

Warszawa, 8.06.2018

Prof. dr hab. Wiesław Nagórko  
Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego  
02-787 Warszawa  
ul. Nowoursynowska 156

## **RECENZJA**

dorobku naukowego i innych istotnych osiągnięć

**dr. inż. Piotra Ostrowskiego**

z Wydziału Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska

Politechniki Łódzkiej

**w związku z postępowaniem habilitacyjnym**

### 1. PODSTAWA OPRACOWANIA

Opinię opracowałem na podstawie pisma Pana Dziekana Wydziału Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Łódzkiej prof. dr. hab. inż. Marka Lefika z dn. 29. 03.2018 r.

Źródłem informacji do napisania recenzji były przekazane przez Pana Dziekana dokumenty habilitacyjne Kandydata w formie elektronicznej i papierowej:

1. Wniosek Habilitanta do Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów
2. Odpisy dyplomów; licencjata (Matematyka, Uniwersytet Łódzki), magistra (Matematyka Stosowana, Uniwersytet Łódzki, oraz Budownictwo, Politechnika Łódzka) i doktora (Budownictwo, Politechnika Łódzka)
3. Autoreferat
4. Wykaz dorobku habilitacyjnego, z wykazem publikacji i informacjami o osiągnięciach dydaktycznych, popularyzatorskich, organizacyjnych, współpracy z instytucjami naukowymi, stażach i innych osiągnięciach naukowo-badawczych, zgodnie z rozporządzeniem MNiSW z dn. 1.09.2011 r.,

w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego

5. Egzemplarz pracy *Tolerance modeling of thermomechanics in microstructured media*

## 2. Informacje ogólne o Habilitancie

Dr inż. Piotr Ostrowski jest absolwentem dwu uczelni, Politechniki Łódzkiej, na której ukończył kierunek Budownictwo w roku 2004 oraz Uniwersytetu Łódzkiego, gdzie studiował Matematykę, uzyskując stopień magistra w 2013 roku.

Praca magisterska wykonana na Politechnice Łódzkiej pod kierunkiem prof. Bohdana Michalaka nosiła tytuł *Obliczanie ram płaskich z uwzględnieniem efektów II rzędu*, zaś praca magisterska z matematyki powstała pod kierunkiem dr. hab. Dariusza Idczaka miała tytuł: *Porównanie zasady ekstremum i metody Dubovitskiego-Miljutina na przykładzie zadania Lagrange'a*.

W roku 2004 Habilitant rozpoczął studia doktoranckie na Wydziale Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska PŁ zakończone, w 2009 roku, obroną rozprawy doktorskiej *Przewodnictwo ciepła w przewodniku cylindrycznym wykonanym z materiału o funkcyjnej gradacji własności*. Promotorem pracy był prof. Bohdan Michalak.

Dr Ostrowski, od 2007 roku pracuje w Katedrze Mechaniki Konstrukcji PŁ, kolejno na etatach asystenta i adiunkta.

Wskaźniki bibliometryczne oceny dorobku Habilitanta (wg Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r. w sprawie Kryteriów Oceny Osoby Ubiegającej się o Nadanie Stopnia Doktora Habilitowanego §4 pkt. 4-6) wynoszą:

- sumaryczny impact factor (JCR): 11,023
- liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS) wynosi 25, a w bazie Scopus 26,
- indeks Hirsch'a opublikowanych prac według bazy Web of Science (WoS) wynosi 2, a w bazie Scopus 3,
- punktacja MNiSW publikacji w latach 2010-2017 to 200 pkt. lub z uwzględnieniem współautorów 126,5 pkt.

### **3. Ocena osiągnięcia naukowego, wskazanego jako podstawa do uzyskania habilitacji**

Jako osiągnięcie naukowe Habilitant przedstawił monografię pod tytułem *Tolerance modeling of thermomechanics in microstructured media*, której tematyka, z punktu widzenia metodologii nauk, znajduje się w obszarze nauk technicznych – w dyscyplinie zarówno Budownictwo jak i Mechanika. Rozważane obiekty materialne są bowiem strukturami budowlanymi zaś opisywane i badane zjawiska w tych obiektach zachodzą pod wpływem pola temperatury i pól mechanicznych i modelowane są metodami mechaniki.

Analizowane ośrodki materialne są sprężyste i niejednorodne, przy czym niejednorodność nie jest dowolna – ośrodki są kompozytami i są wieloskładnikowe. Ponadto ośrodki są tolerancyjnie mikroperiodyczne.

Modele takich ciał są znane od dawna, są to m.in. teoria sprężystości, teoria przewodnictwa cieplnego, teoria naprężeń cieplnych lub termosprężystość. Podstawowe relacje w tych teoriach między poszukiwanymi polami; temperatury, przemieszczeń czy naprężeń a przyczynami; ciepłem i siłami są na ogół równaniami różniczkowymi cząstkowymi.

W przypadku, gdy układy równań opisujące kompozyty periodyczne lub tolerancyjnie periodyczne są liniowe to mają współczynniki, które są funkcjami nieciągłymi, o znacznie różniących się wartościach na małych przedziałach określoności. To powoduje, że otrzymanie rozwiązań analitycznych jest możliwe tylko w prostych zagadnieniach, zaś rozwiązania numeryczne mogą być obarczone znacznym błędem.

Z tego powodu konstruuje się dla tych modeli różne modele uproszczone, na ogół przez uśrednianie - homogenizację.

Habilitant zajął się jedną z metod prowadzącą do modeli uproszczonych, nazwaną metodą modelowania tolerancyjnego.

Twórcą metody jest Cz. Woźniak. Powstała ona najpierw w wersji dla ośrodków niejednorodnych periodycznie i została opisana w pracy z 1999 roku *A model for of micro-heterogeneous solid* z podtytułem *Tolerance averaging versus homogenization*

wydanej w Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule, (RWTH) w Akwizgranie, (Aachen).

Kilka lat później technika tolerancyjnego uśredniania została przez Cz. Woźniaka uogólniona na ośrodki tolerancyjnie periodyczne i opisana w obszernej monografii pod redakcją Cz. Woźniaka, B. Michalaka, J. Jędrysiaka, która ukazała się w 2008 roku w Wydawnictwie Politechniki Łódzkiej.

Monografia dr. Piotra Ostrowskiego jest kontynuacją tych badań.

Jednym z celów badań Habilitanta było przeanalizowanie i uściślenie pod względem matematycznym pojęć oraz przeprowadzenie dowodów, które doprowadzą do równań dla kompozytów zhomogenizowanych.

W pracy sformalizowano opis badanych ciał materialnych oraz podano i przeanalizowano nowe rozwiązania zagadnień początkowo-brzegowych zarówno w przewodnictwie cieplnym i teorii naprężeń cieplnych jak i statyce i dynamice sprężystych kompozytów tolerancyjnie periodycznych.

Sprecyzowano przestrzenie funkcyjne (na ogół są to przestrzenie Sobolewa), w których konstruuje się zhomogenizowane równania przewodnictwa cieplnego lub termosprężystości. Następnie zdefiniowano operatory uśredniania odpowiednich funkcjonałów oraz podstawowe pojęcia metody, takie jak funkcja wolnozmienna, funkcja tolerancyjnie periodyczna czy silnie oscylująca.

Do wyprowadzenia równań modelowych zastosowano zmodyfikowany formalizm wariacyjny.

Okazało się, że różne operatory uśredniania, tak jak i różne definicje funkcji wolnozmiennych prowadzą do różnych końcowych układów równań modelowych, a więc różnych modeli choć opisujących te same zjawiska fizyczne.

Konsekwencją zastosowania formalizmu wariacyjnego było podanie warunków brzegowych nie tylko dla temperatury i przemieszczeń, ale także dla nowych poszukiwanych pól, opisujących wpływ mikrostruktury na rozwiązania. Problem ten w technice uśredniania tolerancyjnego nie był rozwiązany (warunki brzegowe formułowano różnie, w zależności od rozpatrywanego zjawiska).

Otrzymane modele zhomogenizowane są prostsze względem teorii niejednorodnych ciał termosprężystych. Układy liniowych równań różniczkowych mają

w nich współczynniki stałe w całym obszarze określoności (dla ciał periodycznych) bądź wolnozmiennie i ciągłe (dla ciał tolerancyjnie periodycznych).

Jeden z rozdziałów monografii poświęcony jest analizie tzw. modeli asymptotycznych. Są to modele ciał periodycznych, otrzymane w wyniku przejścia do zera z wymiarem komórki periodyczności. W modelach tych nie ma efektu skali. Jednak w przypadku zagadnień statycznych dają rozwiązania, które są dobrymi przybliżeniami rozwiązań tych samych zagadnień otrzymanych w modelu klasycznym.

W monografii znajdują się liczne przykłady zastosowań inżynierskich, wcześniej nie publikowane.

Podsumowując można stwierdzić, że omawiana monografia zawiera interesującą propozycję konstruowania modeli przybliżonych dla kompozytów wieloskładnikowych o strukturze periodycznej lub tolerancyjnie periodycznej. Te metody uśredniania są nowe względem klasycznej metody homogenizacji.

Otrzymane modele, jak wykazano w monografii, pozwalają wyznaczać z dużą dokładnością pola termomechaniczne w materiałach o skomplikowanej strukturze, stosowanych nie tylko w budownictwie, ale i w przemyśle lotniczym czy kosmicznym.

Monografia jest osiągnięciem naukowym mającym wpływ na rozwój termosprężystości kompozytów. Może być podstawą do rozpatrzenia wniosku o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie Budownictwo.

#### **4. Opinia o całości dorobku naukowego i działalności naukowej**

Opublikowany dorobek naukowy, po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych, zawiera 10 artykułów w czasopismach o zasięgu światowym w tym 5 znajdujących się na liście Thomsona-Reutera, 5 rozdziałów w monografiach i 7 komunikatów w recenzowanych materiałach konferencyjnych.

Habilitant brał udział w sześciu konferencjach międzynarodowych (GAMM - Niemcy, MECHCOMP3 - Włochy, dwukrotnie, 18th International Conference on Composite Structures - Portugalia, 37th SOLMECH - Warszawa i III Polski Kongres Mechaniki - Gdańsk) oraz 13 konferencjach krajowych.

Po doktoracie konsekwentnie zajmował się tematyką modelowania kompozytów, głównie dwuskładnikowych z funkcyjną gradacją własności termomechanicznych.

Badał przepływ ciepła w cylindrycznych przewodnikach o radialnej gradacji własności (3 publikacje), w laminatach (2 publikacje) i jedna publikacja dotycząca przewodników o podłużnej gradacji. Taki przepływ ciepła badał także z uwzględnieniem zależności własności materiałowych od temperatury (zagadnienia nieliniowe).

W jednej z prac rozważał zagadnienie własne dwuskładnikowych płyt cienkich oraz pasma płytowego.

Był, sporadycznie, recenzentem w czterech czasopismach międzynarodowych.

Uważam opublikowany i przedstawiony na konferencjach dorobek naukowy dr. P. Ostrowskiego za odpowiedni do przyjęcia go za podstawę rozpatrywania wniosku o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie Budownictwo.

## **5. Inne osiągnięcia (w tym dydaktyczne)**

Brał udział w grantie doktorskim i był wykonawcą w grantie KBN kierowanym przez prof. Jędrysiaka, w latach 2008-2010.

W naukowych stażach krajowych nie brał udziału, odbył szkolenia z systemu PULSE firmy Bruel&Kjear w 2013 i 2017 roku oraz z systemu Arcadia, w 2016 roku.

W ramach obowiązków dydaktycznych prowadził zajęcia z mechaniki budowli, mechaniki konstrukcji oraz metod numerycznych.

Opracował autorski program przedmiotu *Programowanie w budownictwie*, poświęcony podstawom programowania w języku C++ oraz *Programy do obliczeń symbolicznych i numerycznych*. Przedmioty te prowadzone były w języku angielskim.

W zakresie działalności organizacyjnej, głównie na rzecz macierzystej Uczelni był opiekunem Studenckiego Koła Naukowego oraz członkiem Komitetu Organizacyjnego cyklicznych Ogólnopolskich Seminariów *Modelowanie Ośrodków z Mikrostrukturą*.

W latach 2013-2016 był corocznie nagradzany przez Rektora PŁ za działalność naukową.

Jest członkiem Polskiego Towarzystwa Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej.

## **6. Wniosek końcowy**

Podsumowując stwierdzam, że przedstawiona do oceny monografia zawiera interesujące propozycje konstruowania modeli przybliżonych dla kompozytów wieloskładnikowych periodycznych i tolerancyjnie periodycznych. Zawiera nowe metody uśredniania względem klasycznej metody homogenizacji.

Otrzymane modele uśrednione pozwalają wyznaczać pola termomechaniczne z dużą dokładnością w porównaniu z rozwiązaniami otrzymanymi w ramach klasycznej termosprężystości.

Monografia habilitacyjna stanowi istotne osiągnięcie naukowe mające wpływ na rozwój dyscypliny Budownictwo.

Publikacje dr. Piotra Ostrowskiego, udział w konferencjach krajowych i zagranicznych, uczestnictwo w dwu projektach badawczych stanowią o jego dużej aktywności naukowej.

Dr inż. Piotr Ostrowski ma odpowiednie kwalifikacje naukowe umożliwiające samodzielne prowadzenie badań naukowych.

Stwierdzam, że zarówno przedstawiona do oceny monografia jak i pozostały dorobek naukowy, dydaktyczny i organizacyjny dr. inż. Piotra Ostrowskiego spełniają warunki do nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego, określone w Ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o Stopniach Naukowych i Tytule Naukowym oraz o Stopniach i Tytule w Zakresie Sztuk oraz w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011r.

