

Prof. dr hab. inż. Jacek Chróścielewski
Katedra Mechaniki Budowli i Mostów
Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska
Politechnika Gdańska
ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk

tel.: (58) 347-21-47
e-mail: jchrost@pg.gda.pl
fax.: (58) 347-16-70

Gdańsk, dnia 16.06.2013r.

Opinia
o dorobku naukowym, dydaktycznym i organizacyjnym
Pana dra hab. inż. WALDEMARA RACHOWICZA,
profesora nadzwyczajnego Politechniki Krakowskiej,
w związku z jego wnioskiem o nadanie tytułu naukowego profesora

1. Podstawa opracowania

Podstawą opinii jest pismo Dyrektora Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN w Warszawie, prof. dra hab. inż. ANDRZEJA NOWICKIEGO, z dnia 5 kwietnia 2013r. zawiadamiające mnie o powierzeniu mi opracowania niniejszej recenzji. W opinii wykorzystano między innymi zapisy *Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki* [Dz. U. Nr 65, poz. 595 ze zm. Dz. U. z 2005 r. nr 164, poz. 1365], a także dołączone do pisma materiały obejmujące:

- dane osobowe Kandydata,
- autoreferat informujący o zainteresowaniach i osiągnięciach w działalności naukowej,
- spis dorobku naukowego przed i po uzyskaniu stopnia naukowego dra hab. wraz z odpowiednimi oświadczeniami współautorów,
- informacje o działaniach organizacyjnych na rzecz uczelni i środowiska naukowego,
- informacje o kształceniu kadry naukowej,
- statystykę publikacji.

2. Sylwetka Kandydata

Pan dr hab. inż. WALDEMAR RACHOWICZ profesor nadzwyczajny Politechniki Krakowskiej w 1981r. ukończył studia magisterskie na Wydziale Budownictwa Lądowego Politechniki Krakowskiej ze specjalnością konstrukcje budowlane i inżynierskie. Po odbyciu w 1982r. służby wojskowej i trzech latach pracy dydaktycznej na Politechnice Krakowskiej udał się na studia doktoranckie do USA do znanego ośrodka TICOM (Texas Institute for Computational Mechanics) na Uniwersytecie Tekszańskim w Austin. Tam też w 1989r. obronił pracę doktorską pt. „*Adaptacyjna metoda elementów skończonych typu hp na siatkach jednonieregularnych, oszacowanie błędu i strategia zagęszczania siatek*” napisaną pod kierunkiem wybitnego prof. J.TINSLEYA ODENA. Następnie po dwuletnim stażu w firmie obliczeniowej COMCO powrócił do Polski zatrudniając się na Politechnice Krakowskiej, gdzie pracuje do dzisiaj. W okresie przypadającym na lata 1997-1999 ponownie wizytował Uniwersytet Tekszański w Austin USA współpracując z prof. LESZKIEM DEMKOWICZEM. W roku 1999 Kandydat uzyskał stopień dr habilitowanego w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki PAN w Warszawie na podstawie serii artykułów i monografii pt. „*Adaptacyjna metoda elementów skończonych do rozwiązywania równań Naviera-Stokesa dla przepływów ściśliwych*”. Pan dr hab. RACHOWICZ wszystkie szczeble kariery nauczyciela akademickiego, począwszy od asystenta po profesora uczelnianego, przeszedł na Politechnice Krakowskiej.

3. Działalność naukowa

Tytułem wprowadzenia, należy stwierdzić, że zainteresowania naukowe pana dr hab. inż. WALDEMARA RACHOWICZA skupiają się głównie wokół adaptacyjnej metody elementów skończonych (MES). „Adaptacyjność” rozumiana jest tutaj jako możliwość obszarowej zmiany zagęszczenia siatki dyskretyzacyjnej MES. Stosowane są tu dwa zasadnicze sposoby zagęszczania, mianowicie poprzez rozdrabnianie komórek obliczeniowych, tj. redukcję rozmiarów geometrycznych elementów skończonych (h) lub przez podwyższanie ich stopnia aproksymacji (p). Podejścia te zwane są odpowiednio adaptacją typu h i adaptacją typu p , przy czym techniki te mogą być anizotropowe i mieszane. Wykorzystanie możliwości oszacowania błędu rozwiązania pozwala na efektywne stosowanie adaptacji w odpowiednich podobszarach w celu redukcji tegoż błędu do oczekiwanego poziomu, przy czym efekt ten uzyskuje się przy radykalnie niższych kosztach obliczeń, np. w stosunku do podejścia elementarnego o zagęszczeniu równomiernym. Co więcej, można wskazać wiele zagadnień inżynierskich, których rozwiązanie z akceptowalną dokładnością nie byłoby możliwe bez stosowania techniki adaptacji.

Ogólna tematyka prac pana dr hab. inż. WALDEMARA RACHOWICZA dotyczy zastosowania zaawansowanej matematycznie metody elementów skończonych w różnych działach mechaniki ośrodków ciągłych. Przyjmując chronologię za podstawę klasyfikacji, wyróżnić można trzy etapy rozwoju badań prowadzonych przez Kandydata, co należy podkreślić, bardzo dobrze udokumentowanych w wysoko punktowanych artykułach naukowych wymienionych na liście JCR.

Etap przed doktoratem, to okres w którym Kandydat zajmował się zagadnieniem szczelin w liniowej teorii sprężystości, przepływami lepkimi naddźwiękowymi oraz matematycznym *post-processingiem*. Lata 1987-1989 to praca nad zaprojektowaniem adaptacyjnej MES typu hp , tj. z jednoczesną możliwością rozdrabniania elementów (h) oraz podnoszenia ich stopnia aproksymacji (p). Można zrekapitulować, że działalność ta prowadzona we współpracy z prof. J.T. ODENEM i prof. L. DEMKOWICZEM (UT, Austin, USA) zaowocowała pierwszymi na świecie wersjami algorytmów metody hp w dwóch i trzech wymiarach. Badania te stały się podstawą doktoratu Kandydata.

W okresie przypadającym na lata 1989-1997, pod doktoracie, Kandydat zajmował się głównie zastosowaniem MES do zagadnień przepływów ściśliwych (naddźwiękowych) gazu z małą lepkością. Cechą charakterystyczną tego typu przepływów są nieciągłości wewnątrz medium przy opływanej powierzchni obiektu (tzw. fale uderzeniowe) z bardzo cienką warstwą przyścienną. Właściwy opis tych zjawisk decyduje o poprawności obliczenia obciążeń aerotermicznych działających na opływany obiekt, tj.: sił tarcia i strumienia ciepła. W tym zakresie Kandydat opracował unikalną, popartą odpowiednimi twierdzeniami, technikę adaptacji z użyciem bardzo wydłużonych elementów w warstwie przyściennej (nawet o proporcjach do $1:10^3$), które umożliwiają analizę dwuwymiarowych opływów z liczbą Reynoldsa $Re = 2 \times 10^6$, a także tylko o rząd mniejszą w przypadkach, gdy fala uderzeniowa pozostaje w interakcji z warstwą przyścienną. Wyniki te sumuje rozprawa habilitacyjna Kandydata przedstawiona w IPPT PAN w Warszawie w 1999 r.

W trzecim etapie, po habilitacji, aktywność dra hab. RACHOWICZA koncentruje się na problematyce związanej z elektromagnetyzmem i na rozwijaniu w tym kontekście technik adaptacji hp w ramach dwu- i trójwymiarowej wersji MES. Badania te kandydat prowadził we współpracy z zespołem prof. L. DEMKOWICZA z ICES (Institute for Computational Engineering and Sciences) z Uniwersytetu Teksasńskiego oraz zespołem doc. A. ZDUNKA ze Szwedzkiego Instytutu Lotnictwa w Sztokholmie (FOI, dawniej FFA). Należy podkreślić, że zagadnienia te od strony aproksymacji wymagają innego podejścia niż te z obszaru klasycznych zadań eliptycznych. Bowiem tutaj pola wektorowe zachowują ciągłość jedynie składowej stycznej do brzegu elementu. W ramach tych badań dr hab. RACHOWICZ opracował szereg zagadnień, które można uznać, że mają rangę oryginalnych osiągnięć na skalę światową. Można tu zaliczyć: techniki szacowania błędu, strategie adaptacji siatek, algorytmy analizy i zadania odwrotne dotyczące rozpraszania w obszarach nieograniczonych wraz z efektywnym rozwiązywaniem problemu własnego. Kolejnym obszarem badań prowadzonych aktualnie przez Kandydata są zagadnienia biomechaniki tkanek miękkich, jako wspomaganie zabiegu medycznego tzw. balonikowania ze stentem. Badania te od strony teorii charakteryzuje zastosowanie zaawansowanej nieliniowej mechaniki niemal nieściśliwego ośrodka sprężystego wzmocnionego niemal nierozciągliwymi włóknami, w warunkach kontaktu z dużym poślizgiem.

Należy stwierdzić, że w wymienionych obszarach dr hab. inż. WALDEMAR RACHOWICZ wraz z zespołami, z którymi współpracował, kreował postęp wiedzy, który jest udokumentowany w artykułach naukowych samodzielnych i współautorskich. Do jego najistotniejszych oryginalnych osiągnięć badawczych sięgających skali światowej należy zaliczyć następujące wyniki teoretyczne.

- Wykazanie, że gradienty rozwiązań MES rzutowane w sensie L^2 na przestrzeń funkcji kształtu mają ulepszoną o jeden rząd dokładność, tj. $O(h^{p+1})$.
- Współudział w sformułowaniu kryterium rozstrzygającego o doborze adaptacji elementu skończonego pomiędzy typem h i typem p ; oraz o doborze stopnia anizotropii adaptacji. Kryterium to odgrywa fundamentalną rolę w konstruowaniu efektywnych algorytmów MES z adaptacją typu hp .
- Oszacowania błędu interpolacji *a priori* dla elementów o nieograniczonym wydłużeniu, będącego podstawą anizotropowej adaptacji (warstwa przyścienna).
- Oszacowania residualne błędu *a posteriori* typu jawnego i niejawnego dla aproksymacji MES problemów elektromagnetyzmu, w tym współudział w opracowaniu uogólnień MES do adaptacji typu hp dla elektromagnetyzmu uwzględniające także zadania rozpraszania w obszarach nieograniczonych (tzw. elementy nieskończone).

Powyższe wyniki są udokumentowane i potwierdzone aktywnością publikacyjną dr hab. RACHOWICZA na forum światowym. Bowiem Kandydat jest jednym z sześciu współautorów podstawowej monografii z zakresu metod adaptacyjnych typu hp opublikowanej w wydawnictwie Chapman & Hall/CRC Taylor & Francis Group. Jest autorem/współautorem 32 artykułów w czasopismach z listy JCR i 32 artykułów w innych wydawnictwach angielskojęzycznych. Baza bibliograficzna *Web of Science* dla dr hab. RACHOWICZA podaje imponującą liczbę cytowań równą 789 oraz *index Hirscha* $H = 14$. Ponadto, ważony przez procentowy jego udział w pracach *Impact Factor* wynosi 18.02, zaś liczba punktów naliczanych według zasad MniSzW to 312.26 dla okresu po habilitacji oraz odpowiednio 18.71 i 326.25 dla okresu przed habilitacją. Ponadto kandydat jest także autorem dwu monografii w języku polskim: pracy habilitacyjnej oraz książki, którą należy uznać jak tzw. „książkę profesorską”, łączącą w sobie podręcznik MES oraz kompendium wiedzy o adaptacji i o metodzie elementów brzegowych dla zagadnień falowych. Należy dodać, że 14 z publikacji dr hab. RACHOWICZA to dzieła samodzielne.

Ważną i wysoce pozytywną oceną uznającą dorobek naukowy dr hab. RACHOWICZA są powołania na recenzenta prac do najwyższej w tej dziedzinie notowanych czasopism z listy JCR, tj.: *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, *SIAM Journal of Scientific and Statistical Computing*. Poza wymienionymi żurnalami, Kandydat recenzuje prace do wielu innych czasopism zarówno krajowych jak i zagranicznych.

Dr hab. inż. WALDEMAR RACHOWICZ był kierownikiem trzech 3-letnich projektów badawczych MNiSzW i NCN (aktualnie realizowany) oraz głównym wykonawcą w trzech innych. Ponadto uczestniczył w realizacji wybranych zadań pięciu wieloletnich grantów zagranicznych usytuowanych w USA i Szwecji.

Podsumowując informacje o działalności badawczej należy stwierdzić, że Kandydat posiada duży, uznany na świecie dorobek naukowy potwierdzony licznym cytowaniem jego prac. Należy stwierdzić, że w obszarze tematyki związanej z metodami adaptacyjnymi dr hab. WALDEMAR RACHOWICZ należy do ścisłego grona Osób aktywnie kreujących rozwój tej specjalności w kraju, a w adaptacjach typu *hp* także na świecie.

4. Działalność dydaktyczna i kształcenie kadry

Pan dr hab. WALDEMAR RACHOWICZ prof. PK prowadził zajęcia w ramach studiów magisterskich w Politechnice Krakowskiej obejmujących trzy dziedziny tematyczne mechanikę, metody numeryczne oraz matematykę. Spektrum prowadzonych przez niego zajęć jest bardzo rozległe i obejmuje przedmioty takich jak: Mechanika budowli, Wytrzymałość materiałów, Podstawy informatyki, Analiza matematyczna, Algebra z geometrią, Metody matematyczne mechaniki, Elementarne metody numeryczne, Metody obliczeniowe w nauce i technice, Mechanika techniczna oraz Adaptacyjne metody numeryczne. Wskazuje to na jego wszechstronność jako nauczyciela akademickiego.

Kandydat był promotorem 6 magistrantów, z których jeden kontynuując podjętą problematykę uzyskał tytuł naukowy doktora w USA. Dotychczasowo dr hab. RACHOWICZ wypromował w roku 2009 jednego doktora pana Rafała Tewsę. W tym miejscu trzeba wskazać, że jego podopieczny był słuchaczem spoza ośrodka krakowskiego, co świadczy o trudnościach natury administracyjnej w pozyskaniu doktorantów na macierzystym Wydziale promotora. Fakt ten należy uwzględnić przy ocenie tego fragmentu działalności Kandydata.

5. Działalność organizacyjna

W działalności organizacyjnej pana dra hab. WALDEMARA RACHOWICZA na szczególnie uznanie zasługuje jego praca jako redaktora pomocniczego (*managing editor*) w czasopiśmie z listy JCR: *Computers & Mathematics with Applications* (CAMWA).

Kandydat był też współorganizatorem sesji na kilku konferencjach międzynarodowych w kraju, jak i za granicą. Jako samodzielny nauczyciel akademicki bierze udział w pracach kilku komisji i Rady swojego macierzystego Wydziału, ponadto należał do Senackiej Komisji Współpracy Międzynarodowej. Za swoją działalność naukową był trzykrotnie nagradzany przez Rektora Politechniki Krakowskiej, a także został odznaczony brązowym krzyżem zasługi.

Dr RACHOWICZ działał w Polskim Związku Inżynierów i Techników Budownictwa (PZiTb) dwóch stowarzyszeniach naukowych: *American Institute of Aeronautics and Astronautics* (AIAA), Polskim Towarzystwie Metod Komputerowych w Mechanice (PTMKM); oraz w dwóch sekcjach: Metod Komputerowych Mechaniki Komitetu Mechaniki PAN i Nauk Obliczeniowych Komitetu Informatyki PAN.

6. Wnioski końcowe

Biorąc pod uwagę ocenę osiągnięć naukowych, dydaktycznych oraz organizacyjnych i zawodowych pana dra hab. WALDEMARA RACHOWICZA stwierdzam że:

- osiągnięcia naukowe są na bardzo wysokim poziomie, przekraczają one wielokrotnie zwyczajowo przyjmowane standardy, co całkowicie uzasadnia ubieganie się o tytuł naukowy profesora;
- osiągnięcia pozostałe są typowe dla politechnicznych nauczycieli akademickich, którzy mimo znacznego obciążenia dydaktyką, swoją działalność koncentrują na badaniach naukowych osiągając poziom najwyższej klasy.

Z powyższych względów uważam, że pan dr hab. WALDEMAR RACHOWICZ profesor nadzwyczajny Politechniki Krakowskiej w zupełności, a nawet z nadmiarem spełnia zwyczajowe warunki upoważniające go do ubiegającym się o tytuł naukowy profesora nauk technicznych. Z pełnym przekonaniem popieram postępowanie Rady Wydziału Fizyki, Matematyki i Informatyki Politechniki Krakowskiej skierowane do Rady Naukowej Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN w tej sprawie.

Kierownik
Katedry Mechaniki Budowli i Mostów

prof. dr hab. inż. Jacek Chróścielewski