

**Recenzja w postępowaniu o nadanie tytułu doktora honoris causa
Politechniki Poznańskiej
Prof. dr. hab. inż. Leszkowi Demkowiczowi**

Recenzję tę wykonałem w związku z uchwałą Senatu Politechniki Krakowskiej powołującej mnie na recenzenta dorobku prof. Leszka Demkowicza w toczącym się postępowaniu o nadanie tytułu doktora honoris causa przez Politechnikę Poznańską, na podstawie wniosku dostarczonego przez PP oraz na podstawie własnej, wieloletniej znajomości działalności naukowej Kandydata.

Prof. Leszek F. Demkowicz jest wybitnym w skali światowej naukowcem zajmującym się metodami obliczeniowymi w inżynierii i ogólnie w fizyce (*computational engineering and sciences*). Aktualnie jest zatrudniony jako profesor (*tenure*) w Instytucie Odena Inżynierii i Nauk Obliczeniowych (*Oden Institute for Computational Engineering and Sciences - Oden ICES*) na Wydziale Inżynierii Lotniczo-Kosmicznej i Mechanicznej (*Department of Aerospace Engineering and Engineering Mechanics*) Uniwersytetu Tekszańskiego w Austin, USA. Jest beneficjentem funduszu (*chair holder*) *W. A. Tex Moncrief, Jr. Chair in Computational Engineering and Sciences II* oraz zastępcą dyrektora Instytutu. Jest jednocześnie profesorem na Wydziale Matematyki Uniwersytetu Tekszańskiego w Austin, USA.

Prof. L. Demkowicz na stałe rozpoczął pracę w ICES, obecnie Oden ICES, w roku 1993. Jest to czołowy na świecie ośrodek badawczo-edukacyjny zajmujący się zastosowaniami modeli matematycznych oraz zaawansowanych metod i technik obliczeniowych do rozwiązywania złożonych zadań nauki i techniki. Instytut został założony w 1973 r. przez nieżyjącego już prof. J. T. Odena, doktora honoris causa Politechniki Krakowskiej, początkowo pod nazwą *Texas Institute for Computational Mechanics*. Propozycja pracy w tak znakomitym ośrodku była niewątpliwie dużym wyróżnieniem dla prof. L. Demkowicza, a jego obecna światowa pozycja świadczy, że z powodzeniem spełnił pokładane w nim nadzieje.

W swojej pracy badawczej zajmuje się m.in. rozwijaniem Metody Elementów Skończonych z aproksymacją wysokiego stopnia, oszacowaniem *a posteriori* błędu aproksymacji i adaptacją siatki polegającą na tym aby przy założonym poziomie błędu dobrać optymalny, ze względu na czas obliczeń, zróżnicowany rozkład wymiarów i stopni aproksymacji elementów skończonych (adaptacja *hp*). Jedną z istotnych trudności, którą należało tu pokonać było zapewnienie odpowiedniej ciągłości aproksymacji, zarówno przed jak i po adaptacji siatki, która przykładowo dla pól wektorowych, zależnie od zastosowanego sformułowania, ma zapewniać albo ciągłość wszystkich składowych na granicach elementów albo tylko składowej normalnej albo tylko składowej stycznej do powierzchni rozgraniczającej elementy skończone. Tego typu ciągłości powinny być spełnione pomiędzy elementami skończonymi będącymi odwzorowaniami

różnorodnych brył, takich jak czworościan, sześcián, graniastóslup o podstawie trójkątnej (*prism*) czy ostrosłup o podstawie czworokątnej (*pyramid*). Metody i algorytmy rozwijane w zespole prof. L. Demkowicza mają głębokie podstawy matematyczne. Umożliwiło to wiarygodne rozwiązanie wielu praktycznych zadań będących wyzwaniem dla metod obliczeniowych ze względu na np. wielkość obszaru lub drastycznie zróżnicowane parametry materiałowe. Profesor zajmuje się czynnie programowaniem i jest głównym autorem wciąż rozwijanego kodu HP3D. Jego zainteresowania naukowe, w których skutecznie łączy wiedzę matematyczną i inżynierską obejmują problemy propagacji fal akustycznych, mechanicznych i elektromagnetycznych, w tym w obszarach nieskończonych, oraz obliczeniową mechanikę płynów.

Od 2010 r. praca Kandydata skupiała się głównie na nieciągłym podejściu *Petrowa-Galerkina* (*Discontinuous Petrov-Galerkin – DPG*), którą zaproponował i rozwijał z Jayem Gopalakrishnanem z Uniwersytetu Stanowego w Portland, USA. Metodologia ta pozwala w sposób automatyczny zapewnić stabilność obliczeń dla dowolnego sformułowania zadania i stopnia aproksymacji, w tym szczególnie dla problemów z tzw. małym parametrem. Aproksymacja bazująca na takich sformułowaniach czasem jest nie do uniknięcia, a czasem, jak np. przy zastosowaniu zasady Hellingera – Reissnera w mechanice ośrodków ciągłych, gdzie niezależnie poszukuje się przemieszczeń i naprężeń, daje istotne korzyści w porównaniu z podejściami klasycznymi. Dobrze znana teoria (spełnienie warunku koniecznego *inf-sup*) pozwala jedynie sprawdzić czy dana aproksymacja gwarantuje stabilność. Szczególne przypadki odpowiednich aproksymacji znane jako elementy Raviarta-Thomasa i Nedeleca zapewniają stabilną zbieżność ale tylko dla niskich stopni aproksymacji i elementów czworościennych oraz pól wektorowych. Dla pól tensorowych poszukiwanie odpowiedniej aproksymacji trwało ponad 40 lat (element Arnolda-Falka). Natomiast metodologia DPG pozwala obliczyć w efektywny sposób (element po elemencie) dla dowolnych funkcji próbnych (*trial functions*) odpowiednie funkcje testowe (*test functions*) zapewniające spełnienie warunku *inf-sup* a zatem stabilność i zbieżność wyników. Algorytm obliczeń staje się bardziej złożony, jednak gwarantuje odpowiednią zbieżność wyników co jest kluczowe dla ich wiarygodności obliczeń przy rozwiązywaniu wszelkich zadań inżynierii i fizyki. Bez DPG jest to bardzo trudne dla sformułowań niekoercywnych (nieeliptycznych). Ponadto, metodologia DPG dodatkowo, niejako przy okazji, dostarcza informacji o błędzie rozwiązania numerycznego. Najnowsze badania prof. Demkowicza były sponsorowane przez *National Science Foundation*, Siły Powietrzne, Marynarkę Wojenną i Armię USA, *US Department of Energy* i Laboratoria Sandia.

O uznaniu dla prof. L. Demkowicza w obszarze zaawansowanych metod dyskretyzacji, w szczególności elementów skończonych wysokiego stopnia oraz metodologii DPG, interpretowanej m.in. jako metoda minimum residuum, świadczy współorganizowanie przez Niego od wielu lat dwóch cyklicznych konferencji, typu *workshop*. Są to *High Order Finite Element and Isogeometric Methods* oraz *Minimum Residual Methods* skupiające czołowych naukowców z całego świata, związanych z tymi zaawansowanymi metodami.

Prof. L. Demkowicz uzyskał dyplom mgr. inż. w roku 1976 na Wydziale Budownictwa (obecnie Inżynierii Lądowej) Politechniki Krakowskiej, a dwa lata później ukończył matematykę na Wydziale Matematyki, Fizyki i Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego. Jego związki z Uniwersytetem Teksasńskim rozpoczęły się w latach 1980-81, kiedy odbył studia na Wydziale, na którym obecnie pracuje (*Aerospace Engineering and Engineering Mechanics*). Stopnie doktora i

doktora habilitowanego nauk technicznych uzyskał na Wydziale Inżynierii Lądowej PK, odpowiednio w latach 1982 i 1987, a tytuł profesora został Mu nadany w roku 1999 przez Prezydenta RP. Od 2014 r. jest członkiem zagranicznym Polskiej Akademii Umiejętności.

W 1991 roku przyczynił się do założenia Polskiego Towarzystwa Metod Komputerowych Mechaniki (PTMKM) stowarzyszonego z odpowiednikami na poziomie europejskim i światowym: ECCM - *European Community on Computational Methods in Applied Sciences* oraz IACM - *International Association for Computational Mechanics*. W latach 2016-2018 pełnił funkcję Prezesa Amerykańskiego Stowarzyszenia Mechaniki Obliczeniowej (*US Association for Computational Mechanics*), będącego odpowiednikiem polskiego PTMKM.

Szczegółowo Jego dotychczasowa kariera naukowa miała następujący przebieg:

- Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Lądowej, Asystent, 1976-1980.
- Uniwersytet Teksasński w Austin, USA, Wydział Inżynierii Lotniczo-Kosmicznej i Mechanicznej, Asystent, 1980-1981.
- Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Lądowej, Asystent, 1981-1982.
- Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Lądowej, Adiunkt, 1982-1983.
- Uniwersytet Teksasński w Austin, USA, Wydział Inżynierii Lotniczo-Kosmicznej i Mechanicznej, Wykładowca, 1983-1985.
- Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Lądowej, Adiunkt, 1985-1987.
- Uniwersytet Teksasński w Austin, USA, Wydział Inżynierii Lotniczo-Kosmicznej i Mechanicznej, Wykładowca, 1987-1990.
- Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Lądowej, Adiunkt, 1990-1991.
- Politechnika Krakowska, Computer Center, Profesor ndzw., 1991-1993.
- Uniwersytet Teksasński w Austin, USA, Wydział Inżynierii Lotniczo-Kosmicznej i Mechanicznej, Profesor, 1993 do dzisiaj.
- Uniwersytet Teksasński w Austin, USA, Wydział Matematyki, Profesor, 2012 do dzisiaj.

Prof. Demkowicz jest autorem monografii na temat metod adaptacyjnych (w języku polskim, 1986), współautorem wydanych po angielsku: podręcznika pt. "Stosowana Analiza Funkcjonalna" (CRS Press, 1996, drugie wydanie - 2010, trzecie wydanie - 2017); dwutomowej monografii pt. "Obliczenia z wykorzystaniem adaptacyjnych elementów skończonych hp" (Chapman & Hall/CRC, 2006, 2007); Notatek z Wykładów na temat Przestrzeni Energii (Austin 2018) oraz Notatek z Wykładów na temat Matematycznej Teorii Elementów Skończonych (Austin 2020). Prof. Demkowicz jest także autorem i współautorem ponad 220 artykułów naukowych, materiałów konferencyjnych, rozdziałów książek i raportów technicznych w ogólnym obszarze matematyki obliczeniowej i mechaniki. Jego indeks Hirscha $h=39$ wg WoS i 44 wg Scopus (w 2024 r.). Prof. Demkowicz wypromował 25 doktorantów oraz 7 magistrantów, obecnie nadzoruje pracę 2 doktorantów.

Za badania naukowe otrzymał Medal Zienkiewicza przyznawany przez PTMKM, nagrodę w Dziedzinie Nauk Obliczeniowych przyznawaną przez USACM, nagrodę *Distinguished Research Excellence Award* przyznawaną przez ICES oraz nagrodę z zakresu Mechaniki Obliczeniowej przyznawaną przez IACM. Jest członkiem honorowym IACM, USACM, oraz PTMKM.

W latach 2012-2018 pełnił funkcję Redaktora Naczelnego czasopisma *Computers and Mathematics with Applications* (wydawnictwo Elsevier, około 2500 zgłoszeń rocznie) a od stycznia 2019 roku, jako Redaktor, kontynuuje pracę w tym liczącym się czasopiśmie (IF = 2.9, 140 punktów wg klasyfikacji ministerialnej). Jest również członkiem Rad Redakcyjnych 11 międzynarodowych czasopism. W swoich referatach i dyskusjach naukowych często podkreśla wkład Polaków, zwłaszcza matematyków, do nauki światowej.

W sferze prywatnej prof. L. Demkowicz jest niezwykle życzliwy, stale gotowy do pomocy innym. Ma 5 dzieci i 22 wnuków, dla których też znajduje wiele czasu. Przebywając od wielu lat w USA jest, wraz z żoną Stanisławą, od początku pobytu w Teksasie bardzo aktywnym animatorem życia Polonii w Austin, TX.

Z pełnym przekonaniem popieram wniosek o nadanie prof. dr hab. inż. Leszkowi Demkowiczowi tytułu doktora honoris causa Politechniki Poznańskiej jako osobie szczególnie zasłużonej dla życia naukowego. Jest to kandydatura oczywista i niekwestionowana dla środowiska naukowego, praktycznie na całym świecie, a zatem przyznanie tej zaszczytnej godności tak wybitnemu i sławnemu naukowcowi będzie niewątpliwie ważnym elementem budowy międzynarodowej pozycji i wizerunku PP.

