Habilitant przyjął w Autoreferacie układ chronologiczny realizowanych prac badawczych i rozwojowych, które dotyczą:

- modelowej niskospadowej turbiny Kaplana o wyróżniku szybkobieżności około 260;
- modelowych niskospadowych turbin Francisa o wyróżnikach szybkobieżności 92 oraz 94;
- modelowej niskospadowej turbiny semi-Kaplana (tj. posiadającej regulację tylko łopatek wirnika) o wyróżniku szybkobieżności 160;
- modelowej niskospadowej turbiny Kaplana o wyróżniku szybkobieżności około 236.

Należy podkreślić, iż liczne osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne oraz wdrożeniowe zostały ujęte w sposób syntetyczny w Wykazie osiągnięć Habilitanta i nie są szerzej ujęte w Autoreferacie. W efekcie Autoreferat obejmuje głównie wątki badawcze związane z modelowaniem numerycznym turbin wodnych niskospadowych, w tym głównie: obliczaniem profilów łopatek kierowniczych i wirnikowych, systematycznymi badaniami eksperymentalnymi turbin wodnych, w tym głównie badaniami podstawowymi pracy turbin, badaniami rozbiegowymi oraz kawitacyjnymi, analizą sprawnościową turbin wodnych wraz z analizą fizycznych aspektów tzw. siodłowania, a także analizą fizycznych uwarunkowań procesu kawitacji na bazie rozszerzonych badań wizualizacyjnych procesu.

Autoreferat w zasadniczej części (strony 5 – 88) prezentuje w sposób syntetyczny najistotniejsze osiągnięcia naukowe Habilitanta i w znaczącej mierze nosi znamiona monografii prezentującej rozwój technologii, nowoczesnej metodyki projektowania oraz metod badawczych niskospadowych turbin wodnych. Autoreferat we wstępnej części wprowadza w tematykę niskospadowych turbin wodnych oraz prezentuje uzasadnienie rozwoju tej technologii w kontekście potrzeb oraz uwarunkowań krajowej energetyki wodnej. W dalszej części Autoreferatu Habilitant zaprezentował metodę projektowania łopatek z zastosowaniem podejścia odwrotnego polegającą na poszukiwaniu powierzchni szkieletowej łopatek na podstawie założonych warunków brzegowych. Prezentowany model obliczeniowy sformułowany jest w krzywoliniowym układzie współrzędnych. Poprzez zastosowanie współczynników Christoffela II rodzaju następuje transformacja równań zachowania masy, pędu i energii z układu kartezjańskiego do układu krzywoliniowego opartego na zarysie kanału łopatkowego. W efekcie trójwymiarowe pole prędkości transformowane jest do opisu dwuwymiarowego. Habilitant szerzej podjął dyskusję w zakresie uwarunkowań implementacji tejże metody. Bazę do rozwoju tej metody modelowania geometrii łopatek stanowi publikacja I.8, zaś jej rozwój oraz implementację dla niskospadowych turbin wodnych zawierają publikacje I.1, I.2 oraz I.4 wchodzące w skład osiągnięcia naukowego Habilitanta.

W sposób szczegółowy Habilitant zaprezentował implementację metody odwrotnej modelowania geometrii łopatek kierowniczych oraz wirnikowych dla turbiny Kaplana o bardzo wysokim wyróżniku szybkobieżności. Rezultaty w tym zakresie zostały opublikowane w pracach I.1 oraz I.8. Habilitant wykazał, że uzyskiwana tą drogą geometria łopatek kierowniczych cechuje się znaczną krzywizną, nietypową w odniesieniu do rozwiązań konwencjonalnych. Została potwierdzona eksperymentalnie wysoka sprawność tak zaprojektowanej turbiny. Rozwiązanie zostało wdrożone w jednej z krajowych elektrowni wodnych.

W publikacjach I.2, I.5, I.6 oraz I.7 Habilitant podjął zagadnienia nie tylko predykcji geometrii łopatek, lecz także optymalizacji za pomocą obliczeń CFD z zastosowaniem algorytmów genetycznych, a także kompleksowy program badań eksperymentalnych dla turbin Francisa o dużych wyróżnikach szybkobieżności. Program badań eksperymentalnych objął nie tylko konwencjonalny zakres badań podstawowych, kawitacyjnych oraz rozbiegowych, lecz także badania strat mechanicznych oraz rozszerzone badania kawitacyjne z zastosowaniem techniki PIV. Szczególną uwagę Habilitant zwrócił na aspekty uzyskiwanych charakterystyk sprawnościowych turbiny Francisa w kontekście tzw. siodłowania, tj. uzyskiwania w układzie współrzędnych sprawność – prędkość obrotowa turbiny charakterystyk w postaci krzywych z dwoma lokalnymi ekstremami. Habilitant wskazał, że zagadnienie to dla tego typu turbin nie jest szerzej rozpoznane w literaturze, w związku z tym podjął szerzej analizę tego efektu. W

szczegółności wskazał on, że powyższy efekt nie jest związany z formowaniem się kawitacji w przepływie, lecz są wynikiem formowania się wtórnych struktur przepływu zależnych od prędkości obrotowej wirnika. Wykonane zostały także szczegółowe analizy procesu kawitacji zarówno w kontekście identyfikacji tego procesu, a także oceny krytycznej liczby kawitacyjnej dla rozważanego typu turbiny. Należy podkreślić, iż rezultaty podejmowanych prac zostały wdrożone w krajowej elektrowni wodnej.

Zagadnienia opracowania rozwiązania niskospadowej turbiny semi-Kaplana o niekonwencjonalnym, uproszczonym rozwiązaniu, w którym zamiast układu łopatek kierowniczych zastosowano specjalnie ukształtowany kanał spiralny w celu nadania odpowiedniego krętu na wlocie na wirnik są przedmiotem publikacji I.3. Na bazie systematycznych badań eksperymentalnych Habilitant dowiódł wysokiej sprawności takiego rozwiązania i wykazał brak szkodliwego efektu tzw. siodełowania dla opracowanego rozwiązania turbiny. Również te rezultaty zostały wdrożone w krajowej elektrowni wodnej.

Zagadnienia opracowania modelowej turbiny Kaplana o bardzo wysokim wyróżniku szybkobieżności są przedmiotem publikacji I.4, przy czym w Autoreferacie rozszerzono prezentację uzyskanych rezultatów. Jednym z kluczowych wątków badawczych jest w tym przypadku zagadnienie optymalizacji geometrii łopatek kierownicy oraz wirnika, a także rury ssącej. Habilitant na bazie szczegółowej analizy zaimplementował nieklasyczną geometrię kierownic. Rezultaty systematycznych badań eksperymentalnych (podstawowych, rozbiegowych oraz kawitacyjnych) w ostateczności potwierdziły uzyskanie wysokiej sprawności turbiny wraz z pożądanymi własnościami turbiny uzyskanymi w badaniach kawitacyjnych oraz rozbiegowych. Również te rezultaty zostały wdrożone w krajowej energetyce wodnej.

2.2. Ocena wskazanego osiągnięcia naukowego Habilitanta

Najważniejsze osiągnięcia Habilitanta ujęte w Autoreferacie podsumowującym cykl 8 publikacji obejmują:

- rozwinięcie metody projektowania łopatek wirnika oraz kierownicy w ujęciu zadania odwrotnego dla niskospadowych, szybkobieżnych turbin wodnych, co stanowi oryginalne osiągnięcie naukowe z uwagi na to, że jest to metoda unikalna w literaturze naukowej dotyczącej turbin wodnych; Habilitant wniósł kluczowy wkład w rozwój oraz implementację tej metody; powyższe uzasadnia ujęcie referatu wskazanego jako publikacja I.8, która stanowi w istocie bazę do rozwoju oraz implementacji tej metody w pozostałych publikacjach Habilitanta;
- opracowanie geometrii łopatek wirnika oraz regulowanej kierownicy dla turbiny Kaplana przeznaczonej do ultra-niskich spadów; na bazie uzyskanych rezultatów została zaprojektowana wysokosprawna turbina dla zastosowań w krajowej przemysłowej energetyce wodnej.
- opracowanie innowacyjnej geometrii kierownicy regulowanej o znacznej krzywiznie oraz smukłości, odmiennej od konwencjonalnych rozwiązań znanych w literaturze i stanie techniki;
- opracowanie łopatki wirnika turbiny Francisa o wysokim wyróżniku szybkobieżności z wykorzystaniem metody odwrotnej oraz optymalizacja geometrii z zastosowaniem obliczeń numerycznych CFD z wykorzystaniem algorytmów genetycznych; potwierdzona została wysoka sprawność turbin z zastosowaniem tak ukształtowanych łopatek;
- wykonanie kompleksowych, rozszerzonych badań eksperymentalnych turbin Kaplana i Francisa dla niskich i ultra-niskich spadów;
- identyfikację fizycznych aspektów efektu tzw. siodełowania dla charakterystyk sprawnościowych turbin Francisa o wysokim wyróżniku szybkobieżności;
- rozpoznanie fizycznych aspektów procesu kawitacji z zastosowaniem badań emisji akustycznej, pulsacji ciśnienia, drgań oraz wizualizacji przepływu z zastosowaniem techniki PIV, przeanalizowanie wpływu tego procesu na pracę turbiny również w aspekcie wykazania,

że kavitacja nie jest przyczyną efektu tzw. siodłowania w charakterystykach sprawnościowych turbiny;

- wyznaczenie strat mechanicznych w szerokim zakresie parametrów pracy turbiny oraz wskazanie poza-optimalnych punktów doboru turbiny, dla których możliwa jest zwiększona generacja energii w warunkach pogorszonej sprawności;
- wykazanie wpływu temperatury wody na sprawność turbin Francisz z uwagi na zmiany lepkości wody;
- uzupełnienie luki w literaturze naukowej poprzez kompleksowe studia przypadków turbin niskospadowych z prezentacją metodyki pomiarowej oraz analizą niepewności.

Osiągnięcia naukowe Habilitanta wskazane jako cykl publikacji oraz cykl osiągnięć projektowo-konstrukcyjnych wnoszą bardzo duży wkład w rozwój turbin wodnych przeznaczonych do pracy przy bardzo niskich spadach. Jest to jednocześnie zagadnienie o kluczowym znaczeniu dla rozwoju energetyki wodnej w Polsce, głównie z uwagi na to, że podejmowane zagadnienia dotyczą badań oraz rozwoju technologii turbin niskospadowych, które mają zasadnicze znaczenie z uwarunkowania hydrologiczne. Proponowane rozwiązania mają charakter innowacyjny przede wszystkim dzięki zastosowanej metodyce projektowej, zweryfikowanej zarówno zaawansowanymi analizami CFD, jak i badaniami eksperymentalnymi prowadzonymi na unikatowym w skali kraju stanowisku badawczym. W moim przekonaniu bardzo cennym elementem osiągnięcia habilitacyjnego są również osiągnięcia konstrukcyjno-projektowe wdrożone w krajowej energetyce.

Habilitant opatrzył przedkładany zbiór publikacji wspólnym wyróżnikiem w postaci tytułu jednoznacznie wskazującego na jego jednotematyczność. Zakres tematyczny tych publikacji oraz osiągnięć konstrukcyjno-projektowych w sposób jednoznaczny spełnia warunek jednotematyczności.

Uwagi krytyczne w zakresie wskazanego osiągnięcia naukowego Habilitanta:

- 1) W Autoreferacie zamieszczono zasadnicze motywacje do podjęcia prac badawczych oraz konstrukcyjno-projektowych, głównie wynikające z potrzeb krajowej energetyki wodnej. W Autoreferacie nie wskazano jednakże luk aktualnej wiedzy w podejmowanych obszarach badawczych, na tle których czytelniejsze stałyby się osiągnięcia naukowe Habilitanta w zakresie metodycznym oraz poznawczym. Nadmieniam, iż taki stan wiedzy zaprezentowany został w cyklu publikacji stanowiącym część osiągnięcia habilitacyjnego.
- 2) W Autoreferacie Habilitant wskazał trzy osiągnięcia konstrukcyjno-projektowe, które jednak żnie nie zostały w sposób czytelny powiązane z udokumentowanymi efektami realizacji prac projektowo-konstrukcyjnych. W efekcie w podrozdziale 2.1 wskazałem na takie powiązania zidentyfikowane na podstawie własnej analizy Wykazu osiągnięć Habilitanta.

Za najistotniejsze osiągnięcia Habilitanta wnoszące istotny wkład poznawczy w dyscyplinie Inżynieria mechaniczna uważam:

- kompleksowe opracowanie oraz rozwinięcie metody w ujęciu odwrotnym projektowania łopatek kierowniczych oraz wirnikowych turbin wodnych niskospadowych;
- zaprojektowanie oraz wykonanie kompleksowych badań turbin wodnych niskospadowych typu Kaplana oraz Francisz z zastosowaniem innowacyjnych rozwiązań układu przepływowego;
- opracowanie rozwiązań technicznych oraz wdrożenie w krajowej energetyce badań turbin wodnych niskospadowych typu Kaplana oraz Francisz z zastosowaniem innowacyjnych rozwiązań układu przepływowego.

Przedmiotowe osiągnięcia mają niewątpliwie charakter prac w pełni oryginalnych, zastosowano w nich nowoczesne narzędzia badawcze do realizacji modelowania numerycznego oraz prac

eksperymentalnych. Ważne jest także, że w ramach osiągnięcia naukowego podejmowane były prace o charakterze wielowątkowym, znacznie wykraczające poza ramy dostępnej w literaturze wiedzy. W osiągnięciu naukowym Habilitanta podejmowane są zagadnienia wnoszące istotny wkład poznawczy oraz metodyczny. Podejmowane w ramach osiągnięcia naukowego prace obejmują problemy naukowe o wysokim stopniu oryginalności. Jednotematyczny cykl publikacji obejmuje zatem w pełni wartościowe poznawczo prace o opublikowane w renomowanych czasopismach z listy JCR, na ogół o wysokich bądź nawet bardzo wysokich wskaźnikach wpływu *Impact Factor*. Należy także wskazać na unikalny walor osiągnięcia habilitacyjnego obejmującego nie tylko cykl publikacji, lecz jednocześnie wdrożone osiągnięcia konstrukcyjno-projektowe.

Podsumowując osiągnięcia naukowe Dr inż. Zbigniewa Krzemianowskiego zawarte w przedłożonym do recenzji zestawie prac, mogę stwierdzić, że:

- a) przedstawione wyniki badań oraz osiągnięcia konstrukcyjno-projektowe stanowią jednotematyczny, twórczy dorobek naukowy Habilitanta;
- b) zastosowana metodologia badań jest w mojej ocenie prawidłowa;
- c) podejście Habilitanta charakteryzuje się szerokim, wielowątkowym ujęciem podejmowanych problemów badawczych;
- d) udział Habilitanta w pracach współautorskich obejmuje w zdecydowanej większości przypadków kluczowe elementy tych prac i może być uznany za jego w pełni oryginalne osiągnięcie naukowe;
- e) przedstawione wyniki badań wskazane przez Habilitanta jako główne osiągnięcie naukowe – są osiągnięciami wnoszącymi bardzo duży wkład w rozwój dyscypliny naukowej Inżynieria mechaniczna.

2.3. Ocena aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej

W odniesieniu do kryterium zawartego w wymaganiach ustawowych w Art. 219, ust. 1, punkt 3 (Ustawy z dnia 20 lipca 2018 Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, Dz. U. 2024 poz. 1571 z późn. zm.) ocenie podlega także działalność badawcza we współpracy z ośrodkami badawczymi zagranicznymi oraz krajowymi. W tym zakresie należy podkreślić, że osiągnięcie naukowe zostało wypracowane w ramach współpracy Habilitanta z pracownikami z innych niż macierzysta jednostkami naukowymi. W szczególności, Habilitant podejmował owocną i udokumentowaną z następującymi ośrodkami badawczymi.

Habilitant nawiązał w 2019 roku współpracę z Narodowym Centrum Badań Pomp, znajdującym się na Uniwersytecie Jiangsu w Chinach. Współpraca obejmowała wygłoszenie wykładu zapraszanego w tej jednostce naukowej na temat opracowanych modelowych niskospadowych turbin Kaplana i Francisa. W ramach tej współpracy powstał artykuł opublikowany w renomowanym czasopiśmie *Applied Energy*. Jest to publikacja przeglądowa dotycząca zastosowania teorii produkcji entropii do analizy przepływu w maszynach wodnych – w publikacji tej współautorem jest prof. Ling Zhou z wyżej wskazanej instytucji oraz prof. Ramesh K. Agarwal z Washington University. Habilitant w ramach podejmowanej współpracy złożył trzy wspólne wnioski projektowe do NCBR w ramach konkursów polsko-chińskich SHENG 1 i SHENG2 oraz 1 polsko-chiński projekt bilateralny, które jednakże nie uzyskały dofinansowania. Habilitant wskazał także w Autoreferacie, że efektem tej współpracy była także zrealizowana współpraca edytorska w dwóch czasopismach naukowych na bazie rekomendacji wynikającej z podjętej współpracy.

Habilitant podjął także efektywną współpracę z Centrum Badań i Rozwoju Technologii dla Przemysłu w Warszawie S.A.. W instytucji tej Habilitant był zatrudniony na stanowisku specjalisty ds. badania parametrów przepływu w wymiarze 1/4 etatu w latach 2020 do 2022.

Zatrudnienie to miało miejsce w związku z realizacją projektu POIR.01 .01 .01-00-0541/ 19-00 pt. *Powłoki barierowe i hydrofobowe do zastosowania w formach wtryskowych*. Efektem podjętej współpracy Wynikiem pracy jest artykuł opublikowany w czasopiśmie *Acta Mechnica et Automatica*.

Kolejnym podmiotem, z którym Habilitant nawiązał efektywną współpracę jest Politechnika Krakowska. Współpraca ta nawiązana została w ramach realizacji projektu kierowanego przez Habilitanta (projekt POIR.01.02.00-00-0251/16 pt. *Opracowanie technologii niskospadowej modułowej elektrowni wodnej o wysokiej efektywności energetycznej i minimalnej ingerencji w środowisko*). Efektem podjętej współpracy jest artykuł I.3 stanowiący element osiągnięcia habilitacyjnego. Ponadto Habilitant wskazał w Autoreferacie, że w ramach podjętej współpracy zostały złożone dwa wnioski projektów, które jednakże nie uzyskały dofinansowania.

Powyżej wskazane osiągnięcia dowodzą, że Dr inż. Zbigniew Krzemianowski spełnia przedmiotowe wymagania kryterialne wskazane w Art. 219, ust. 1, punkt 3 w/w Ustawy.

3. Ocena pozostałej działalności Habilitanta

Na dorobek naukowy Habilitanta składają się osiągnięcia stanowiące przedmiot następujących publikacji:

- cykl 8 powiązanych tematycznie artykułów, które jako osiągnięcie habilitacyjne zostały omówione w punkcie 2.1 niniejszej recenzji;
- współautorstwo dwóch monografii naukowych w wydawnictwie instytutowym oraz uczelnianym (opublikowane po uzyskaniu stopnia doktora);
- współautorstwo 16 artykułów opublikowanych w wysoko-punktowanych czasopismach naukowych indeksowanych w bazach Web of Science lub Scopus, a także 12 artykułów w czasopismach o zasięgu międzynarodowym lub krajowym nie indeksowanych w bazach Web of Science lub Scopus (wszystkie publikacje po uzyskaniu stopnia doktora);
- 51 referatów opublikowanych w materiałach konferencji naukowych międzynarodowych i krajowych, w tym 3 ujęte w bazach Web of Science lub Scopus (w tym łącznie 5 przed i 46 po uzyskaniu stopnia doktora);
- współautorstwo trzech wykładów zapraszanych wygłoszonych na konferencjach międzynarodowych (po uzyskaniu stopnia doktora).

Referaty konferencyjne opublikowane przed uzyskaniem stopnia doktora dotyczyły głównie tematyki rozprawy doktorskiej, tj. zagadnień modelowania łopatek wirnikowych turbin rewersyjnych. W okresie po uzyskaniu stopnia doktora Habilitant podejmował także zagadnienia nie objęte osiągnięciem naukowym, w tym: zagadnienia modelowania śrub okrętowych; modelowania oporów przepływu w kanałach w warunkach formowania się osadów; zagadnienia erozji kawitacyjnej; modelowania turbin powietrznych; zagadnień separacji w przepływach wielofazowych, zagadnień uderzeń hydraulicznych.

Osiągnięcia publikacyjne Habilitanta opisują następujące wskaźniki nauko-metryczne wskazane w dokumentacji przewodu habilitacyjnego:

- sumaryczny współczynnik wpływu *Impact Factor* IF = 97.3;
- ilość cytowań wg bazy Web of Science 339 bez autocytowań;
- indeks Hirsha wg bazy Web of Science IH = 9.

Habilitant posiada także bardzo duży dorobek w zakresie realizacji projektów badawczych i rozwojowych w skali krajowej oraz międzynarodowej. W tym zakresie habilitant uczestniczył w realizacji 18 projektów realizowanych w macierzystej jednostce naukowej (w tym 1 przed uzyskaniem stopnia doktora). W trzech projektach Habilitant był kierownikiem, zaś w kolejnych

trzech projektach Habilitant był kierownikiem prac w podwykonawstwie. W Wykazie osiągnięć zamieszczone zostały szczegółowe informacje dokumentujące tę obszerną część dorobku zawodowego Habilitanta.

Habilitant posiada również bardzo duży dorobek organizacyjny oraz recenzencki w obszarze naukowym, na który składa się:

- członkostwo w komitetach redakcyjnych dwóch czasopism naukowych (*Journal of Drainage and Irrigation Machinery Engineering*; *Shock and Vibration*)
- wykonane 153 recenzje artykułów w renomowanych czasopismach naukowych (w tym 145 w czasopismach z listy Web of Science).

Habilitant posiada także bardzo duży dorobek projektowo-konstrukcyjny oraz ekspercki obejmujący realizację prac dla krajowego przemysłu, w tym:

- autorstwo 3 osiągnięć konstrukcyjno-projektowych włączonych do osiągnięcia habilitacyjnego, a także współautorstwo 4 osiągnięć konstrukcyjno-projektowych spoza osiągnięcia wskazanych w Wykazie osiągnięć, związane tematycznie z technologią śrub okrętowych, których rezultaty zostały opublikowane w czterech artykułach oraz częściowo wdrożone (zrealizowane po uzyskaniu stopnia doktora);
- wykonawstwo 8 prac w zakresie dokumentacji technicznej (wykonawczej oraz złożeniowej) turbin wodnych oraz 29 łącznie opracowań eksperckich dla elektrowni wodnych bądź instytucji publicznych;
- współautorstwo w trzech wdrożonych technologiach.

Habilitant wskazał, że w całym dorobku zawodowym posiada współpracę łącznie z 46 elektrowniami wodnymi.

Habilitant wskazał także na podejmowane w okresie po uzyskaniu stopnia doktora działania popularyzatorskie, zwłaszcza w obszarze energetyki wodnej.

Habilitant jest współautorem dwóch udzielnych wzorów użytkowych przez Urząd Patentowy RP oraz jednego złożonego wniosku patentowego.

Bardzo duża aktywność naukowa i organizacyjna Habilitanta była wielokrotnie nagradzana na poziomie macierzystej jednostki naukowej.

Podsumowując ocenę dorobku Dr inż. Zbigniewa Krzemianowskiego w zakresie naukowym wykraczającym poza wskazane główne osiągnięcie naukowe, stwierdzam, że Habilitant posiada znaczący dorobek naukowy w skali międzynarodowej udokumentowany bardzo dobrymi wskaźnikami naukowymi. Posiada on duży dorobek recenzencki, bardzo duże osiągnięcia w realizacji prac projektowych. Unikalną cechą tego dorobku jest bardzo duża ilość wdrożeń bazujących na osiągnięciach naukowych Habilitanta, co stanowi ewenement przy ocenie dorobku habilitacyjnego. Uznaję zatem, że znacząca część dorobku zawodowego Habilitanta nosi znamiona wkładu w rozwój dyscypliny naukowej o wybitnym charakterze. Istotna część dorobku naukowego, projektowego, eksperckiego oraz wdrożeniowego przypada na okres po uzyskaniu stopnia doktora.

Powyższe świadczy o tym, że Dr inż. Zbigniew Krzemianowski posiada ugruntowany dorobek naukowy, konstrukcyjno-projektowy, a także wdrożeniowy, wnoszący bardzo duży wkład w dyscyplinie Inżynieria mechaniczna w skali międzynarodowej, a także osiągnięcia w zakresie organizacji pracy badawczej w formie realizowanych projektów, recenzji prac naukowych i popularyzacji nauki - świadczące o bardzo wysokiej pozycji zawodowej oraz bardzo dużej aktywności akademickiej.

4. Konkluzja końcowa

Przedstawiona powyżej analiza dorobku naukowego Dr inż. Zbigniewa Krzemianowskiego dowodzi, że posiada on znaczące osiągnięcie naukowe, spełniające kryteria wyspecyfikowane w Art. 219, ust. 1, punkt 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2024 poz. 1571 z późn. zm.) dla osiągnięć naukowych w postępowaniu habilitacyjnym.

Również dokonana w recenzji analiza uzyskanych przez Dr inż. Zbigniewa Krzemianowskiego osiągnięć w odniesieniu do całości dorobku naukowego, konstrukcyjno-projektowego, wdrożeniowego, współpracy z poza-macierzystymi ośrodkami naukowymi, a także osiągnięcia w zakresie organizacji pracy badawczej w formie realizowanych projektów, recenzji prac naukowych i popularyzacji nauki - wykazuje, że spełnia on z nadmiarem również pozaustawowe, zwyczajowe kryteria oczekiwane przez kandydatów na stopień doktora habilitowanego. Uznaję zatem, że znacząca część dorobku zawodowego Habilitanta nosi znamiona wkładu w rozwój dyscypliny naukowej o wybitnym charakterze.

W konkluzji stwierdzam, że wniosek o nadanie Dr inż. Zbigniewowi Krzemianowskiemu stopnia doktora habilitowanego nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria mechaniczna uważam za w pełni zasadny.