

Prof. dr hab. inż. Jacek Kluska
Katedra Informatyki i Automatyki
Wydział Elektrotechniki i Informatyki
Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza

Rzeszów, dnia 28 stycznia 2026 r.

Recenzja osiągnięć dra inż. Mariusza Piotra Bodziocha w związku z postępowaniem o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego

Niniejsza recenzja została przygotowana w związku z pismem Pana prof. dra hab. inż. Roberta Michnika - Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna Politechniki Śląskiej, z dnia 18.12.2025, znak RDIB.002.42.2025, informującym o powołaniu mnie na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dra inż. Mariusza Piotra Bodziocha w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych i dyscyplinie inżynieria biomedyczna.

Podstawą opracowania opinii były materiały, które otrzymałem (autoreferat, dane wnioskodawcy, wykaz osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, oświadczenia współautorów dotyczące wkładu w prace współautorskie, kopia dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora, elektroniczne wersje publikacji wnioskodawcy).

W recenzji postaram się uwzględnić zasady zawarte w Ustawie z dn. 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571, z późn. zm.) oraz Uchwale nr 44/2023 Senatu Politechniki Śląskiej z dn. 25 września 2023 r. w sprawie Regulaminu w zakresie nadania stopnia doktora habilitowanego.

1. Podstawowe informacje o Habilitancie

Habilitant jest zatrudniony jako adiunkt w grupie pracowników badawczo-dydaktycznych na Wydziale Matematyki i Informatyki Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie i z tą uczelnią związał się od początku działalności naukowej. Tam ukończył licencjat ze specjalnością matematyka ogólna, studia magisterskie w zakresie matematyki stosowanej, oraz inżynierskie i magisterskie z informatyki. Stopień doktora nadała Mu Rada Wydziału Matematyki i Informatyki tej samej uczelni w 2017 roku, na podstawie rozprawy „*Zagadnienie z ukośną pochodną dla równań eliptycznych drugiego rzędu w obszarze z punktem stożkowym na brzegu*”, której promotorem był prof. dr hab. Michał Borsuk. Wszystkie stopnie uzyskał z wyróżnieniem.

2. Ocena cyklu powiązanych tematycznie artykułów

Kandydat przedstawił jednotematyczny cykl prac składający się z dziesięciu publikacji nt. „*Modelowanie i optymalizacja terapii przeciwnowotworowych: rola sterowań osobliwych*”: [A1] - [A10]. W opinii wykorzystam te oznaczenia.

Wśród najważniejszych czasopism, w których Habilitant opublikował swoje prace wchodzące w skład cyklu habilitacyjnego, należy wymienić *Nonlinear Dynamics* (Springer Nature, IF = 5,2), które stanowi jedno z wiodących czasopism w zakresie dynamiki nieliniowej i systemów złożonych. Publikacja [A2] w tym czasopiśmie (w której Kandydat do stopnia doktora habilitowanego jest jednym z pięciu współautorów), świadczy o wysokim poziomie metodologicznym prac dotyczących dualnej terapii CAR-T w leczeniu glejaka wielopostaciowego¹.

Szczególnie istotna z punktu widzenia translacyjnego potencjału badań, czyli przekładania osiągnięć teoretycznych na praktykę kliniczną, jest publikacja [A8] w czasopiśmie *Journal of Cancer Research and Clinical Oncology* (Springer Nature, IF = 4,3), które jest periodykiem ściśle onkologicznym. Potwierdza to kliniczne znaczenie uzyskanych wyników optymalizacji harmonogramów chemioterapii, którą tam się rozpatruje za pomocą modeli matematycznych.

Znaczącą pozycję w dorobku Habilitanta zajmują artykuły opublikowane w czasopiśmie *Applied Mathematical Modelling* (Elsevier, IF = 4,4). Dwie publikacje, [A3] oraz [A7], dotyczące modelowania dynamiki oporności na chemioterapię oraz konkurencji między populacjami komórek nowotworowych, znalazły uznanie recenzentów tego prestiżowego periodyku skupiającego się na zastosowaniach matematyki do rzeczywistych problemów inżynierskich i biomedycznych.

Warto również wymienić czasopismo *Mathematical Models and Methods in Applied Sciences* (World Scientific, IF = 3,6), w którym opublikowano pracę [A5] dotyczącą neuroblastomy - to czasopismo należy do czołówki periodyków publikujących zaawansowane prace z matematyki stosowanej.

Z perspektywy informatycznej i obliczeniowej istotna jest publikacja [A4] w serii *Lecture Notes in Computer Science* (Springer) w ramach prestiżowej konferencji ICCS 2024 (International Conference on Computational Science), klasyfikowanej jako konferencja CORE A. Ta praca, będąca jedynym artykułem jednoosobowym w cyklu, prezentuje oryginalną metodę gradientową rozwiązywania singularnych problemów sterowania optymalnego.

Pozostałe czasopisma obejmują *International Journal of Applied Mathematics and Computer Science* (IF = 1,6), *Mathematical Methods in the Applied Sciences* (Wiley, IF = 2,3) oraz *Discrete and Continuous Dynamical Systems Series B* (AIMS, IF = 1,3).

Podsumowując, dorobek naukowy Habilitanta stanowiący główne osiągnięcie habilitacyjne, został opublikowany w renomowanych czasopismach naukowych o międzynarodowym zasięgu, indeksowanych w bazach Web of Science oraz Scopus i ujętych w wykazie ministerialnym. Czasopisma te reprezentują wysoką jakość naukową w dziedzinach matematyki stosowanej, inżynierii biomedycznej oraz badań nad nowotworami.

3. Rola Habilitanta w pracach współautorskich

Jest to ważna kwestia z punktu widzenia oceny, ponieważ jak dalej wykażę, dorobek naukowy w postaci dziesięciu prac jest rzeczywiście bardzo wartościowy, jednak tylko w jednej pracy Habilitant jest jedynym autorem, natomiast średnia liczba współautorów w

¹Glejak wielopostaciowy jest w większości przypadków nowotworem nieuleczalnym, więc najskuteczniejszą pomocą dla chorego wydaje się maksymalne wydłużenie jego życia z zapewnieniem maksymalnego komfortu.

tych dziesięciu publikacjach jest równa $(2+5+3+1+3+6+3+3+3+3)/10 = 3,2$. Na podstawie analizy dokumentacji stwierdzam, że wszyscy współautorzy określili w Załączniku nr 4 swój indywidualny wkład merytoryczny w powstanie każdej publikacji zbiorowej wchodzącej w skład głównego osiągnięcia naukowego dla każdej z dziesięciu prac [A1] - [A10].

W przypadku pracy [A1] (dwóch autorów) Habilitant był odpowiedzialny za większość prac (sformułowanie problemu, hipotez badawczych; uzasadnienie problemu sterowania optymalnego; realizację symulacji; przeprowadzenie analizy wrażliwości), w tym działania jako autor korespondencyjny.

W pracy wieloautorskiej [A2] (pięciu autorów) wkład Habilitanta obejmował zaprojektowanie i realizację symulacji oraz optymalizacji numerycznych, zaprojektowanie metod porównawczych, implementację i analizę numeryczną skuteczności metod dawkowania leku, zaprojektowanie i przeprowadzenie analizy wrażliwości parametrów modelu, a także wstępne opracowanie opisu wyników analizy numerycznej.

Praca [A4] stanowi wyjątkowy element w cyklu, ponieważ jest jedynym artykułem samodzielnym. W pozostałych pracach [A3], [A5] - [A10] Habilitant konsekwentnie odpowiadał za aspekty związane z zaprojektowaniem i realizacją optymalizacji numerycznych, analizą wrażliwości oraz implementacją metod porównawczych. Należy dodać, że w pięciu pracach podanego cyklu, Habilitant występuje jako pierwszy autor, co świadczy o jego wiodącej roli w procesie publikacyjnym.

Podsumowując, Habilitant oraz współautorzy przedstawili oświadczenia o swoim wkładzie merytorycznym. Spójność deklarowanych wkładów z profilem kompetencyjnym Habilitanta (specjalizacja w metodach numerycznych, optymalizacji i sterowaniu optymalnym) potwierdza wiarygodność tych oświadczeń. Łączny udział procentowy Habilitanta w cyklu [A] jest dominujący, co pozwala na jednoznaczne przypisanie mu autorstwa kilku koncepcji, w tym np. wykorzystania luków osobliwych w optymalizacji terapii. Oświadczenia współautorów są zgodnie z informacją zawartą w autoreferacie. Ogólna ocena dorobku Habilitanta jest pozytywna i nie stwierdzam formalnych nieprawidłowości. Moją uwagę zwrócił jednak wysoki stopień nakładania się deklaracji w publikacjach, zwłaszcza [A9]² i [A10]³. Może to świadczyć o: (a) stosowaniu szablonowych sformułowań nieodzwierciedlających rzeczywistego podziału pracy, lub (b) ograniczonym charakterze wkładu Habilitanta w tych konkretnych publikacjach. W przypadku wymienionych dwóch prac trudno rozpoznać, które konkretne elementy merytoryczne (poza koordynacją procesu wydawniczego) odróżniają pracę Habilitanta od pracy pozostałych współautorów.

Należy jednak dodać, że Habilitant ma jeszcze inne osiągnięcia, w których był jedynym autorem, które są związane z tematyką tego cyklu, ale nie zostały do tego cyklu zaliczone:

- [B1] Bodzioch M., A Multi-Input Optimal Control Problem for Chemotherapy and Anti-Angiogenic Treatment, Proceedings of the European Simulation and Modelling Conference ESM 2024, 2024, s. 104–109.
- [B2] Bodzioch M., Optimal Chemotherapy Control Problem for a Mathematical Model of Tumour Growth Under Angiogenic Signaling, Proceedings of the European Si-

²[A9] Bajger P., Bodzioch M., Foryś U., Numerical optimisation of chemotherapy dosage under antiangiogenic treatment in the presence of drug resistance, Mathematical Methods in the Applied Sciences, Vol. 43, 2020, s. 10671–10689, doi: 10.1002/mma.6958.

³[A10] Bajger P., Bodzioch M., Foryś U., Singularity of controls in a simple model of acquired chemotherapy resistance, Discrete and Continuous Dynamical Systems Series B, Vol. 24(5), 2019, s. 2039–2052, doi: 10.3934/dcdsb.2019083.

mulation and Modelling Conference ESM 2022, 2022, s. 150–155.

- [B4] Bodzioch M., Modelling of Tumour Chemotherapy Resistance: the Norton-Simon Hypothesis versus Log-Kill Response to Treatment, Proceedings of the European Simulation and Modelling Conference ESM, 2021, 2021, s. 277–281.

Publikacje te w pewien sposób rekompensują niedbałe, wyżej wspomniane oświadczenia współautorów w pracach [A9] i [A10].

4. Ocena oryginalności i nowatorstwa prac zaliczonych do cyklu

Nie mam wątpliwości co do tego, że dziesięć prac zaliczonych do cyklu publikacji przedstawionych do oceny, stanowi spójny i nowatorski wkład w rozwój matematycznych metod optymalizacji terapii przeciwnowotworowych. W literaturze raczej dominują sterowania typu „bang-bang” (wszystko albo nic). Prace przedstawione przez Habilitanta wykazują, że w wielu klinicznie istotnych przypadkach optymalne strategie wymagają sterowań pośrednich, wynikających z warunku zerowania się funkcji przełączającej na pewnym przedziale czasu. Oryginalność i nowatorstwo tych dziesięciu prac można przeanalizować w trzech głównych obszarach tematycznych wyodrębnionych w autoreferacie.

a. Rozwiązywanie problemów sterowania osobliwego

Istotnym osiągnięciem metodologicznym jest opracowanie nowej metody gradientowej do rozwiązywania singularnych problemów sterowania optymalnego, przedstawionej w pracy [A4]. Jak wskazano w autoreferacie, klasyczne metody numeryczne często zawodzą lub prowadzą do niestabilnych rozwiązań, gdy w strukturze optymalnej pojawiają się odcinki sterowania osobliwego. Habilitant zidentyfikował problem niestabilności standardowych algorytmów (np. metod bezpośrednich z dyskretyzacją) w pobliżu punktów przełączeń.

Nowatorstwo proponowanej metody polega na kilku elementach:

- traktowanie funkcjonału celu jako funkcji momentów przełączeń, co pozwala oszacować gradient funkcjonału celu względem tych momentów za pomocą różnic skończonych,
- opracowanie algorytmu z adaptacyjnym dostosowaniem współczynnika uczenia i wykorzystanie popularnego (w dziedzinie uczenia maszynowego) algorytmu 'adam', do optymalizacji momentów przełączeń w sterowaniu optymalnym,
- pokazanie możliwości eliminacji oscylacji typu *chattering*, co jest szczególnie istotne w kontekście biomedycznym, ponieważ oscylujące protokoły dawkowania są klinicznie nierealistyczne,
- umożliwienie efektywnego lokalizowania i analizowanie osobliwych fragmentów trajektorii sterowania, w których klasyczne metody numeryczne zawodzą, co jest istotne w kontekście biologicznym, gdzie sterowania osobliwe odpowiadają dawkom pośrednim, które (prawdopodobnie) mogą być klinicznie bardziej realistyczne niż strategie typu bang-bang (maksymalna dawka lub brak leku).

b. Modele i optymalizacja immunoterapii guzów litych

W obszarze immunoterapii⁴ Habilitant wraz ze współpracownikami opracował zaawansowane modele matematyczne. Opisują one dynamikę interakcji między komórkami nowotworowymi a układem odpornościowym modulowanym przez terapię CAR-T⁵ oraz terapię wirusową onkolityczną⁶. Model terapii CAR-T dla glejaka wielopostaciowego⁷, przedstawiony w pracach [A1], [A2], [A6], jest rozwinięciem istniejących w literaturze modeli. Oryginalność wkładu Habilitanta polega na:

- uogólnieniu modelu poprzez wprowadzenie ogólnej funkcji opisującej tempo wzrostu komórek nowotworowych,
- uwzględnieniu nasycenia odpowiedzi i wyczerpania komórek T, co odzwierciedla realia kliniczny,
- sformułowanie problemu sterowania optymalnego dla podaży komórek CAR-T przy użyciu funkcjonału Bolzy (koszt końcowy + koszt bieżący), co umożliwia precyzyjną optymalizację dawki pod kątem redukcji nowotworu i minimalizacji objawów toksycznych.
- opracowaniu terapii dwucelowej CAR-T, która atakuje dwa cele jednocześnie (np. antygeny CD19 i CD22), zapobiegając „ucieczce” komórek nowotworowych przed układem odpornościowym,
- przeprowadzeniu systematycznej analizy numerycznej skuteczności różnych strategii dawkowania, w tym terapii ciągłej, okresowej i impulsowej.

W kontekście neuroblastomy⁸, Habilitant wraz ze współpracownikami opracował model opisujący terapię wirusem onkolitycznym Celyvir⁹. Oryginalność polega na połączeniu dynamiki wirusa onkolitycznego¹⁰ z reakcją układu odpornościowego oraz na analizie struktury sterowań optymalnych, gdzie wykazano, że optymalna strategia wymaga sekwencyjnego podawania czynników terapeutycznych w celu maksymalizacji efektu synergicznego.

c. Modele dynamiki oporności na chemioterapię

Trzeci obszar stanowiący o nowatorstwie dorobku dotyczy matematycznego modelowania nabytej lekooporności (Acquired Drug Resistance, ADR) w kontekście terapii skojarzonej z leczeniem antyangiogennym¹¹. Prace [A3], [A7] - [A10] tworzą spójny cykl badawczy.

⁴Immunoterapia to metoda leczenia, która wykorzystuje układ odpornościowy organizmu do zwalczania chorób, głównie nowotworów.

⁵CAR-T polega na modyfikacji limfocytów T pacjenta w celu rozpoznawania i niszczenia komórek nowotworowych.

⁶Terapia wirusowa onkolityczna polega na wykorzystaniu zmodyfikowanych wirusów do selektywnego niszczenia komórek nowotworowych i pobudzania odporności.

⁷Glejak wielopostaciowy to najbardziej agresywny i złośliwy typ nowotworu mózgu, wywodzący się z komórek glejowych.

⁸Neuroblastoma to złośliwy nowotwór wywodzący się z niedojrzałych komórek układu nerwowego (neuroblastów). Jest jednym z najczęstszych nowotworów u dzieci, szczególnie poniżej 5. roku życia.

⁹Celyvir to metoda leczenia raka, w której specjalne komórki przenoszą zmodyfikowanego wirusa bezpośrednio do guza, aby go zniszczyć i pobudzić układ odpornościowy do walki z chorobą.

¹⁰Wirus onkolityczny to specjalnie zmodyfikowany wirus, który potrafi wybiórczo zakażać i niszczyć komórki nowotworowe, nie uszkadzając zdrowych tkanek

¹¹Leczenie antyangiogenne to terapia przeciwnowotworowa, której celem jest zahamowanie tworzenia nowych naczyń krwionośnych (angiogenezy) w guzie.

Istotnym osiągnięciem jest sformułowanie nowego funkcjonału celu w problemie sterowania optymalnego, który penalizuje dominację populacji odpornej (a nie tylko całkowitą objętość guza). W przeciwieństwie do tradycyjnych podejść, gdzie celem jest minimalizacja całkowitej objętości guza, Habilitant w pracach [A7] i [A10] zaproponował funkcjonal karający za oporność, co prowadzi do jakościowo odmiennych protokołów terapeutycznych. Oryginalność podejścia polega na:

- wprowadzeniu hipotezy, że oporność na lek musi wiązać się z pewnym kosztem biologicznym, tak aby subpopulacja wrażliwa dominowała w warunkach braku leczenia,
- wykazaniu, że odcinki sterowania osobliwego odgrywają istotną rolę w utrzymaniu stabilnego balansu między populacjami, zapobiegając całkowitej dominacji populacji odpornej,
- uwzględnieniu interakcji z procesem angiogenezy¹² poprzez rozszerzenie klasycznego modelu (Hahnfeldt i in., 1999) o dynamikę heterogenicznej populacji nowotworowej,
- przeprowadzeniu analizy bifurkacyjnej modeli oraz określeniu warunków istnienia i stabilności stanów stacjonarnych,
- rozwoju metodologii projektowania protokołów metronomicznych¹³, wykazując, że stałe, niskie dawki leku mogą być skuteczniejsze w zapobieganiu ewolucji lekooporności niż standardowe dawki maksymalne.

d. Podsumowanie oceny oryginalności

Oryginalność analizowanego dorobku przejawia się zarówno w wymiarze metodologicznym (nowa metoda gradientowa z eliminacją *chatteringu*, połączenie algorytmu 'adam' z teorią sterowania optymalnego), jak i aplikacyjnym (nowatorskie modele immunoterapii i lekooporności z praktycznymi implikacjami dla projektowania protokołów terapeutycznych). Spójność tematyczna cyklu oraz konsekwentne rozwijanie problematyki sterowań osobliwych świadczą o dojrzałości naukowej Kandydata do stopnia doktora habilitowanego.

5. Wkład Habilitanta do dyscypliny

Uważam, że dla dyscypliny *inżynieria biomedyczna*, najistotniejsze znaczenie mają te osiągnięcia, które jak najbardziej bezpośrednio łączą zaawansowany aparat matematyczny z praktycznym zastosowaniem klinicznym, personalizacją terapii i projektowaniem systemów wspomagania decyzji medycznych. Dlatego sądzę, że najbardziej wartościowy wkład w tę dziedzinę stanowią:

1. Rozwinięcie modeli immunoterapii CAR-T dla glejaka.

To osiągnięcie jest istotne ze względu na stopień skomplikowania modelowanego procesu. Wydaje się, że rozpatrzenie modelu Michaelisa-Menten i zjawiska wyczerpania komórek T do opisu terapii genetycznej (CAR-T), jest bardzo ważne dla inżynierii biomedycznej, gdyż otrzymujemy przełożenie złożonych interakcji biologicznych na język parametrów inżynierskich, co pozwala na projektowanie skuteczniejszych protokołów leczenia nowotworów.

¹²Angiogeneza to proces tworzenia nowych naczyń krwionośnych z już istniejących naczyń.

¹³Protokół metronomiczny to sposób podawania leków przeciwnowotworowych polegający na częstym, regularnym podawaniu małych dawek chemioterapii (bez długich przerw), zamiast klasycznych dużych dawek w cyklach.

2. Sformułowanie nowatorskiego funkcjonału celu.

Nowatorstwo w projektowaniu terapii polega na tym, że zamiast tradycyjnego inżynierskiego podejścia „minimalizacji objętości” (często prowadzącego do szybkiej selekcji komórek lekoopornych), Habilitant zaproponował sterowanie strukturą populacji guza. Penalizacja dominacji populacji odpornej to podejście, które pozwala na długoterminowy sposób leczenia i jest pewnym wyzwaniem w onkologii¹⁴.

3. Zaawansowana analiza wrażliwości i personalizacja leczenia.

Wykorzystanie indeksów Sobola do identyfikacji ważnych parametrów biologicznych to pomost między teorią a kliniką. W inżynierii biomedycznej personalizacja jest bardzo ważna. Identyfikacja parametrów, które realnie „sterują” sukcesem terapii CAR-T, pozwala na dostosowanie leczenia do konkretnego pacjenta na podstawie mierzalnych biomarkerów.

4. Integracja biologii systemowej z farmakokinetyką, farmakodynamiką oraz teorią sterowania.

Osiągnięcie to reprezentuje podejście systemowe, które jest charakterystyczne dla nauk inżynierskich. Połączenie modeli opartych na równaniach różniczkowych opisujących dynamikę populacyjną z procesami farmakokinetycznymi i farmakodynamicznymi (obrazującymi losy leku w organizmie oraz mechanizm jego działania) i zasadami sterowania optymalnego, pozwoliło na stworzenie kompleksowej platformy technologicznej. Jest to narzędzie inżynierskie, służące do projektowania i testowania za pomocą symulacji komputerowych nowych strategii terapeutycznych.

5. Opracowanie metody numerycznej eliminującej „chattering”.

Sterowanie podażą leku np. przez pompy infuzyjne musi być stabilne. Eliminacja oscylacji typu *chattering* (gwałtownych przełączeń dawki) jest niezbędna, aby teoretyczne harmonogramy dawkowania mogły być bezpiecznie i precyzyjnie zrealizowane przez urządzenia medyczne przy łóżku pacjenta.

Wybrane punkty pokazują pełną ścieżkę inżynierską - od teorii sterowania, przez modelowanie procesów biologicznych i strategiczne planowanie celu, aż po analizę wrażliwości i budowę zintegrowanych systemów symulacyjnych.

6. Ocena istotnej aktywności naukowej

Habilitant udokumentował swoją aktywność naukową realizowaną w wielu instytucjach naukowych, zarówno krajowych, jak i zagranicznych w dostarczonej dokumentacji.

W wymiarze międzynarodowym Habilitant odbył staże w Mathematical Oncology Laboratory na University of Castilla-La Mancha w Ciudad Real (Hiszpania), pod opieką naukową prof. Juana Belmonte-Beitia. Obejmowały one 5-dniową wizytę studyjną (maj 2022), 3-miesięczny staż naukowy (sierpień–październik 2022) oraz 4-tygodniowy pobyt badawczy (grudzień 2023 - styczeń 2024). Współpraca ta, sfinansowana m.in. z programu PROM NAWA, zaowocowała pięcioma publikacjami, w których prof. Belmonte-Beitia jest współautorem. Współpraca ta nie miała charakteru incydentalnego, lecz zaowocowała wspólnymi projektami badawczymi, co potwierdza wysoką renomę Habilitanta w międzynarodowym środowisku matematyki biologicznej.

¹⁴Wyzwaniem jest przekonanie praktyków medycznych, że całkowite zabicie guza w krótkim czasie może być błędem, jeśli prowadzi to do odrodzenia się choroby w formie nieuleczalnej.

W wymiarze krajowym Habilitant odbył serię staży naukowo-dydaktycznych na Wydziale Matematyki, Informatyki i Mechaniki Uniwersytetu Warszawskiego pod opieką naukową prof. dr hab. Urszuli Foryś. Obejmowały one dwa 4-miesięczne staże w ramach programu KNOW Warszawskiego Centrum Nauk Matematycznych dla doktorantów (2015–2016), 7-miesięczny pobyt badawczo-dydaktyczny jako wykładowca afiliowany przy UW (luty - wrzesień 2018) oraz 7-miesięczny pobyt badawczy jako badacz afiliowany (marzec - wrzesień 2019). Ta wieloletnia współpraca z czołowym polskim ośrodkiem biomatematycznym, gdzie pod kierunkiem prof. Foryś Habilitant zgłębiał metody analizy układów dynamicznych z opóźnieniem, zaowocowała wspólnymi publikacjami, w tym pracami [A2], [A3], [A6], [A7] - [A10], gdzie prof. Foryś figuruje jako współautorka.

Wysoko oceniam aktywność naukową Habilitanta i uważam, że w pełni spełniony jest wymóg prowadzenia istotnej działalności naukowej w więcej niż jednej instytucji naukowej.

7. Inne osiągnięcia

Habilitant ma m.in. osiągnięcia dydaktyczne, organizacyjne, w popularyzacji nauki oraz inne, przy czym zwrócę uwagę na te, które dotyczą okresu po uzyskaniu stopnia doktora.

Kandydat pełnił funkcję promotora pomocniczego w jednym przewodzie doktorskim. Opracował kilka programów studiów i prowadzi wykłady, ćwiczenia, laboratoria oraz seminaria z szerokiego spektrum przedmiotów matematycznych i informatycznych (m.in. z przedmiotów takich jak analiza matematyczna, metody optymalizacji, równania różniczkowe zwyczajne), a także zajęcia informatyczne (m.in. systemy operacyjne, technologie sieciowe, algorytmy i struktury danych, programowanie obiektowe).

Jest zaangażowany organizacyjnie, pełniąc funkcję prodziekana ds. kształcenia. Wykazuje się aktywnością organizacyjną na poziomie uczelnianym i wydziałowym (m.in. w Zespole ds. Zapewniania Jakości Kształcenia, uczelnianej Radzie Edukacyjnej, Radzie Naukowej Dyscypliny Matematyka itp.). Przewodniczył komitetowi organizacyjnemu National Conference on the Application of Mathematics to Biology and Medicine i jest członkiem komitetów organizacyjnych licznych konferencji międzynarodowych.

Oprócz tego wygłosił wiele wykładów popularnonaukowych dla dzieci, młodzieży i dorosłych oraz przeprowadził kilkanaście warsztatów z matematyki, programowania i robotyki dla uczniów i nauczycieli, co wpisuje się w misję popularyzacji nauki.

W zakresie współpracy z otoczeniem społecznym i gospodarczym działalność Habilitanta wypada bardzo skromnie. Do ważniejszych w tym zakresie zaliczyłbym pracę w charakterze analityka-programisty w projekcie NCBiR realizowanym przez firmę Upthermo Sp. z o.o. (2020 - 2023, POIR 2014 - 2020).

Przed doktoratem, Habilitant był wykonawcą projektu NCN OPUS, z kolei w latach 2017 - 2020 był kierownikiem grantu NCN PRELUDIUM (2017 - 2021). Otrzymał liczne nagrody Rektora UWM i stypendium Marszałka.

a. Wskaźniki naukometryczne

- Sumaryczny IF cyklu publikacji: 28,413.
- Łączny IF dorobku: 41,518.
- Indeks Hirscha: 6 - 9 (w zależności od bazy).
- Liczba cytowań: 103 - 189 (w zależności od bazy).

- Liczba punktów MEiN cyklu publikacji: 1160 pkt.

8. Ocena końcowa

Przedstawiony dorobek naukowy Habilitanta stanowi znaczący i oryginalny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria biomedyczna, ze szczególnym uwzględnieniem obszaru matematycznego modelowania i optymalizacji terapii przeciwnowotworowych. Główne osiągnięcie naukowe pt. *Modelowanie i optymalizacja terapii przeciwnowotworowych: rola sterowań osobliwych* - charakteryzuje się wysoką jakością naukową, oryginalnością, spójnością tematyczną i potencjałem translacyjnym, ponieważ wyniki badań mogą stanowić podstawę do projektowania racjonalnych protokołów terapeutycznych.

Zgodnie z Ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571, z późn. zm.), stwierdzam, że Pan dr inż. Mariusz Piotr Bodzioch posiada w swoim dorobku osiągnięcie naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria biomedyczna. Osiągnięcie to zawiera się w cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych.

Oprócz przedstawionego cyklu publikacji, Habilitant jest współautorem wielu dodatkowych prac, stanowiących pewien wkład w rozwój dyscypliny inżynieria biomedyczna, zgodnie ze wspomnianą ustawą i wykazał się istotną aktywnością naukową realizowaną w wielu instytucjach naukowych, zarówno zagranicznych, jak i krajowych.

Moja końcowa ocena osiągnięć i aktywności naukowej jest jednoznacznie pozytywna, zatem wnioskuję do Rady Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna Politechniki Śląskiej o dopuszczenie Pana dra inż. Mariusza Piotra Bodziocha do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

Jacek Kluska