

Recenzja w postępowaniu habilitacyjnym pana dr. inż. Zbigniewa Józefa Krzemianowskiego

Wykonawca: prof. dr hab. inż. Janusz Piechna

1. Podstawowe dane o kandydacie

Habilitant uzyskał stopień doktora nauk technicznych z wyróżnieniem na Wydziale Mechanicznym Politechniki Gdańskiej, w dyscyplinie „Budowa i Eksploatacja Maszyn”, w specjalności „Maszyny Wirnikowe”. Rozprawa doktorska pt. „Metody projektowania kształtu łopatek wirnikowych dla maszyn wodnych rewersyjnych” została obroniona w 2003 r.

Habilitant nie ubiegał się uprzednio o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

2. Przebieg pracy zawodowej

05.2003-06.2003 Instytut Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku.

Stanowisko: Specjalista (w wymiarze ½ etatu)

07.2003-06.2012 Instytut Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku.

Stanowisko: Adiunkt.

07.2012-obecnie Instytut Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku.

Stanowisko: Starszy specjalista.

02.2020-03.2022 Centrum Badań i Rozwoju Technologii dla Przemysłu S.A. w Warszawie (00-120 Warszawa ul. Żłota 59). Zatrudnienie na umowę o pracę w jednostce naukowej, w celu realizacji projektu POIR.

Stanowisko: Specjalista ds. badania parametrów przepływu (1/4 etatu).

3. Podstawa prawna i kryteria oceny

Recenzję sporządzono z uwzględnieniem stanu prawnego obowiązującego na dzień wszczęcia postępowania habilitacyjnego. Podstawę prawną oceny stanowi ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. — *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*, w brzmieniu uwzględniającym tekst ujednolicony Kancelarii Sejmu opracowany według stanu na 30 marca 2026 r. Tekst ten obejmuje zmiany ogłoszone m.in. w Dz.U. z 2026 r. poz. 187, 203, 328 i 370.

Zgodnie z art. 219 ust. 1 tej ustawy stopień doktora habilitowanego może zostać nadany osobie, która: posiada stopień doktora, posiada w dorobku osiągnięcia naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, w tym m.in. cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych, oraz wykazuje się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

W niniejszej recenzji ocenie poddano zatem w szczególności: spójność i wartość naukową przedstawionego cyklu publikacji, indywidualny wkład Habilitanta w osiągnięcie naukowe, znaczenie uzyskanych wyników dla dyscypliny inżynieria mechaniczna, a także pozostałą aktywność naukową, badawczą, wdrożeniową, ekspercką i organizacyjną Habilitanta.

Dalsze przepisy proceduralne mają znaczenie dla organizacji postępowania, natomiast zasadniczym punktem odniesienia dla oceny merytorycznej dorobku Habilitanta pozostaje art. 219 ustawy.

4. Informacja o spełnieniu przez Habilitanta kryterium wykazania się istotną aktywnością naukową.

Habilitant przedstawił zestaw ośmiu powiązanych publikacji jako osiągnięcie naukowe uzyskane po otrzymaniu stopnia doktora, stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna oraz trzy osiągnięcia konstrukcyjne, pod zbiorczym tytułem:

„Badania i rozwój konstrukcji turbin wodnych przeznaczonych na najniższe wysokości spadu”

4.1 Lista i krótki opis publikacji z cyklu powiązanych ze sobą tematycznie artykułów naukowych.

1. **Z. Krzemianowski, “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. DOI: 10.24425/bpasts.2019.130888. 100 pkt., IF =1.1**
Praca dotyczy projektowania łopatek kierownicy i łopatek wirnika turbiny **Kaplana**. Zawiera informacje o metodyce projektowania, w której powierzchnie 3D łopatek wynikają z geometrii południkowej i linii prądu, a równania zapisano w układzie krzywoliniowym, zaś rozwiązanie uzyskano **metodą charakterystyk**. Walidacja obejmuje badania numeryczne i eksperymentalne dla niskospadowego modelu turbiny Kaplana $H = 1,5$ m, o bardzo dużej szybkoobrotowości. Praca ta należy do najważniejszych publikacji cyklu dotyczących zastosowania metody odwrotnej do projektowania łopatek kierownicy i wirnika turbiny Kaplana.
2. **Z. Krzemianowski, J. Steller, “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. 140 pkt., IF =9.1, Udział 80%**
Praca stanowi przykład analiz prowadzonych dla wirnika Francis. Obejmuje badania podstawowe, kawitacyjne i rozbiegowe. Autorzy deklarują, że celem jest opis procesu projektowania łopatki wirnika Francis o wysokiej szybkoobrotowości przez rozwiązanie zadania odwrotnego z użyciem teorii hodografu i optymalizacji CFD. W opisie procedury podają, że metodologię zastosowano do wirnika modelowego $\varnothing 250$ mm, a metoda charakterystyk służyła do wyznaczania pól ciśnienia i prędkości.
3. **Liszka D., Krzemianowski Z., Węgiel T., Borkowski D., Polniak A., Wawrzykowski K., Cebula A., “Alternative Solutions for Small Hydropower Plants”, Energies, 15(4), 1275. 2022, 140 pkt., IF =3.2, Udział 55%**
Praca zawiera przegląd oraz propozycje alternatywnych rozwiązań technicznych dla małych elektrowni wodnych.
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 and Management, 276, 116558. DOI: 10.1016/j.enconman.2022.116558. 2022, 200 pkt., IF =10.9, Udział 95%**
Praca dotyczy analizy przepływów w niskospadowej turbinie Kaplana do spadów 1–3

m. Zawiera projekt, obliczenia CFD, pomiary strat, analizę objawów kawitacji oraz badania rozbiegu.

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 and Management, 314, 118653. 2024,**

200 pkt., IF =10.9, Udział 80%

Tematem pracy jest wysokoszybkobieżna turbina Francis. Obejmuje badania sprawności, kawitacji, rozbiegu. Istotnym elementem pracy jest wskazanie lokalnych wklęśnięć charakterystyk przepływowych, określanych przez autorów jako „siodła”. Publikacja przedstawia badania eksperymentalne bardzo wysokoszybkobieżnej turbiny Francis dla niskich spadów. Szczególne znaczenie ma analiza charakterystyk sprawnościowych, kawitacyjnych i rozbiegowych oraz powiązanie ich z obserwowanymi zjawiskami przepływowymi. Praca stanowi ważny element cyklu, ponieważ potwierdza możliwość zastosowania tej klasy turbin w zakresie typowym dotąd raczej dla turbin śmigłowych lub Kaplana. Praca ta należy do najważniejszych publikacji cyklu, ponieważ łączy badania sprawnościowe, kawitacyjne i rozbiegowe z analizą nietypowych anomalii charakterystyk pracy turbiny.

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, 334, 137711 DOI:**

10.1016/j.energy.2025.137711. 2025

200 pkt., IF =9.4, Udział 80%

Jest to istotna publikacja dotycząca niskospadowej turbiny Francis o bardzo wysokim wyróżniku szybkobieżności, z kinematycznym wyróżnikiem 94. Autorzy wychodzą od praktycznego problemu niedostosowania części istniejących hydrozespołów typu Francis do rzeczywistych niskich spadów. Praca przedstawia charakterystyki muszlowe, straty tarcia oraz wyniki wizualizacji przepływu pod wirnikiem metodą PIV. Pojawia się w niej zjawisko „lokalnych obniżień” i nieregularności charakterystyk przepływowych. Zawiera ważne stwierdzenie, że **siodła pojawiły się na charakterystykach momentu i wydatku objętościowego wody przy dużych otwarciach kierownicy**. Autorzy zaznaczają, że może to być nowością w kontekście turbin Francis.

Różnica względem pracy z roku 2024 jest taka, że tutaj nacisk przesuwają się z klasycznej diagnostyki kawitacyjno-rozbiegowej na **związek charakterystyk z obrazem przepływu pod wirnikiem**. PIV jest istotny, bo pozwala zobaczyć, czy nieregularności charakterystyk mają odpowiednik w strukturze przepływu: zawirowaniu, asymetrii, separacji albo niestabilnym odpływie do rury ssącej.

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, 337, 138556. DOI: 10.1016/j.energy.2025.138556. 2025**

200 pkt., IF =9.4, Udział 75%

Kawitacja i rozbieg bardzo szybkobieżnej niskospadowej turbiny Francis to główna tematyka tej pracy. To praca uzupełniająca wobec poprzedniej. Dotyczy tej samej klasy maszyny: **niskospadowej turbiny Francis o bardzo wysokim kinematycznym wyróżniku szybkobieżności 94**, przeznaczonej do najniższych spadów, przy których współczesne turbiny Francis są jeszcze sensownie stosowane — autorzy podają zakres **8–30 m**. Głównym tematem pracy są **kawitacja i rozbieg**, ze

szczególnym naciskiem na przepływ w rurze ssącej. Autorzy podkreślają, że takie bardzo szybkoobrotowe turbiny Francisa przenoszą duże przepływy, więc mimo poprawnego projektu są narażone na kawitację przez wysokie prędkości w układzie przepływowym. W pracy zastosowano diagnostykę wieloparametrową: **emisję akustyczną, pulsacje ciśnienia w rurze ssącej i drgania ściany rury ssącej**. Wartość dopuszczalnego współczynnika kawitacji w punkcie najlepszej sprawności określono na około $\sigma = 0,24$, co autorzy interpretują jako dobrą odporność kawitacyjną mimo dużych przepływów.

8. **Krzemianowski Z., Puzyrewski R., "3D computations of flow field in a guide vane blading designed by means of 2D model for a low head hydraulic turbine", Journal of Physics: Conference Series, 530, 012031. 2014, DOI: 10.1088/1742-6596/530/1/012031.**

Udział

50

50%

Praca zawiera opis obliczenia kształtu 3D kierownicy zaprojektowanej metodą 2D. Dotyczy projektowania łopatek niskospadowej turbiny wodnej w modelu 2D/3D. W pracy opisano model odwrotny, w którym warunki brzegowe nie zawierają geometrii łopatek, a model pozwala ją wygenerować.

Należy podkreślić, że kompleksowe ujęcie wyników badań eksperymentalnych przedstawione w omawianych publikacjach ma charakter unikalny. W kilku pracach zaprezentowano nietypowy efekt lokalnego obniżenia charakterystyk pracy turbin, określany jako efekt „siodełkowania”. Zjawisko to nie zostało opisane jedynie jako prosty spadek sprawności poza punktem najwyższej sprawności, lecz jako bardziej złożona nieregularność charakterystyk pracy turbiny.

W pracy z 2024 r. efekt ten jest widoczny przede wszystkim na charakterystykach sprawności i został powiązany z nietypowymi zmianami wydatku objętościowego wody oraz momentu. Może to wskazywać na zmianę reżimu przepływu przy dużym otwarciu kierownicy, prawdopodobnie z istotnym udziałem zjawisk zachodzących na odpływie z wirnika oraz w rurze ssącej. W pracy z 2025 r., wykorzystującej metodę PIV, autorzy podjęli próbę wizualizacji przepływu pod wirnikiem, przechodząc tym samym od obserwacji anomalii na charakterystykach do jej hydrodynamicznej interpretacji. Z kolei w publikacji z 2025 r. dotyczącej kawitacji i rozbiegu zaakcentowano zachowanie bardzo szybkoobrotowej geometrii turbiny Francisa w warunkach granicznych, obejmujących obniżone ciśnienie, rozwój kawitacji, przepływ w rurze ssącej oraz pracę w stanie rozbiegu.

Z omawianych prac wynika, że bardzo szybkoobrotowa turbina Francisa może zostać przesunięta w obszar zastosowań typowy dla turbin niskospadowych. Jednocześnie jej charakterystyki nie stanowią jedynie „wygładzonej” odmiany charakterystyk klasycznej turbiny Francisa. Przy dużych otwarciach kierownicy pojawiają się lokalne anomalie wydatku wody, momentu i/lub sprawności, które należy traktować jako rzeczywistą cechę przepływu, a nie wyłącznie jako artefakt interpolacji charakterystyki uniwersalnej.

Przedstawiony zbiór publikacji tworzy spójny tematycznie cykl poświęcony badaniom oraz rozwojowi konstrukcji turbin wodnych przeznaczonych do pracy przy niskich i bardzo niskich wysokościach spadu. Jego osią problemową jest projektowanie układów przepływowych turbin wodnych, w szczególności łopatek kierownic i wirników, z wykorzystaniem metod odwrotnych, teorii hodografu, metody charakterystyk, obliczeń CFD oraz weryfikacji eksperymentalnej. Zbiór ten nie ma charakteru przypadkowego zestawienia publikacji, lecz przedstawia konsekwentnie rozwijaną linię badawczą: od metody

generowania geometrii łopatek, przez analizę numeryczną, po badania modelowe, kawitacyjne, rozbiegowe i wizualizacyjne.

Za szczególnie wartościowe należy uznać połączenie aspektu teoretycznego, numerycznego i eksperymentalnego. Habilitant nie ogranicza się do samego projektowania geometrii ani do obliczeń CFD, lecz realizuje pełny tok postępowania inżynierskiego: od sformułowania zadania projektowego, przez uzyskanie kształtu układu przepływowego, po jego walidację na stanowisku badawczym. Taki charakter prac wzmacnia ich znaczenie praktyczne, zwłaszcza w kontekście małej energetyki wodnej, modernizacji istniejących obiektów oraz poszukiwania rozwiązań dla lokalizacji o niskich spadach, w których klasyczne konstrukcje turbin nie zawsze zapewniają korzystne parametry pracy.

Treść zbioru wskazuje również na istotne rozszerzenie klasycznego obszaru zastosowań turbin Francis. Prace dotyczące wysokoszybkobieżnych i bardzo wysokoszybkobieżnych turbin Francis pokazują, że możliwe jest przesuwanie wykorzystania tej klasy maszyn w kierunku zakresu typowego dla turbin Kaplana, semi-Kaplana lub turbin śmigłowych. Ważnym elementem cyklu jest opis lokalnych anomalii charakterystyk pracy, określanych jako efekt „siodełkowania”. Zjawisko to nie jest przedstawiane jedynie jako prosty spadek sprawności poza punktem najlepszej pracy, lecz jako bardziej złożona nieregularność obejmująca sprawność, moment oraz wydatek objętościowy. Włączenie badań PIV, diagnostyki kawitacyjnej, pomiarów drgań, emisji akustycznej i pulsacji ciśnienia zwiększa wiarygodność interpretacji tego zjawiska.

Zbiór ma także wyraźny wymiar aplikacyjny. Obejmuje nie tylko publikacje naukowe, lecz także rezultaty prowadzące do opracowań technicznych, wdrożeń oraz współpracy z przemysłem. Warto podkreślić, że zasadniczy wkład Habilitanta polega nie tylko na opracowaniu pojedynczych konstrukcji turbin, ale również na stworzeniu i konsekwentnym stosowaniu metodyki projektowo-badawczej, która może być wykorzystywana przy projektowaniu układów przepływowych dla małych elektrowni wodnych.

Habilitant prowadził prace naukowo-badawcze w obszarze odbiegającym od typowych zastosowań turbin wodnych przeznaczonych dla dużych i średnich spadków wody. Skoncentrował swoją uwagę na zakresie najniższych spadków, w którym klasyczne rozwiązania tracą część swojej sprawności i atrakcyjności ekonomicznej. Podejmował próby opracowania takich rozwiązań konstrukcyjnych kierownic i wirników, które pozwalałyby kompensować niskie spady zwiększonymi przepływami. Ostatecznym celem tych działań było obniżenie kosztów instalacji oraz zwiększenie możliwości wykorzystania takich rozwiązań w krajowych warunkach hydrologicznych i geologicznych.

Z jednej strony Habilitant rozwijał nietypowe, innowacyjne i efektywne metody projektowania, weryfikowane za pomocą szerokich analiz CFD. Z drugiej strony — co należy uznać za szczególnie istotne — projektowane rozwiązania były budowane i poddawane badaniom eksperymentalnym na unikalnym w skali kraju stanowisku do badań turbin wodnych. Pozwalało to potwierdzać oczekiwane charakterystyki pracy nie tylko numerycznie, ale również doświadczalnie.

Za istotne osiągnięcie Habilitanta należy uznać wykorzystanie metody charakterystyk do rozwiązania zadania odwrotnego w projektowaniu wirników turbin wodnych. Rdzeniem przedstawionego osiągnięcia jest opracowanie i zastosowanie metody projektowania układów łopatkowych turbin wodnych przez rozwiązanie zadania odwrotnego przepływu. W

autoreferacie pojawia się wprost sformułowanie „rozwiązanie zadania odwrotnego metodą charakterystyk”, a wykaz osiągnięć obejmuje między innymi projektowanie modelowego układu łopatkowego kierownicy i wirnika niskospadowej turbiny Kaplana oraz jego badania eksperymentalne.

Najważniejszy wkład metodyczny polega na tym, że Habilitant nie traktuje CFD jedynie jako narzędzia służącego do „poprawiania” gotowej geometrii. Buduje on pierwotną geometrię łopatek na podstawie założonych warunków przepływowych: linii prądu, hodografu prędkości oraz równań zachowania zapisanych w układzie krzywoliniowym dopasowanym do przepływu. W późniejszych publikacjach metoda ta została opisana jako podejście odwrotne oparte na teorii Wu, z równaniami w układzie krzywoliniowym, rozwiązywanymi metodą charakterystyk.

Do najważniejszych osiągnięć technicznych przedstawionego cyklu należy zaliczyć opracowanie metody generowania geometrii łopatek kierownicy i wirnika. Metoda ta umożliwia szybkie uzyskiwanie trójwymiarowych powierzchni łopatek turbiny wodnej na podstawie danych przepływowych. W publikacji dotyczącej turbiny Kaplana wskazano, że powierzchnie 3D łopatek mogą być otrzymywane na podstawie geometrii południkowej oraz rozkładu linii prądu, a następnie weryfikowane numerycznie i eksperymentalnie.

Ważnym rezultatem było również zastosowanie tej metody do bardzo szybkobieżnej, niskospadowej turbiny Kaplana. Zaprojektowana turbina była konstrukcją podwójnie regulowaną, o bardzo wysokim wyróżniku szybkobieżności, rzędu $nsq \approx 260$, przeznaczoną do pracy przy spadzie około 1,5 m. Badania obejmowały nie tylko projekt łopatek, lecz także obliczenia numeryczne oraz eksperymentalne wyznaczenie charakterystyk pracy turbiny.

Szczególnie istotna jest walidacja eksperymentalna opracowanej metody. Dorobek Habilitanta nie kończy się bowiem na geometrii CAD ani na obliczeniach CFD. Projektowanie odwrotne zostało powiązane z badaniami modelowymi, wyznaczaniem charakterystyk pracy oraz oceną sprawności. W publikacji dotyczącej turbiny Kaplana podkreślono, że wyniki numeryczne i eksperymentalne potwierdziły użyteczność metody oraz możliwość jej stosowania do turbin Kaplana i Francisa o różnych wyróżnikach szybkobieżności.

Drugim ważnym nurtem działalności Habilitanta jest rozwinięcie tej metody dla turbiny Francisa o wysokiej szybkobieżności, przeznaczonej dla małej energetyki wodnej. W pracy z 2021 r. opisano zastosowanie podejścia odwrotnego opartego na teorii hodografu oraz metodzie charakterystyk do opracowania geometrii łopatek wirnika. Następnie rozwiązanie to zostało powiązane z metodą VLM, optymalizacją CFD oraz badaniami kawitacyjnymi modelu w laboratorium IMP PAN.

Autoreferat pokazuje Habilitanta jako badacza silnie zorientowanego na projektowanie inżynierskie turbin wodnych, zwłaszcza dla małych i niskospadowych elektrowni. Od czasu uzyskania stopnia doktora w 2003 r. zajmuje się on analizą trójwymiarową, projektowaniem turbin wodnych oraz badaniami energetycznymi modelowych i rzeczywistych maszyn hydraulicznych.

W praktyce jego osiągnięcie można ująć jako pomost między klasyczną teorią maszyn wirnikowych, odwrotną metodą generowania kształtu łopatek kierownic i wirników różnych typów turbin wodnych oraz ich pełną walidacją numeryczną i eksperymentalną. Istotą

dorobku jest wykazanie, że tak zaprojektowane łopatki mogą zostać włączone w kompletny proces projektowy obejmujący kolejne etapy: geometria, CFD, model, badania eksperymentalne oraz wyznaczenie charakterystyk pracy turbiny.

Podsumowując, za najważniejsze osiągnięcia Habilitanta należy uznać:

1. opracowanie metody odwrotnego projektowania łopatek turbin wodnych z wykorzystaniem teorii hodografu i metody charakterystyk;
2. zastosowanie tej metody do łopatek kierownicy i wirnika niskospadowej turbiny Kaplana;
3. walidację metody przez obliczenia CFD i badania modelowe;
4. rozszerzenie podejścia na wysokoszybkobieżną turbinę Francisą;
5. powiązanie badań naukowych z praktycznym projektowaniem układów przepływowych dla małej energetyki wodnej.

Habilitant miejscami posługuje się terminologią branżową, np. określeniami „kolano hamburskie” czy „przetyk”. Terminy te mogą wymagać objaśnienia dla czytelnika spoza wąskiej specjalizacji, jednak ich użycie jest zrozumiałe i uzasadnione praktycznym charakterem analizowanych prac.

5. Aktywność naukowa, zawodowa i współpraca z otoczeniem gospodarczym

Aktywność zawodowa i naukowo-badawcza Habilitanta jest bardzo szeroka i obejmuje zarówno działalność publikacyjną, udział w projektach badawczych, współpracę międzynarodową, jak i prace wdrożeniowe oraz eksperckie realizowane na potrzeby sektora hydroenergetycznego.

Na szczególne podkreślenie zasługuje publikacja z 2022 r., przygotowana we współpracy z wiodącym ośrodkiem zagranicznym — Jiangsu University w Zhenjiang w Chinach:

Application of entropy production theory for energy losses and other investigation in pumps and turbines: A review, L. Zhou, J. Hang, L. Bai, Z. Krzemianowski, M.A. El-Emam, E. Yasser i in., *Applied Energy*, 318, 119211.

Praca ta zgromadziła aż 311 cytowań, co świadczy o jej znacznym oddziaływaniu w środowisku naukowym zajmującym się maszynami przepływowymi, stratami energii oraz analizą pracy pomp i turbin.

Habilitant wykazał również znaczną aktywność konferencyjną. Wygłosił lub współwygłosił 49 wystąpień na konferencjach i seminariach, w tym 3 referaty zaproszone. Brał także czynny udział w organizacji międzynarodowej, corocznej Polskiej Konferencji Hydroenergetycznej HYDROFORUM, co potwierdza jego zaangażowanie w rozwój środowiska naukowo-technicznego związanego z hydroenergetyką.

Istotnym elementem dorobku Habilitanta jest udział w projektach badawczych. Uczestniczył on w pracach 14 zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych. Ponadto brał udział w 4 innych projektach badawczych, w tym w 3 jako kierownik projektu.

6. Współpraca z otoczeniem gospodarczym i dorobek technologiczny

Habilitant wykazuje znaczącą aktywność we współpracy z otoczeniem społecznym i gospodarczym. Jego dorobek obejmuje zarówno opracowania projektowe, dokumentacje techniczne, ekspertyzy, jak i wdrożenia opracowanych technologii w rzeczywistych lub pokazowych obiektach hydroenergetycznych.

Do istotnych rezultatów tej działalności należy sprzedaż dokumentacji technicznej modelowej turbiny Kaplana do polskiej wytwórni turbin wodnych WODEL Sp. z o.o. w Nowej Soli, a także opracowanie innego wariantu takiej turbiny dla firmy T-G DNALOP w Redzikowie koło Słupska.

W ramach współpracy z sektorem gospodarczym Habilitant dobierał parametry energetyczne oraz podstawowe wymiary turbin Francisa i Kaplana dla 9 małych elektrowni wodnych w Polsce, zarówno nowo projektowanych, jak i przeznaczonych do modernizacji. Prace te były prowadzone z wykorzystaniem opracowanych i przetestowanych przez niego rozwiązań konstrukcyjnych.

Habilitant wykonał również 8 dokumentacji technicznych turbin wodnych lub ich elementów dla elektrowni wodnych. Ponadto po uzyskaniu stopnia doktora opracował 18 ekspertyz i innych opracowań wykonanych na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorstw. Był także współwykonawcą 46 badań optymalizacyjno-sprawnościowych prowadzonych w elektrowniach wyposażonych w turbiny Kaplana lub Francisa.

7. Patenty, wzory użytkowe i wdrożenia

Dorobek technologiczny Habilitanta obejmuje również zgłoszenia z zakresu ochrony własności intelektualnej.

Do tego dorobku należy zgłoszenie patentowe:

Numer zgłoszenia: P.446280, z dnia 30.09.2023 r.

Tytuł: *Sposób regulowania ruchu turbiny wodnej semi-Kaplana oraz turbina wodna semi-Kaplana*

Twórcy: Zbigniew Krzemianowski, Tomasz Węgiel, Konrad Wawrzykowski, Damian Liszka.

Habilitant jest również współtwórcą wzorów użytkowych związanych z techniką wzbudników kawitacyjnych, w tym:

Tytuł: *Szczelinowy wzbudnik kawitacyjny typu cylindrycznego o krzywoliniowej geometrii szczeliny*

Twórcy: Alicja Krella, Zbigniew Krzemianowski, Artur Maurin, R. Rusanov.

oraz:

Numer zgłoszenia: W.130136

Numer prawa wyłącznego: Ru.073990

Tytuł: *Wzbudnik kawitacyjny o trójkątnym przekroju poprzecznym*

Twórcy: Alicja Krella, Zbigniew Krzemianowski, Artur Maurin.

Na uwagę zasługują również wdrożenia opracowanych rozwiązań technologicznych. Obejmują one:

1. wdrożenie zaprojektowanego układu przepływowego modelowej turbiny Kaplana w elektrowni wodnej Żagań-Papiernia;
2. wdrożenie zaprojektowanego układu przepływowego modelowej turbiny Kaplana w pokazowej elektrowni wodnej firmy T-G DNALOP w Srużkach koło Piły na rzece Głomii;
3. wdrożenie zaprojektowanego układu przepływowego modelowej turbiny Francisa w pokazowej elektrowni wodnej Pomorzany w Szczecinie.

8. Aktywność recenzencka, dydaktyczna i popularyzatorska

O wysokiej pozycji Habilitanta w środowisku naukowym świadczy również jego aktywność recenzencka. Wykonał on 153 recenzje dla 54 czasopism o punktacji MNiSW od 20 do 200 punktów. Tak duża liczba recenzji potwierdza zaufanie środowiska naukowego do jego kompetencji, a jednocześnie świadczy o znacznym zaangażowaniu w podtrzymywanie standardów publikacyjnych w obszarze maszyn przepływowych i hydroenergetyki.

Habilitant prowadził także działalność dydaktyczną i popularyzatorską. W jej ramach wygłaszał wykłady z hydroenergetyki dla młodzieży z Niepublicznej Szkoły Rzemiosła w Wejherowie, prowadził wykłady z metod obliczeniowych CFD dla pracowników Wytwórni Sprzętu Komunikacyjnego w Rzeszowie, a także wykładał na Politechnice Warszawskiej w ramach studium podyplomowego *Nowoczesna energetyka odnawialna*, w części poświęconej energetyce wodnej. Prowadził również wykłady z hydroenergetyki i obliczeń maszyn hydroenergetycznych w ramach Trójmiejskiego Studium Doktoranckiego. Był ponadto opiekunem stażu studenta Politechniki Gdańskiej, dotyczącego obliczeń niestacjonarnych śruby wodnej Archimedes'a z uwzględnieniem dwufazowego przepływu woda–powietrze.

9. Dane naukometryczne

Dane naukometryczne Habilitanta potwierdzają rozpoznawalność jego dorobku w środowisku naukowym. Łączna liczba punktów przypisana publikacjom wynosi 2640, z czego 1180 punktów dotyczy publikacji wchodzących w skład cyklu habilitacyjnego, a 1360 punktów publikacji spoza cyklu.

Sumaryczny Impact Factor publikacji wchodzących w skład cyklu habilitacyjnego wynosi 54,0, natomiast sumaryczny Impact Factor publikacji spoza cyklu wynosi 43,3. Łącznie daje to Impact Factor wszystkich publikacji równy 97,3.

Liczba cytowań według poszczególnych baz przedstawia się następująco:

Baza	Liczba cytowań	Bez autocytowań
Web of Science	374	339
Scopus	415	377
ResearchGate	461	—
Google Scholar	575	—

Indeks Hirscha Habilitanta wynosi:

Baza	Indeks Hirscha	Bez autocytowań
Web of Science	9	7
Scopus	9	8
ResearchGate	10	9
Google Scholar	12	10

Wartości te, zwłaszcza w kontekście stosunkowo wąskiego i specjalistycznego obszaru badań, należy ocenić pozytywnie. Pokazują one, że dorobek Habilitanta jest zauważalny zarówno w krajowym, jak i międzynarodowym środowisku naukowym.

Podsumowując, aktywność Habilitanta wykracza poza klasycznie rozumianą działalność publikacyjną. Obejmuje ona udział w projektach badawczych, współpracę międzynarodową, działalność recenzencką, dydaktyczną i popularyzatorską, a przede wszystkim szeroką współpracę z przemysłem hydroenergetycznym. Szczególnie istotne jest to, że wyniki jego badań znajdują zastosowanie praktyczne w projektowaniu, modernizacji i optymalizacji pracy turbin wodnych w małych elektrowniach wodnych.

Należy podkreślić, że obszar badawczy, w którym specjalizuje się Habilitant, jest stosunkowo wąski i silnie specjalistyczny. Z tego powodu oddziaływanie jego dorobku, oceniane wyłącznie przez pryzmat popularności publikacji czy liczby cytowań, może wydawać się ograniczone. Nie powinno to jednak prowadzić do zaniżenia oceny wartości naukowej i praktycznej przedstawionych osiągnięć.

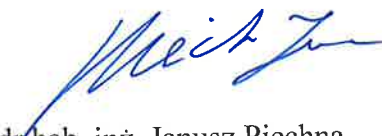
Habilitant prowadził szeroko zakrojone prace nad modyfikacją rozwiązań stosowanych w wielu elektrowniach wodnych w Polsce, a także nad opracowywaniem nowych konstrukcji turbin wodnych. Istotną cechą tych prac jest konsekwentne łączenie analiz teoretycznych, obliczeń numerycznych oraz badań eksperymentalnych prowadzonych na unikalnym stanowisku badawczym. Dzięki temu uzyskane wyniki mają nie tylko znaczenie poznawcze, lecz również wyraźny potencjał aplikacyjny.

10. Konkluzja

Po dokonaniu szczegółowej analizy dokumentacji dostarczonej przez Habilitanta, a także innych dostępnych źródeł informacji, stwierdzam z pełnym przekonaniem, że przedstawione osiągnięcia naukowe Habilitanta spełniają warunki nadania stopnia doktora habilitowanego określone w obowiązujących przepisach, w szczególności w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. — Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

Stwierdzam również, że dotychczasowy dorobek naukowy Habilitanta, jego wiedza oraz aktywność w obszarze nauki i gospodarki uzasadniają pozytywną ocenę dorobku oraz dopuszczenie dr inż. Zbigniewa Józefa Krzemianowskiego do dalszych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego.

Warszawa dnia 06.05.2026


prof. dr hab. inż. Janusz Piechna