

Łódź, dnia 30 marca 2020 r.

Dr hab. inż. Adam Niewiadomski, prof. uczelni
Instytut Informatyki
Wydział Fizyki Technicznej, Informatyki
i Matematyki Stosowanej
Politechnika Łódzka

Recenzja
dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego
dra inż. Zbigniewa Marszałka
w związku z wnioskiem o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego

Niniejszą recenzję przygotowano na podstawie pisma Kierownika ds. Dyscypliny Naukowej Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Częstochowskiej z dnia 03 lutego 2020r., które zostało przygotowane na podstawie pisma Rady Doskonałości Naukowej z dnia 23 grudnia 2019 r. wyznaczającego część składu komisji habilitacyjnej w przedmiotowej sprawie oraz na podstawie Uchwały nr 17/2019/2020 Rady Dyscypliny Naukowej Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Częstochowskiej z dnia 30 stycznia 2020 r. powołującego komisję habilitacyjną w przedmiotowej sprawie.

1. Podstawowe dane o Habilitancie

Dr inż. Zbigniew Marszałek ukończył w roku 1978 studia na kierunku matematyka na Wydziale Matematyki, Fizyki i Chemii Uniwersytetu Śląskiego ze specjalnością metody numeryczne i programowanie. Stopień doktora nauk matematycznych uzyskał w roku 1986 na Wydziale Matematyczno-Fizycznym Politechniki Śląskiej na podstawie rozprawy *O pewnych rezydualnych metodach rozwiązywania układów równań liniowych*.

Na podstawie złożonej dokumentacji nie stwierdzam, aby Habilitant wcześniej ubiegał się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

Habilitant od 1978 r. pracuje nieprzerwanie w Instytucie Matematyki Wydziału Matematyczno-Fizycznego Politechniki Śląskiej, w tym w latach 1978-1986 - jako asystent, w latach 1987-1995 - jako adiunkt, 1996-1997 - jako wykładowca i od roku 1998 do teraz - jako starszy wykładowca. W latach 2018 i 2019 dwukrotnie przez okres ok. 5 miesięcy zatrudniony był w University of Catania (Włochy), Department of Electronics, Engineering and Informatics jako „invited research professor”. Pełnił również rolę eksperta Polskiej Agencji Przedsiębiorczości w temacie „gospodarka innowacyjna” w latach 2009-2015.

2. Dokumenty i przepisy prawa będące podstawą recenzji

Niniejszą recenzję sporządzono na podstawie następujących dokumentów oraz źródeł:

- autoreferat Habilitanta,
- kserokopie artykułów i publikacji konferencyjnych oraz egzemplarze monografii składających się na główne osiągnięcie naukowe Habilitanta,
- kserokopie oświadczeń współautorów publikacji współautorskich składających się na część głównego osiągnięcia naukowego Habilitanta,
- kserokopia dyplomu doktora nauk matematycznych Habilitanta,
- kserokopie dokumentów potwierdzających współpracę Habilitanta z Uniwersytetem w Katanii we Włoszech w latach 2018-2019,
- kserokopie poświadczeń otrzymania przez Habilitanta Grantów Rektorskich JM Rektora PŚL.,
- bazy danych naukometrycznych: Web of Science, SCOPUS, Google Scholar, Journal Citation Reports,
- wykaz czasopism naukowych z dnia 25 stycznia 2017 r., części A, B, C (tzw. „stara” punktacja),
- wykaz czasopism naukowych z dnia 02 lutego 2019 r. (tzw. „nowa” punktacja).

Powyższe dokumenty pozwoliły ustalić wyrażoną niżej opinię na temat Habilitanta.

Niniejszą ocenę przeprowadzono zgodnie z:

- Ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 poz. 1668),
- Ustawą z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 poz. 1669),
- Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 20 września 2018 r. w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin artystycznych (Dz. U. 2018 poz. 1818).

3. Główne osiągnięcie naukowe

Podstawę ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego stanowi przedstawione poniżej osiągnięcie naukowe Habilitanta zatytułowane:

Nowe równoległe metody sortowania przez scalanie dużych zbiorów danych w bazach NoSQL

będące w myśl Art. 219 ust. 1 pkt. 2. Ustawy „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” cyklem powiązanych tematycznie publikacji naukowych, w tym czterech artykułów w pismach z listy JCR (pp. 1.-4.), dwóch monografi naukowych o zasięgu międzynarodowym (pp. 5.-6.), dwóch artykułów w innych

czasopismach (pp. 7.-8.) oraz sześciu publikacji w materiałach konferencji międzynarodowych (pp. 9.-14.):

1. Z. Marszałek, M. Woźniak, D. Połap: Fully flexible parallel merge sort for multi-core architectures. Complexity, 8679579, 2018.
 - lista A, **IF 2.591**, „stara” punktacja **35 pkt.**, „nowa” punktacja **70 pkt.**, dyscyplina informatyka techniczna i telekomunikacja, cytowania bez autocytowań: SCOPUS 5; WoS 5; Google Scholar 0, udział Habilitanta 90%.
2. Z. Marszałek: Parallelization of modified merge sort algorithm. Symmetry, vol. 9, nr 9, ss. 1-18, 2017.
 - lista A, **IF 1.256**, „stara” punktacja **30 pkt.**, „nowa” punktacja **70 pkt.**, dyscyplina informatyka techniczna i telekomunikacja, cytowania bez autocytowań: SCOPUS 12; WoS 7; Google Scholar 10, udział Habilitanta 100%.
3. Z. Marszałek: The Analysis of Energy Performance in Use Parallel Merge Sort Algorithms. Journal of Information Technology and Control, vol. 48, nr 3, ss. 487-498, 2019.
 - lista A, **IF 0.707**, „stara” punktacja **15 pkt.**, „nowa” punktacja **40 pkt.**, dyscyplina informatyka techniczna i telekomunikacja, cytowania bez autocytowań: SCOPUS 0; WoS 0; Google Scholar 0, udział Habilitanta 100%.
4. Z. Marszałek: Parallel fast sort algorithm for secure multiparty computation. Journal Universal Computer Science, vol. 24, nr 4, ss. 488-514, 2018.
 - lista A, **IF 0.910**, „stara” punktacja **20 pkt.**, „nowa” punktacja **40 pkt.**, dyscyplina informatyka techniczna i telekomunikacja, cytowania bez autocytowań: SCOPUS 1; WoS 1; Google Scholar 1, udział Habilitanta 100%.
5. M. Woźniak, Z. Marszałek. Extended algorithms for sorting large data sets. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2014.
 - monografia, „stara” punktacja **25 pkt.**, „nowa” punktacja **80 pkt.**, dyscyplina informatyka techniczna i telekomunikacja, cytowania bez autocytowań: SCOPUS 0; WoS 0; Google Scholar 3, udział Habilitanta 70%.
6. M. Woźniak, Z. Marszałek: Selected algorithms for sorting large data sets. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2013.
 - monografia, „stara” punktacja **25 pkt.**, „nowa” punktacja **80 pkt.**, dyscyplina informatyka techniczna i telekomunikacja, cytowania bez autocytowań: SCOPUS 0; WoS 0; Google Scholar 1, udział Habilitanta 70%.
7. Z. Marszałek: Performance tests on merge sort and recursive merge sort for big data processing. Technical Science, vol. 21, nr 1, ss. 19-35, 2018.
 - lista B, „stara” punktacja **11 pkt.**, „nowa” punktacja **20 pkt.**, dyscyplina inżynieria mechaniczna, cytowania bez autocytowań: SCOPUS 0; WoS 0; Google Scholar 3, udział Habilitanta 100%.

8. Z. Marszałek: Performance test on triple heap sort algorithm. Technical Science (11 pkt. MNiSW), vol. 20, nr 1, ss. 49-61, 2017.
 - lista B, „stara” punktacja 11 pkt., „nowa” punktacja 20 pkt., dyscyplina inżynieria mechaniczna, cytowania bez autocytowań: SCOPUS 0; WoS 0; Google Scholar 6, udział Habilitanta 100%.
9. Z. Marszałek, G. Capizzi: Modification of parallelization of modified merge sort algorithm. Information and software technologies. 25th International Conference. ICIST 2019, Vilnius, Lithuania, October 10-12, 2019. Proceedings. Edytorzy: R. Damasevicius, G. Vasiljevienė. CCIS 1078, pp. 428-440, 2019.
 - Materiały konferencyjne, dyscyplina informatyka techniczna i telekomunikacja, cytowania bez autocytowań: SCOPUS 0; WoS 0; Google Scholar 0, udział Habilitanta 90%.
10. Z. Marszałek: Modification of parallelization for fast sort algorithm. Information and software technologies. 24th International Conference. ICIST 2018, Druskininkai, Lithuania, October 4-6, 2018. Proceedings. Edytorzy: R. Damasevicius, V. Mikasyte. Springer, ss. 270-278, 2018.
 - Materiały konferencyjne, „stara” punktacja 15 pkt., dyscyplina informatyka techniczna i telekomunikacja, cytowania bez autocytowań: SCOPUS 0; WoS 0; Google Scholar 0, udział Habilitanta 100%.
11. Z. Marszałek: Parallelization of fast sort algorithm. Information and software technologies. 23rd International Conference. ICIST 2017, Druskininkai, Lithuania, October 12-14, 2017. Proceedings. Edytorzy: R. Damasevicius, V. Mikasyte. Springer, ss. 408-421, 2017.
 - Materiały konferencyjne, „stara” punktacja 15 pkt., „nowa” punktacja 0 pkt., dyscyplina informatyka techniczna i telekomunikacja, cytowania bez autocytowań: SCOPUS 1; WoS 0; Google Scholar 0, udział Habilitanta 100%.
12. Z. Marszałek: Novel recursive fast sort algorithm. Information and software technologies. 22nd International Conference. ICIST 2016, Druskininkai, Lithuania, October 13-15, 2016. Proceedings. Edytorzy: G. Dregvaite, R. Damasevicius. Springer, ss. 344-355, 2016.
 - Materiały konferencyjne, „stara” punktacja 15 pkt., dyscyplina informatyka techniczna i telekomunikacja, cytowania bez autocytowań: SCOPUS 7; WoS 6; Google Scholar 9, udział Habilitanta 100%.
13. M. Woźniak, Z. Marszałek, M. Gabryel, R. Nowicki: Modified merge sort algorithm for large scale data sets. Artificial intelligence and soft computing. ICAISC 2013. 12th International conference, Zakopane, Poland, June 9-13, 2013. Proceedings. Edytorzy: L. Rutkowski, M. Korytkowski, R. Scherer, R. Tadeusiewicz, L. A. Zadeh, J. M. Żurada. Springer, ss. 612-622, 2013.
 - Materiały konferencyjne, „stara” punktacja 15 pkt., „nowa” punktacja 20 pkt., dyscyplina informatyka techniczna i telekomunikacja, cytowania bez autocytowań: SCOPUS 20; WoS 14; Google Scholar 19, udział Habilitanta 80%.



- 14.M. Woźniak, Z. Marszałek, M. Gabryel, R. K. Nowicki: Preprocessing large data sets by the use of quick sort algorithm. Knowledge, information and creativity support systems: recent trends, advances and solutions. Selected papers from KICSS'2013 - 8th International Conference on Knowledge, Information, and Creativity Support Systems, November 7-9, 2013, Kraków, Poland. Edytorzy: A. M. J. Skulimowski, J. Kacprzyk. Springer, ss. 111-121, 2016.
- Materiały konferencyjne, „stara” punktacja 15 pkt., dyscyplina informatyka techniczna i telekomunikacja, cytowania bez autocytowań: SCOPUS 12; WoS 10; Google Scholar 13, udział Habilitanta 80%.

Obszar badań zawarty w tematyce głównego osiągnięcia koncentruje się na zagadnieniach związanych z efektywnymi algorytmami sortowania dużych zbiorów danych implementowanych w oparciu o obliczenia na jednym procesorze oraz na wielu procesorach, ze szczególnym uwzględnieniem aspektów związanych z:

- algorytmami sortowania przez scalanie, w tym równoległymi algorytmami sortowania przez scalanie,
- zastosowaniami efektywnych, w tym równoległych, algorytmów sortowania przez scalanie do przetwarzania dużych zbiorów danych, tzw. baz NOSQL, z ang. *Not only SQL*,
- szybkością działania algorytmów sortowania przez scalanie.

4. Dorobek naukowy poza głównym osiągnięciem naukowym

Należy zauważyć, że całkowity dorobek Habilitanta od uzyskania stopnia naukowego doktora jest obszerniejszy niż ten zawarty w głównym osiągnięciu naukowym i obejmuje ponadto:

- 6 artykułów w czasopismach (w tym dwóch posiadających Impact Factor),
- 2 rozdziały w monografiach,
- 5 publikacji pokonferencyjnych,
- 2 skrypty wydane przez Wydawnictwo Politechniki Śląskiej,
- 11 wystąpień na tematycznych konferencjach krajowych i międzynarodowych.

Habilitant był także beneficjentem dwóch grantów rektorskich przyznanych przez JM Rektora PŚl. w latach 2018-2019.

5. Dorobek Habilitanta – informacje naukometryczne

Wskaźniki naukometryczne tej części dorobku publikacyjnego Habilitanta, który wskazał On jako główne osiągnięcie naukowe, zostały obliczone na podstawie danych dostępnych w bazach: Journal Citation Reports (JCR), Web of

Science (WoS), Scopus oraz Google Scholar (stan na dzień 24 marca 2020 r.) oraz wykazów czasopism MNiSW do 2018 r. i z 2019 r. (odpowiednio „stara” i „nowa” punktacja) i przedstawiają się następująco:

- Sumaryczny Impact Factor według listy JCR: **5.464**.
- Liczba cytowań publikacji (bez autocytowań):
 - o według bazy WoS: **43**,
 - o według bazy Scopus: **58**,
 - o według bazy Google Scholar: **65**.
- Liczba punktów MNiSW wg „starej punktacji”: **247 pkt.**,
- Liczba punktów MNiSW wg „nowej punktacji”: **420 pkt.**

Natomiast wskaźniki naukometryczne całości dorobku publikacyjnego Habilitanta po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk zostały obliczone przez Niego na potrzeby wniosku na podstawie baz JCR, WoS, Scopus i Google Scholar wg stanu na dzień 10 września 2019 r. oraz ww. wykazów czasopism MNiSW i przedstawiają się następująco:

- Sumaryczny Impact Factor według JCR zgodnie z rokiem opublikowania: **8.698**.
- Liczba cytowań publikacji (bez autocytowań):
 - o według bazy WoS: **79**,
 - o według bazy Scopus: **150**,
 - o według bazy Google Scholar: **235**.
- Indeks Hirscha (bez autocytowań):
 - o baza WoS: **7**,
 - o baza Scopus: **7**,
 - o baza Google Scholar: **10**.
- Liczba punktów MNiSW zdobytych do 2018r., (wg „starej punktacji”): **352 pkt.**,
- Liczba punktów MNiSW zdobytych w 2019r. (wg „nowej punktacji”): **140 pkt.**

Wskaźniki naukometryczne dorobku Habilitanta przedstawione powyżej odbiegają nieznacznie *in plus* od tych umieszczonych przez Niego w „Wykazie osiągnięć naukowych dorobku habilitacyjnego”. Jest to spowodowane następującymi czynnikami: w przypadku sumarycznego wskaźnika impact factor wynika to z faktu uwzględnienia przez Habilitanta w obliczeniach dla publikacji z roku 2019 wartości wskaźnika za rok 2018, podczas gdy w chwili opracowywania niniejszej recenzji dostępne były już dane za rok 2019 i to one zostały uwzględnione w ocenie głównego osiągnięcia naukowego. Natomiast w przypadku wartości indeksu Hirscha należy wziąć pod uwagę, że nie do końca oddaje on rzeczywiste oddziaływanie dorobku Habilitanta w dyscyplinie, bowiem 5 najczęściej cytowanych publikacji z zakresu głównego osiągnięcia naukowego (uwzględnionych w indeksie Hirscha) było cytowanych w sumie 56 razy (wg bazy Scopus), co daje średnią ponad 11 cytowań na jedną publikację.

ANs

6. Dorobek dydaktyczny i popularyzatorski oraz informacja o współpracy międzynarodowej Habilitanta

Oprócz dorobku naukowego, Habilitant zgromadził następujący dorobek dydaktyczny oraz popularyzatorski, w tym:

- był członkiem komitetów organizacyjnych i naukowych pięciu krajowych i międzynarodowych tematycznych konferencji naukowych,
- jest członkiem Polskiego Towarzystwa Matematycznego,
- prowadził w latach 2009-2015 działalność jako ekspert Polskiej Agencji Przedsiębiorczości polegającą na recenzowaniu projektów międzynarodowych i krajowych realizowanych na terenie UE i Polski oraz na prowadzeniu rozpraw odwoławczych od ocen merytorycznych,
- dwukrotnie, w latach 2018 i 2019, odbył pięciomiesięczne naukowe staże zagraniczne w University of Catania, Department of Electronics, Enigneering and Informatics,
- przewodniczył jury ogólnopolskiego konkursu wiedzy matematyczno-informatycznej *Algorytmion* corocznie od roku 2010,
- był recenzentem ok. 50 artykułów naukowych wg bazy Publons w czasopismach zagranicznych,
- otrzymał w roku 2013 zespołową nagrodę JM Rektora PŚl. za osiągnięcia dydaktyczne.

W tym miejscu recenzji należy zaznaczyć, iż dokumenty przedstawione do oceny przez Habilitanta nie zawierają praktycznie żadnych informacji nt. prowadzonych zajęć dydaktycznych, tematyki wykładów i innych form zajęć, opieki nad pracami magisterskimi i inżynierskimi/licencjackimi, a także informacji o dowolnych formach angażowania studentów do pracy naukowej lub badawczej. Recenzent jest zdania, iż informacje takie powinny być znaleźć się we Wniosku, zwłaszcza wobec długoletniego i z pewnością bardzo wartościowego doświadczenia Habilitanta w pracy dydaktycznej, aby umożliwić pełniejsze spojrzenie i w konsekwencji bardziej wnikliwą recenzję Jego dorobku poza głównym osiągnięciem naukowym.

7. Ocena głównego osiągnięcia naukowego

Przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe stanowi zbiór 14-tu powiązanych publikacji naukowych, których tematyka dotyczy zagadnień związanych z efektywnymi algorytmami sortowania dużych zbiorów danych implementowanych w oparciu o obliczenia na jednym procesorze oraz na wielu procesorach, ze szczególnym uwzględnieniem aspektów związanych z:

- algorytmami sortowania przez scalanie, w tym równoległymi algorytmami sortowania przez scalanie,



- zastosowaniami efektywnych algorytmów sortowania przez scalanie do przetwarzania dużych zbiorów danych NoSQL,
- szybkością działania algorytmów sortowania przez scalanie.

Jako najważniejsze wyniki (osiągnięcia) naukowe Habilitant wskazał:

- 1) Opracowanie koncepcji równoległego zmodyfikowanego algorytmu sortowania przez scalanie (ang. *modified merge sort algorithm*) czterech ciągów, opisane w poz. 2 głównego osiągnięcia naukowego – koncepcja algorytmu jest nowatorska i bardzo interesująca, dobrze wpisuje się w ciąg badań prowadzonych przez Habilitanta (punktem wyjścia dla niej jest zmodyfikowany algorytm sortowania przez scalanie zaprezentowany w poz. 13 głównego osiągnięcia naukowego). Analiza statystyczna stabilności zaprezentowanego algorytmu bierze pod uwagę odpowiednio zróżnicowane ciągi danych (o rozmiarach od $n = 10^2$ do $n = 10^8$ elementów, ciągi krytyczne dla szybkiego sortowania, ciągi posortowane rosnąco i malejąco oraz randomizowane z wyborem elementów od 1 do $n^{1/2}$). Habilitant wykazał statystyczną stabilność zaproponowanego algorytmu z uwzględnieniem realizacji dla 1., 2., 4. i 8. procesorów, a także na podstawie analiz czasu sortowania pokazał, iż zrównoleglona wersja tego algorytmu pozwala sortować duże zbiory danych z użyciem 2-ch procesorów do 40% szybciej niż z użyciem 1-go procesora oraz z użyciem 8-miu procesorów, odpowiednio, do 60% szybciej, przy czym znaczące zwiększenie szybkości ma miejsce dla zbiorów danych o licznosci ok. 10^4 do 10^5 elementów; poniżej tych licznosci szybkość algorytmu podobna jest do sortowania szybkiego.
Poprawny i interesujący jest również wniosek, iż w tej metodzie zwiększanie liczby procesorów nie przyniesie poprawy szybkości algorytmu sortowania – jest to punkt wyjścia do badań na metodą w pełni skalowalnego równoległego algorytmu sortowania przez scalanie (ang. *fully flexible parallel merge sort*), który zwiększa swoją efektywność wraz ze wzrostem liczby procesorów wykonujących zadanie (zob. p. 2 poniżej).
- 2) Opracowanie w pełni skalowalnego równoległego algorytmu sortowania przez scalanie (ang. *fully flexible parallel merge sort*) oraz oszacowanie jego złożoności czasowej dla ciągu o długości n jako $O((\log_2 n)^2)$ dla n procesorów i $O((n/k) * (\log_2 n)^2)$ przy zaangażowaniu k procesorów, opisane w poz. 1. głównego osiągnięcia naukowego – przedstawiony algorytm jest wynikiem konsekwentnej kontynuacji badań opisanych w poz. 2. głównego osiągnięcia naukowego (zob. p. 1 powyżej), której celem jest opracowanie równoległego algorytmu sortowania przez scalanie o szybkości nieograniczonej przez pewną stałą liczbę procesorów. W porównaniu do poprzednich badań zwiększono również zakres testów i analiz statystycznych do obliczeń na 12 procesorach, słusznie wskazując na wzrost szybkości sortowania ok. 10-15% przy dodaniu każdego nowego procesora dla ciągów pow. 1 000 000 elementów, przy zachowaniu

podobnego charakteru i różnorodności danych testowych. Pomimo nieznacznego przyspieszenia algorytmu pomiędzy realizacjami na 8 i na 12 procesorów, należy ocenić go pozytywnie pod względem szybkości sortowania w porównaniu np. do trójdzielonego sortowania przez kopcowanie, nierównoległego sortowania przez scalanie czy tradycyjnego *quick sort*. Jest to największa zaleta zaprezentowanego osiągnięcia umożliwiająca dalsze prace nad wersjami algorytmu na dużo mocniejsze systemy obliczeniowe (we wnioskach z tej publikacji Habilitant wskazuje na przyszłą możliwość stosowania algorytmu na maszynach do 2048 procesorów, choć ta konkluzja jest jedynie wstępnie uzasadniona). Udowodnione złożoności są także obiecujące, co pokazuje Tablica 5. w omawianej publikacji. Warto zaznaczyć, że artykuł ten został opublikowany w czasopiśmie *Complexity*, uzyskującym najwyższe noty spośród tych, w których publikował Habilitant.

Niestety, ani w tej publikacji, ani w pozostałych przedstawionych do oceny elementach głównego osiągnięcia naukowego, pojęcie „danych NoSQL” nie jest dostatecznie wyraźnie dookreślone, np. czy są to dane o strukturach nierelacyjnych (np. grafowych, obiektowych, hybrydowych), jak powszechnie rozumie się ten termin, lub też czy pojęcie to dotyczy zbiorów danych ze względu na ich strukturę, czy bardziej ze względu na narzędzia (jak systemy zarządzania bazami danych) użyte do ich przetwarzania; pojęcie to nie występuje także w tytule żadnej spośród 14 publikacji składających się na główne osiągnięcie naukowe). Zbyt skąpe są ponadto informacje o sposobach przedstawiania rzeczonych zbiorów danych jako ciągów, na których wykonuje się sortowanie oraz, ogólniej, o możliwościach reprezentowania tych zbiorów danych w postaciach tradycyjnych, np. relacyjnej wg (Codd 1970). Na potrzeby niniejszej recenzji przyjęto zatem założenie zgodne z obecnym stanem technologii, iż są to po prostu bardzo liczne zbiory danych, których przetwarzanie w strukturach relacyjnych byłoby zbyt kosztowne obliczeniowo, chociaż możliwe. Wyjaśnione natomiast precyzyjnie jest określenie „duże zbiory danych” - badania prowadzone przez Habilitanta dotyczą ciągów o liczności do 100 000 000 elementów.

- 3) Opracowanie równoległego algorytmu mocnego sortowania przez scalanie trzech ciągów (ang. *fast sort*) o złożoności czasowej dla ciągu o długości n jako $O((\log_3 n)^2)$ dla n procesorów i $O((n/k) * (\log_3 n)^2)$ dla n danych przetwarzanych przez k procesorów, opisanego w poz. 4 głównego osiągnięcia naukowego - wyniki przedstawione w tej publikacji, ponownie wpisują się konsekwentnie w cykl badań prowadzonych przez Habilitanta. Tym razem koncepcja „wielodzielności” sortowanych zbiorów danych (zob. p 4. poniżej) zrealizowana została dla trzech scalanych ciągów, dzięki czemu teoretyczną złożoność obliczeniową dla ciągu o długości n obniżono z $O((\log_2 n)^2)$ do $O((\log_3 n)^2)$ względem wyników otrzymanych w poz. 1. głównego osiągnięcia naukowego. Jako wynik porównania wyników analiz statystycznych i testów praktycznych przedstawionych

A. N. m.

w poz. 1. i 4., trzeba stwierdzić, iż matematycznie wykazana złożoność nowych algorytmów jest lepsza niż tych opracowanych w poz. 1., jednak wyniki wskazują na nieznaczne zwiększenie szybkości.

Ponadto, nasuwa się tu następująca uwaga terminologiczna: określenie „fast sort” jest myląco zbieżne z podobnym, ale dotyczącym zupełnie odmiennego algorytmu sortowania znanego w literaturze jako „quick sort”. Obie te nazwy mówią o sortowaniu „szybkim” (z ang. *fast*, *quick* – szybki, szybko), jednakże dotyczą zupełnie różnych algorytmów sortowania. Ponadto tłumaczenie anglojęzycznego terminu *fast sort* jako „mocne sortowanie” (podczas gdy *fast* = *szybkie*) jest niezręczne i właściwsze byłoby np. *strong sort* (silne, mocne) lub *robust sort* (odporne, niewrażliwe); stwierdzić jednak trzeba, iż te nieścisłe tłumaczenia pojawiają się jedynie w polskojęzycznych opisach dorobku naukowego Habilitanta (w tym w Autoreferacie), który to dorobek oryginalnie w całości opublikowany został w języku angielskim.

- 4) Zaproponowanie konstrukcji wielodzielnych algorytmów sortowania przez scalanie wielu ciągów, opisane w poz. 5. i 6. głównego osiągnięcia naukowego – przeprowadzono w nich badania nad zmodyfikowanym algorytmem sortowania przez scalanie początkowo dla trzech, później także dla dwóch i czterech ciągów, które charakteryzuje szczególnie niska stała w złożoności czasowej oszacowana na ok. $1.05 O(n \log_2 n)$. Publikacje te bardzo szczegółowo i krok po kroku opisują podjęte przez Habilitanta wątki badań nad algorytmami sortowania, dzięki czemu mają również potencjał wykorzystania ich jako podręczników akademickich w tym obszarze wiedzy.

Należy podkreślić, iż pomimo że są to publikacje współautorskie, wkład Habilitanta w prace nad nimi został czytelnie scharakteryzowany i oszacowany na ok. 70%, co udokumentowano oświadczeniami współautorów o udziałach procentowych. Wkład Habilitanta w powstanie tych prac oceniam jako decydujący i ściśle merytoryczny, obejmujący m.in. przygotowanie i implementację algorytmów sortowania, przeprowadzenie testów statystycznych i przeprowadzenie dowodów matematycznych o istotnym znaczeniu dla kolejnych prac Habilitanta, zwłaszcza dla poz. 1., 2. i 4. głównego osiągnięcia naukowego.

- 5) Przeprowadzenie analizy porównawczej rekursywnych i nierekursywnych algorytmów przez scalanie dwóch ciągów oraz analogicznej analizy dla algorytmów sortowania przez scalanie trzech ciągów, opisanych odpowiednio w poz. 7. i 12. głównego osiągnięcia naukowego – wymienione publikacje, chociaż nieuwzględniane na ministerialnej „liście A” czasopism naukowych, mają istotne i merytoryczne znaczenie dla całokształtu badań prowadzonych przez Habilitanta: przeprowadzone analizy statystyczne stabilności algorytmów sortowania przez scalanie dwóch lub trzech ciągów oraz analizy szybkości ich działania wyznaczają kierunek i cele przyjęte w poz. 1., 2. i 4. głównego osiągnięcia naukowego, czyli zrównoleglenie i zwiększenie prędkości

AN

algorytmów sortowania przez scalanie. Analogiczne znaczenie dla najważniejszych uzyskanych przez Habilitanta wyników ma również poz. 8. głównego osiągnięcia naukowego (analizy wydajności wybranych wersji algorytmów sortowania przez kopcowanie, ang. *heap sort*), z której płynący wniosek o pewnych ograniczeniach tego typu sortowania i skierowanie się ku algorytmom sortowania przez scalanie należy uznać za właściwy i twórczy naukowo, a także poz. 13 (współautorska o decydującym wkładzie merytorycznym Habilitanta oszacowanym na 80%) zawierająca opis pierwszych prac nad autorskimi modyfikacjami algorytmów sortowania przez scalanie.

W mojej ocenie przedstawiona powyżej tematyka osiągnięcia naukowego jest istotna i aktualna, na co dowodem jest fakt, że cztery artykuły będące jego częścią zostały opublikowane w czasopismach indeksowanych w bazie Institute for Scientific Information (tzw. lista filadelfijska), a liczba cytowań (bez autocytowań) prac wchodzących w skład głównego osiągnięcia naukowego wynosi w zależności od bazy od 43 (WoS) do 58 (SCOPUS). Bardzo istotny jest tu fakt, iż w trzech spośród czterech artykułów z listy filadelfijskiej (poz. 2., 3. i 4. głównego osiągnięcia naukowego) oraz w dwóch artykułach z listy B (poz. 7. i 8. głównego osiągnięcia naukowego) Habilitant jest samodzielnym autorem, co świadczy o możliwości prowadzenia przez Niego w pełni samodzielnych badań naukowych, czyli o spełnieniu niezmiernie istotnego kryterium oceny w przypadku osoby ubiegającej się o stopień naukowy doktora habilitowanego. Ponadto Habilitant miał w publikacjach współautorskich będących częścią głównego osiągnięcia naukowego decydujący lub co najmniej bardzo znaczący udział merytoryczny: 90% w artykule w czasopiśmie *Complexity*, IF 2.591 (poz. 1. głównego osiągnięcia naukowego) oraz po 70% w dwóch monografiach (poz. 5. i 6. głównego osiągnięcia naukowego).

Stwierdzam, iż cykl publikacji przedstawionych do oceny jako główne osiągnięcie naukowe jest spójnym osiągnięciem naukowym w dyscyplinie *Informatyka techniczna i telekomunikacja* i wpisuje się w szczególnie istotny obszar badań związanych z obliczeniami równoległymi oraz algorytmami sortowania dużych zbiorów danych.

8. Ocena dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego

Główne osiągnięcie naukowe nie jest jedynym obszarem badawczym, w którym Habilitant wykazał się dorobkiem. Oprócz publikacji składających się na główne osiągnięcie naukowe, Habilitant jest autorem i współautorem szeregu prac opublikowanych w czasopismach oraz referatów wygłoszonych na konferencjach, których tematyka jest spójna z tematyką głównego osiągnięcia naukowego. Dwukrotnie, w latach 2018 i 2019, odbył pięciomiesięczne naukowe

staże zagraniczne w University of Catania, Department of Electronics, Enigneering and Informatics, zgromadził też warty zauważenia dorobek dydaktyczny i popularyzatorski w postaci licznych recenzji artykułów, autorstwa dwóch skryptów z zakresu programowania, pełnienia funkcji eksperta w konkursach Polskiej Agencji Przedsiębiorczości oraz pracy w komitetach programowych konferencji międzynarodowych. Biorąc pod uwagę fakt, że zdecydowana większość tego dorobku zgromadzona została w przeciągu ośmiu lat poprzedzających bezpośrednio rok złożenia wniosku, należy ocenić go jednoznacznie pozytywnie.

Ustawa Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r., art. 221 ust. 8, nakłada na recenzenta obowiązek weryfikacji kryteriów, które należy uwzględnić podczas oceny dorobku Habilitanta zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt. 2.:

1. W zakresie głównego osiągnięcia naukowego:
 - a. autorstwo lub współautorstwo publikacji naukowych w czasopismach ujętych w międzynarodowych bazach czasopism naukowych o największym zasięgu - Habilitant jest autorem trzech samodzielnych i współautorem o decydującym wkładzie (90%) jednej publikacji indeksowanych w bazie JCR (posiadających współczynnik wpływu IF) i indeksowanych m.in. w bazach Web of Science i Scopus,
 - b. współautorstwo monografii naukowych przez wydawnictwo publikujące recenzowane monografie naukowe - Habilitant jest współautorem o zdecydowanym wkładzie (70%) dwóch monografii opublikowanych przez Wydawnictwo Politechniki Śląskiej.

2. W zakresie dorobku naukowego poza głównym osiągnięciem naukowym
 - a. współautorstwo publikacji naukowych w czasopismach ujętych w międzynarodowych bazach czasopism naukowych o największym zasięgu - Habilitant jest współautorem o niewielkim udziale (od 5 do 20%) dwóch artykułów w czasopismach posiadających współczynnik wpływu IF.
 - b. autorstwo lub współautorstwo publikacji naukowych w czasopismach międzynarodowych lub krajowych innych niż znajdujące się na liście JCR - Habilitant jest autorem lub współautorem dwóch rozdziałów w monografiach oraz sześciu artykułów w czasopismach nieujętych w międzynarodowych bazach czasopism naukowych o największym zasięgu, przy czym dwa z tych artykułów są częścią głównego osiągnięcia naukowego,
 - c. wygłoszenie referatów na międzynarodowych lub krajowych konferencjach tematycznych - Habilitant jest współautorem

- jedenastu referatów na tematycznych konferencjach krajowych i międzynarodowych,
- d. realizacja dwóch grantów rektorskich przyznanych przez JM Rektora PŚl. w latach 2018-2019.
3. W zakresie dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej:
- a. udział w międzynarodowych lub krajowych konferencjach naukowych lub udział w komitetach organizacyjnych tych konferencji - Habilitant był członkiem komitetów organizacyjnych pięciu międzynarodowych i krajowych konferencji naukowych,
 - b. otrzymane nagrody i wyróżnienia - Habilitant otrzymał w roku 2013 zespołową nagrodę JM Rektora PŚl. za osiągnięcia dydaktyczne,
 - c. członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych - jest członkiem Polskiego Towarzystwa Matematycznego,
 - d. opieka naukowa nad studentami - brak informacji w przedmiotowym wniosku,
 - e. Habilitant jest przewodniczącym jury ogólnopolskiego konkursu wiedzy matematyczno-informatycznej *Algorytmion* corocznie, od roku 2010,
 - f. staże w zagranicznych lub krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich - Habilitant dwukrotnie, w latach 2018 i 2019, odbył pięciomiesięczne naukowe staże zagraniczne w University of Catania, Department of Electronics, Enigneering and Informatics, co wystarcza aby wypełnić kryterium wykazania się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni,
 - g. recenzowanie projektów międzynarodowych lub krajowych oraz publikacji w czasopismach międzynarodowych i krajowych - Habilitant pełnił rolę eksperta w ocenianiu projektów we współpracy z Polską Agencją Przedsiębiorczości oraz był recenzentem ok. pięćdziesięciu artykułów w czasopismach o zasięgu zagranicznym i krajowym.

Podsumowując prezentowaną powyżej opinię dotyczącą dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego dr inż. Zbigniewa Marszałka oraz biorąc pod uwagę przeprowadzane wyżej zestawienie stwierdzam, że przedstawiony do oceny dorobek spełnia w stopniu wystarczającym warunki określone Ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 poz. 1668) w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego oraz że autorski wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny *Informatyka Techniczna i Telekomunikacja* w obszarze

obliczeń równoległych i sortowania danych w strukturach nierelacyjnych jest znaczny.

9. Wniosek końcowy

Na podstawie dokonanej oceny prac w obszarze problematyki habilitacji oraz dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego dr inż. Zbigniewa Marszałka stwierdzam, że przedstawiony cykl publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe wnosi wkład naukowy do wiedzy w dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja i wraz z całokształtem dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego **spełnia w stopniu wystarczającym wymagania stawiane do uzyskania stopnia doktora habilitowanego** określone wg:

- Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 poz. 1668)
- Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 poz. 1669),
- Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 20 września 2018 r. w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin artystycznych (Dz. U. 2018 poz. 1818).

Tym samym uważam, że uzasadnione jest kontynuowanie postępowania w sprawie nadania **dr inż. Zbigniewowi Marszałkowi** stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie Informatyka Techniczna i Telekomunikacja oraz wnoszę o tę kontynuację.

Adam Niewiadomski

Adam
Niewiadomski