

Gliwice, 05.09.2013

Prof. dr hab. inż. Tadeusz Burczyński, czł. koresp. PAN
Instytut Mechaniki i Inżynierii Obliczeniowej
Politechnika Śląska

**Recenzja całokształtu dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego
dra hab. inż. Waldemara Rachowicza
w związku z wszczętym postępowaniem
o nadanie tytułu naukowego profesora w dziedzinie nauk technicznych**

Podstawa formalna recenzji

Niniejsza recenzja sporządzona została dla Rady Naukowej Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN, na podstawie zlecenia Dyrektora IPPT PAN prof. dr hab. inż. Andrzeja Nowickiego, czł. koresp. PAN, z dn. 5 kwietnia 2013 r.

1. Informacje ogólne o Kandydacie

Dr hab.inż. Waldemar Rachowicz, zwany dalej Kandydatem, studia wyższe ukończył w 1981 r. na Wydziale Budownictwa Lądowego Politechniki Krakowskiej, uzyskując tytuł magistra inżyniera budownictwa ze specjalnością teoria konstrukcji.

Pracę doktorską pt. „*An hp finite element method for one-irregular meshes, error estimation and mesh refinement strategy*” obronił w 1989 r., w Texas Institute for Computational Mechanics (TICOM) na Uniwersytecie Tekszańskim w Austin (USA). Promotorem pracy był prof. J.T.Oden.

Stopień doktora habilitowanego otrzymał w 1999 r. Instytucie Podstawowych Problemów Techniki PAN za pracę pt. „*Adaptacyjna metoda elementów skończonych do rozwiązywania równań Naviera-Stokesa dla przepływów ściśliwych*”.

Obecnie Kandydat pracuje w Instytucie Informatyki na Wydziale Fizyki, Matematyki i Informatyki Politechniki Krakowskiej na stanowisku profesora nadzwyczajnego PK i jest kierownikiem Zakładu Metod Obliczeniowych.

2. Ocena dorobku naukowego

Obszarem naukowym w ramach, której dr hab. inż. Waldemar Rachowicz prowadzi badania, są nauki i inżynieria obliczeniowa. Ten interdyscyplinarny obszar związany jest z budową nowych algorytmów i metod służących do przybliżonego rozwiązywania zagadnień brzegowych i brzegowo-początkowych. Zainteresowania naukowe Kandydata związane są głównie z problematyką dotyczącą mechaniki obliczeniowej ciał stałych i płynów, a także numeryczną symulacją zjawisk z zakresu elektromagnetyzmu, biomechaniki i inżynierii biomedycznej. Cechą wyróżniającą zakres prowadzonych badań jest podejście adaptacyjne metody elementów skończonych. Badania te mają silne podstawy matematyczne i są związane z oceną błędów metod obliczeniowych i strategią uzyskiwania rozwiązań numerycznych z zadaną dokładnością.

W działalności naukowej Kandydata można wyróżnić cztery następujące obszary:

- (i) rozwój adaptacyjnej metody elementów skończonych,
- (ii) opracowanie MES z elementami bardzo silnie wydłużonymi,
- (iii) opracowanie techniki rozwiązywania zagadnień promieniowania i rozpraszania fal elektromagnetycznych,
- (iv) symulacje komputerowe w biomechanice i inżynierii biomedycznej.

W każdym z nich jest twórcą oryginalnych koncepcji metodologicznych oraz kodów obliczeniowych.

Pierwszy obszar obejmuje prace publikowane w latach 1987 – 2007 i dotyczy generalnych aspektów rozwoju metody elementów skończonych z *hp*-adaptacją rozwiązania przybliżonego. Matematycznymi i algorytmicznymi wynikami tej grupy są kryteria optymalności siatek *hp* oraz algorytm automatycznej *hp*-adaptacji dla siatek trójwymiarowych. Kandydat jest również współautorem projektów *software* implementujących *hp*-adaptacyjną metodę elementów skończonych dla zadań eliptycznych.

Drugi obszar związany jest z zagadnieniami obliczeń metodą elementów skończonych dla siatek z bardzo wydłużonymi elementami. Konieczność stosowania takich elementów pojawia się w szczególności w trakcie adaptacyjnych obliczeń przepływów w warstwie przyściennej. Wyniki tych badań opublikowane zostały w latach 1989 – 2011 i obejmują rezultaty matematyczno – algorytmiczne: oszacowania a’priori błędu interpolacji dla elementów o dowolnym wydłużeniu oraz kryterium optymalności dla siatek złożonych z dowolnie wydłużonych elementów. W tym obszarze Kandydat opracował również iteracyjny *solver* oferujący mechanizm poprawy uwarunkowania (*pre-conditioning*) współdziałający z siatkami o elementach silnie wydłużonych.

Trzeci obszar badań Kandydata realizowany w latach 1997 – 2012 związany jest z zastosowaniem elementów nieskończonych do symulacji zjawisk promieniowania i rozpraszania fal elektromagnetycznych w obszarach nieograniczonych. Najważniejsze wyniki Kandydata obejmują technikę symulacji rozpraszania fal w obiekcie ograniczonym i we wnęce zagłębionej w półprzestrzeni 3D, oszacowania błędu a’posteriori w normie energetycznej, oszacowanie dokładności dla rozwiązania pola „dalekiego zasięgu” oraz sposoby adaptacji siatki MES dla poprawy dokładności obliczeń tego pola. Kandydat uczestniczył także w dwóch projektach badawczych służących do obliczeń tego typu pól.

Czwarty obszar badań Kandydata, realizowany od 2008 r. do chwili obecnej obejmuje bardzo ciekawe badania numeryczne z zakresu biomechaniki i inżynierii biomedycznej. Badania te dotyczą rekonstrukcji obrazu w tomografii mikrofalowej z zastosowaniem metody komórek skończonych i adaptacji typu *hp* oraz numerycznej analizy angioplastyki ze stentem z zastosowaniem kontroli błędu i adaptacyjnej metody elementów skończonych. Tematyka tych badań związana jest z realizacją dwóch projektów badawczych.

Kandydat prezentował swoje wyniki naukowe na licznych, międzynarodowych konferencjach naukowych. Był wielokrotnie zapraszany do wygłaszania wykładów na seminariach w bardzo dobrych ośrodkach naukowych oraz na konferencjach (między innymi wykłady zaproszone w Swedish Aerospace Institute (FFA), Stockholm, 2004, Zurich, ETH (Politechnika w Zurichu) 1997, University of Texas at Austin, 2003 oraz zaproszone referaty na 1st National (Greek) Congress of Mechanics, Athens, 1986, 4th International Conference on Mathematical Modeling, Zurich 1983, Workshop on FE Methods in Electromagnetics, Linz 2000, I Kongres Mechaniki Polskiej, Warszawa 2007). Na szczególną uwagę zasługują zaproszenia do grona wybitnych specjalistów wykładających na dwóch elitarnych, zamkniętych konferencjach Wilhelm und Else Heraeus--Seminar at Physikzentrum Bad Honnef 2003 i High-Order Finite Element Methods, Herrsching am Ammersee 2007.

Kandydat opublikował w sumie ponad 60 prac oraz jest autorem lub współautorem 3 monografii. Opublikował 31 artykułów w czasopiśmie z listy filadelfijskiej, 6 artykułów w czasopiśmie o zasięgu ogólnym, 5 artykułów w czasopiśmie lokalnym, 18 w materiałach konferencyjnych.

Opublikował monografię profesorską:

W. Rachowicz, *Metoda Elementów Skończonych i Elementów Brzegowych. Podstawy kontroli, błędu i adaptacji*”, Seria Monografie, Wyd. PK, Kraków 2012,

w której podsumował wyniki swoich badań na temat adaptacyjnego podejścia w metodzie elementów skończonych i metody elementów brzegowych.

Jest także współautorem książki:

- L.Demkowicz, J.Kurtz, D.Pardo, M.Paszyński, W.Rachowicz, Z.Zdunek, *Computing with hp-Adaptive Finite Elements*, Vol. 2, *Frontiers: Three Dimensional Elliptic and Maxwell Problems with Applications*. Chapman & Hall/CRC, Taylor and Francis, 2008.

Kandydat był kierownikiem projektu badawczego:

- *Rekonstrukcja obrazu w tomografii mikrofalowej z zastosowaniem metody komórek skończonych i adaptacji typu hp*. N N519405234, kierownik projektu, 2008-2011.

Obecnie kieruje projektem badawczym, który uzyskał z Narodowego Centrum Badań:

- *Numeryczna analiza angioplastyki ze stentem z zastosowaniem kontroli błędu i adaptacyjnej metody elementów skończonych*. UMO-2-11/01/B/ST6/07306, kierownik, 2012-2014.

Był on także kierownikiem grantu KBN 7 T11F 014 20 „Adaptacyjna metoda elementów skończonych typu *hp* do zagadnień elektromagnetyzmu”, oraz głównym wykonawcą 4 grantów KBN 1548/3/91, KBN 7T07A 010 08, KBN 8 T11F 003 12, KBN 8 T11F 017 12.

Ponadto był wykonawcą 5 grantów międzynarodowych: NAS1-18746, Langley Research Center (NASA), "Operator splitting and hp adaptive finite element method for compressible Navier-Stokes Equations"; Office of Naval Research N00014-84-K0409, 1886 – 1988; National Science Foundation's grant, National Partnership for Advanced Computational Infrastructure (NPACI), 1997-1999 "hp Adaptive FEM"; Air Force F49620-98-1-0255, "Adaptive methods for electromagnetics"; Swedish Defense Material Administration, FMV, FoT-25 SAT1, 2002.

Wg. Web of Science Citation Index liczba cytowań jego prac wynosi 789 (596 bez autocytowań), a h-indeks=14.

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora habilitowanego opublikował 34 publikacje (w tym 1 monografia Chapman&Hall/CRC, Taylor and Francis oraz 17 prac w czasopismach z listy Filadelfijskiej), co świadczy o jego niesłabnącej aktywności. Jego prace publikowane były w najlepszych czasopismach z dziedziny mechaniki obliczeniowej i matematyki stosowanej, w szczególności w: *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*.

Obył staże naukowe w Computational Mechanics Company, Austin (USA), Institute for Computational Engineering and Science (ICES), Uniwersytet Teksasński w Austin oraz w Szwedzkim Instytucie Lotnictwa (FFA).

Kandydat wykazuje także dużą aktywność jako recenzent prac naukowych, artykułów oraz projektów badawczych.

Podsumowując dorobek badawczy Kandydata, należy stwierdzić, że jest on na wysokim poziomie naukowym i ma międzynarodową rangę. Prace jego są zauważalne, czego dowodem jest duża liczba cytowań oraz wysoki h-indeks.

3. Ocena dorobku dydaktycznego oraz kształcenia młodej kadry naukowej

Dr hab. inż. W. Rachowicz ma znaczący dorobek dydaktyczny. Prowadził zajęcia dydaktyczne (wykłady, ćwiczenia audytoryjne i laboratoryjne) z wielu przedmiotów, m.in. mechaniki budowli, wytrzymałości materiałów, podstaw informatyki, analizy matematycznej, algebry geometrią, metody matematyczne mechaniki, elementarne metody numeryczne, metody komputerowe, adaptacyjne metody numeryczne.

Był promotorem wielu prac dyplomowych.

Bardzo ważną powinnością samodzielnego pracownika nauki jest opieka i promowanie młodej kadry naukowej. Aktywność Kandydata na tym polu jest zadawalająca. Wypromował jako promotor jednego doktora nauk technicznych w 2009 r (R.Tews, *Zastosowanie adaptacyjnej metody elementów skończonych typu hp do obliczeń statycznych wybranych konstrukcji stalowych*).

Jest także opiekunem drugiej pracy doktorskiej, która jest w trakcie realizacji.

4. Ocena dorobku organizacyjnego

Ważną dziedziną aktywności zawodowej dra hab. inż. W. Rachowicza jest jego działalność organizacyjna. Był członkiem wielu stałych komisji wydziałowych i senackich.

Był także członkiem wielu komitetów naukowych i organizacyjnych międzynarodowych konferencji naukowych ECCM 2001, 9th US National Congress of Computational Mechanics, CMM 2009, CMM 2011 i ICS 2011.

Kandydat jest członkiem Sekcji Metod Komputerowych Mechaniki (obecnie Metod Obliczeniowych i Optymalizacji) Komitetu Mechaniki PAN (od 2003) oraz Sekcji Nauk Obliczeniowych Komitetu Informatyki PAN (od 2009).

5. Konkluzja końcowa recenzji

Dorobek naukowy, dydaktyczny oraz organizacyjny Kandydata spełnia wszystkie kryteria związane z nominacją do tytułu naukowego profesora. Jest on dojrzałym samodzielnym pracownikiem naukowym, prowadzącym zaawansowane badania naukowe w obszarze nauk obliczeniowych, a zwłaszcza w mechanice obliczeniowej.

Dorobek naukowy cechuje się dużą jednorodnością tematyczną i jest konsekwentnie realizowany przez wiele lat.

Warto podkreślić, że Kandydat znacznie powiększył swój dorobek naukowy po uzyskaniu stopnia naukowego doktora habilitowanego.

Oceniając pozytywnie całokształt jego aktywności naukowej, organizacyjnej i dydaktycznej uważam, że spełnia on wymagania stawiane przez obowiązującą ustawę o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, a dotyczące nadania tytułu naukowego profesora nauk technicznych. Dlatego wniosek o nadanie dr. hab. inż. Waldemarowi Rachowiczowi tytułu naukowego profesora jest w pełni uzasadniony i popieram go z pełnym przekonaniem.

