

Prof. dr hab. inż. Mieczysław Kuczma
Zakład Konstrukcji Betonowych
Instytut Konstrukcji Budowlanych
Politechnika Poznańska
Email: mieczyslaw.kuczma@put.poznan.pl

Poznań, 10.12.2017

Tel.: 662 140073

**Opinia o monografii naukowej
„Modelowanie tolerancyjne dynamiki mikroniejnorodnych płyt pierścieniowych”
i dorobku naukowym, dydaktycznym oraz współpracy międzynarodowej
dr. inż. Artura Wirowskiego
w postępowaniu habilitacyjnym**

1. Podstawa opracowania recenzji

Niniejszą opinię opracowałam na podstawie pisma Dziekana Wydziału Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Łódzkiej dr. hab. inż. Marka Lefika prof. PŁ. Przesłany wniosek habilitacyjny zawierał następujące dokumenty przygotowane przez Habilitanta:

- egzemplarz monografii naukowej Artura Wirowskiego pt. „*Modelowanie tolerancyjne dynamiki mikroniejnorodnych płyt pierścieniowych*”, wydanej przez Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2016 (ISBN 978-83-7283-757-8).
- autoreferat zawierający charakterystykę działalności naukowo-badawczej i dydaktyczno-organizacyjnej Kandydata.
- wykaz Jego osiągnięć naukowo-badawczych,
- informacja o dorobku dydaktycznym i popularyzatorskim oraz o współpracy międzynarodowej,
- oświadczenia współautorów zawierające krótki opis ich wkładu w powstanie publikacji, potwierdzone ich własnoręcznymi podpisami,
- wybrane publikacje Habilitanta.

Podstawę prawną opracowania opinii stanowi ustawa z dnia 14 marca 2003 o stopniach i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki [Dz. U. nr 65, poz. 595 z późniejszymi zmianami Dz. U. z 2014 r. poz. 1852, z 2015r. poz. 249, 1767] oraz Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 26 września 2016 [Dz. U. z 2016r., poz. 1586].

2. Informacje ogólne o Habilitancie

Artur Wirowski [REDACTED] W roku 1999 podjął studia w Politechnice Łódzkiej na Wydziale Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska na kierunku Budownictwo, które zakończył w roku 2004 obroną pracy magisterskiej pt. "Analiza błędów a

 1

posteriori w metodzie elementów skończonych" przygotowaną pod kierunkiem dr. hab. Z. Więckowskiego prof. PŁ. W tym samym czasie rozpoczął drugi kierunek studiów w PŁ na Wydziale Fizyki Technicznej, Informatyki i Matematyki Stosowanej na kierunku Informatyka, a później na specjalizacji Sztuczna Inteligencja i Inżynieria Oprogramowania. W roku 2006 obronił tam pracę magisterską pod kierunkiem dr. hab. M. Rudnickiego prof. PŁ pt. "Znajdowanie wartości własnych dużych macierzy rzadkich w analizie stateczności konstrukcji mechanicznych". W roku 2004 rozpoczął studia doktoranckie na Wydziale Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska. Pracę doktorską pt. "Analiza dynamiczna płyt pierścieniowych wykonanych z materiałów o funkcyjnej gradacji własności" napisaną pod kierunkiem dr. hab. B. Michalaka prof. PŁ obronił w roku 2009.

Habilitant od roku 2005 pracuje w Katedrze Mechaniki Konstrukcji na Wydziale Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska PŁ na pełnym etacie dydaktyczno-naukowym, początkowo w latach 2005-2009 na stanowisku asystenta, a od roku 2009 na stanowisku adiunkta.

3. Charakterystyka i ocena osiągnięcia naukowego

Jako osiągnięcie naukowe w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Artur Wirowski przedkłada samodzielną monografię naukową pt. „*Modelowanie tolerancyjne dynamiki mikroniejednorodnych płyt pierścieniowych*”, która jako dzieło opublikowane w całości, stanowi podstawę ubiegania się o dopuszczenie do postępowania habilitacyjnego (art. 16, ust. 2 pkt 1 ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki).

Przedstawiona do oceny monografia autorska Habilitanta liczy 128 stron i jest napisana w języku polskim. Monografia została podzielona na 6 rozdziałów i dodatkowo 2 załączniki. Spis literatury zawiera 152 pozycje. W wstępie Autor zawarł opis analizowanych płyt pierścieniowych, krótkie omówienie prac z dziedziny modelowania materiałów z mikrostrukturą, oraz podał zakres opracowania oraz spis oznaczeń. W rozdziale 2 omówił podstawy techniki tolerancyjnej aproksymacji. Kierując się pracami prof. Czesława Woźniaka i współpracowników z lat 2000-2011 przedstawił podstawowe twierdzenia tej metody, omówił sposoby budowania modeli tolerancyjnych i uproszczonych modeli asymptotycznych, które zostały zastosowane w jego pracy. W rozdziałach 3 i 4 zostały przedstawione przez Autora uśrednione równania modeli tolerancyjnego i asymptotycznego dla dwóch różnych przypadków geometrii płyt pierścieniowych. W rozdziale 3 monografii Habilitanta skupił się na płytach pierścieniowych o jednokierunkowej mikrostrukturze, tj. uźebrowanych tylko w jednym, promieniowym kierunku, zaś w rozdziale 4 omówił płyty o dwukierunkowej mikrostrukturze, które posiadają zarówno żebra promieniowe jak i żebra obwodowe. Na szczególną uwagę zasługuje rozdział 5, w którym Habilitant podjął ważny problem analizy zagadnienia doboru funkcji kształtu stosowanej w technice tolerancyjnej aproksymacji. Przeanalizował tutaj trzy przybliżone funkcje kształtu i na wynikach obliczeń numerycznych konkretnych przykładów, rozpatrzył problem numerycznej stabilności uzyskiwanych rozwiązań. Ostatni rozdział 6 zawiera wnioski końcowe podsumowujące przedstawioną do oceny monografię.

 2

Przedmiotem monografii jest analiza dynamicznego zachowania się pierścieniowych płyt o charakterystycznej mikrostrukturze periodycznej w kierunku obwodowym i posiadające funkcyjnie zmienne makrowłasności w kierunku promieniowym. Założono, że płyty wykonane są z dwóch, idealnie połączonych za sobą, jednorodnych i izotropowych materiałów w postaci jedno- lub dwukierunkowych żeber oraz matrycy. Żebra, zarówno promieniowe jak i obwodowe posiadają stałą szerokość, zaś cała płyta, zarówno matryca jak i żebra posiada stałą wysokość. Taka mikrostruktura płyty powoduje, że makrowłasności płyty w kierunku promieniowym są funkcyjnie zmienne. Lokalnie przyjęto założenia liniowej teorii płyt cienkich typu Kirchhoffa. Habilitant analizuje problemy drgań własnych i wymuszonych. Rozpatruje płyty przy zadanych warunkach brzegowych na obydwu brzegach (zewnątrznym i wewnętrznym), oraz przypadek płyty swobodnie spoczywającej na mikro-niejednorodnym podłożu typu Winklera.

Na podkreślenie zasługuje oryginalność podejścia Habilitanta do analizowanego zagadnienia dynamiki uźebrowanych płyt kolistych, który jako podstawowe narzędzie matematyczne do budowania modeli użył techniki tolerancyjnej aproksymacji pozwalającej uwzględnić wpływ wielkości wymiaru mikrostruktury na ogólną odpowiedź badanych płyt. Autor opracował i przetestował modele matematyczne oraz przedstawił wyniki numeryczne przykładowych zadań uzyskane za pomocą autorskiego programu komputerowego bazującego na metodzie różnic skończonych. Dokonane porównania wyników według własnych programów z wynikami z klasycznych programów komputerowych bazujących na metodzie elementów skończonych potwierdziły poprawność własnych uśrednionych modeli.

Moim zdaniem, cel badań jakim było opracowanie i weryfikacja modeli matematycznych opisujących dynamiczne zachowanie określonego rodzaju płyt został przez Autora osiągnięty. Użyte w pracy metody są poprawne, a wyniki w zestawieniu z rezultatami uzyskanymi inną metodą, tj. metodą elementów skończonych pokazują dość dobrą zgodność opracowanych modeli przybliżonych. Monografia jest napisana poprawnym i klarownym językiem. Autor w zwięzły i przejrzysty sposób tłumaczy dość złożone zagadnienie jakim jest modelowanie dynamiki płyt z niejednorodną mikrostrukturą. Uważam, że tematyka podjęta przez Habilitanta w omawianej pracy jest ważna z punktu widzenia zarówno teoretycznego modelowania ośrodków z mikrostrukturą, jak również z punktu widzenia modeli obliczeniowych w zastosowaniach praktycznych.

Podsumowując tę część oceny dorobku naukowego stwierdzam, że przedstawiona do oceny monografia świadczy o dobrym przygotowaniu Habilitanta do samodzielnej pracy naukowej i może być uznana jako osiągnięcie naukowe, które spełnia wymogi Ustawy.

4. Ocena dorobku i aktywności naukowej

Pozostały dorobek naukowo-badawczy Habilitanta jest dość zróżnicowany, ale najważniejsze jego prace dotyczą, podobnie jak monografia, modelowania drgań płyt w oparciu o technikę tolerancyjnej aproksymacji. Aktualne wskaźniki opisujące działalność publikacyjną Habilitanta według bazy Web of Science (WoS) wynoszą: 8 indeksowanych publikacji z czego jest 5 artykułów w czasopiśmie, w tym 4 artykuły z listy JCR, oraz 3

publikacje w materiałach konferencyjnych; prace były cytowane 29 razy (24 razy bez autocytowań); h-indeks wynosi 3, liczba ministerialnych punktów wynosi 185, w tym 135,2 pkt. to udział autorski Habilitanta.

Do najważniejszych prac habilitanta po uzyskaniu stopnia naukowego doktora, indeksowanych w WoS można zaliczyć artykuły:

1. Michalak B., **Wirowski A.**, *Dynamic modelling of thin plate made of certain functionally graded materials*, Meccanica (2012) vol. 47, pp. 1487–1498 [IF=1.83, 50% udział Habilitanta, 16 cytowań].
2. **Wirowski A.**, *Self-vibrations of thin plate band with non-linear functionally graded material*, Archives of Mechanics (2012) vol. 64, pp. 603–615 [IF=0.92, 7 cytowań].
3. Radzikowska A., **Wirowski A.**, *Two-dimensional heat conduction in the two conductor laminate with functionally graded properties*, Journal of Enhanced Heat Transfer (2013) vol. 20, pp. 475-480 [IF=0.56, 50% udział Habilitanta].
4. **Wirowski A.**, Michalak B., Gajdzicki M., *Dynamic modelling of annular of functionally graded structure resting on elastic heterogeneous foundation with two modules*, Journal of Mechanics (2015) vol. 31, pp. 493-504 [IF=0.828, 33% udział Habilitanta, 1 cytowanie].
5. **Wirowski A.**, *The hybrid method of finding the natural frequency spectrum for quasi-fractal plate bands*, Journal of Applied Mathematics and Computational Mechanics (2015), vol. 14, pp. 153-165.

Wszystkie z wyżej wymienionych prac dotyczą modelowania płyt lub kompozytów z mikrostrukturą, przy czym pozycje 1, 2, 4 i 5 dotyczą zagadnień dynamiki, zaś praca 3 — analizy przepływu ciepła w tego typu strukturach. Habilitant podejmuje się w nich modelowania nie tylko płyt pierścieniowych, ale także pas płytowych o zróżnicowanej strukturze (nieliniowej geometrycznie lub quasi fraktalnej) oraz płyt prostokątnych periodycznych oraz posiadających jednokierunkową funkcyjną gradację własności.

Ponadto z pozostałego dorobku Habilitanta liczącego 2 rozdziały w monografiach, 3 artykuły w materiałach konferencyjnych indeksowanych w bazie WoS, kilkanaście artykułów nieindeksowanych w bazie WoS oraz publikacje w pokonferencyjnych materiałach warto wspomnieć m.in.:

A. Wirowski, *Dynamic behaviour of thin annular plates made from functionally graded material*, Eds. W. Pietraszkiewicz, I. Kreja, Shell Structures: Theory and Applications, Vol 2, 2010, [5 cytowań według WoS].

a także inne prace Habilitanta, w której nie stosował techniki tolerancyjnej aproksymacji jako narzędzia służącego do modelowania:

A. Wirowski, P. Szczerba, *The Modeling of Nonlinear Rotational Vibration in Periodic Medium with Infinite Number of Degrees of Freedom*, Ed. J. Awrajcewicz, Dynamical Systems: Modelling, 2016 [50% udział Habilitanta].

W powyższej pracy autorzy podejmują interesujący problem modelowania drgań obrotowych w złożonych periodycznych strukturach dwuwymiarowych. Wychodząc od klasycznych równań równowagi momentów pochodzących od sił elektrostatycznych, przy wykorzystaniu metody różnic skończonych otrzymują ciągle równanie modelu pozwalające na opis matematyczny dynamiki tego typu struktury. Praca ta może znaleźć zastosowanie przy modelowaniu pewnych atmosferycznych zjawisk optycznych.

A. Wirowski, M. Szafarzyński, *Designing of the optimal topology and nodes of truss using evolution strategy*, pp. 519-520, Computer Methods in Mechanics, 9-12 May 2011, Warsaw, Poland, Short Papers, Warsaw 2011 [50% udział Habilitanta].

W powyższym krótkim artykule autorzy podejmują problem topologicznej optymalizacji struktury kratowej z wykorzystaniem algorytmów sztucznej inteligencji, a w szczególności algorytmu strategii ewolucyjnej.

Warto zwrócić uwagę, że dorobek publikacyjny Habilitanta jest zróżnicowany. Publikacje znajdują się w różnych czasopismach i w różnych monografiach. Tematyka podejmowana przez Niego jest bogata i nie ogranicza się jedynie do problematyki drgań płyt pierścieniowych, którą dr inż. A. Wirowski rozważał w autorskiej monografii. Badania habilitanta dotyczą wielu zagadnień mechaniki i odmiennych struktur: stateczności płyt pierścieniowych i prostokątnych, przewodnictwa ciepła w kompozytach, modelowania drgań obrotowych w nieskończonym układach periodycznych, optymalizacji kratownic za pomocą algorytmów sztucznej inteligencji.

Podsumowując ocenę pozostałych osiągnięć i aktywności naukowej Habilitanta stwierdzam, że spełniają wymogi Ustawy w stopniu wystarczającym.

5. Ocena dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej

Artur Wirowski w swojej działalności dydaktycznej związany jest z Politechniką Łódzką, gdzie pracuje od roku 2005, najpierw na etacie asystenta, a od roku 2009 adiunkta. Prowadził wiele przedmiotów związanych z mechaniką i informatyką techniczną, w szczególności takie przedmioty jak: Mechanika budowli, Metody komputerowe, Metody obliczeniowe, Stateczność i dynamika, Zastosowanie programów komputerowych w analizie konstrukcji budowlanych. Był promotorem 6 prac inżynierskich oraz 12 prac magisterskich, z których 2 zostały wyróżnione w konkursach o zasięgu ogólnopolskim. Habilitant jest promotorem pomocniczym pracy doktorskiej mgr inż. Martyny Rabendy pt. „Drgania prostokątnych płyt mikro-strukturalnych z gęstym dwukierunkowym układem żeber”. Od 2009 jest opiekunem studenckiego koła naukowego „Momencik”, którego studenci na przestrzeni wielu lat odnosili sukcesy w konkursach w całej Polsce. Jest współautorem 2 skryptów i podręcznika dotyczących obsługi programu komputerowego AutoCad Civil 3D. Wszystkie te osiągnięcia dydaktyczne wskazują na duże zaangażowanie Habilitanta w pracę na rzecz studentów, co znalazło także potwierdzenie w dwóch nagrodach w tej dziedzinie.

 5

W zakresie swej działalności organizacyjnej dr inż. A. Wirowski zajmuje się na co dzień pracownią komputerową przynależną do Katedry Mechaniki Konstrukcji, jest pełnomocnikiem Dziekana ds. Plagiatu, administratorem licencji oprogramowania i przygotowuje specyfikacje do przetargów komputerowych na potrzeby Katedry. Habilitant uczestniczył także w organizacji kilku konferencji naukowych w Łodzi (seryjna konferencja Modelowanie Ośrodków z Mikrostrukturą) i w Poznaniu (Budmika) oraz wielu wydarzeń popularyzujących naukę, w szczególności Pikniku Naukowego w Łódzkiej Manufakturze.

Na współpracę międzynarodową Habilitanta składają się 4 recenzje przygotowane dla renomowanych czasopism międzynarodowych (Journal of the Optical Society of America, European Journal of Mechanics, Journal of Sound and Vibration, Mechanics Research Communications), uczestnictwo w wielu konferencjach międzynarodowych oraz udzielenie dwóch wywiadów o charakterze popularyzatorskim dla czasopisma National Geographic.

Podsumowując, stwierdzam, że dorobek Habilitanta w zakresie działalności dydaktycznej, popularyzatorskiej i współpracy międzynarodowej spełnia wymogi Ustawy. W szczególności dorobek dydaktyczny i organizacyjny na rzecz studentów oceniam jako wyróżniający.

6. Wniosek końcowy

Podsumowując stwierdzam, że osiągnięcie naukowe dr inż. Artura Wirowskiego pt. „Modelowanie tolerancyjne dynamiki mikroniejednorodnych płyt pierścieniowych” wraz z dodatkowym dorobkiem naukowym stanowi znaczący wkład w dziedzinie mechaniki, w zakresie modelowania oraz obliczania niejednorodnych struktur periodycznych z mikrostrukturą, i spełnia wymogi Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki. Na podkreślenie zasługuje także Jego działalność dydaktyczna i popularyzatorska. Habilitant wykazał się dużą aktywnością i umiejętnościami w samodzielnym prowadzeniu badań naukowych o znacznym stopniu złożoności i oryginalności.

Stawiam wniosek o przyjęcie przedstawionych prac i dopuszczenie dr. inż. Artura Wirowskiego do dalszych etapów postępowania celem nadania Mu stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie budownictwo.

 6