

Prof. dr hab. inż. Sławomir Wiak
Instytut Mechatroniki i Systemów Informatycznych
Politechnika Łódzka

OPINIA

o dorobku naukowym, dydaktycznym i organizacyjnym

dr inż. Michała Morawskiego

w związku z wnioskiem o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego

Niniejszą opinię przygotowałem na podstawie pisma Pana prof. dr hab. Piotra Liczberskiego, Dziekana Wydz. Fizyki Technicznej, Informatyki i Matematyki Stosowanej Politechniki z dn. 02.04.2019r. z powołaniem na pismo Centralnej Komisji ds. Spraw Stopni i Tytułów do Dziekana Wydz. Fizyki Technicznej, Informatyki i Matematyki Stosowanej Politechniki Łódzkiej z dn. 08.03.2019r. (pismo BCK-VI-L-9597/2018) powołującego Komisję Habilitacyjną w przedmiotowej sprawie.

1. Ogólna sylwetka Kandydata

Dr inż. Michał Morawski ukończył studia w roku 1991 na kierunku Elektronika w Politechnice Łódzkiej, Wydział Elektryczny (obecna nazwa Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki). W roku 1997 obronił pracę doktorską w dyscyplinie Elektrotechnika, w Instytucie Elektrotechniki w Warszawie, na podstawie pracy „**Serwomechanizm samonastrajający z zastosowaniem sieci neuronowej**”. Praca została wyróżniona.

Kandydat w latach 1990-1997 pracował, jako asystent, a następnie w latach 1998-2003 jako adiunkt w Pracowni Sterowania Optymalnego w Zakładzie Badań Podstawowych PAN. Od roku 2003 do chwili obecnej pracuje w Zakładzie Sieci Komputerowych Instytutu Informatyki.

2. Ocena osiągnięcia naukowego

Główne zainteresowania Kandydata, szczególnie w okresie pracy w Politechnice Łódzkiej, dotyczą zagadnień związanych z teleinformatyką. W epoce rozwoju społeczeństwa informacyjnego jest to bardzo ważne zagadnienie i wyzwanie zarówno naukowe, jak i technologiczne. Podstawę wystąpienia habilitacyjnego stanowią przedstawione poniżej osiągnięcia naukowe Kandydata.

Osiągnięcie naukowe Kandydata pt: „**Odporne platformy komunikacyjne dla współczesnych sieciowych układów sterowania**” stanowiące podstawę ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego zostało (zgodne z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311) udokumentowane przez zbiór artykułów naukowych:

➤ Publikacje naukowe w czasopismach znajdujących się w bazie (JRC):

1. Michał Morawski, Przemysław Ignaciuk: *Energy-efficient scheduler for MPTCP data transfer with independent and coupled channels*, Computer Communications, vol. 132, 2018, 56-64; IF=2.613

2. Przemysław Ignaciuk, Michał Morawski, 2018, *Quasi-soft variable structure control of discrete-time systems with input saturation*, IEEE Transactions on Control Systems Technology, PP, 99(2), 1-6; **IF = 4.883**
3. Michał Morawski, Przemysław Ignaciuk: *Network nodes play a game – a routing alternative in multihop ad-hoc networks*, Computer Networks, vol. 122, 2017, 96-104; **IF=2.522**
4. Michał Morawski, Przemysław Ignaciuk: *Reducing impact of network induced perturbations in remote control systems* Control Engineering Practice, vol. 55, no. 10, 2016, 127–138; **IF=2.602**
5. Michał Morawski, Antoni Zajęczkowski: *Approach to the design of robust networked control systems* International Journal of Applied Mathematics and Computer Science (AMCS) vol. 20, no. 4, 2010, 689-698; **IF=1.694**.

➤ Rozdziały w monografiach:

1. Michał Morawski, Antoni M. Zajęczkowski. *Robustness Enhancement of Networked Control Systems*, Factory Automation In-Tech, 2010, vol. 16, 335-350
2. Michał Morawski, Przemysław Ignaciuk, 2014, *Improving robustness of LQ optimal Networked Control Systems in the presence of data loss and delay*, Information Systems Architecture and Technology, System Analysis Approach to the Design, Control and Decision Support, Library of Informatics of University Level Schools, Wrocław, 3(21), 223-232
3. Daniel Arendt, Michał Morawski, Antoni Zajęczkowski, 2012, *Planning of the 802.11/abgn computer networks with the aid of the specialized web service*, Towards Modern Collaborative Knowledge Sharing Systems. Studies in Computational Intelligence 401, Springer, 157-171
4. Michał Morawski, Antoni Zajęczkowski, 2008, *Resiliency of industrial and control systems networks*, Information Systems Architecture and Technology. Web information system: models, concepts and challenges, Wrocław, 125-135
5. Michał Morawski, Antoni Zajęczkowski, 2008, *Resiliency of industrial and control system networks*, Information Systems Architecture and Technology, vol.4: Web Information Systems: Models, Concepts & Challenges, Biblioteka Informatyki Szkół Wyższych, Wrocław.

➤ Artykuły w czasopismach spoza listy JRC (z punktacją MNiSW)

6. Przemysław Ignaciuk, Michał Morawski: *Ocena implementacji schematu podziału strumienia danych minimalizującego zużycie energii w transmisji z zastosowaniem protokołu MPTCP*, Przegląd Telekomunikacyjny - Wiadomości Telekomunikacyjne, no. 8-9, 2017, 725-728
7. Michał Morawski, Przemysław Ignaciuk: *Optymalizacja działania protokołu MPTCP pod kątem zużycia energii*, Przegląd Telekomunikacyjny - Wiadomości Telekomunikacyjne, no. 8-9, 2016, 785-788
8. Michał Morawski, Przemysław Ignaciuk: *Not Only Routing Can Be Effective Method of Traffic Organization in Networks*. Studia Informatica vol. 37, no. 2, 2016, 137–146
9. Michał Morawski: *Game-based communication in Network Control Systems*, Journal of Theoretical and Applied Computer Science, 2014, vol. 8, no. 1, 3-14, 2014
10. Michał Morawski: *Analysis of short Latencies in Industrial Network Environments*, Journal of Applied Computer Sciences (JACS) no. 2, 2006, 65-78
11. Michał Morawski, 2007, *Traffic engineering for industrial networks*, Theoretical and Applied Informatics (TAAI), 19(4), 239-254

12. Mirosław Juszczak, Michał Morawski, Andrzej Bartoszewicz, 2006, *Multipath routing in MPLS networks – a survey*, Journal of Applied Computer Sciences (JACS), 1, 7-30.

➤ Referaty konferencyjne (w bazie WEB of Science)

13. Przemysław Ignaciuk, Michał Morawski: *Discrete-time MPTCP flow control for channels with diverse delays and uncertain capacity*, 22nd International Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC), 2018, Sinaia, Romania, 722-727, (WoS)
14. Przemysław Ignaciuk, Michał Morawski: *Discrete Sliding Mode Control of Multipath TCP Networks under Input and Output Uncertainty*, 23rd International Conference on Methods and Model in Automation and Robotics (MMAR), 2018, Międzyzdroje, 363-368, (WoS)
15. Michał Morawski, Przemysław Ignaciuk: *Energy efficient MPTCP transmission over channels with a common bottleneck*, 25th International Conference on Computer Networks (CN), 2018, Gliwice, Poland, 40-51, (WoS)
16. Michał Morawski, Przemysław Ignaciuk: *Energy efficient MPTCP transmission — Scheduler implementation and evaluation*, 21st International Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC), 2017, Sinaia, Rumunia, 654-659, (WoS)
17. Michał Morawski, Przemysław Ignaciuk: *On implementation of energy-aware MPTCP scheduler* 38th International Conference on Information Systems Architecture and Technology (ISAT), 2017, Szklarska Poręba, 242-251, (WoS)
18. Michał Morawski, Przemysław Ignaciuk: *MPTCP Remote Peer Control for Increasing Energy Efficiency of Downlink Transmission*, 20th International Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC), 2016, Sinaia, Rumunia, 162-167, (WoS)
19. Michał Morawski, Przemysław Ignaciuk: *Energy Efficient Dynamic Load Balancing in Multipath TCP for Mobile Devices*, 37th International Conference on Information Systems Architecture (ISAT), 2016, Karpacz, vol. 2, 162-171, (WoS)
20. Michał Morawski, Przemysław Ignaciuk: *Adjustable Sampling Rate - An Efficient Way to Reduce the Impact of Network-Induced Uncertainty in Networked Control Systems*, 23rd Conference Computer Networks (CN), 2016, 329–343. Best Paper Award, (WoS)
21. Przemysław Ignaciuk, Michał Morawski: *Mitigating the Impact of Delay Uncertainty on the Performance of LQ Optimal Remote Control Systems*, 12th IFAC Workshop on Time Delay Systems, 2015, Ann Arbor, MI, USA, 452-457, (WoS)
22. Przemysław Ignaciuk, Michał Morawski: *Linear-Quadratic Optimization in Discrete-Time Control of Dynamic Plants Operated with Delay over Communication Network*, 22nd Mediterranean Conference on Control and Automation (MED), Palermo, Italy, 2014, 412–417, (WoS)
23. Michał Morawski, Antoni Zajczkowski: *Network Based Control Applied to a Highly Dynamic System*, 13th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation ETFA, 2008, Hamburg, Germany, 1302 – 1309, (WoS).

Na podstawie oświadczeń Kandydata, Jego udział w pracach współautorskich zawierał się w granicach od 30% do 75%, co potwierdzają współautorzy w załączonych oświadczeniach. Spośród wyżej wymienionych publikacji duża ich część nie była punktowana, niemniej obejmowała zakres badań związanych z analizą i badaniem współczesnych sieciowych układów sterowania.

Obszar badań zawarty w tematyce głównego osiągnięcia koncentruje się na poprawie działania układów sterowania w sferze użytkowej i przemysłowej oraz opracowaniu optymalnych aplikacji sieciowych. Kandydat zadanie to zrealizował poprzez redukcję wpływu niepożądanych efektów towarzyszących transmisji danych przez niededykowane sieci teleinformatyczne.

Tematyka wpisuje się w nowoczesne trendy rozwoju przemysłu, a opracowane rozwiązania nie tylko umożliwiają sprawne działanie układów sterowania dowolnego typu, ale także ograniczają zużycie energii i mechaniczne zużycie elementów wykonawczych, ze względu na mniejsze siły, którym są poddane te elementy.

Zaproponowane rozwiązania umożliwiają wprowadzenie redundancji, zarówno w części realizującej obliczenia, jak i w części transmisyjnej. Pozwalają uodpornić układ sterowania na awarie pojedynczych elementów systemu. Rozwiązania są łatwe i tanie w implementacji ponieważ uwzględniają ograniczenia nakładane przez systemy operacyjne, zwiększają wydajność i niezawodność sieci transmisji danych oraz wydajność systemów pomiarowych i wykonawczych.

W celu zmniejszenia wpływu niepewności, które stanowią nieodłączną cechę transmisji sieciowych na działanie aplikacji, połączono osiągnięcia z pogranicza teorii sterowania, teorii gier, teorii zbiorów rozmytych i zarządzania ruchem w sieciach komputerowych. Podstawowe osiągnięcia zweryfikowane zostały praktycznie z zastosowaniem istniejących urządzeń i sieci komputerowej.

W wyniku przeprowadzonych badań Kandydat, w zakresie usprawnienia działania sieciowych układów sterowania, zaimplementował szereg metod od strony aplikacyjnej i sieciowej.

Wśród metod dotyczących strony aplikacyjnej należy wyróżnić:

- ograniczenie wrażliwości układu regulacji na wahania opóźnień w transmisji danych poprzez sieci komputerowe,
- obniżenie wymagań technicznych dotyczących kanałów komunikacyjnych,
- wygładzenie (ograniczenie zmienności) przebiegów sygnałów sterujących.

Wśród metod leżących po stronie działania sieci teleinformatycznych, których celem jest ograniczenie amplitudy fluktuacji opóźnień oraz zwiększenie niezawodności transmisji **warto wyeksponować w warstwie sieciowej zastosowanie arytmetyki rozmytej do rozpraszania ruchu w sieciach.**

Kandydat w ramach swoich badań koncentruje się na metodach dostarczania wydajnych, a zarazem odpornych platform wymiany informacji dla nowoczesnych, sieciowych układów sterowania (*Network Control Systems, NCS*). Wyniki prac nie dotyczą konkretnej klasy układów regulacji oraz nie są związane z wybranym rodzajem sieci. Platformy mogą być zastosowane w wielu typach NCS już używanych w przemyśle oraz przewidywanych w przyszłości, a także związanych z Internetem Rzeczy.

Kandydat przedstawił rozwiązania, które zostały opracowane pod kątem sieciowych układów sterowania. Można stwierdzić, że mogą być one stosowane również w przypadkach, w których interdeterminizm transmisji w sieciach komputerowych negatywnie wpływa na jakość działania aplikacji (np. transmisje multimedialne, interaktywne systemy business-to-business, itp.).

Przeważający dorobek Kandydata, po uzyskaniu stopnia doktora poświęcony jest różnym aspektom działania systemów rozproszonych. Brał on także udział w wielu wdrożeniach takich systemów. Przez kolejne lata działalności zawodowej i akademickiej. Kandydat zajmował się projektowaniem i wdrażaniem innowacyjnych rozwiązań informatycznych w sieciowych układach sterowania.

Wymienione w niniejszym akapicie osiągnięcia traktuję, jako osiągnięcia dodatkowe Kandydata powiązane są z osiągnięciem głównym.

2.1. Uwagi dyskusyjne

Kandydat część swoich algorytmów zweryfikował jedynie w ramach procesów symulacyjnych, a nie w praktycznym zastosowaniu. Należy także podkreślić, że układy fizyczne są w rzeczywistości nieliniowe. Natomiast testowanie skuteczności proponowanych algorytmów zostało przeprowadzone przy założeniu liniowości problemu. Choć procesy fizyczne modeluje się zwykle, jako układy z czasem ciągłym, to postać ta jest niemożliwa do zastosowania w sieciowych układach sterowania.

Założono tutaj, że model z czasem ciągłym poddany jest linearyzacji w punkcie pracy oraz, że jest to układ stacjonarny. Nie zmniejsza to wartości uzyskanych wyników.

3. Dorobek naukowy poza głównym osiągnięciem naukowym

Prace badawcze Kandydata obejmowały szerszy zakres niż zagadnienia związane z sieciowymi układami sterowania. Kandydat zajmował się również aspektami działania systemów rozproszonych. Badania te obejmowały trzy główne obszary:

- ✓ Tablice systoliczne – stanowią klasyczne podejście do budowy systemów równoległych. W pracach Kandydat [SUP-A], [SUP-E]–[SUP-G] przedstawił szereg systolicznych rozwiązań problemów obliczeniowych. Rozwiązania te zostały zaimplementowane i zweryfikowane na rzeczywistym komputerze o odpowiedniej architekturze. Komputer ten składał się z 1024 procesorów umieszczonych w tablicy 32×32. Cykl prac związanych z omawianym sposobem przetwarzania informacji został podsumowany monografią [SUP-A]
- ✓ Diagnostyka Sygnałów Wejściowych – pomiary wykonywane podczas przesyłania danych zawsze są obarczone różnego typu zakłóceniami. Wyniki pomiarów, jak wiemy, nie zawsze odzwierciedlają rzeczywiste wielkości fizyczne z oczekiwaną dokładnością. Każda zmierzona wartość powinna być weryfikowana. W pracach [SUP-B]–[SUP-D]. Kandydat zaproponował system, który uczy się na podstawie danych wskazanych przez eksperta, poprawnej dynamiki zmian w analizowanej grupie mierzonych wielkości. System ten został opracowany przy zastosowaniu analizy czasowo-częstotliwościowej falkowej (*wavelet*) sygnałów pobieranych w czasie rzeczywistym z systemu SCADA za pośrednictwem interfejsu OPC (*OLE for Process Control*). System ten został wdrożony i działa do chwili obecnej w Elektrowni Bełchatów
- ✓ Prace na rzecz przemysłu – polegały one na opracowaniu i wdrożeniu rozwiązań z zakresu informatyki w ramach projektów komercyjnych. Kandydat w tych rozwiązaniach stosował rozproszone systemy diagnostyki i sterowania. Projekty komercyjne realizowane były dla różnych podmiotów gospodarczych.

Opracowane programy służyły między innymi do:

- do projektowania wzorów żakardowych,
- do zarządzania produkcją i jej składowania,
- do optymalizacji procesów logistycznych.

Dorobek dr inż. Michała Morawskiego, który nie jest wliczony w zakres głównego osiągnięcia naukowego udokumentowany jest w jednej monografii (SUP-A), 5 rozdziałach w monografii, 12 publikacjach, głównie współautorskich (w tym 5 w bazie JCR) oraz w referatach wygłaszanych na licznych konferencjach zagranicznych i krajowych (54), w tym 11 referatów w bazie WEB of Science.

Wskaźniki metryczne dorobku publikacyjnego dr inż. Michała Morawskiego przedstawiają się następująco:

- Sumaryczny Impact Factor według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania: **13.414**
- Liczba cytowań publikacji:
 - ✓ według bazy Web of Science (WoS) **18**
 - ✓ według bazy Scopus **45**
 - ✓ według bazy Google Scholar **67**
- Indeks Hirscha
 - ✓ według bazy Web of Science (WoS) **2**
 - ✓ według bazy Scopus **5**
 - ✓ według bazy Google Scholar **5**.

Publikacje dr inż. Michała Morawskiego, mimo niezbyt wysokiego indeksu Hirscha świadczą o tym, iż Kandydat stara się nabytą wiedzę i kwalifikacje w dyscyplinie Informatyka stosować w praktyce, w szczególności obszarze teleinformatyki.

Kandydat jest autorem i współautorem licznych ekspertyz dotyczących bezpieczeństwa sieci realizowanych na zlecenie przedsiębiorców oraz ekspertyz sądowych.

Kandydat współpracuje również w opracowywaniu standardu komunikacji przemysłowej OPC UA (*OPC Unified Architecture*) oraz rozproszonych repozytoriów, które stosują technologię *blockchain* w organizacji produkcji.

Dr inż. Michał Morawski od 2007 roku jest ekspertem w następujących organizacjach:

- Programie Innowacyjna Gospodarka (POIG)
- Narodowym Centrum Nauki (NCN),
- Narodowym Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR),
- Ministerstwie Inwestycji i Rozwoju (MliR),
- Ministerstwie Nauki i Szkolnictwa Wyższego (MNiSW),
- Łódzkiej Agencji Rozwoju Regionalnego (ŁARR).

W ramach prac związanych z ekspertyzami Kandydat ocenił około 150 wniosków zgłaszanych o dofinansowanie inicjatyw badawczo-rozwojowych i komercjalizacji przez podmioty gospodarcze. Według „wykazu dorobku habilitacyjnego” pozycje 3.8 i 3.9 Kandydat wykonał 7 ekspertyz na zamówienie oraz brał udział w zespołach eksperckich.

Dr inż. Michał Morawski, jako specjalista, uczestniczył w realizacji 6 międzynarodowych i krajowych projektach badawczych, w tym w 5 jako główny wykonawca a w 1 jako wykonawca.

Dr inż. Michał Morawski wygłosił referaty na 54 konferencjach w kraju i za granicą (Włochy, UK, Niemcy, USA, Portugalia, Rumunia). Kandydat był przewodniczącym Komitetu Organizacyjnego konferencji Polish Teletraffic Symposium 2009 oraz przewodniczył sesjom na konferencjach: SIS (2003, 2005), PTS (2009), MED (2014) oraz CGI (2018).

Dr inż. Michał Morawski bierze czynny udział w pracach klastra ICT Politechniki Łódzkiej (<http://www.ictcluster.pl>), od 2014r. Klaster ten stanowi Konsorcjum uczelni akademickich i firm z obszaru ICT. Jest to największy klaster tego typu zrzeszający ponad 40 firm i zatrudniający ponad 18000 pracowników.

Dr inż. Michał Morawski jest recenzentem publikacji w czasopiśmie międzynarodowych i krajowych (IEEE, TIE, AMCS, JACS) oraz monografii „*Computer Game Innovations*”.

Kandydat jest również członkiem dwóch krajowych organizacji naukowych PTI i PTC.

4. Dorobek dydaktyczny

Dorobek dydaktyczny dr. Inż. Michała Morawskiego na terenie macierzystej uczelni obejmuje liczne wykłady, laboratoria i szkolenia z zakresu zagadnień związanych z obszarem transmisji informacji. Kandydat jest współautorem skryptu „*Język programowania*”. Jest promotorem (około 100) i recenzentem (około 100) prac inżynierskich i magisterskich oraz instruktorem sieciowej Akademii Cisco.

Reasumując, działalność dydaktyczną Kandydata oceniam bardzo pozytywnie.

5. Działalność organizacyjna

Dr inż. Michał Morawski był i jest:

- Pełnomocnikiem Dziekana Wydziału FTIMS PŁ ds. budowy sieci teleinformatycznej w kampusie B -lata 2003-2005,
- Członkiem Kierunkowej Komisji Dydaktycznej – lata 2012-2014,
- Członkiem Wydziałowej Komisji Oceny Jakości Kształcenia – lata 2014-obecnie.

6. Podsumowanie i wniosek końcowy

Na podstawie otrzymanej do oceny dokumentacji dorobku dr inż. Michała Morawskiego stwierdzam, że wniosek Kandydata o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego jest w pełni uzasadniony i stanowi istotny wkład do dyscypliny Informatyka, a w szczególności w obszarze teleinformatyki. Jego badania dotyczące prawidłowej pracy sieci teleinformatycznych pozwala na budowę wydajnych i odpornych platform wymiany informacji dla nowoczesnych sieciowych układów sterowania.

Ponadto Kandydat prowadzi działalność dydaktyczną, popularyzatorską i organizacyjną w zakresie związanym z jego badaniami naukowymi. Biorąc pod uwagę wymienione osiągnięcia Kandydata, *pomimo zastrzeżeń dotyczących niezbyt wysokich wskaźników punktacji publikacji, uważam, że wniosek spełnia warunki stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego.*

Uważam, że spełnione są najważniejsze kryteria, określone w Dz.U. z 2011r poz.1165, uzasadniające kontynuowanie postępowania w sprawie nadania dr inż. Michałowi Morawskiemu stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie Nauk Technicznych, dyscyplinie Informatyka.

*Wnoszę o kontynuowanie procesu nadania stopnia dr habilitowanego **Kandydatowi.***



prof. dr hab. inż. Sławomir Wiak
Multi Doctor Honoris Causa