

Warszawa, 10.08.2022 r.

Prof. dr hab. inż. Jerzy Rojek
Instytut Podstawowych Problemów Techniki
Polskiej Akademii Nauk
ul. Pawińskiego 5B
02-106 Warszawa
e-mail: jrojek@ippt.pan.pl
tel. 600 202 430

Ocena
osiągnięcia naukowego i aktywności naukowej
dr. inż. Krzysztofa Kamila Żura
w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie
nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna

Podstawa do sporządzenia niniejszej recenzji:

- 1) Zamówienie Dyrektora Instytutu Inżynierii Mechanicznej Politechniki Białostockiej, prof. dr hab. inż. Krzysztofa J. Kurzydłowskiego, Umowa o dzieło nr 27/WM/2022
- 2) Powołanie na recenzenta decyzją Rady Doskonałości Naukowej z dnia 28 lutego 2022 r. (pismo Nr Z2.4000.180.2021.6.IB)

Podstawa prawna: Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z dnia 2018 r., poz. 1668 z późn. zm.)

1. Ogólna informacja o Kandydacie

Dr inż. Krzysztof Kamil Żur jest absolwentem Wydziału Mechanicznego Politechniki Białostockiej. Studia magisterskie na kierunku automatyka i robotyka ze specjalnością automatyzacja procesów przemysłowych ukończył w 2010 r. Potem na tym samym wydziale odbywał studia doktoranckie w dyscyplinie mechanika, które ukończył w 2014 r. Stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie mechanika dr inż. K.K. Żur uzyskał na Wydziale Mechanicznym Politechniki Białostockiej w 2017 r. na podstawie rozprawy doktorskiej pt. Analiza drgań własnych płyt kołowych i pierścieniowych o ciągłym i dyskretno-ciągłym rozkładzie parametrów.

Kariera zawodowa dr. inż. K.K. Żura jest związana z różnymi jednostkami Politechniki Białostockiej. W okresie 2012-2017 był asystentem na Wydziale Zarządzania, a w okresie 2017-2019 – adiunktem na Wydziale Inżynierii Zarządzania Politechniki Białostockiej, a od 2019 r do chwili obecnej jest zatrudniony na stanowisku adiunkta w Katedrze Mechaniki i Informatyki Stosowanej na Wydziale Mechanicznym Politechniki Białostockiej.



2. Ocena osiągnięcia naukowego

Dr inż. Krzysztof Kamil Żur jako swoje osiągnięcie naukowe przedłożył cykl 6 publikacji powiązanych tematycznie zatytułowany „Rozwiązania analityczne i numeryczne wybranych zagadnień mechaniki funkcjonalnie gradientowych płyt w skali makro, mikro i nano”. Cykl stanowią następujące publikacje:

1. K.K. Żur. Quasi-Green's function approach to free vibration analysis of elastically supported functionally graded circular plates, *Composite Structures*, 2018, 183, 600-610, IF 2018 = 4,829
2. K.K. Żur. Free vibration analysis of elastically supported functionally graded annular plates via quasi-Green's function method, *Composites Part B: Engineering*, 2018, 144, 37-55, IF 2018 = 6,864
3. K.K. Żur. Free vibration analysis of discrete-continuous functionally graded circular plates via Neumann series method, *Applied Mathematical Modelling*, 2019, 73, 166-189, IF 2019 = 3,633;
4. K.K. Żur, P. Jankowski. Multiparametric analytical solution for the eigenvalue problem of FGM porous circular plates, *Symmetry, Special Issue "Symmetry in Applied Continuous Mechanics"*, 2019, 11(3), IF 2019 = 2,645
5. J. Kim, K.K. Żur, J.N. Reddy. Bending, free vibration, and buckling of modified couples stress-based functionally graded porous micro-plates, *Composite Structures*, 2019, 209, 879-888, IF 2019 = 5,138
6. K.K. Żur, M. Arefi, J. Kim, J.N. Reddy. Free vibration and buckling analyses of magneto-electro-elastic FGM nanoplates based on nonlocal modified higher-order sinusoidal shear deformation theory, *Composites Part B: Engineering*, 2020, 182, 107601, IF2020 = 9,078

Trzy publikacje z cyklu są samodzielne, a trzy pozostałe współautorskie. W dwóch pracach współautorskich Kandydat jest pierwszym współautorem co wskazuje na jego wiodącą rolę w powstaniu tych prac. Wkład Kandydata w pracach współautorskich obejmował samodzielne lub wspólne ze współautorami wyznaczenie celu badań, sformułowanie i rozwiązanie zagadnienia badawczego przygotowanie programowych obliczeniowych, analizę wyników, przygotowanie manuskryptu. Znaczący merytoryczny wkład Kandydata w publikacjach współautorskich jest potwierdzony odpowiednimi oświadczeniami współautorów.

Wszystkie prace wchodzące w skład cyklu zostały opublikowane w czasopiśmie z listy JCR z wysokim współczynnikiem wpływu (ang. Impact Factor).

Tematyka cyklu dotyczy analitycznego i numerycznego rozwiązywania zagadnień mechaniki płyt z materiałów funkcjonalnie gradientowych (ang. Functionally Graded Materials – FGM) w różnych skalach: makro, mikro i nano. Materiały funkcjonalnie gradientowe stanowią ważną klasę nowoczesnych materiałów kompozytowych. Charakteryzują się one ciągłą zmianą właściwości użytkowych lub konstrukcyjnych wzdłuż określonego kierunku. Elementy maszyn i urządzeń wykonane z funkcjonalnie gradientowych materiałów są powszechnie stosowane w wielu nowoczesnych gałęziach przemysłu, np. w przemyśle lotniczym, kosmonautycznym, samochodowym, biomedycznym, elektronicznym i innych. Elementy konstrukcyjne wykonane z FGM często mają cechy geometryczne płyt. Niejednorodność właściwości mechanicznych materiału wpływa na charakterystykę dynamiczną elementów z FGM. Projektowanie takich elementów często wymaga stosowania niekonwencjonalnych metod rozwiązania. W analizie elementów o bardzo małych wymiarach (rzędu mikro- lub

nanometrów) konieczne jest uwzględnienie wpływu wymiarów elementów na właściwości mechaniczne materiału oraz ograniczenia mechaniki kontinuum ze względu na wpływ cech struktury materiału w skali mikro i nano.

Przedstawiona analiza pokazuje, że tematyka prac zawartych w cyklu odpowiada na zapotrzebowanie projektantów elementów z materiałów funkcjonalnie gradientowych, a przedstawione osiągnięcie bez wątpienia dotyczy nowoczesnej tematyki badawczej.

W przedłożonych publikacjach można wyróżnić następujące zagadnienia będące przedmiotem prac badawczych Habilitanta:

- a) modelowanie kompozytów z funkcjonalnie zmiennymi właściwościami [1-6] oraz materiałów funkcjonalnie gradientowych z porowatością [4,5]
- b) modelowanie i analiza płyt o różnych kształtach: kołowych [1-4], pierścieniowych [1-4], prostokątnych [5,6] i z różnymi warunkami brzegowymi, w tym sprężycie podpartych oraz dodatkowymi masami
- c) analiza płyt w różnych skalach: makro [1-4], mikro [5], nano [6]
- d) analiza różnych zagadnień mechaniki płyt: drgania swobodne [1-6], zginanie [5,6], wyboczenie [5,6]
- e) modelowanie sprzężeń magneto-elektro-mechanicznych [6]
- f) sformułowanie modeli matematycznych oraz różnych metod rozwiązań
- g) wszechstronna analiza wyników oraz wpływu różnych parametrów na rozwiązanie

W pracach [1-4] przedstawiono różne modele drgań poprzecznych płyt kołowych i pierścieniowych w skali makro. Przyjmowano zmianę gęstości i sztywności materiału (kompozytu metalowo-ceramicznego) po grubości płyty kontrolowaną przez tzw. współczynnik gradientowości. Wyznaczono bezwymiarowe częstości drgań własnych. W pracach [1-3] zbadano wpływ dodatkowych elementów dyskretnych w postaci sprężystych podpór pierścieniowych na bezwymiarowe częstości drgań własnych. W pracy [4] zbadano wpływ uwzględnienia sprzężenia sztywności poprzecznej i membranowej na obliczone częstości drgań własnych. Ponadto w pracy [4] zbadano wpływ porowatości oraz jej rozkładu na podstawową częstość drgań własnych płyt kołowych wykonanych z funkcjonalnie gradientowych materiałów.

W pracy [5] sformułowano i rozwiązano zagadnienie brzegowe dla statycznego ugięcia, bifurkacyjnego wyboczenia i drgań swobodnych swobodnie podpartych, prostokątnych płyt w skali mikro wykonanych z funkcjonalnie gradientowych materiałów z porowatością. Zbadano wpływ gradientowości materiału, nielokalnego parametru związanego z mikrostrukturą materiału (gradient odkształceń) oraz trzech typów rozkładu porowatości na statyczne ugięcie płyty, wyboczenie oraz częstość drgań własnych.

W pracy [6] sformułowano i rozwiązano zagadnienie brzegowe dla wyboczenia bifurkacyjnego i drgań swobodnych nanoskalowych, trójwarstwowych płyt prostokątnych o wszystkich krawędziach swobodnie podpartych. Rdzeń płyty był wykonany z izotropowego, funkcjonalnie gradientowego materiału, a okładki były wykonane z ortotropowych materiałów piezomagnetycznych. Równania konstytutywne płyty w skali nano sformułowano wykorzystując nielokalną teorię Eringena, w której definiuje się nielokalny operator różniczkowy zawierający charakterystyczny wypadkowy parametr materiałowy związany z wpływem nanostruktury materiału. Równania ruchu płyty sformułowano za pomocą zmodyfikowanej wersji wariacyjnej zasady Hamiltona uwzględniającej wirtualną energię pola elektrycznego i magnetycznego. W pracy [6] zbadano wpływ gradientowości materiału,

nielokalnego parametru związanego z nanostrukturą materiału (gradientem naprężeń) oraz obciążenia (osiowe siły mechaniczne, elektryczne i magnetyczne) na wyboczenie bifurkacyjne i drgania własne trójwarstwowej płyty prostokątnej w skali nano.

W pracach zawartych w cyklu wykorzystano różne modele matematyczne oraz opracowano metody rozwiązania dobrane tak aby efektywnie rozwiązać dane zagadnienia. W pracach [1-2] zostały wyprowadzone wieloparametryczne nieliniowe równania charakterystyczne. Do ich rozwiązania zaproponowano tzw. metodę funkcji quasi-Greena, która umożliwiła pominięcie warunków sprzężenia pomiędzy elementami dyskretnymi a płytami. Na podstawie wyprowadzonych funkcji quasi-Greena, pojawiła się możliwość zdefiniowania dowolnej liczby elementów dyskretnych, które nie mają wpływu na rozmiar macierzy charakterystycznych. Otrzymane wieloparametryczne nieliniowe równania charakterystyczne rozwiązano numerycznie za pomocą metody Newtona-Raphsona wykorzystując środowisko programu Wolfram Mathematica. W pracy [3] zmodyfikowano znormalizowane zwyczajne niejednorodne równanie różniczkowe opisujące drgania własne dyskretno-ciągłych FG płyt kołowych/pierścieniowych [1-2]. W części niejednorodnej równania uwzględniono bardziej złożony układ wewnętrznych pierścieniowych elementów dyskretnych zamocowanych do płyty, takich jak: masy, sprężyste podpory, układy masowo-sprężyste, liniowe układy tłumiące, sprężyny rotacyjne. Rozwiązanie ogólne wyrażono w postaci liniowej kombinacji nieskończonych wieloparametrycznych szeregów potęgowych szybko zbieżnych do wartości własnych zagadnienia. W pracy [4] stosując metodę rozdzielania zmiennych, sprowadzono cząstkowe równanie różniczkowe do znormalizowanego jednorodnego zwyczajnego równania różniczkowego ruchu płyty kołowej (pierścieniowej). Rozwiązanie ogólne zagadnienia własnego znaleziono w uniwersalnej postaci wykorzystując funkcje Bessela. Rozwiązanie sformułowanych zagadnień brzegowych dla statycznego ugięcia, wyboczenia i drgań swobodnych porowatych FG płyt w skali mikro [5] i nano [6] znaleziono w postaci podwójnych nieskończonych szeregów Fouriera (metoda Naviera).

W przedstawionym osiągnięciu kandydat wykazał się znajomością zaawansowanego aparatu matematycznego odpowiedniego do sformułowania modeli matematycznych złożonych układów mechanicznych jakim są płyty wykonane z materiałów funkcjonalnie gradientowych, umiejętnością otrzymania rozwiązań analitycznych oraz opracowania odpowiednich metod rozwiązania numerycznego.

Wyniki badań przedstawione w osiągnięciu mają dużą wartość naukową jak i praktyczną. Jako najważniejsze oryginalne osiągnięcia Habilitanta uważam:

- opracowanie modeli drgających poprzecznie funkcjonalnie gradientowych płyt kołowych z uwzględnieniem wpływu dodatkowych elementów/układów mechanicznych umieszczonych na płycie;
- opracowanie nielokalnych modeli funkcjonalnie gradientowych płyt prostokątnych w skali mikro i nano z uwzględnieniem (w skali nano) efektów elektrycznych i magnetycznych oraz sprzężeń elektro- i magneto-mechanicznych
- uzyskanie rozwiązań analitycznych i analityczno-numerycznych sformułowanych zagadnień brzegowych oraz weryfikacja ich poprawności;
- wszechstronna analiza parametryczna uzyskanych wyników badań.

Pozwala to stwierdzić, że **cykl prac przedstawiony jako osiągnięcie zawiera wartościowe i oryginalne wyniki wnoszące znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna w zakresie rozwoju zaawansowanych metod modelowania płyt wykonanych z materiałów funkcjonalnie gradientowych i ich zachowania w układach mechanicznych w różnych skalach.**

3. Ocena aktywności naukowej

Dorobek publikacyjny i dane bibliometryczne

Dorobek publikacyjny dr. inż. K.K. Żura (według wykazu zawartego we wniosku) obejmuje łącznie 23 artykuły opublikowane w czasopismach z listy JCR. Liczba cytowań publikacji Habilitanta według bazy Web of Science: 347 (bez samocytowań 327). Indeks-h według Web of Science: 10.

Kandydat ma bogaty dorobek publikacyjny. Wysoka liczba cytowań świadczy o dobrym odbiorze prac Kandydata w środowisku naukowym.

Informacje o aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej

Autor prowadzi szeroką współpracę z zagranicznymi ośrodkami naukowymi. Publikacje [5,6] przedstawione w cyklu powstały w ramach współpracy międzynarodowej z naukowcami z zagranicznych uczelni: Texas A&M University, USA; Western Michigan University, USA; oraz University of Kashan, Iran. Habilitant realizował umowę o współpracy naukowej zawartą w 2017 roku pomiędzy Politechniką Białostocką a Western Michigan University, jak również realizował zadania badawcze w ramach dwóch grantów naukowych prowadzonych przez uniwersytety chińskie: Northeastern University (Shenyang, Chiny) i Jilin University (Changchung, Chiny). Wyniki badań przedstawione w publikacjach niewchodzących w skład cyklu otrzymano we współpracy z wieloma zagranicznymi ośrodkami naukowymi z USA, Chin i Australii.

W latach 2016-2018 dr inż. K.K. Żur odbywał staż naukowy w Instytucie Wysokich Cisnień PAN.

Udział w konferencjach

Dr inż. K.K. Żur uczestniczył w czterech konferencjach międzynarodowych. Konferencje te odbywały się w latach 2020-2021 w trybie zdalnym. W tym zakresie można by oczekiwać większej liczby wystąpień Kandydata.

Udział w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji

Dr inż. K.K. Żur był członkiem komitetu organizacyjnego lub naukowego 8 konferencji międzynarodowych, co świadczy o wysokiej pozycji naukowej i uznaniu w środowisku międzynarodowym.

Kierowanie i udział w projektach badawczych

Dr inż. K.K. Żur był wykonawcą w 2 projektach badawczych realizowanych przez uniwersytety chińskie. Brak w dorobku Kandydata projektów, w którym byłby głównym wykonawcą lub kierownikiem.

Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych

Dr inż. K.K. Żur jest członkiem trzech międzynarodowych oraz trzech polskich stowarzyszeń naukowych.

Członkostwo w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism

Bardzo wysoko należy ocenić członkostwo Kandydata w komitetach redakcyjnych wielu czasopism (prawie 20), w tym również pełnienie funkcji redaktora lub redaktora pomocniczego.



Informacja o recenzowanych pracach naukowych

Kandydat wykonał ponad 300 recenzji artykułów dla około 100 czasopism międzynarodowych z listy JCR co potwierdził odpowiednimi certyfikatami.

Pełnienie roli eksperta w instytucjach przyznających granty naukowe

Habilitant pełni funkcję eksperta w NCBiR oraz NAWA oraz w dwóch agencjach zagranicznych (Czechy i Włochy).

Osiągnięcia dydaktyczne

W ramach swojego zatrudnienia na Wydziale Inżynierii Zarządzania Politechniki Białostockiej dr inż. K.K. Żur prowadził zajęcia dydaktyczne z przedmiotów: automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych, elementy automatyki transportowej, wprowadzenie do robotyki, matematyka. Sprawował opiekę nad studentami wykonującymi prace dyplomowe.

W ramach obecnego zatrudnienia na Wydziale Mechanicznym Politechniki Białostockiej dr inż. K.K. Żur prowadzi zajęcia dydaktyczne z następujących przedmiotów: kinematyka i dynamika maszyn, dynamika układów mechanicznych, mechanika analityczna. Prowadzi również zajęcia dydaktyczne w języku angielskim dla studentów zagranicznych w ramach programu ERASMUS. Pełni funkcję promotora pomocniczego rozprawy doktorskiej realizowanej przez doktoranta Szkoły Doktorskiej Politechniki Białostockiej. Pełni również funkcję kopromotora rozprawy doktorskiej przygotowywanej na uniwersytecie w Iranie.

Działalność popularyzatorska

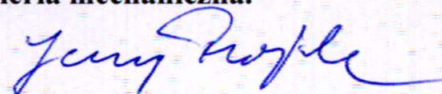
Na wyróżnienie zasługuje aktywne uczestnictwo w Podlaskim Festiwalu Nauki i Sztuki oraz organizacja wykładów w Parku Naukowo-Technologicznym w Elku dla szkół gimnazjalnych i ponadgimnazjalnych.

Na podstawie przytoczonych faktów można stwierdzić, że dr inż. Krzysztof Kamil Żur wykazuje się istotną aktywnością naukową. Jego aktywność naukowa nie ograniczała się do jednej uczelni. Prowadził badania w innej jednostce naukowej w Polsce (Instytut Wysokich Ciśnień PAN) oraz prowadził badania naukowe w projektach badawczych realizowanych przez uniwersytety zagraniczne.

4. Podsumowanie

Po zapoznaniu się z dokumentacją wniosku dr. inż. Krzysztofa Kamila Żura stwierdzam, że osiągnięcie naukowe w postaci cyklu 6 publikacji powiązanych tematycznie zatytułowanego „Rozwiązania analityczne i numeryczne wybranych zagadnień mechaniki funkcjonalnie gradientowych płyt w skali makro, mikro i nano” wnosi znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna w zakresie rozwoju zaawansowanych metod modelowania płyt wykonanych z materiałów funkcjonalnie gradientowych i ich zachowania w układach mechanicznych w różnych skalach, a całkowity dorobek naukowy dowodzi, że Habilitant wykazuje się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jedna jednostce naukowej.

W związku z tym stwierdzam, że **dr inż. Krzysztof Kamil Żur spełnia wymagania stawiane osobom ubiegającym się o stopień doktora habilitowanego i wnioskując o nadanie dr. inż. Krzysztofowi Kamilowi Żurovi stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynierijno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.**



prof. dr hab. inż. Jerzy Rojek