

RECENZJA

dotycząca osiągnięć naukowych, dydaktycznych i organizacyjnych
dr. inż. Krzysztofa Kamila Żura,
ubiegającego się o nadanie stopnia doktora habilitowanego
w dyscyplinie naukowej Inżynieria Mechaniczna

Przedmiotem niniejszej opinii są osiągnięcia naukowe, dydaktyczne i organizacyjne przedstawione w dokumentacji dr. inż. Krzysztofa Kamila Żura, dołączonej do pisma prof. dr hab. inż. Romualda P. Mosdorf, Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna na Politechnice Białostockiej z dnia 1 czerwca 2022r. dotyczącego postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie naukowej inżynieria mechaniczna.

Podstawa przygotowania recenzji

Uchwała nr 188/XX/XVI/2022 Senatu Politechniki Białostockiej z dnia 28 kwietnia 2022 roku. Senat działając na podstawie art. 221 ust. 5 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku prawo o szkolnictwie wyższym i nauce oraz na podstawie odpowiednich przepisów Statutu Politechniki Białostockiej powołał mnie na recenzenta w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego dr. inż. Krzysztofowi K. Żurowi w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie naukowej inżynieria mechaniczna wszczętym w dniu 15.12.2021r.

Otrzymałem też pełną dokumentację dotyczącą osiągnięć Kandydata w działalności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej. Jednostką prowadzącą jest Rada Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Białostockiej.

Charakterystyka Kandydata

Dr inż. Krzysztof Kamil Żur jest absolwentem Wydziału Mechanicznego Politechniki Białostockiej, gdzie ukończył studia 18.06.2010 roku na kierunku automatyka i robotyka, po czym podjął studia doktoranckie. W 2012 roku ukończył podyplomowe studia pedagogiczne na Wydziale Nauk o Wychowaniu, Niepaństwowej Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Białymstoku. Kandydat w dniu 28.06.2017 roku uzyskał stopień doktora nauk technicznych nadany Mu przez Radę Wydziału Mechanicznego Politechniki Białostockiej na podstawie rozprawy doktorskiej pt. „Analiza drgań własnych płyt kołowych i pierścieniowych o ciągłym i dyskretno-ciągłym rozkładzie parametrów ”.

Od 1.10.2012 dr Krzysztof Żur jest pracownikiem Politechniki Białostockiej. Pracował na stanowisku asystenta na Wydziale Zarządzania a po uzyskaniu doktoratu na stanowisku adiunkta na Wydziale

Inżynierii Zarządzania. Od 25.02.2019 jest adiunktem w Katedrze Mechaniki i Informatyki Stosowanej na Wydziale Mechanicznym Politechniki Białostockiej.

Ocena osiągnięć naukowych Habilitanta na podstawie wskazanego przez Niego cyklu publikacji

Osiągnięcie naukowe będące podstawą do ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego zgodnie z art. 221 ust. 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.), stanowi zbiór powiązanych tematycznie publikacji pt.: „**Rozwiązania analityczne i numeryczne wybranych zagadnień mechaniki funkcjonalnie gradientowych płyt w skali makro, mikro i nano**”.

Zbiór ten tworzy 6 poniższych artykułów:

- [1] **K.K. Żur**. Quasi-Green's function approach to free vibration analysis of elastically supported functionally graded circular plates, *Composite Structures (ELSEVIER)*, 2018, 183, 600-610, IF₂₀₁₈ = 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 (ELSEVIER)*, 2018, 144, 37-55, IF₂₀₁₈ = 6,864;
- [3] **K.K. Żur**. Free vibration analysis of discrete-continuous functionally graded circular plates via Neumann series method, *Applied Mathematical Modelling (ELSEVIER)*, 2019, 73, 166-189, IF₂₀₁₉ = 3,633;
- [4] **K.K. Żur**, P. Jankowski. Multiparametric analytical solution for the eigenvalue problem of FGM porous circular plates, *Symmetry (MDPI)*, Special Issue "Symmetry in Applied Continuous Mechanics", 2019, 11(3), IF₂₀₁₉ = 2,645 (K.K. Żur – udział 70%);
- [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 (ELSEVIER)*, 2019, 209, 879-888, IF₂₀₁₉ = 5,138 (K.K. Żur – udział 40%);
- [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 (ELSEVIER)*, 2020, 182, 107601, IF₂₀₂₀ = 9,078 (K.K. Żur – udział 75%).

Wszystkie prace zostały opublikowane w latach 2018 – 2020 i wydane w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports. Trzy spośród nich są samodzielne.

Artykuły wchodzące w skład cyklu prezentują wysoki poziom naukowy i niezaprzeczalnie stanowią istotny wkład w rozwój mechaniki. W załączonym autoreferacie Habilitant bardzo dokładnie opisał tematykę badawczą, podsumował główne osiągnięcia oraz zarysował kierunki dalszych badań.

Tematyka publikacji koncentruje się wokół zagadnień związanych z dynamiką płyt kompozytowych wykonanych z metalu i ceramiki. Autor wyróżnia dwie zasadnicze kategorie badanych struktur są to płyty kołowe lub pierścieniowe w skali makro oraz płyty prostokątne w skali mikro i nano.

W pracach [1-3] badano drgania poprzeczne funkcjonalnie gradientowych płyt kołowych i pierścieniowych o ciągłym i dyskretno-ciągłym rozkładzie parametrów materiałowych ze szczególnym uwzględnieniem wpływu dodatkowych elementów mechanicznych umieszczonych na płycie.

Wprowadzono współczynnik gradientowości materiału jako parametr kontrolny udziału objętościowego metalu i ceramiki. Zbadano m.in. wpływ sprężystych podpór pierścieniowych na bezwymiarowe częstości drgań własnych.

W pracach [1-2] uzyskano nieliniowe równania charakterystyczne zależne od parametrów układu wykorzystując funkcje quasi-Greena. Otrzymane wyniki numeryczne pozwalają określić przybliżone wartości parametrów geometrycznych i materiałowych oraz warunki brzegowe, dla których należy poszukiwać maksymalnych i minimalnych wartości znormalizowanych częstości drgań własnych płyt niejednorodnych konstrukcyjnie i materiałowo. Uzyskana wiedza na temat wpływu podpory pierścieniowej lub innego elementu dyskretnego oraz wskaźnika udziału objętościowego pozwoli na przewidywanie dynamicznego zachowania płytek i może być wykorzystana do kształtowania ich dynamiki w celu uniknięcia rezonansu.

W pracy [3] po raz pierwszy zastosowano metodę szeregu Neumanna co umożliwiło otrzymanie widma wartości własnych dla dowolnej kombinacji wartości parametrów materiałowych, geometrycznych i masowo-sprężysto-tłumiących. Ponadto uzyskane nieliniowe równanie charakterystyczne rozwiązano numerycznie dla szerokiego zakresu częstości płyty z klasycznymi i nieklasycznymi warunkami brzegowymi.

W pracy [4] uwzględniono wpływ porowatości na podstawową częstość drgań własnych płyt kołowych wykonanych z funkcjonalnie gradientowych materiałów. Wyniki numeryczne przedstawiono dla osiowosymetrycznej i pierwszej nieosiowosymetrycznej postaci drgań swobodnych płyty.

Kolejne dwie prace [5] i [6] dotyczą zjawisk dynamicznych w płytach w skali mikro i nano. Intensywny rozwój układów mikro- i nano- elektro-mechanicznych (MEMS i NEMS) powodują wzrost zapotrzebowania na badanie procesów i zjawisk fizycznych zachodzących w takich strukturach. Miniaturowe układy mechaniczne mogą wykazywać unikalne właściwości, które wymagają zaawansowanego modelowania matematycznego.

W pracy [5] badana jest dynamika płyt prostokątnych w skali mikro zbudowanych z funkcjonalno-gradientowego materiału z porowatością. Opracowany został model takich struktur z uwzględnieniem różnych zewnętrznych obciążeń mechanicznych. Przedstawiono całkowite postacie modułu Younga, liczby Poissona i gęstości materiału zależne od typu porowatości, uśrednionej objętości porów, współczynnika gradientowości materiału oraz właściwości materiałów na górnej i dolnej powierzchni płyty. Równania konstytutywne uzyskano na podstawie zmodyfikowanej teorii naprężeń momentowych natomiast równania ruchu zostały wyprowadzone z zasady wariacyjnej Hamiltona. Należy zauważyć, że otrzymane równania ruchu uwzględniają współczynniki sprzężonej sztywności giętej i na rozciąganie. Dodatkowo uwzględniono także wszystkie masowe momenty bezwładności. Rozwiązania numeryczne badanego modelu matematycznego uzyskano przy wykorzystaniu oprogramowania Wolfram Mathematica i MATLAB. Uzyskane wyniki pozwoliły na przeprowadzenie wnikliwej analizy właściwości dynamicznych badanych struktur. W ramach analizy wyboczenia bifurkacyjnego rozważanych płyt, pokazano wpływ różnych nierównomiernych rozkładów właściwości materiałowych na wartość krytycznej siły ściskającej. Biorąc pod uwagę, że wyniki eksperymentalne i teoretyczne nie zostały znalezione w literaturze, nie przedstawiono weryfikacji poprawności otrzymanych rozwiązań dla wybranych przypadków mikroskalowych płyt.

W pracy [6] opracowano model matematyczny i rozwiązano zagadnienie brzegowe dla wyboczenia bifurkacyjnego i drgań swobodnych nanoskalowych, trójwarstwowych płyt prostokątnych swobodnie podpartych na krawędziach. Zakładając małe odkształcenia przedstawiono związki kinematyczne pomiędzy odkształceniami a przemieszczeniami analizowanej płyty oraz uwzględniając właściwości

wykorzystanych materiałów, przedstawiono postać analityczną równań konstytutywnych dla rdzenia oraz warstw zewnętrznych nano-płyty. Przedstawiono całkowite postacie modułu Younga, liczby Poissona i gęstości materiału zależne od współczynnika gradientowości materiału oraz właściwości materiałów na górnej i dolnej powierzchni rdzenia. Zdefiniowano wypadkowe współczynniki sztywności trójwarstwowej płyty uwzględniając sztywność funkcjonalnie gradientowego rdzenia i piezomagnetycznych okładek.

Do najistotniejszych osiągnięć badawczych Kandydata należy zaliczyć opracowanie modeli matematycznych opisujących drgania płyt z materiałów funkcjonalnogradentowych o kształcie kołowym lub pierścieniowym dla skali makro oraz dla płyt prostokątnych w skali mikro i nano. Stosując zaawansowany aparat matematyczny uzyskano rozwiązania analityczne i analityczno-numeryczne dla sformułowanych zagadnień brzegowych. Ponadto wyprowadzono wieloparametrowe równania charakterystyczne dla badanych płyt co pozwala na jakościową analizę otrzymanych wyników i badanie zachowania struktury w funkcji wybranych parametrów. Przedstawione do oceny prace mają charakter teoretyczny i wpisują się w nurt badań podstawowych o dużym potencjale aplikacyjnym.

Dorobek naukowy dra Krzysztofa K. Żura przedstawiony w cyklu publikacji powiązanych tematycznie oceniam wysoko i uważam, że stanowi on istotny wkład w rozwój mechaniki, a w szczególności zaawansowanych metod badania dynamiki nieliniowych struktur z materiałów funkcjonalnogradentowych z wykorzystaniem nielokalnych teorii sprężystości.

Aktywność naukowa realizowana w więcej niż jednej instytucji naukowej

Artykuły współautorskie wchodzące w skład osiągnięcia naukowego powstały we współpracy z naukowcami z trzech uczelni zagranicznych:

- Texas A&M University, USA,
- Western Michigan University, USA,
- University of Kashan, Iran.

Od 2017 roku dr inż. Krzysztof K. Żur realizuje współpracę naukową zawartą między Politechniką Białostocką a Western Michigan University. W ramach tej współpracy opublikował dwie współautorskie prace w czasopiśmie Composite Structures (ELSEVIER) (IF=5,0407). Ponadto, jest uczestnikiem dwóch grantów w Northeastern University (Shenyang, Chiny) i Jilin University (Changchung, Chiny).

Ogółem, Kandydat jest współautorem prac powstałych przy współpracy z 6 zagranicznymi ośrodkami naukowymi.

Biorąc powyższe pod uwagę należy stwierdzić, że Kandydat wykazuje bardzo dużą aktywność naukową realizowaną we współpracy międzynarodowej.

Ocena pozostałych osiągnięć naukowych Kandydata

Kandydat jest laureatem kilku znaczących nagród i wyróżnień. Do najważniejszych należą: Nagroda Naukowa III stopnia Komitetu Mechaniki PAN im. prof. Michała Życzkowskiego, Medal Komisji Edukacji Narodowej, wyróżnienie Międzynarodowego Komitetu Naukowego Advances in Engineering w Kanadzie dla kluczowego artykułu naukowego w rozwoju nauk inżynierskich oraz indywidualne nagrody Rektora Politechniki Białostockiej za działalność naukową, dydaktyczną i organizacyjną.

Dużym osiągnięciem Krzysztofa K. Żura była także jego rozprawa doktorska która powstała na podstawie 4 samodzielnych artykułów opublikowanych w czasopismach z bazy JCR.

Po uzyskaniu stopnia doktora, oprócz prac przedstawionych do oceny jako jednotematyczny cykl publikacji, Habilitant opublikował 17 współautorskich prac w czasopismach z bazy Journal Citation Reports. Tematyka badawcza opublikowanych prac koncentruje się wokół następujących zagadnień:

- dynamika struktur nanoskalowych z uwzględnieniem porowatości, w tym drgania nieliniowe nanorurek,
- zagadnienia nielokalnej sprężystości,
- mechanika materiałów funkcjonalno-gradientowych,
- mechanika pól sprzężonych w nanostrukturach, m.in. oddziaływania piezoelektryczne i piezomagnetyczne,
- nieliniowa metoda elementów skończonych w badaniu drgań nano-heterostruktur w obecności sprzężonych pól termicznego i magnetycznego,
- dynamika struktur sandwichowych,
- metody analityczne i numeryczne metody bezsiatkowe w zagadnieniach teorii sprężystości.

Habilitant przedstawił 4 referaty na dwóch zagranicznych konferencjach (ONLINE).

Jest członkiem Komitetu Naukowego w 8 konferencjach zagranicznych (w tym w 4 nadchodzących).

W latach 2016-2018 realizował prace badawcze w Instytucie Wysokich Ciśnień PAN. W październiku 2021 odbywał staż (online) w Institute of Structural Mechanics, Bauhaus-Universität Weimar w Niemczech.

Pełnił rolę redaktora gościnnego 4 wydań specjalnych w renomowanych czasopismach naukowych (wydawnictwa ELSEVIER i MDPI). Jest członkiem komitetów redakcyjnych 19 czasopism. Opracował ponad 300 recenzji dla około 100 czasopism.

Pełnił rolę eksperta w 4 instytucjach przyznających granty (w tym w dwóch zagranicznych).

Dane naukometryczne po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych:

Sumaryczny IF=116,513

Liczba cytowań (bez autocytowań) wg WoS = 327

Indeks Hirscha wg WoS, H = 10

Sumaryczna liczba punktów MNiSW i MEIN = 2665

Podsumowując ten fragment recenzji stwierdzam, że Habilitant po doktoracie wykazał się bardzo wysoką aktywnością naukową.

Ocena osiągnięć dydaktycznych i organizacyjnych Kandydata

Dr inż. Krzysztof K. Żur prowadzi na Politechnice Białostockiej zajęcia z przedmiotów: kinematyka i dynamika maszyn, dynamika układów mechanicznych i mechanika analityczna. Wcześniej prowadził również zajęcia z matematyki, automatyzacji i robotyzacji procesów produkcyjnych, elementów automatyki transportowej i wprowadzenia do robotyki. Prowadzi także zajęcia dydaktyczne dla studentów zagranicznych w ramach programu ERASMUS.

Jest twórcą 3 pracowni specjalistycznych: robotyki mobilnej, automatyki i obliczeń numerycznych.

Organizował zajęcia dydaktyczne oraz pokaz laboratoriów i pracowni specjalistycznych Wydziału Inżynierii Zarządzania na Podlaskim Festiwalu Nauki i Sztuki.

Był promotorem 3 studentów studiów inżynierskich oraz 1 studenta studiów magisterskich. Pełni rolę promotora pomocniczego rozprawy doktorskiej realizowanej w Szkole Doktorskiej Politechniki Białostockiej.

Był członkiem Komitetu Organizacyjnego 2 konferencji zagranicznych. Jest członkiem 6 towarzystw naukowych w tym 3 zagranicznych.

Osiągnięcia Kandydata w zakresie dydaktyki i popularyzacji nauki oceniam pozytywnie.

Konkluzja

*Dokonania przedstawione w cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych oraz całokształt dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego Kandydata stanowią istotny wkład w rozwój mechaniki, w szczególności metod obliczeniowych w zagadnieniach sprzężonej magneto-termo-sprężystości. Osiągnięcia te spełniają wymagania stawiane w przewodach habilitacyjnych, zawarte w ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, dlatego też **wniosuję o nadanie dr. inż. Krzysztofowi Kamilowi Żurowi stopnia naukowego doktora habilitowanego Nauk technicznych w dyscyplinie Inżynieria Mechaniczna.***

Roman Starosta