

Prof. dr hab. inż. Jacek Kluska  
Katedra Informatyki i Automatyki  
Wydział Elektrotechniki i Informatyki  
Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza  
al. Powstańców Warszawy 12  
35-959 Rzeszów  
e-mail: jacklu@prz.edu.pl

Rzeszów, 17 października 2019 r.

## Recenzja osiągnięć i aktywności dr. inż. Grzegorza Andrzeja Borowika w związku z postępowaniem o nadanie mu stopnia naukowego doktora habilitowanego

### 1 Podstawy formalne recenzji

Niniejsza recenzja została przygotowana w odpowiedzi na pismo nr WYCH/N/00893/2019 z dnia 4.10.2019 od dr. hab. inż. Tadeusza Nowickiego, prof. WAT, Sekretarza Komisji Habilitacyjnej, w związku z postępowaniem prowadzonym przez Wydział Cybernetyki Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego w Warszawie, o nadanie stopnia doktora habilitowanego doktorowi inż. Grzegorzowi Andrzejowi Borowikowi oraz powierzeniem mi funkcji recenzenta w tym postępowaniu.

Podstawą opracowania recenzji były materiały, które otrzymałem, m.in.:

- kopia dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora,
- autoreferat przedstawiający opis dorobku i osiągnięć naukowych w języku polskim i angielskim,
- wykaz opublikowanych prac naukowych lub twórczych prac zawodowych oraz informacja o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki,
- oświadczenia współautorów,
- kopie publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe oraz kopie pozostałych publikacji znajdujących się w bazie JCR,
- wersja elektroniczna wniosku na płytach CD.

W recenzji wezmę pod uwagę przede wszystkim wymagania zawarte w Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki z późn. zm. (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789), jak również kryteria oceny ujęte w Rozporządzeniu Ministra 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 196, poz. 1165), wytyczne w tej sprawie Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów oraz wyjaśnienia zamieszczone na jej stronach internetowych.

## 2 Ogólne informacje o habilitancie

Dr inż. Grzegorz Borowik ukończył studia magisterskie w 2002 roku na Wydziale Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej Politechniki Warszawskiej na kierunku *matematyka* w specjalności *matematyka w ubezpieczeniach i finansach*, uzyskując tytuł magistra inżyniera z wynikiem dobrym. Odbył studia doktoranckie na Wydziale Elektroniki i Technik Informatycznych Politechniki Warszawskiej a następnie w 2007 roku obronił z wyróżnieniem rozprawę doktorską pt. “*Synteza układów sekwencyjnych w strukturach FPGA z wbudowanymi pamięciami*” w dziedzinie nauk technicznych w zakresie telekomunikacji. W latach 2004 – 2007 pracował w Politechnice Warszawskiej na stanowisku asystenta a następnie, w okresie 2007 – 2016 – na stanowisku adiunkta. W latach 2003 – 2015 pracował jednocześnie w Wyższej Szkole Informatyki Stosowanej i Zarządzania w Warszawie (pod auspicjami Polskiej Akademii Nauk). Z kolei w latach 2017 – 2019 pracował jako adiunkt w Wyższej Szkole Policji w Szczytnie.

## 3 Ocena osiągnięcia naukowego i wkładu habilitanta w rozwój dyscypliny *informatyka techniczna i telekomunikacja*

Jako swoje główne osiągnięcie naukowe dr inż. Grzegorz Borowik wskazał cykl publikacji zatytułowany “*Metody i algorytmy syntezy logicznej w analizie i eksploracji danych*”, wśród których 3 prace są samodzielne:

- [1] G. Borowik, Optimization on the complementation procedure towards efficient implementation of the index generation function, *Int. J. Applied Mathematics and Computer Science*, Vol. 28, No. 4, pp. 803-815, 12/2018, University of Zielona Góra (czasopismo, IF=1.504),
- [2] G. Borowik, Data Mining Approach for Decision and Classification Systems Using Logic Synthesis Algorithms, *Advanced Methods and Applications in Computational Intelligence, Topics in Intelligent Engineering and Informatics*, vol. 6, R. Klemposus, J. Nikodem, W. Jacak, Z. Chaczko (Eds.), pp. 3-23, Springer Int. Publishing, Switzerland, 2014 (rozdział),
- [3] G. Borowik, Boolean Function Complementation Based Algorithm for Data Discretization, *Lecture Notes in Comp. Sci.*, R. Moreno-Díaz, F. Pichler, A. Quesada-Arencibia (Eds.), Vol. 8112, pp. 218-225, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 14th Int. Conf. Computer Aided Systems Theory - EUROCAST 2013, Las Palmas de Gran Canaria, Spain (konferencja),

oraz 15 prac współautorskich, wśród których znajduje się m.in. podręcznik dla studentów, artykuł w Biuletynie PAN–Technical Sciences (IF=1.3), artykuł w czasopiśmie *International Journal of Electronics and Telecommunications* (IF=0) oraz liczne materiały pokonferencyjne. Skrypt autorów T. Łuba i G. Borowik pt. “*Synteza logiczna*” (OW PW, Warszawa, 2015) zawiera raczej znane wiadomości z zakresu konwencjonalnej logiki Boole’a i metod syntezy układów cyfrowych. Chciałbym jednak dodać, że w stosunku do

innych publikacji w języku polskim z zakresu projektowania systemów cyfrowych, podręcznik ten wyróżnia oryginalny rozdział III dotyczący *syntezy logicznej w eksploracji danych*.

W pracy doktorskiej dr inż. Grzegorz Borowik zajmował się syntezą układów sekwencyjnych w strukturach FPGA. Przygotowując rozprawę doktorską musiał dobrze opanować logikę Boole'a i narzędzia techniki cyfrowej. Dlatego nie dziwi fakt, że w dalszej pracy naukowej chciał wykorzystać umiejętności z zakresu metod syntezy logicznej układów cyfrowych do rozwiązania różnych zadań z zakresu drążenia danych. Podejście habilitanta nie jest odkrywcze, ponieważ od wielu lat wykorzystuje się nie tylko logikę boole'owską ale też logiki wielowartościowe (np. do konstrukcji systemów opartych na regułach czy konstrukcji klasyfikatorów).

Po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych, dr inż. Grzegorz Borowik stosował metody i algorytmy wnioskowania stosowane w logice Boole'a, czyli metody należące do klasycznych. Celem jego badań było opracowanie szybkich metod redukcji danych, indukcji reguł, dyskretyzacji danych, reprezentacji wiedzy, kompresji danych i wspomaganie decyzji. Sposób przedstawienia dokonań w autoreferacie jest niezbyt dobrze uporządkowany, a podsumowanie zawiera niejasne stwierdzenia ("W podsumowaniu tym zwróciłem przede wszystkim uwagę na kluczowe zagadnienia eksploracji danych i wykazałem, że osiągnane wyniki mogą mieć pozytywny wpływ na otoczenie społeczno-gospodarcze ...").

Generalnie, głównym osiągnięciem habilitanta było pokazanie, że przez zastosowanie zaproponowanych metod i algorytmów, można poprawić wiele rozwiązań zagadnień dotyczących drążenia danych. Problematyka rozpatrywana przez habilitanta mieści się w dziedzinie *nauk inżynieryjno-technicznych* i dyscyplinie *informatyka techniczna i telekomunikacja*. Metody i algorytmy opracowane przez habilitanta, które można zaliczyć do obszaru *drążenia danych*, dotyczą:

- wykorzystania metod syntezy logicznej do
  - redukcji danych,
  - reprezentacji wiedzy,
  - indukcji reguł decyzyjnych,
  - dyskretyzacji danych, która może mieć zastosowania medyczne,
  - kompresji danych i podejmowania decyzji,
  - implementacji funkcji generatora indeksu,
- przyspieszenia procesu ekstrakcji cech.

Chciałbym zwrócić uwagę na pozytywne i negatywne cechy dorobku naukowego habilitanta.

1. Kilka osiągnięć habilitanta zasługuje na szczególną uwagę. Interesujący i nowatorski jest moduł realizujący algorytm redukcji atrybutów, który jest bardzo szybkim (według badań habilitanta – najszybszym znanym) algorytmem działającym na danych nie w pełni określonych. Wynik ten został opublikowany w dobrym czasopiśmie *International Journal of Applied Mathematics and Computer Science (AMCS)*. Uważam, że habilitant mógł opublikować więcej swoich rezultatów w czasopiśmie takim, jak *IEEE Transactions* czy wielu innych, które mają współczynnik wpływu co najmniej taki, jak *AMCS*.

2. Na korzyść wniosku habilitanta wpływa jego współpraca z Centrum Onkologii – Instytutem im. Marii Skłodowskiej–Curie w Warszawie, University of Technology Sydney w Australii, University of Leuven w Belgii, TU Bergakademie Freiberg w Niemczech. Był zapraszany do wygłoszenia referatów, m.in. do Australii, Hiszpanii, Austrii i Ekwadoru, a w 2014 r. zorganizował sesję specjalną na konferencji w Las Vegas.
3. W trzech współautorskich pracach przedstawionych na konferencjach habilitant przedstawił algorytmy heurystyczne poprawiające wydajność przetwarzania danych przez dekompozycję problemu na mniejsze fragmenty. Eksperymentalnie wykazał, że za pomocą zaproponowanych metod można uzyskać znaczne przyspieszenie obliczeń przy jednoczesnej redukcji zasobów pamięciowych i prowadzeniu obliczeń równoległych.
4. W jednym z rozdziałów opublikowanych w książce wydawnictwa Springer, habilitant wspólnie ze współautorami pokazał, że reguły indukowane za pomocą procedur zaawansowanej syntezy logicznej są bardziej ogólne od konwencjonalnych i uzyskuje się lepszą klasyfikację danych.
5. W artykule opublikowanym w Biuletynie PAN, habilitant wspólnie ze współautorami wykonał ewaluację metody dyskretyzacji, która jest oparta na algorytmie dopełnienia funkcji boole'owskiej. Zaproponowana metoda umożliwiła znaczne zmniejszenie liczby bitów wymaganych do przechowywania danych, przy zachowaniu całkowitej spójności baz danych.
6. W materiałach pokonferencyjnych wydanych przez Springer (Lecture Notes in Computer Science), habilitant przedstawił systematyczną metodę dyskretyzacji, którą następnie zastosował z powodzeniem dla medycznych baz danych.
7. Algorytmy dekompozycji funkcjonalnej oraz redukcji atrybutów okazały się skuteczne w zastosowaniach do praktycznej realizacji funkcji generowania indeksu oraz filtrów cyfrowych, jednak ta tematyka nie jest całkowicie zbieżna z nurtem badań ujętych w temacie głównego osiągnięcia habilitanta.
8. Jakkolwiek istnieje wyraźny związek podejścia habilitanta z teorią zbiorów przybliżonych Pawlaka, to daje się odczuć pewien niedosyt dotyczący braku zastosowania innych podejść do redukcji atrybutów, reprezentacji wiedzy i indukcji reguł, niż metody oparte na logice Boole'a, zwłaszcza w przypadku rozpatrywania danych obarczonych niepewnością o charakterze nieprobabilistycznym. Mogłaby też pojawić się jakaś konfrontacja stosowanych metod przez habilitanta z (np. w kontekście klasyfikatorów) z nowszymi algorytmami uczenia głębokiego, szerszym zastosowaniem logik wielowartościowych, logiki rozmytej czy teorii Dempstera – Shafera, itp. Uwaga ta nie ma jednak fundamentalnego znaczenia dla obecnej oceny osiągnięć habilitanta.
9. Habilitant wywnioskował, że w porównaniu z tradycyjnymi metodami, czas działania jego algorytmów jest kilka rzędów wielkości krótszy, co pozwala na przetwarzanie problemów typu Big Data w czasie zbliżonym do rzeczywistego. Jednak nie zauważyłem w publikacjach, aby stosował bazy danych o większej liczbie obiektów niż kilkadziesiąt tysięcy.

Kończąc tę część opisu dokonań naukowych habilitanta chciałbym uczynić dwie uwagi.

- Pierwsza uwaga dotyczy wkładu kandydata w rozwój wnioskowanej dyscypliny naukowej, ponieważ to podlega ocenie zgodnie z art. 16 ust. 2 ustawy wymienionej w punkcie 1. Głównym osiągnięciem naukowym kandydata jest opracowanie kilku metod, które są przydatne do celów syntezy systemów decyzyjnych i przyspieszenia procesu analizy danych oraz tworzenia modeli dla stosunkowo dużych baz danych. Wkład habilitanta w rozwój systemów drażenia danych uważam za wystarczający, ponieważ oprócz symulacji komputerowych, habilitant zawarł kilka wyników analitycznych. Pomimo, że habilitant używa klasycznych, dobrze znanych metod i narzędzi, jednak opanował te narzędzia na tyle dobrze, że mógł je zastosować w sposób oryginalny i nowatorski, co wyraziłem w punktach 1–6 podanych wyżej. Nie mam więc problemu ze znalezieniem istotnego wkładu do rozwoju dyscypliny *informatyka techniczna i telekomunikacja*. Uwagi krytyczne wymienione w punktach 8–9 mogą przyczynić się do polepszenia jakości przyszłych prac habilitanta.
- Druga uwaga dotyczy tego, że habilitant nie opublikował swoich wyników w osobnej monografii, jak również nie próbował opublikować wyników w czasopiśmie o bardzo szerokim zasięgu.

Reasumując tę część mojej recenzji uważam, że przedstawione wyżej osiągnięcie naukowe w postaci 15. współautorskich prac oraz 3. publikacji samodzielnych, spełnia wymagania stawiane habilitacjom w stopniu minimalnym ale wystarczającym.

### **3.1 Wskaźnik IF, liczba cytowań i indeks Hirscha**

- Sumaryczny Impact Factor według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania wynosi 8.556, zaś obliczony dla wskaźników w roku 2018 wynosi 10.224.
- Liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS): 156 (113 bez samocytowań) Indeks Hirscha według bazy Web of Science (WoS): 9.
- Liczba cytowań publikacji według bazy Scopus: 231 (175 bez samocytowań) Indeks Hirscha według bazy Scopus: 10

Wskaźniki te uważam za wystarczające przy wymaganiach habilitacyjnych.

## **4 Ocena istotnej aktywności naukowej habilitanta po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych**

Obecnie zwrócę więc uwagę na inne niż w punkcie 3 osiągnięcia naukowo-badawcze habilitanta.

#### **4.1 Ocena prac poza jednotematycznym cyklem publikacji**

Oprócz wykazanego głównego osiągnięcia, habilitant wykazał:

- 2 artykuły współautorskie w czasopismach znajdujących się na liście JCR (1 – Embedded Damage Localization Subsystem Based on Elastic Wave Propagation, 2 – International Journal of Applied Mathematics and Computer Science),
- 52 publikacje (w tym prace opublikowane w recenzowanych materiałach konferencyjnych) w większości współautorskie, w czasopismach innych, niż znajdujące się w bazie JCR.

Powyższe publikacje oceniam pozytywnie; jako istotnie powiększające dorobek naukowy habilitanta.

#### **4.2 Kierowanie projektami badawczymi i udział w projektach**

W okresie 2004 – 2019 habilitant był lub jest nadal wykonawcą lub kierownikiem dziesięciu projektów badawczych lub badawczo-rozwojowych. Jego osiągnięcia w tym zakresie są wyjątkowo duże:

- kierowanie grantem przemysłowym z firmą Nethone - projekt dofinansowany przez NCBiR,
- kierowanie grantem dla młodych naukowców, finansowanym ze środków Wydziału Elektroniki i Technik Informacyjnych Politechniki Warszawskiej, itd.

#### **4.3 Nagrody za działalność naukową**

Habilitant otrzymał nagrodę indywidualną Rektora Politechniki Warszawskiej za osiągnięcia naukowe w 2008 roku. W 2009 roku otrzymał nagrodę specjalną za artykuł “Logic Synthesis Strategy for FPGAs with Embedded Memory Blocks”, którego był współautorem.

#### **4.4 Wygłoszenie referatów na konferencjach tematycznych**

Habilitant był zapraszany do wygłoszenia wielu referatów, m.in. na University of Technology Sydney w Australii, University of Las Palmas de Gran Canaria w Hiszpanii, University of Applied Sciences Upper Austria w Hagenbergu, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo w Ekwadorze i Universidad San Francisco de Quito w Ekwadorze. W 2014 r. zorganizował sesję specjalną na konferencji ICSEng w Las Vegas, a w styczniu 2015 r.

– wspólne seminarium z Wyższą Szkołą Policji w Szczytnie.

#### **4.5 Udział w komitetach organizacyjnych konferencji naukowych**

Osiągnięcia habilitanta w tym zakresie są ogromne. Był on głównym redaktorem naukowym materiałów pokonferencyjnych Asia-Pacific Conference on Computer Aided System

Engineering (Quito, Ecuador). Ponadto był organizatorem i przewodniczącym sesji specjalnej "From Boolean Problems to the Internet of Everything" konferencji 23rd International Conference on Systems Engineering 2014 (Las Vegas, USA), głównym redaktorem naukowym materiałów pokonferencyjnych Asia-Pacific Conference on Computer Aided System Engineering (Bali, Indonesia). Był też redaktorem naukowym materiałów Konferencji naukowej "Informatyka - sztuka czy rzemiosło" w 2013 roku, organizatorem i przewodniczącym sesji specjalnej "Hardware Solutions for Embedded Systems" konferencji 21st International Conference on Systems Engineering ICSEng 2011 (Las Vegas, USA), lokalnym członkiem komitetu organizacyjnego konferencji Conference on Broadband and Biomedical Communications (2009, Wrocław).

#### **4.6 Udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism**

Bardzo znaczącym osiągnięciem habilitanta jest to, że w latach 2008 – 2016 był on redaktorem zarządzającym w czasopiśmie International Journal of Electronics and Telecommunications, publikowanym przez Komitet Elektroniki i Telekomunikacji Polskiej Akademii Nauk. Od roku 2008 do chwili obecnej jest redaktorem statystycznym w czasopiśmie Przegląd Telekomunikacyjny i Wiadomości Telekomunikacyjne – Wydawnictwo SIGMA-NOT.

#### **4.7 Członkostwo w organizacjach i towarzystwach naukowych**

Brak informacji.

#### **4.8 Osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki**

Habilitant prowadził wykłady i zajęcia pomocnicze z wielu przedmiotów związanych z techniką cyfrową i językami programowania. W roku 2013 zajął piąte miejsce w konkursie samorządu studenckiego wydziału Elektroniki i Technik Informatycznych Politechniki Warszawskiej (Złota Kreda).

Habilitant był stypendystą Centrum Studiów Zaawansowanych przy Politechnice Warszawskiej (2009 – 2010) oraz dwukrotnym stypendystą Fundacji Wspierania Rozwoju Radiokomunikacji i Technik Multimedialnych (2012, 2013).

#### **4.9 Opieka naukowa nad studentami i doktorantami**

Habilitant sprawował opiekę nad ok. 30. dyplomantami. Był recenzentem czterech prac doktorskich prowadzonych na University of Technology, Sydney, w Australii oraz University of the Basque Country w Hiszpanii w latach 2012, 2014, oraz dwie w 2016 roku. W latach 2016/2017 uczestniczył w przygotowaniu i uruchomieniu kierunku Informatyka na Wydziale Bezpieczeństwa Wewnętrznego w Wyższej Szkole Policji w Szczytnie.

#### **4.10 Staże w ośrodkach naukowych lub akademickich**

Habilitant był uczestnikiem trzech długoterminowych staży zagranicznych (na Uniwersytecie w Nevadzie, Las Vegas w Stanach Zjednoczonych, w okresie 2009 – 2010; na Uniwersytecie Kalifornijskim w Berkeley w Stanach Zjednoczonych w Haas School of Business

w okresie 2015.09.28-2015.11.29 w ramach "Programu TOP 500 Innovators", w Auckland University of Technology w Nowej Zelandii w Knowledge Engineering and Discovery Research Institute w okresie 2015.12.04-2016.09.27, w ramach programu Erasmus Mundus.

#### **4.11    Udział w zespołach eksperckich i konkursowych oraz recenzowanie projektów i publikacji w czasopismach naukowych**

Dr. inż. Grzegorz Borowik był recenzentem czterech prac doktorskich prowadzonych na University of Technology, Sydney oraz University of the Basque Country w Hiszpanii. Recenzował artykuły do kilku czasopism, m.in. International Journal of Machine Learning and Cybernetics, International Journal of Applied Mathematics and Computer Science, Advances in Electrical and Electronic Engineering, Internal Security, jak również publikacji konferencyjnych (APCASE , DDECS, DESDES, Eurocast, IB2Com, ICIST, ICSEng, MixDES).

Reasumując tę część recenzji, pozytywnie oceniam *istotną aktywność naukową* habilitanta po uzyskaniu stopnia doktora.

### **5    Ocena końcowa**

Reasumując stwierdzam, że dr inż. Grzegorz Borowik spełnia wymogi ustawowe dotyczące stopnia naukowego doktora habilitowanego, co zostało udokumentowane w formie przedłożonego cyklu prac stanowiących osiągnięcie, o którym mowa w art. 16 ust. 2 ustawy wymienionej w punkcie 1 niniejszej recenzji, jak również w postaci uzupełniającego cyklu publikacji. Dorobek naukowy dr. inż. Grzegorza Borowika jest wystarczający do uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego, ponieważ opracował kilka metod, które są przydatne do celów syntezy systemów decyzyjnych i algorytmów przyspieszających analizę stosunkowo dużych baz danych i tworzenia dla nich odpowiednich modeli. Pozytywnie oceniam pozostałe publikacje kandydata po uzyskaniu stopnia doktora oraz całokształt jego dorobku w zakresie popularyzacji wiedzy, dydaktyki i w zakresie organizacyjnym. Wkład habilitanta w rozwój systemów drążenia danych uważam za wystarczający, ponieważ oprócz symulacji komputerowych, habilitant zawarł kilka wyników analitycznych. Tym samym dr inż. Grzegorz Borowik wniósł znaczny wkład do dyscypliny *informatyka techniczna i telekomunikacja*.

Konkludując popieram wniosek w sprawie nadania dr. inż. Grzegorzowi Borowikowi stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk *inżynieryjno-technicznych* i dyscyplinie *informatyka techniczna i telekomunikacja*.

