

**Recenzja osiągnięcia naukowego oraz dorobku naukowego, dydaktycznego  
i organizacyjnego  
w postępowaniu habilitacyjnym dr. inż. Rafała Biedrzyckiego**

Niniejsza recenzja została przygotowana w związku z postępowaniem habilitacyjnym **dr. inż. Rafała Biedrzyckiego**, na wniosek Rady Naukowej Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja Politechniki Warszawskiej. W dniu 29.11.2023 roku otrzymałem pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Informatyka Techniczna i Telekomunikacja dr hab. inż. Jarosława Arabasa, prof. uczelni informujące o powołaniu mnie na recenzenta w postępowaniu o nadanie dr inż. Rafałowi Biedrzyckiemu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja. Wraz z pismem dołączona została kopia uchwały Rady Naukowej Dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja z dnia 17.10.2023 (Uchwała nr 588/2023) potwierdzająca ten fakt.

Poniższa recenzja wniosku o nadanie doktora habilitowanego sporządzona została w oparciu o kryteria zawarte w art. 219 ust. pkt 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2021 poz. 478). Recenzja przygotowana została na podstawie cyklu powiązanych tematycznie publikacji pod zbiorczym tytułem „Analiza, rozwój i zastosowania wybranych algorytmów z rodziny algorytmów ewolucyjnych” opublikowanych w renomowanych światowych czasopismach i materiałach konferencyjnych oraz dokumentacji (zawierającej: autoreferat, dane wnioskodawcy, wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, oświadczeń współautorów dotyczących wkładu w prace współautorskie, kopii dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora, potwierdzenia osiągnięć oraz elektronicznych wersji publikacji wnioskodawcy).

Nie znajduję informacji aby kandydat ubiegał się uprzednio o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

**Sylwetka Habilitanta**

Dr inż. Rafał Biedrzycki jest absolwentem Wydziału Elektroniki i Technik Informatycznych Politechniki Warszawskiej - otrzymał stopień zawodowy magistra inżyniera – specjalność Inżynieria oprogramowania i Systemy Informatyczne. Uchwałą Rady Wydziału Elektroniki i Technik Informatycznych Politechniki Warszawskiej **Kandydat uzyskał w dniu 23 czerwca 2009 stopień doktora** nauk technicznych w zakresie informatyki. Tytuł rozprawy doktorskiej: „Konstruktywna indukcja w zadaniu klasyfikacji sekwencji DNA”. Rozprawa została wyróżniona.

W okresie luty 2009 – wrzesień 2009 Kandydat zatrudniony był w Instytucie Systemów Elektronicznych, Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych Politechniki Warszawskiej jako asystent. Kolejno, w okresie październik 2009 - wrzesień 2016 w tej samej jednostce zajmował stanowisko adiunkta. Aktualnie, Kandydat jest zatrudniony jako adiunkt w Instytucie Informatyki, Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych, Politechniki Warszawskiej.

## 1. Osiągnięcie naukowe

Jako osiągnięcie naukowe, kwalifikujące do uzyskania stopnia doktora habilitowanego nauk inżyniersko-technicznych w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja, Kandydat przedstawił cykl dziesięciu powiązanych tematycznie publikacji p.t. „**Analiza, rozwój i zastosowania wybranych algorytmów z rodziny algorytmów ewolucyjnych**”. W szczególności cykl ten obejmuje prace:

[A1] Jarosław Arabas, **Rafał Biedrzycki**. Quasi-Stability of Real Coded Finite Populations. Parallel Problem Solving from Nature - PPSN XIII, 2014, Vol. 8672, pp. 872-881. Konferencja międzynarodowa z grupy A (według CORE), 15 pkt MNiSW (obecnie 140 pkt).

[A2] **Rafał Biedrzycki**, Jarosław Arabas, Agata Jasik, Michał Szymański, Paweł Wnuk, Piotr Wasylczyk, Anna Wójcik-Jedlińska. Application of Evolutionary Methods to Semiconductor Double-Chirped Mirrors Design. Parallel Problem Solving from Nature PPSN XIII, 2014, Vol. 8672, pp. 761-770. Konferencja międzynarodowa z grupy A (według CORE), 15 pkt MNiSW (obecnie 140 pkt).

[A3] **Rafał Biedrzycki**, Dorota Jackiewicz, Roman Szewczyk. Reliability and E-ciency of Differential Evolution Based Method of Determination of Jiles-Atherton Model Parameters for X30Cr13 Corrosion Resisting Martensitic Steel. Journal of Automation, Mobile Robotics & Intelligent Systems, vol. 8, no. 4, pp. 63-68, 2014. 8 pkt MNiSW (obecnie 40 pkt).

[A4] Jarosław Arabas, **Rafał Biedrzycki**. Improving evolutionary algorithms in a continuous domain by monitoring the population midpoint. IEEE Transactions on Evolutionary Computation, vol. 21, no. 5, pp. 807-812, 2017. IF=8,124, 50 pkt MNiSW (obecnie 200 pkt).

[A5] **Rafał Biedrzycki**. A Version of IPOPOP-CMA-ES Algorithm with Midpoint for CEC 2017 Single Objective Bound Constrained Problems. IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC), 2017. Konferencja międzynarodowa z grupy B (według CORE), 15 pkt MNiSW (obecnie 70 pkt).

[A6] **Rafał Biedrzycki**, Jarosław Arabas, Dariusz Jagodziński. Bound constraints handling in Differential Evolution: An experimental study. Swarm and Evolutionary Computation, vol. 50, no. 100453, 2019. IF=3,818, 140 pkt MNiSW.

[A7] **Rafał Biedrzycki**. Handling bound constraints in CMA-ES: An experimental study. Swarm and Evolutionary Computation, vol. 52, no. 100627, 2020. IF=7,177, 140 pkt MNiSW.

[A8] **Rafał Biedrzycki**, Kamil Kwiatkowski, Paweł Cichosz. Compressor Schedule Optimization for a Refrigerated Warehouse Using Metaheuristic Algorithms. IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC), 2021. Konferencja międzynarodowa z grupy B (według CORE), 70 pkt MNiSW.

[A9] **Rafał Biedrzycki**. Comparison with State-of-the-Art: Traps and Pitfalls. IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC), 2021. Konferencja międzynarodowa z grupy B (według CORE), 70 pkt MNiSW.

[A10] **Rafał Biedrzycki**, Jarosław Arabas, Eryk Warchulski. A Version of NL-SHADE-RSP Algorithm with Midpoint for CEC 2022 Single Objective Bound Constrained Problems. IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC), 2022. Konferencja międzynarodowa z grupy B (według CORE), 70 pkt MNiSW.

Prezentowany cykl badań zawiera zbiór powiązanych tematycznie publikacji skoncentrowanych na analizie, rozwoju oraz wybranych zastosowaniach algorytmów ewolucyjnych. W pracy [A1] zanalizowano dynamikę zmian położenia środka populacji w algorytmie ewolucyjnym ograniczonym do selekcji i mutacji. W wyniku analizy zdefiniowano pojęcia quasi-stabilności jako zdolności do pozostawiania populacji w obszarze przyciągania ekstremum przez wiele kolejnych iteracji. W badaniach przyjęto również założenie o ograniczonym rozmiarze populacji oraz o braku niezależności zreprodukowanych osobników. Skorygowano rozmiar populacji oraz zweryfikowano go eksperymentalnie. W pracy [A4] wykazano analitycznie i eksperymentalnie, że najlepszym aproksymatorem szukanego optimum jest środek populacji. W pracach [A2] oraz [A3] dokonano analizy wpływu metod uwzględniania ograniczeń kosztowych na własności algorytmów ewolucji różnicowej, w szczególności podczas tworzenia nowego algorytmu, czy podczas rozwiązywania praktycznych problemów. W artykule [A6] dokonano systematyzacji wiedzy oraz budowy taksonomii metod uwzględniania ograniczeń kosztowych. Dla części zidentyfikowanych metod opracowano wytyczne ich użycia (podejście lamarkowskie oraz podejście darwinowskie). W części eksperymentalnej dokonano między innymi analizy tempa zbieżności tych metod. Kontynuacją badań przedstawionych w artykule [A6] są artykuły [A2] oraz [A5] i obejmują one analizę wpływu metod uwzględniania ograniczeń kosztowych na własności algorytmów CMA. W badaniach zanalizowano wpływ metody uwzględniania ograniczeń na zdolności eksploatacyjne algorytmu CMA-ES, dokonano parametryzacji funkcji wielomodalnych w celu modyfikacji optimum globalnego oraz przeprowadzono badania z użyciem zestawów funkcji benchmarkowych CEC 2017 i BBOB. W pracy [A7] dokonano badań eksperymentalnych w zakresie analizy wpływu metod uwzględniania ograniczeń w algorytmie CMA-ES na dwóch rodzajach testów. Pierwszy z nich poświęcony jest badaniu efektywności lokalnej optymalizacji. Drugi ma na celu scharakteryzowanie efektywności optymalizacji globalnej i opiera się na zestawie benchmarków CEC 2017. W pracy [A9] dokonano analizy rozbieżności pomiędzy specyfikacją algorytmu ewolucyjnego, a jego praktycznymi implementacjami. Na podstawie wyników badań oraz analizy dostępnej literatury sformułowano zestaw rekomendacji w zakresie propozycji nowych algorytmów oraz ich benchmarkingu.

Istotne efekty badań Habilitanta stanowią nowe algorytmy ewolucyjne zaproponowane przez Kandydata. W ramach badań związanych z ulepszaniem istniejących algorytmów zaproponowano nowy wariant algorytmu IPOP-CMA-ES, który nazwano RB-IPOP [A4]. Metodycznie algorytm ten oparty jest na wynikach prezentowanych w pracy [A4]. Szczegółowo, RB-IPOP został zaprezentowany w pracy [A5]. Kolejnym zaproponowanym rozwinięciem algorytmu jest NL-SHADE-RSP, który jest rozwinięciem algorytmu ewolucji różnicowej (DE). Algorytm zmodyfikowano w oparciu o wyniki zawarte w [A4], wykorzystując punkt środkowy. Kolejne modyfikacje Autora, związane z wynikami badań zawartymi w pracy [A6] obejmują wprowadzenie mechanizmu restartu oraz zmiana podejścia w uwzględnianiu ograniczeń kosztowych. Sam algorytm został zaprezentowany w pracy [A10].

Prezentowane algorytmy ewolucyjne poddano weryfikacji praktycznej. Badania praktycznej stosowalności algorytmów ewolucyjnych ukazano między innymi w rozwiązaniu problemu zaprojektowania zwierciadła SDCM (*Semiconductor Double Chirped Mirror*). W pracy [A2] zawarto sformułowanie problemu, jego formalizację i modelowanie oraz analizę zgodności wytworzonego zwierciadła z założeniami. Kolejnym praktycznym problemem, do którego rozwiązania wykorzystano algorytm ewolucyjny, było wyznaczenie parametrów rozszerzonego modelu histerezy magnetycznej (rozszerzonego modelu Jilesa-Athertona) na podstawie danych pomiarowych. Wyniki modelowania przedstawiono w pracy [A3]. Dodatkowo, w pracy [A8] dokonano minimalizacji kosztów pracy dużego magazynu

chłodniczego. W pracy tej wykorzystano szereg podejść. W efekcie najlepsze wyniki uzyskało dyskretne zakodowanie problemu wraz z odpowiednio skonfigurowanym algorytmem genetycznym. Autor wykazał, że zaproponowane przeze niego podejścia były lepsze od podejść referencyjnych występujących w literaturze przedmiotu.

Z formalnego punktu widzenia przedstawione przez dr inż. Rafała Biedrzyckiego osiągnięcie naukowe p.t. „Analiza, rozwój i zastosowania wybranych algorytmów z rodziny algorytmów ewolucyjnych” składa się z cyklu 10 spójnych tematycznie prac. Z tych prac 4 zostały opublikowane w uznanych czasopismach (3 z nich należą do prestiżowych czasopism z listy Journal Citation Reports (JCR)), a pozostałe 6 prac stanowią publikacje konferencyjne. Te ostatnie oceniam również jako wartościowe publikacje – o jakości tych opracowań, oprócz warstwy merytorycznej, stanowią ranga tych międzynarodowych konferencji, ich jednoznaczne zorientowanie tematyczne na obszar badań habilitanta oraz jakość materiałów konferencyjnych. Pośród wskazanych opracowań, bardzo wartościową, jedno autorską publikację stanowi pozycja [A7] opublikowana w specjalistycznym periodyku *Swarm and Evolutionary Computation* (Citescore 18,9, Impact Factor=10).

Tematyka badawcza podjęta przez Kandydata jest aktualna i ważna i dobrze pozycjonuje wskazane osiągnięcie i pozostały dorobek w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja. Publikacje zawarte w osiągnięciu naukowym dr inż. Rafała Biedrzyckiego prezentują dobry poziom metodyczny. Opracowania są silnie osadzone w aktualnej, światowej literaturze przedmiotu. Warte odnotowania jest wykorzystanie w praktyce uzyskanych wyników badań modelowych. Doceniam również upublicznianie przez Habilitanta kodów źródłowych opracowanych algorytmów. Niemniej uważam za nie do końca właściwe umieszczanie ich jedynie na lokalnych repozytoriach danych. Biorąc pod uwagę przyszły wzrost rozpoznawalności naukowej Habilitanta sugeruję wykorzystanie publicznych repozytoriów kodu jak przykładowo *GitHub*.

Po zapoznaniu się z zawartością publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe, treścią autoreferatu, repozytoriami algorytmów, a także oświadczeniami współautorów jednoznacznie określających wkład Habilitanta w prace ujęte we wskazanym osiągnięciu stwierdzam, że **rola Kandydata w powstaniu tych współautorskich prac naukowych była wiodąca. Za główne osiągnięcia Kandydata uznaję:**

1. Analizę zachowania wybranych algorytmów ewolucyjnych (a w tym: analizę dynamiki zmian położenia środka populacji i wariacji rozproszenia, analizę sposobu aproksymacji optimum, analizę wpływu metod uwzględniania ograniczeń kosztowych na własności algorytmów ewolucji różnicowej, analizę wpływu metod uwzględniania ograniczeń kosztowych na własności algorytmu CMA-ES, analizę rozbieżności pomiędzy specyfikacją algorytmu ewolucyjnego a jego praktycznymi implementacjami).
2. Rozwój algorytmów ewolucyjnych (w szczególności algorytmów RB-IPOP oraz NL-SHADE-RSP-MID).
3. Praktyczne zastosowania algorytmów ewolucyjnych (optymalizację struktury zwierciadła SDCM, wyznaczenie parametrów rozszerzonego modelu Jilesa-Athertona, minimalizację kosztów pracy dużego magazynu chłodniczego).

Tym samym jestem przekonany, że przedstawiony cykl dziesięciu powiązanych tematycznie publikacji p.t. „Analiza, rozwój i zastosowania wybranych algorytmów z rodziny algorytmów ewolucyjnych” stanowi istotny wkład w rozwój dyscypliny informatyka techniczna i telekomunikacja.

## 2. Informacja o spełnieniu przez kandydata kryterium dotyczącego wykazania się istotną aktywnością naukową

Habilitant jest Autorem bądź współautorem 21 rozdziałów w monografiach naukowych (z tego 15 po uzyskaniu stopnia doktora). Jest jednocześnie Autorem bądź współautorem 8 artykułów w międzynarodowych czasopismach naukowych (wszystkie 8 po uzyskaniu stopnia doktora). Kandydat czynnie uczestniczył w krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych. Habilitant wygłosił 12 referatów (z tego 6 po uzyskaniu stopnia doktora).

Dane naukometryczne Kandydata są następujące:

1. Impact Factor (po uzyskaniu stopnia doktora) 27,66
2. Liczba cytowań publikacji z wyłączeniem autocytowań: Według WoS: 104; Według Scopus: 116; Według Scholar: 199.
3. Indeks Hirscha: Według WoS: 6; Według Scopus: 6; Według Scholar: 8

W mojej ocenie wartości Impact Factor, liczby cytowań oraz Indeksu Hirscha są wystarczające i wskazują na istotną rozpoznawalność naukową Habilitanta.

Na odrębną uwagę zasługuje analiza czasopism, w ramach których kandydat publikował swoje prace naukowe. Nie znajduję tutaj periodyków o wątpliwej reputacji czy też czasopism uznanych w świecie nauki za „drapieżne”. Co więcej, czasopisma w których opublikował swe prace habilitant, jak przykładowo: IEEE Transactions on Evolutionary Computation, Swarm and Evolutionary Computation, IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Acta Physica Polonica, A., Fundamenta Informaticae, International Journal of Applied Mathematics and Computer Science, znajdują się na prestiżowej liście JCR. Na dodatkową uwagę zasługują zaś publikacje Habilitanta zawarte w bardzo prestiżowych periodykach:

- Swarm and Evolutionary Computation – czasopismo posiadające aktualne współczynniki bibliometryczne Citescore 18,9 oraz Impact Factor=10 - Habilitant opublikował 2 prace, z tego jedną samodzielnie, co jest niewątpliwie bardzo dużym osiągnięciem;
- IEEE Transactions on Evolutionary Computation - czasopismo posiadające aktualne współczynniki bibliometryczne Citescore 25,5 oraz Impact Factor=14,3 – Habilitant opublikował 1 pracę.

Kandydat wykazał się również istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni czy instytucji naukowej. W ramach prac dla Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów (PIAP) Kandydat badał stosowalność algorytmów ewolucyjnych do wyznaczania parametrów rozszerzonego modelu histerezy magnetycznej (modelu Jilesa-Athertona). Badania te zakończyły się powstaniem publikacji [A3, B1, B3]. W ramach prac dla Instytutu Technologii Elektronowej (ITE) kandydat przeprowadził optymalizację struktury zwierciadła półprzewodnikowego (SDCM). Badania te zakończyły się między innymi powstaniem publikacji [A2]. W mojej ocenie tym samym spełnione jest warunek istotnej aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni (wymaganej przez art. 219 ust. 1 pkt 3 Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018, z późniejszymi zmianami).

### 3. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzujących naukę kandydata do stopnia doktora habilitowanego

Kandydat wykazywał się również aktywnością dydaktyczną, organizacyjną i popularyzującą naukę. W ocenie aktywności dydaktycznej należy zauważyć, że Habilitant jest czynnym dydaktykiem, a dodatkowo brał udział w opracowaniu sylabusów, treści wykładów i laboratoriów, brał udział w opracowaniu podręczników dydaktycznych oraz pełni rolę promotora prac magisterskich i inżynierskich. Kandydat jest laureatem Nagrody JM Rektora PW za osiągnięcia dydaktyczne w latach 2019-2020.

Kandydat wykazał się również istotną aktywnością organizacyjną. Od 2018 roku Habilitant jest członkiem komitetu programowego konferencji: ENUM - Evolutionary Numerical Optimization Track (kategoria A według CORE), Pełnił on dodatkowo rolę sekretarza w szeregu postępowań o nadanie stopnia doktora. Pełnił rolę kierownika z ramienia PW w projekcie NCBiR: Metody symulacji i analizy sieci logistycznych operatorów pocztowych. Kandydat regularnie pełni rolę recenzenta dla prestiżowych konferencji oraz czasopism naukowych.

### 4. Wniosek końcowy

Podsumowując, stwierdzam, że przedstawiony przez dr inż. Rafała Biedrzyckiego cykl publikacji zatytułowany „Analiza, rozwój i zastosowania wybranych algorytmów z rodziny algorytmów ewolucyjnych” **stanowi oryginalny i znaczący wkład w dyscyplinę informatyka techniczna i telekomunikacja. Uzyskane wyniki stanowią osiągnięcie naukowe** w rozumieniu art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.). Przedstawione osiągnięcie naukowe oceniam pozytywnie, podobnie jak pozostały dorobek naukowy, dydaktyczny, popularyzatorski i organizacyjny.

Biorąc pod uwagę pozytywną ocenę cyklu dziesięciu powiązanych tematycznie publikacji p.t. „Analiza, rozwój i zastosowania wybranych algorytmów z rodziny algorytmów ewolucyjnych”, stwierdzam że dr inż. Rafał Biedrzycki **spełnia** wymagania stawiane przez ustawę Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego. W związku z tym wnioskuje o kontynuację postępowania habilitacyjnego dr.inż. Rafała Biedrzyckiego i popieram nadanie mu stopnia naukowego doktora habilitowanego w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja.