

prof. dr hab. inż. Tadeusz Niezgoda
Katedra Mechaniki i Informatyki Stosowanej
Wydział Mechaniczny
Wojskowa Akademia Techniczna im. Jarosława Dąbrowskiego
00-908 Warszawa, ul. Gen. Sylwestra Kaliskiego 2

Warszawa, 30.08.2014 r.

**Ocena osiągnięć naukowych
dr. inż. Marka Romanowicza
ubiegającego się o stopień doktora habilitowanego
w związku
z postępowaniem habilitacyjnym prowadzonym w Instytucie
Podstawowych Problemów Techniki PAN w Warszawie.**

Przedmiotem niniejszej oceny są osiągnięcia, które zgodnie z Ustawą o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 (z późniejszymi zmianami) oraz Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego z dnia 1 września 2011, stanowią podstawę do ubiegania się przez dr. inż. Marka Romanowicza o stopień naukowy doktora habilitowanego w dyscyplinie Mechanika.

I. Podstawa formalno-prawna oceny

Podstawę do opracowania niniejszej recenzji stanowi umowa o dzieło z dnia 09.07.2014 w Warszawie pomiędzy Instytutem Podstawowych Problemów Techniki PAN (Zamawiający) reprezentowanym przez dr. hab. inż. Janusza Szczepańskiego, prof. IPPT PAN - Z-cę Dyrektora ds. Naukowych oraz dr. hab. inż. Piotra Kowalczyka, prof. IPPT PAN - Z-cę Dyrektora ds. Ogólnych, a prof. dr. hab. inż. Tadeuszem Niezgodą (Wykonawca) zatrudnionym w Wojskowej Akademii Technicznej na Wydziale Mechanicznym, której przedmiotem jest Ocena dorobku habilitacyjnego dr. inż. Marka Romanowicza.

Recenzentowi, w celu sporządzenia oceny przekazano następujące dokumenty formalne:

1. Kopię pisma z Centralnej Komisji ds. Stopni i Tytułów
2. Instrukcję Centralnej Komisji dot. reguł postępowania habilitacyjnego
3. Materiały dot. dr. Marka Romanowicza na płycie CD
4. Umowa o dzieło (2 egz.)
5. Protokół Zdawczo Odbiorczy (2 egz.)
6. Rachunek

Na płycie CD zawarte zostały następujące zbiory:

1. Kopia dyplomu doktora nauk technicznych,
2. Autoreferat (w języku polskim i angielskim),
3. Wykaz osiągnięć naukowo-badawczych (w języku polskim i angielskim),
4. Wykaz dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej Habilitanta,
5. Oświadczenia współautorów,
6. Wykaz cytowań,
7. Dane kontaktowe Habilitanta.

II. Charakterystyka sylwetki zawodowej Kandydata

Dr. inż. Marek Romanowicz studia wyższe ukończył w 1997 roku na Wydziale Mechanicznym Politechniki Białostockiej, na podstawie obronionej pracy pt. *„Badanie wibrorelaksacji naprężeń w złożonym stanie naprężeń w stopie aluminium”* PA4 i uzyskał dyplom z wyróżnieniem magistra inżyniera na kierunku: mechanika i budowa maszyn w specjalności mechanika stosowana.

Stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie mechanika Kandydat uzyskał po obronie pracy doktorskiej zatytułowanej *„Prognozowanie pęknięcia drewna na podstawie kryteriów związanych z płaszczyzną fizyczną”*. Praca była obroniona z wyróżnieniem w 2007 na Wydziale Mechanicznym Politechniki Białostockiej, a promotorem jej był prof. dr hab. inż. Andrzej Seweryn.

Dr inż. Marek Romanowicz od ukończenia studiów wyższych jest zatrudniony w Katedrze Mechaniki i Informatyki Stosowanej na Wydziale Mechanicznym Politechniki Białostockiej. Początkowo (1996-1997) jako asystent stażysta, następnie (1998-2007) asystent, a obecnie (od 2007) na etacie adiunkta.

III. Charakterystyka osiągnięcia naukowego Habilitanta

Przedstawione do oceny przez dr. inż. Marka Romanowicza osiągnięcie naukowe będące podstawą do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego w dyscyplinie Mechanika stanowi monotematyczny zbiór 5 samodzielnych publikacji pt. *„Mikromechaniczne modelowanie zniszczenia polimerowych kompozytów włóknistych”* wybranych spośród całości dorobku publikacyjnego i znajdujących się w bazie Journal Citation Reports. Można je wymienić w kolejności chronologicznej, zgodnej z wnioskiem habilitanta:

[1] Romanowicz M., Effect of interfacial debonding on the failure behavior in a fiber-reinforced composite subjected to transverse tension, Computational Materials Science, Elsevier, Vol.47, N 1 (2009), 225-231, IF:1.522 / IF5:1.965, (udział habilitanta 100%).

Celem naukowym przedstawionego pierwszego artykułu w ramach osiągnięcia naukowego było opracowanie modelu mikromechanicznego opisującego utratę połączenia włókna z matrycą w wyniku rozciągania skierowanego poprzecznie

do kierunku włókna. Z praktycznego punktu widzenia, zadaniem opracowanego modelu była ocena stanu krytycznego i pokrytycznego w pojedynczej warstwie laminatu pod wpływem ww. obciążenia.

Zaproponowany model mikromechaniczny został poddany szczegółowej analizie i weryfikacji na wybranym przykładzie. Głównym wynikiem zastosowania modelu mikromechanicznego było wyznaczenie makroskopowej krzywej poprzecznego rozciągania dla kompozytu jednokierunkowo wzmocnionego włóknem szklanym typu E w matrycy epoksydowej MY750.

[2] Romanowicz M., Progressive failure analysis of unidirectional fiber-reinforced polymers with inhomogeneous interphase and randomly distributed fibers under transverse tensile loading, Composites Part A, Elsevier, Vol.41, N 12 (2010), pp. 1829-1838, IF:2.349 / IF5:3.453, (udział habilitanta 100%).

Celem naukowym drugiej pracy osiągnięcia naukowego było opracowanie modelu mikromechanicznego opisującego globalnie, w skali kilkudziesięciu włókien, inicjację oraz rozwój mikropęknięć na granicach wielu włókien w pojedynczej warstwie laminatu w warunkach poprzecznego rozciągania. Uwzględniono w niej niejednorodny rozkład włókien w ocenie stanu krytycznego i pokrytycznego pojedynczej warstwy laminatu. W pracy rozwinięto tematykę badań przedstawionych w pierwszym artykule na komórki elementarne z losowym rozkładem włókien poprzez poddanie komórek elementarnych znacznie większym odkształceniom poprzecznym. Dzięki temu otrzymano makroskopową krzywą poprzecznego rozciągania dla rozpatrywanego kompozytu złożoną z trzech części, tj. po początkowej liniowej części przedstawiającej materiał nieuszkodzony i drugiej części nieliniowej opisującej osłabianie się materiału wystąpiła część trzecia, liniowa charakteryzująca materiał w pełni uszkodzony.

[3] Romanowicz M., A numerical approach for predicting the failure locus of fiber reinforced composites under combined transverse compression and axial tension, Computational Materials Science, Elsevier, Vol. 51, N 1 (2012), pp.7-12, IF:1.878 / IF5:1.965, (udział habilitanta 100%).

W prezentowanej przez Habilitanta trzeciej, w kolejności, pracy zostały badania wytrzymałości polimerowego kompozytu wzmocnionego ciągłym włóknem na jednoczesne działanie rozciągania wzdłuż włókien i ściskania w poprzek za pomocą wirtualnego eksperymentu wykonanego z wykorzystaniem numerycznej homogenizacji. W artykule tym zaprezentowano alternatywną metodę prognozowania zniszczenia w szczególnym przypadku złożonego stanu obciążenia przy wykorzystaniu modelowania mikromechanicznego. Zastosowanie numerycznej homogenizacji do oceny wytrzymałości kompozytu na jednoczesne działanie rozciągania wzdłuż włókien i ściskania w poprzek jest podejściem nowym i stanowi oryginalny dorobek Habilitanta.

[4] Romanowicz M., Numerical homogenization of fiber-reinforced composites with complex microstructural features, Journal of Theoretical and Applied Mechanics, PTMTS, Vol.51, N 4 (2013), pp. 883-890, IF:0.452 / IF5:0.447, (udział habilitanta 100%).

W tym artykule Autor zaprezentował badania uzupełniające wcześniejsze rozważania

(artykuł nr 2 dzieła), w których analizował wpływ zarówno interfazy jak i losowego rozkładu włókien na poprzeczną wytrzymałość kompozytu. Skoncentrował się tu na ocenie poprzecznej sztywności kompozytu zawierającego wymienione wyżej niejednorodności mikrostruktury. Opracował model mikro mechaniczny do wyznaczenia poprzecznych modułów sprężystości polimerowych kompozytów jednokierunkowo wzmocnionych włóknem, który uwzględnia złożone cechy mikrostruktury, takie jak obecność niejednorodnej interfazy oraz losowy rozkład włókien. To podejście nosi również cechy oryginalności.

[5] Romanowicz M., Initiation of kink bands from regions of higher misalignment in carbon fiber reinforced polymers, Journal of Composite Materials, SAGE, doi:10.1177/0021998313498106, IF:0.936 / IF5:1.181, (udział habilitanta 100%).

W ostatnim prezentowanym artykule w ramach dzieła Habilitant zaproponował nowe podejście do modelowania wzdłużnego ściskania kompozytów polimerowych, które wykorzystuje periodyczną komórkę elementarną z niejednorodnym rozkładem sinusoidalnych imperfekcji włókien. Wielu autorów uważa, że do modelowania właściwego nachylenia pasm skręconych włókien potrzebne są swobodne boki modelu mikromechanicznego, co wynika z przeświadczenia, że nie podparte włókna na bokach modelu deformują się łatwiej niż odpowiednie włókna znajdujące się wewnątrz modelu (tzw. free-edge effect). W ten sposób, swobodne boki działają jak koncentrator naprężeń i wywołują inicjację pasm skręconych włókien pod odpowiednim kątem. W prezentowanej pracy Autor dowiódł, że swobodne boki modelu mikromechanicznego nie są konieczne do modelowania właściwego nachylenia pasm skręconych włókien.

IV. Ocena dorobku kandydata

1. Dorobek dydaktyczny

Głównym osiągnięciem habilitanta w zakresie dydaktyki jest niewątpliwie opracowanie oraz prowadzenie w latach 2007-2013 wykładów z przedmiotów "Metoda Elementów Skończonych" oraz "Mechanika Analityczna" dla studentów studiów magisterskich. Do innych dokonań w tym zakresie należy opracowanie w 2012 roku wykładów "Mechanika Kompozytów" dla doktorantów oraz opracowanie (w języku angielskim) oraz prowadzenie w latach 2007-2008 wykładów "Engineering Mechanics" dla studentów programu ERASMUS.

Ponadto Habilitant dokonał w 2007 roku modernizacji 2 stanowisk badawczych w laboratorium mechaniki dotyczących "Wyznaczanie współczynnika restytucji" oraz "Zasady ruchu środka masy".

Dr Romanowicz pełnił funkcje promotora 3 prac magisterskich:

- M. Dobrzyń, pt. "Wpływ interfazy na poprzeczny moduł Young'a kompozytu szklano-epoksydowego" (2009).
- Ł. Dworakowski, pt. "Zastosowanie elementu kohezyjnego do opisu delaminacji według I sposobu obciążenia za pomocą MES", (2009).

- Ł. Maksimiuk, pt. "Numeryczne wyznaczanie współczynnika uwalnianej energii odkształcenia przy delaminacji", (2012).

W ramach promocji macierzystego Wydziału Mechanicznego Politechniki Białostockiej prowadził w latach 2009 do 2012 zajęcia z uczniami technikum w ramach pracowni technicznej.

2. Dorobek naukowy po uzyskaniu stopnia doktora

Dr inż. Marek Romanowicz posiada dodatkowo dorobek naukowy nie przedstawiony we wniosku jako osiągnięcie naukowe, na który składa się 7 artykułów (5 autorskich i 2 współautorskie) opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora w czasopiśmie z bazy JCR oraz 5 artykułów (1 autorski i 4 współautorskie) opublikowanych w innych czasopiśmie. Liczba cytowań jego prac na dzień złożenia wniosku wynosiła 14 według bazy Web of Science i 19 według bazy Scopus. Indeks Hirsha wynosił 3. Sumaryczny Impact Factor zgodny z rokiem opublikowania wyniósł 9,015, a sumaryczny pięcioletni 11,006. Ponadto opublikował 1 rozdział w monografii oraz opublikował w materiałach konferencyjnych 10 pozycji, z tego 4 autorskie. W czasie jaki upłynął od chwili złożenia wniosku do pisania niniejszej recenzji dorobek dr Romanowicza uległ powiększeniu o 2 nowe wysoko punktowane pozycje autorskie, są nimi:

- Romanowicz M., Determination of the first ply failure load for a cross ply laminate subjected to uniaxial tension through computational micromechanics, *International Journal of Solids and Structures*, Elsevier, Vol.51, N 14 (2014), pp. 2549–2556, 35pkt MNiSW,
- Romanowicz M., Numerical identification of material parameters for microbuckling analysis of fiber reinforced polymer matrix composites, *Computer Methods in Materials Science*, AGH, Vol.14, N 2 (2014), pp. 108–113, 10pkt MNiSW.

Zwiększeniu uległa również liczba cytowań w bazie Scopus do 28, a indeks Hirsha wzrósł do 4. Dorobek konferencyjny również powiększył się o 2 wystąpienia na konferencjach:

- International Scientific Conference on Advances in Micromechanics of Materials : MICROMECH 2014.
- 39th Solid Mechanics Conference : SolMech'2014.

Za ważniejsze publikacje nie przedstawione do oceny przez dr. inż. Romanowicza jako osiągnięcie naukowe będące podstawą do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego, uważam cykl prac związanych z badaniami doświadczalnymi i obliczeniami numerycznymi dotyczącymi opracowania nielokalnego kryterium pęknięcia drewna. Wyróżniam tutaj 3 prace:

- Romanowicz M., Seweryn A., Verification of a non-local stress criterion for mixed mode fracture in wood, *Engineering Fracture Mechanics*, Elsevier, Vol.75, N 10 (2008), pp. 3141-3160, IF: 1.713 / IF5:1.733.
- Romanowicz M., Seweryn A., Zastosowanie mikromechaniki do modelowania zniszczenia drewna w wyniku ściskania w poprzek włókien, *Modelowanie Inżynierskie*, Vol.5, N 36 (2008), s.273-278.

- Seweryn A., Romanowicz M., Fracture of wood under biaxial loading conditions, in *Mathematical Methods in Continuum Mechanics*, Editors: Wilmański K., Michalak B., Jedrysiak J., chapter 25, pp.403-420, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, (2011).

W prezentowanej w powyższych pracach tematyce założono, że lokalne funkcje pęknięcia zależą od właściwości ortotropowych drewna (powszechnie stosowano model izotropowy) i występujących tam wad materiałowych w postaci mikropęknięć znajdujących się w ściankach komórek drewna. Sformułowane zostały lokalne warunki wyężeniowe dla czterech mechanizmów zniszczenia drewna, tj.:

- pęknięcia wzdłuż komórek osiowych,
- poprzecznego zgniecenia komórek osiowych,
- pęknięcia w poprzek komórek osiowych
- wyboczenia komórek osiowych.

Zaprezentowano również rozwinięcie nielokalnego kryterium pęknięcia Seweryna-Mroza do prognozowania pęknięcia drewna w niejednorodnych stanach naprężenia wywołanych występowaniem w strukturze drewna szczelin.

Weryfikację podejścia teoretycznego przeprowadzono w cyklu badań eksperymentalnych.

3. Inne osiągnięcia naukowo-badawcze

Do osiągnięć Habilitanta o charakterze naukowo badawczym, ale nie będących publikacjami (po doktoracie) można zaliczyć:

- Pozyskanie i realizację 3 projektów badawczych:
 - ✓ 1 krajowego w ramach konkursu SONATA 2 ogłoszonego przez NCN, Nr DEC-2011/03/D/ST8/04817, pt. "Mikromechaniczne modelowanie zniszczenia polimerowych kompozytów włóknistych", 2012-2017 – kierownik projektu.
 - ✓ wewnętrzny Politechniki Białostockiej: Nr WWM/8/2008, pt. "Modelowanie numeryczne zniszczenia mikrostruktury wybranych ośrodków kruchych", 2008-2009, kierownik,
 - ✓ wewnętrzny Politechniki Białostockiej, Nr WWM/14/2010, pt. "Modelowanie zniszczenia mikrostruktury kompozytów jednokierunkowo-wzmocnionych za pomocą MES", 2010-2011, kierownik,
- Zgłoszenie patentu (nr prawa wyłącznego 203791) pt. Przyrząd do zadawania złożonego stanu naprężenia w kompozytach na próbce typu Iosipescu
- Recenzowanie 6 artykułów w czasopismach znajdujących się w bazie JCR, takich jak:
 - ✓ *Mechanics Research Communications* (MRC-D-08-00353R1),
 - ✓ *Engineering Fracture Mechanics* (EFM-D-11-00105, EFM-D-11-00166, EFM-D-13-00261),
 - ✓ *Computational Materials Science* (COMMAT-D-11-01367),
 - ✓ *Journal of Composite Materials* (JCM-10-0372).

Ponadto Habilitant wykonał 4 recenzje w innych czasopismach. W okresie po złożeniu wniosku wykonał dodatkowo 2 recenzje artykułów w czasopismach z bazy JCR.

Za działalność naukową po doktoracie dr Romanowicz uzyskał następujące wyróżnienia:

- nagrodę indywidualną Rektora PB III stopnia za wyróżniającą działalność naukową (2010),
- 4 nagrody zespołowe Rektora PB III stopnia za wyróżniającą działalność naukową i organizacyjną (2008, 2009, 2011, 2012),
- stypendium habilitacyjne Rektora PB (2011).

Działalność organizacyjna Kandydata koncentrowała się głównie na pełnieniu funkcji sekretarza naukowego czasopisma Acta Mechanica et Automatica (2007-2011).

V. Wniosek końcowy

Przedstawiony do recenzji dorobek dr. inż. Marka Romanowicza, którego główna działalność naukowo badawcza związana jest z opracowaniem mikromechanicznych modeli materiałowych definiujących sztywność i wytrzymałość polimerowych kompozytów wzmocnionych ciągłym włóknem dotyczy trudnego obszaru tematycznego i wymagała od Habilitanta wiedzy zarówno matematycznej jak i fizyki zjawisk, jakie charakteryzują zachowanie się kompozytów polimerowych w warunkach występujących uszkodzeń i niszczenia struktury. Autor wykazał się również znajomością planowania i przeprowadzania eksperymentów, które przeprowadził w celu weryfikacji opracowanych modeli. Dorobek naukowy Habilitanta nie budzi moich zastrzeżeń. Przedstawione w wykazie dorobku naukowego pozycje dokumentują w dostatecznym stopniu aktywność publikacyjną, szczególnie artykułów w znaczących czasopismach naukowych z tzw. bazy czasopism JCR.

Działalność dydaktyczna i organizacyjna Kandydata, aczkolwiek może nieco skromna w części dorobku organizacyjnego, to jednak spełnia również wymagania stawiane zwykle w takich przypadkach.

Przedstawiony do oceny dorobek naukowy badawczy dr. inż. Marka Romanowicza wykazuje, że Habilitant wnosi znaczący wkład w dyscyplinę naukową Mechanika. Recenzent uważa, że oryginalny dorobek Habilitanta przedstawiony w pracach wskazanych jako osiągnięcie naukowe, w których zaprezentowano komórki elementarne służące do obliczenia sztywności oraz do prognozowania kumulacji uszkodzeń i pęknięcia kompozytów dla obciążenia: poprzecznego rozciągania, poprzecznego ściskania, wzdłużnego rozciągania, wzdłużnego ściskania oraz kombinacji poprzecznego ściskania i wzdłużnego rozciągania. Wprowadzenie tych komórek pozwoliło na zamodelowanie mechanizmu zniszczenia polimerowych kompozytów włóknistych w wyniku: odklejenia się włókien od matrycy, pęknięcia włókien, plastycznego ścinania matrycy oraz mikro wyboczenia włókien. Ponadto w analizie sztywności oraz rozwoju uszkodzeń uwzględniony został wpływ niejednorodności mikrostruktury wymienionych kompozytów w postaci: losowego

rozkładu włókien, obecności niejednorodnej interfazy oraz niejednorodnego rozkładu imperfekcji włókien.

Uważam, że Habilitant całokształtem swojej działalności przedstawionym w załączonej do wniosku dokumentacji udowodnił zarówno swój oryginalny wkład w naukę jak i swoją dojrzałość badawczą.

W związku z powyższym stwierdzam, że całokształt dorobku dr inż. Marka Romanowicza zgodnie z Ustawą o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 (Dz. U. nr 65 poz. 595) z późniejszymi zmianami oraz „Rozporządzeniem Ministra do Spraw Nauki i Szkolnictwa Wyższego” z dnia 1 września 2011 r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Dz. U. nr poz. 1165) **spełnia wymagania** i może być podstawą do ubiegania się przez dr. inż. Marka Romanowicza o stopień naukowy doktora habilitowanego w dyscyplinie Mechanika.


.....
prof. dr hab. inż. Tadeusz Niezgoda