

Warszawa, 10.06.2020

Prof. dr hab. Tadeusz Burczyński, czł. rzecz. PAN
Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN
ul. A. Pawińskiego 5 B
02-106 Warszawa
E-mail: tburczynski@ippt.pan.pl

**Ocena
osiągnięć naukowo-badawczych oraz dorobku dydaktycznego,
popularyzatorskiego i współpracy międzynarodowej
dra inż. Dariusza Grzelczyka
w związku z postępowaniem habilitacyjnym
w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie
mechanika (inżynieria mechaniczna)**

Opinia została sporządzona w związku z decyzją Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów z dn. 24 stycznia 2020 o powołaniu komisji habilitacyjnej w celu przeprowadzenia postępowania habilitacyjnego dra inż. Dariusza Grzelczyka (por. pismo Sekretarza Komisji Habilitacyjnej z Wydziału Mechanicznego Politechniki Łódzkiej dr hab. inż. Jerzego Wojewody, z dn. 18.02.2020)

1. Sylwetka Habilitanta

Dr inż. Dariusz Grzelczyk uzyskał tytuł zawodowy magistra inżyniera na kierunku Fizyka Techniczna, specjalność Fizyka Komputerowa w 2005 r. na Wydziale Fizyki Technicznej, Informatyki i Matematyki Stosowanej Politechniki Łódzkiej.

Stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie mechanika otrzymał w 2010 r. na Wydziale Mechanicznym Politechniki Łódzkiej na podstawie rozprawy doktorskiej pt. *„Dynamika i procesy tribologiczne w układzie mechatronicznym ze sprzęgłem ciernym”*. Promotorem rozprawy był prof. dr hab. inż. Jan Awrejcewicz.

Habilitant początkowo był zatrudniony w Instytucie Inżynierii Materiałowej Wydziału Mechanicznego Politechniki Łódzkiej (umowa zlecenie/dzieło), a następnie zajmował kolejno stanowiska asystenta (2007-2010) i adiunkta (od 2010 do chwili obecnej) w Katedrze Automatyki, Biomechaniki i Mechatroniki Wydziału Mechanicznego Politechniki Łódzkiej.

2. Ocena merytoryczna osiągnięcia naukowego

Jako osiągnięcie naukowe Habilitant wskazał jednotematyczny cykl publikacji pod wspólnym tytułem:

Dynamika biomechanicznych urządzeń kroczących sterowanych przy użyciu generatorów wzorca chodu

Cykl ten obejmuje 14 powiązanych tematycznie prac z lat 2015-2019. W skład rozważanego cyklu publikacji wchodzi prace w czasopismach z bazy JCR [1-12] oraz dwa niepublikowane raporty z projektu badawczego OPUS 9.

Lista prac wchodzących w skład osiągnięcia naukowego zawiera:

[1] **D. Grzelczyk**, B. Stańczyk, J. Awrejcewicz (2015) On the hexapod leg control with nonlinear stick-slip vibrations, *Applied Mechanics and Materials*, 801, 12-24. Udział Habilitanta: 70%

[2] **D. Grzelczyk**, B. Stańczyk, J. Awrejcewicz (2015) Power consumption analysis of different hexapod robot gaits, in: *Dynamical Systems - Mechatronics and Life Sciences*, Eds. J. Awrejcewicz, M. Kaźmierczak, J. Mrozowski, P. Olejnik, TU of Lodz, Lodz, 2015, 197-206 (978-83-7283-707-3). Udział Habilitanta: 60%

[3] B. Stańczyk, **D. Grzelczyk**, J. Awrejcewicz (2012) Control of mobile walking robot (hexapod), *Measurements Automation Robotics*, 12, 157-159. Udział Habilitanta: 30%

[4] **D. Grzelczyk**, B. Stańczyk, J. Awrejcewicz (2016) Prototype, control system architecture and controlling of the hexapod legs with nonlinear stick-slip vibrations, *Mechatronics*, 37, 63-78. (IF = 2.496) Udział Habilitanta: 70%

[5] **D. Grzelczyk**, B. Stańczyk, J. Awrejcewicz (2016) Estimation on the contact forces between the hexapod legs and the ground during walking in the tripod gait, *Vibrations in Physical Systems*, 27, 107-114. Udział Habilitanta: 70%

[6] **D. Grzelczyk**, B. Stańczyk, J. Awrejcewicz (2017) Kinematics, dynamics and power consumption analysis of the hexapod robot during walking with tripod gait, *International Journal of Structural Stability and Dynamics*, 17(5), 1740010-1 - 1740010-17. (IF = 2.082) Udział Habilitanta: 70%

[7] **D. Grzelczyk**, B. Stańczyk, O. Szymanowska, J. Awrejcewicz (2017) Simulation of the octopod robot controlled by different central patterns generators, in: *Engineering Dynamics and Life Sciences*, (Eds.) J. Awrejcewicz, M. Kaźmierczak, J. Mrozowski, P. Olejnik, DAB&M of TUL Press, Lodz, 2017, 229-238 (ISBN 978-83-935312-4-0). Udział Habilitanta: 70%

[8] **D. Grzelczyk**, O. Szymanowska, J. Awrejcewicz (2019) Kinematic and dynamic simulation of an octopod robot controlled by different central pattern generators, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part I: Journal of Systems and Control Engineering*, 233(4), 400-417. (IF = 0.988) Udział Habilitanta: 70%

[9] **D. Grzelczyk**, O. Szymanowska, J. Awrejcewicz (2018) Gait pattern generator for control of a lower limb exoskeleton, *Vibrations in Physical Systems*, 29, 2018007 (10 pages). Udział Habilitanta: 65%

[10] **D. Grzelczyk**, J. Awrejcewicz (2018) Analysis of contact forces between the ground and hexapod robot legs during tripod gait, *Machine Dynamics Research*, 42(2) (w druku). Udział Habilitanta: 80%

[11] **D. Grzelczyk**, J. Awrejcewicz (2019) Modeling and control of an eight-legged walking robot driven by different gait generators, *International Journal of Structural Stability and Dynamics*, 19(5), 1941009-1 - 1941009-23. (IF = 2.082). Udział Habilitanta: 85%

[12] **D. Grzelczyk**, J. Awrejcewicz (2019) Dynamics, stability analysis and control of a mammal-like octopod robot driven by different central pattern generators (DOI: 10.22059/JCAMECH.2019.278583.375). Udział Habilitanta: 85%

[13] **D. Grzelczyk** (2019) Control of the multi-legged robots on planar, unstable and vibrating ground (niepublikowany raport z grantu OPUS 9, styczeń-marzec 2019). Udział Habilitanta: 100%

[14] **D. Grzelczyk** (2019) Modeling and control of human lower limb exoskeletons driven by linear actuators (niepublikowany raport z grantu OPUS 9, styczeń-marzec 2019). Udział Habilitanta: 100%

Wszystkie prace w wyjątkiem raportów [13,14] są współautorskie, a udział Habilitanta jest w zakresie od 60 do 85%.

Tematyka badawcza przedłożonego cyklu poświęcona jest modelowaniu, symulacji numerycznej i weryfikacji eksperymentalnej wielonożnych urządzeń kroczących, inspirowanych biologicznie i sterowanych przy użyciu generatorów wzorca chodu (*Central Pattern Generators* - CPGs).

Położenia kątowne przegubów nóg robota wyznaczane są na podstawie odwrotnej analizy kinematycznej.

Główny cel badań Habilitanta polegał na uzyskaniu lepszych parametrów kinematycznych i dynamicznych rozpatrywanych maszyn podczas procesu lokomocji, czego konsekwencją było zwiększenie stabilności robota oraz możliwości jego sterowania.

Habilitant wykorzystał środowisko Inventor Professional do projektowania robotów oraz środowiska Scilab lub Mathematica do wirtualnych eksperymentów.

Numeryczną analizę kinematyczną oraz sterowanie sześcionożnym robotem kroczącym przedstawione zostały przez Habilitanta w pracy [1].

W pracy [2] Habilitant przedstawił badania eksperymentalne zużycia energii przy wykorzystaniu skonstruowanego robota hexapoda sterowanego za pomocą modeli CPG.

W pracy [3] omówiona została konstrukcja mechaniczna oraz system sterowania robotem, oparty na sieci Bluetooth, z programem zainstalowanym na telefonie komórkowym.

Praca [4] zawiera opis prototypu robota hexapoda oraz jego zastosowania do różnych badań naukowych.

Praca [5] poświęcona jest modelowaniu dynamiki badanego robota sześcionożnego chodzącego chodem trójpodporowym po płaskim i twardym podłożu.

W artykule [6] Habilitant skupił się na analizie kinematycznej, dynamicznej i poborze mocy robota sześcionożnego.

W pracy [7] Habilitant przedstawił nowy model robota wielonożnego oraz zaprezentował wyniki obliczeń numerycznych parametrów kinematycznych podczas chodu.

Przebiegi czasowe parametrów dynamicznych robota podczas chodu zostały przedstawione w pracy [8].

W pracy [9] zastosowano opracowany generator chodu dedykowany do sterowania nogami robota krocącego do sterowania egzoszkieletem kończyny dolnej człowieka i wspomagania różnych typów nieprawidłowości chodu u pacjentów z różnymi zaburzeniami ruchowymi.

W pracy [10] opracowano i zaimplementowano w środowisku Mathematica kinematyczny/dynamiczny model symulacyjny robota sześcionożnego.

W pracy [11] opracowano nowe modele kinematyczne i dynamiczne robota ośmionożnego podobnego do ssaka i przebadano go numerycznie.

W pracy [12] rozwinięto metody sterowania przedstawione w pracy [11] i do sterowania nogami robota zastosowano hybrydowy oscylator van der Pol-Rayleigha.

Uzupełnieniem prac [1-12], które ukazały się w postaci artykułów są dwa raporty [13-14] z realizacji projektu badawczego OPUS 9, przygotowane przez Habilitanta.

W raporcie [13] przedstawiono badania numeryczne ogólnego modelu kinematycznego wielonożnego tzw. robota hybrydowego.

W raporcie [14] przedstawiono analizę trzech projektów egzoszkieleatów kończyn dolnych człowieka, napędzanych liniowymi siłownikami elektrycznymi.

Liczba przedstawionych prac do jednotematycznego cyklu publikacji jest dosyć duża i uważam, że można było zrezygnować z ostatnich dwóch prac w postaci niepublikowanych raportów z grantów.

Cechą, która łączy przedstawiony zbiór publikacji naukowych Habilitanta, jest opracowanie oryginalnej metodologii badań urządzeń krocących sterowanych za pomocą generatorów wzorca chodu.

Oprócz przedstawionych wyżej badań, które zostały zaproponowane jako jednotematyczny cykl publikacji nt. dynamiki biomechanicznych urządzeń krocących, Habilitant prowadził badania obejmujące następujące:

a) procesy zużycia w mechanicznym sprzęgle ciernym,

- b) zjawiska cieplne w mechanicznym sprzęgle ciernym,
- c) dynamikę nieliniową wybranych układów mechanicznych,
- d) dynamikę układów napędowych z silnikiem krokowym,
- e) modelowanie procesu upadku człowieka do przodu,
- f) modelowanie procesu wymiany stawu biodrowego,
- g) modelowanie zjawisk optycznych w ośrodkach dwójłomnych.

Problematyka badawcza, którą zajmuje się Habilitant jest trudna, ambitna i ma znaczenia nie tylko naukowe, ale także praktyczne.

Warta podkreślenia jest duża konsekwencja, wręcz determinacja, w kontynuowaniu tego zakresu badań.

Habilitant wykazał w swoich pracach bardzo dobre rozeznanie w problematyce badawczej. Zwraca uwagę duża jego wnikliwość i dociekliwość.

3. Ocena dorobku naukowego

Dorobek naukowy dra inż. Dariusz Grzelczyka obejmuje: 32 artykuły w czasopismach naukowych (w tym 13 w czasopismach z listy JCR), 13 rozdziałów w książkach, 14 prac w recenzowanych materiałach konferencyjnych oraz 39 krótkich komunikatów lub streszczeń. Jako Guest-Editor brał udział w powstaniu 3 wydań specjalnych (w tym 2 w czasopismach posiadających wskaźnik Impact Factor), a obecnie jest Co-Edytorem 1 książki publikowanej przez wydawnictwo IntechOpen.

Ponadto, opracował 76 recenzji, w tym 62 artykułów naukowych, w większości dla czasopism znajdujących się na liście JCR.

Habilitant był członkiem komitetu organizacyjnego 8 konferencji międzynarodowych odbywających się w Łodzi i osobiście uczestniczył w 36 międzynarodowych konferencjach naukowych lub seminariach, w tym w 8 zagranicznych.

Liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science wynosi 56 (50 bez autocytowań).

Indeks Hirscha według bazy Web of Science wynosi 5.

Sumaryczny impact factor według listy JCR, zgodnie z rokiem opublikowania jest 16,833.

Habilitant ma duże doświadczenie w działalności dydaktycznej. Prowadził zajęcia ćwiczeniowe i laboratoryjne do takich przedmiotów jak: Podstawy Automatyki / Automatyka (wykłady, ćwiczenia, laboratorium), Podstawy Automatyzacji i Mechatroniki (wykłady), Modelowanie i Optymalizacja (wykłady, ćwiczenia, projekt), Praktyki inżynierskie Kierunkowy Projekt

Grupowy (projekt), Praca dyplomowa Dynamics of Mechatronic Systems, Optimisation, and Biomechanical Engineering - trzy krótkie kursy wykładów w j. angielskim dla studentów wydziału International Faculty of Engineering (IFE) Politechniki Łódzkiej, Matematyczne Metody Mechatroniki (wykłady, ćwiczenia, projekt), Praktyki specjalizacyjne, Laboratorium dyplomowe (projekt), Praca przejściowa I (projekt), Praca przejściowa II (projekt), Seminarium dyplomowe (seminarium).

Prowadził także zajęcia na studium doktoranckim z przedmiotu Metody komputerowe w mechanice II (ćwiczenia).

Habilitant był też promotorem 15 prac inżynierskich i 2 prac magisterskich oraz recenzentem 18 prac inżynierskich i 8 prac magisterskich

Był promotorem pomocniczym w 4. przewodach doktorskich.

Habilitant od 2016 r. jestem członkiem Sekcji Dynamiki Układów Komitetu Mechaniki Polskiej Akademii Nauk.

Jestem członkiem Polskiego Towarzystwa Biomechaniki.

Uczestniczył w 8 grantach badawczych w charakterze wykonawcy, finansowanych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Fundację na Rzecz Nauki Polskiej oraz Narodowe Centrum Nauki.

Habilitant co prawda nie odbył żadnego długoterminowego stażu zagranicznego, ale w czasie różnych okazji takich jak spotkania naukowe, konferencje oraz seminaria, spędził krótkie okresy czasu w różnych ośrodkach naukowych lub laboratoriach w kraju jak i za granicą.

Habilitant aktywnie uczestniczył w pracach organizacyjnych Politechniki Łódzkiej. Był m.in. członkiem kilku komisji dotyczących dydaktyki oraz uczestniczył w opracowywaniu nowych programów kształcenia dla studentów studiów stacjonarnych i niestacjonarnych Wydziału Mechanicznego. Był także opiekunem praktyk studenckich na kierunku Mechatronika Wydziału Mechanicznego oraz sprawował opiekę merytoryczną i finansową nad raportami z grantów badawczych realizowanych w macierzystej Katedrze.

Habilitant otrzymał sześć nagród Rektora Politechniki Łódzkiej za osiągnięcia naukowe.

Podsumowując aktywność naukową, dydaktyczną i organizacyjną należy stwierdzić, że Habilitant jest aktywnym i zaangażowanym pracownikiem naukowo-dydaktycznym.

4. Wniosek końcowy

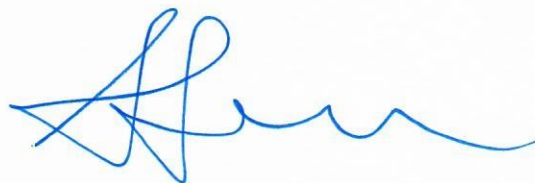
Podsumowując ocenę wskazanego przez Habilitanta jednotematycznego cyklu publikacji pod wspólnym tytułem: „*Dynamika biomechanicznych urządzeń kroczących sterowanych przy*

użyciu generatorów wzorca chodu” warto podkreślić aktualność i wysoki poziom naukowy przedstawionej problematyki badawczej.

Dr inż. Dariusz Grzelczyk przedstawił wiele nowych i oryginalnych wyników badań, które wskazują na istotny jego wkład do modelowania, symulacji komputerowej i weryfikacji eksperymentalnej inspirowanych biologicznie wielonożnych urządzeń kroczących.

Jednocześnie całość dotychczasowego dorobku naukowego Habilitanta należy ocenić pozytywnie. Dorobek publikacyjny zawiera wiele publikacji w renomowanych czasopismach o międzynarodowej randze. Również jego aktywność dydaktyczna i organizacyjna oraz udział w realizacji projektów badawczych jest warty podkreślenia.

Biorąc pod uwagę pozytywną ocenę przedstawionego cyklu prac oraz całego dorobku naukowego, uważam że spełnia on kryteria określone w ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki i uzasadniają nadanie dr. inż. Dariuszowi Grzelczykowi stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.



Tadeusz Burczyński