

Prof. dr hab. Elżbieta Jartych
Politechnika Lubelska
ul. Nadbystrzycka 38 A
20-618 Lublin
e.jartych@pollub.pl

Lublin, dnia 23 kwietnia 2024 r.

S E K R E T A R I A T
Rady Dyscypliny AEEITK

Wpłynęło dnia 7.05.2024

Zarejestrowano pod nr

Podpis Jm

Recenzja dotycząca oceny osiągnięcia naukowego
pt. „Rozwój scalonych wielokanałowych układów elektroniki front-end do detekcji
promieniowania jonizującego o dużej intensywności”
w związku z wnioskiem dr inż. Rafała Kłeczka o przeprowadzenie postępowania
w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-
technicznych w dyscyplinie Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie
Kosmiczne

Opinia została przygotowana zgodnie z Uchwałą nr 5/2024 Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie z dnia 7.03.2024.

1. Podstawowe dane o Kandydacie:

Dr inż. Rafał Kłeczek, ur. 5.10.1985 r. w Krakowie, ukończył w 2009 r. studia na kierunku elektronika i telekomunikacja o specjalności mikroelektronika i aparatura biomedyczna na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki (WEAiIE) Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie. Praca magisterska pt. „Projekt scalonego nadajnika standardu LVDS w technologii submikronowej” została napisana pod kierownictwem dr inż. Roberta Szczygła. Stopień doktora nauk technicznych pod promotorstwem dr hab. inż. Roberta Szczygła Kandydat uzyskał na podstawie rozprawy pt. „Filtracja i szybkie kształtowanie sygnału w układach elektroniki front-end w technologiach submikronowych CMOS” w 2014 r. na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej (WEAiIB) AGH w Krakowie.

2. Przebieg pracy naukowo-zawodowej:

Kandydat pracował kolejno jako:

- stażysta w okresie 10.2008-06.2009 w Katedrze Metrologii, WEAiIE, AGH Kraków;
- asystent naukowo-dydaktyczny w okresie 19.12.2011 do 31.10.2014 w Katedrze Metrologii, WEAiIB, AGH Kraków ;
- adiunkt naukowo-dydaktyczny w okresie 01.11.2014 – nadal w Katedrze Metrologii i Elektroniki, WEAiIB, AGH Kraków.

3. Przedstawienie informacji o obowiązujących przepisach prawa na dzień wszczęcia danego postępowania habilitacyjnego, w tym obowiązujących kryteriach oceny:

Wniosek o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne został złożony przez Kandydata do Rady Doskonałości Naukowej w dn. 28.09.2023 r.. Na dzień wszczęcia postępowania habilitacyjnego obowiązuje Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, zaś kryteria oceny są określone w art. 219 ustawy.

4. Przedstawienie informacji o ocenianych osiągnięciach naukowych:

a) tytuł osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę ubiegania się w aktualnym postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego:

osiągnięcie stanowi 1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w 7 czasopismach naukowych z listy JCR i w 2 recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych indeksowanych w bazie Web of Science:

„Rozwój scalonych wielokanałowych układów elektroniki front-end do detekcji promieniowania jonizującego o dużej intensywności”

b) dane naukometryczne na dzień wszczęcia postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego:

	na dzień złożenia wniosku habilitacyjnego 28.09.2023 wg bazy WoS	dla publikacji zaliczanych do osiągnięcia naukowego 28.09.2023 wg bazy WoS	na dzień złożenia wniosku habilitacyjnego 28.09.2023 wg bazy Scopus	dla publikacji zaliczanych do osiągnięcia naukowego 28.09.2023 wg bazy Scopus
sumaryczny współczynnik Impact Factor (IF)	42,282	19,737	42,282	19,737
liczba cytowań wszystkich	390	59	490	71
liczba cytowań z wyłączeniem autocytowań	343	51	205	40
indeks Hirscha	7	4	9	4

Wg bazy Google Scholar w dn. 28.09.2023 łączna liczba cytowań publikacji wynosi 708, zaś indeks Hirscha = 11.

Zarówno liczba cytowań jak i indeks Hirscha uzyskane przez publikacje Kandydata, niezależnie od bazy danych, stanowią dobry wynik naukometryczny w dyscyplinie Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne.

5. Informacja o liczbie publikacji naukowych, monografii, rozdziałów w monografiach autorstwa lub współautorstwa Kandydata:

	okres przed doktoratem	okres po doktoracie do daty złożenia wniosku habilitacyjnego 28.09.2023
artykuły z listy JCR	4	17 (w tym 7 jako osiągnięcie habilitacyjne)
artykuły w czasopismach nieujętych na liście JCR	7	2
materiały konferencyjne	29	12 (w tym 2 jako osiągnięcie habilitacyjne)
razem	40	31

Liczba wszystkich publikacji Kandydata w latach 2011-2023 wynosi **71**. Należy zauważyć, że tylko 30 % publikacji stanowią artykuły naukowe posiadające współczynnik *Impact Factor* (znajdujące się na liście JCR). Większość prac opublikowano w materiałach konferencyjnych indeksowanych w bazie Web of Science. Jednak z zestawienia widać, że po doktoracie Kandydat zwiększył liczbę artykułów w czasopismach naukowych ponad 4 razy, co jest właściwym kierunkiem. Aktywność publikacyjna w ciągu 9 lat obejmująca prace naukowe do habilitacji wynosiła średnio 3 publikacje rocznie. Kandydat nie posiada w dorobku ani monografii, ani rozdziałów w monografiach. Porównując dorobek publikacyjny Kandydata przed i po doktoracie można stwierdzić, że Kandydat po doktoracie znacznie powiększył swój dorobek naukowy.

6. Informacja o najważniejszych czasopismach, w ramach których Kandydat publikował swoje prace naukowe:

W większości Kandydat publikował swoje prace naukowe w specjalistycznych czasopismach z zakresu elektroniki, metrologii i fizyki jądrowej. Najlepsze czasopisma, w których ukazały się wyniki badań zaliczonych do osiągnięcia habilitacyjnego to *IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers*, 140 pkt. MNiSW, *IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs*, 140 pkt. MNiSW oraz *IEEE Journal of Solid-State Circuits*, 40 pkt. MNiSW (140 pkt. na liście czasopism punktowanych w 2024). Kilka prac Kandydat opublikował także z czasopiśmie *Journal of Instrumentation*, które w roku wydania miało 20 lub 35 pkt., zaś na liście w 2024 r. to czasopismo ma 70 pkt. Ponadto dwie publikacje ukazały się w indeksowanych materiałach z branżowych konferencji *IEEE 45th European Solid State Circuits Conference* oraz *IEEE 22nd International Conference Mixed Design of Integrated Circuits & Systems MIXDES*. Inne prace niezaliczone do osiągnięcia habilitacyjnego Kandydat opublikował się w czasopismach, takich jak: *European Physical Journal* (40 pkt. MNiSW w 2024), *Nuclear Instruments & Methods in Physics Research, Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment* (70 pkt. MNiSW w 2024), *Microelectronics Journal*, *Nuclear Physics*, *IEEE Transactions on Nuclear Science* (70 pkt. MNiSW w 2024).

7. Informacja, czy Kandydat odgrywał wiodącą rolę w ramach powstawania współautorskich prac naukowych:

Kandydat przedstawił do oceny 9 publikacji, z których 7 stanowią artykuły naukowe. Dwa artykuły są pracami samodzielnymi w *Journal of Instrumentation*, w pozostałych 5 artykułach wkład Kandydata wynosił od 40 do 80 %, był on pierwszym (w 3 pracach) lub drugim (w 2 pracach) autorem. W publikacjach z konferencji Kandydat był pierwszym autorem pracy z wkładem 50 lub 80 %. Oszacowanie procentowego udziału w publikacji naukowej nie jest w zasadzie wymagane i należy ocenić, czy Kandydat odgrywał wiodącą rolę w powstaniu prac współautorskich. Wobec: (i) przedstawienia indywidualnego wkładu Kandydata do publikacji, który polegał na opracowaniu koncepcji i przeprowadzeniu analiz dotyczących wyboru optymalnej architektury układu elektronicznego, opracowaniu schematu elektrycznego i planów technologicznych, wykonaniu pomiarów, ich analizie i interpretacji oraz (ii) poświadczenia ww. wkładu przez współautorów, należy stwierdzić, że **Kandydat odgrywał wiodącą rolę w ramach powstawania współautorskich prac naukowych** wchodzących w skład habilitacyjnego osiągnięcia naukowego.

8. Ocena wskazanego przez Kandydata osiągnięcia naukowego, w tym, czy stanowi ono znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny naukowej:

Oceny dokonano na podstawie cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w 7 czasopismach naukowych z listy JCR i w 2 recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych indeksowanych w bazie Web of Science pt. „Rozwój skalonych wielokanałowych układów elektroniki front-end do detekcji promieniowania jonizującego o dużej intensywności”.

Po uzyskaniu stopnia doktora w 2014 r. w ciągu 9 lat Kandydat kontynuował tematykę badawczą zapoczątkowaną podczas pracy nad doktoratem. Dotyczy ona układów scalonych stosowanych w odczycie sygnałów z detektorów promieniowania jonizującego. Kandydat wyspecjalizował się w opracowywaniu indywidualnych analogowych części układów scalonych elektroniki typu front-end dedykowanych systemom detekcyjnym stosowanym w nauce, przemyśle i medycynie. Zajmował się takimi systemami, w których przetwarzany jest ładunek elektryczny powstały na elektrodach detektora w wyniku padania na objętość czynną cząstki promieniowania jonizującego. Następnie impuls elektryczny jest kierowany do bloków układu scalonego, gdzie jest wzmacniany, ulega filtracji i ukształtowaniu, co stanowi blok tzw. elektroniki front-end. Szczególnie ważnym i aktualnym zagadnieniem naukowym w obszarze elektroniki front-end jest opracowanie systemu detekcji pojedynczych fotonów SPC o dużej intensywności. Kandydat skupił się na tworzeniu wielokanałowych układów scalonych do wielokanałowych detektorów promieniowania jonizującego (tj. krzemowych detektorów paskowych i pikselowych) uwzględniając ich charakterystyczne wymagania i ograniczenia (tj. czas trwania impulsu wyjściowego z części analogowej, pobór mocy, rozmiary geometryczne kanałów, stosunek sygnału do szumu) oraz umiejętnie je optymalizując pod kątem konkretnej aplikacji pomiarowej. Celem, jaki postawił sobie Kandydat było opracowanie takiego układu elektronicznego, który w wiarygodny sposób dawałby informację o wielkości

rejestrowanego strumienia cząstek promieniowania jonizującego, w tym głównie fotonów promieniowania rentgenowskiego, które należy zliczać pojedynczo. Duża intensywność promieniowania oznacza liczbę od kilkuset tysięcy do kilkudziesięciu milionów zliczeń na sekundę na kanał. Wobec tego rejestracja takiego promieniowania za pomocą nieprzystosowanych odpowiednio systemów detekcyjnych często prowadzi do efektu spiętrzenia się impulsów, co finalnie daje nieprawdziwą odpowiedź układu odczytowego o wielkości promieniowania. W swoich opracowaniach Kandydat zaproponował rozwiązania zmniejszające prawdopodobieństwo wystąpienia efektu spiętrzenia impulsów poprzez skrócenie czasu przetwarzania impulsu lub zwiększenie liczby kanałów detekcyjnych. W pracach nad wielokanałowym układem scalonym zastosowanym docelowo w detektorze paskowym oraz w detektorze gazowym w eksperymencie CBM (Ośrodek Badań Antyprotonami i Jonami FAIR w Niemczech) Kandydat stworzył schemat blokowy układu elektroniki front-end (m.in. zaproponował wzmacniacz ładunkowy CSA i układ kształtujący), opracował plan masek topologicznych i zoptymalizował parametry pracy układu z uwzględnieniem jego fizycznych ograniczeń, co po weryfikacji doprowadziło do uzyskania przez tor odczytowy zdolności zliczeń równej 500 tysięcy impulsów na sekundę na kanał (2 razy wyższej niż zakładano w projekcie). Kolejnym projektem badawczym było opracowanie wielokanałowego układu scalonego LNPIX do odczytu półprzewodnikowych detektorów pikselowych rejestrujących promieniowanie rzędu kilkuset tysięcy impulsów na sekundę na kanał. Celem było osiągnięcie niskiego poziomu szumów, aby taki układ mógł stanowić rdzeń szybkiej kamery promieniowania X z możliwością pomiaru jego energii. Kandydat opracował nowatorską technikę podwójnej akcji kasowania przebiegu wyjściowego wzmacniacza CSA, dzięki której szybkość zliczania impulsów wzrosła prawie 5 razy w porównaniu z pracą układu bez tego rozwiązania, natomiast osiągnięty poziom szumu ENC należy do najniższych spotkanych obecnie w literaturze przedmiotu. Finalna wersja układu scalonego LNPIX pracującego z intensywnością promieniowania 107 Mcps/mm^2 oraz posiadającego wysoką energetyczną zdolność rozdzielczą została zaadoptowana w komercyjnej kamerze promieniowania rentgenowskiego XSPA 400 ER opracowanej przez firmę Rigaku Corporation. Ważną część osiągnięcia habilitacyjnego stanowią prace nad prototypowymi układami scalonymi zastosowanymi w detektorach pikselowych do rejestracji jeszcze większych strumieni fotonów promieniowania, tj. o intensywności rzędu kilkudziesięciu milionów zliczeń na sekundę na kanał. Były to układy PXF40 i SPHIRD-1. Kandydat w części analogowej toru odczytowego zaproponował nowe konfiguracje wzmacniacza CSA w trybach pracy FAST i FAST_HC, dzięki czemu układ scalony PXF40 osiągnął najwyższą w tym czasie zdolność rejestracji pojedynczych fotonów równą 1 Gcps/mm^2 . Natomiast w prototypowym układzie SPHIRD-1 Kandydat zaproponował modyfikacje wzmacniacza CSA pozwalające na osiągnięcie najlepszych parametrów szybkościowych na świecie przy zachowaniu akceptowalnych poziomów szumu i rozpraszanej mocy. Ten układ stanowi podstawę do opracowania kolejnej wersji układu SPHIRD-2 planowanego w eksperymentach synchrotronowych w Europejskim Ośrodku Promieniowania Synchrotronowego ESRF we Francji.

Według mojej opinii **osiągnięcie naukowe Kandydata stanowi znaczny wkład w rozwój dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne**, ze szczególnym uwzględnieniem **elektroniki**, ponieważ prace badawcze Kandydata przyczyniły

się do powstania nowatorskich rozwiązań w zakresie detekcji promieniowania jonizującego o dużym natężeniu. Systemy detekcyjne tego rodzaju są stosowane m.in. w obrazowaniu medycznym i badaniach synchrotronowych. Kandydat jest wysokiej klasy specjalistą w zakresie projektowania, optymalizowania i weryfikowania wielokanałowych układów elektroniki front-end a badania prowadził w sposób przemyślany, systematyczny i kompleksowy. Na podkreślenie zasługuje fakt, że proponowane rozwiązania opracowanych przez Kandydata systemów zostały wdrożone w jednostkach naukowych, takich jak FAIR, ESRF, CERN lub skomercjalizowane (Rigaku).

9. Informacja o spełnieniu przez Kandydata kryterium dotyczącego wykazania się istotną aktywnością naukową:

Aktywność naukowa obejmuje następujące wyjazdy poza macierzystą jednostkę naukową, w czasie których Kandydat prowadził specjalistyczne badania:

- przed doktoratem – **1 dwumiesięczny staż naukowy VII-VIII.2010** w Tokio, Japonia – prace badawcze nad nową kamerą promieniowania X;
- po doktoracie:
 - **1 jednomiesięczny staż naukowy X. 2014** w firmie Delphi, Poland S.A. w Krakowie, Polska – prace badawcze związane z rozwojem modeli elementów półprzewodnikowych;
 - **3 jednotygodniowe pobyty naukowe** w terminach XI.2016, X.2022 i IV.2023 w Tokio, Japonia – pomiary opracowanych układów scalonych w laboratorium Detector Development Group X-ray Instrumentation Division oraz na synchrotronie RIKEN Spring-8 Center;
 - **1 trzydniowy pobyt naukowy XII. 2016** w Sayo-gun, Hyogo, Japonia w centrum synchrotronowym RIKEN Spring-8 Center – badania weryfikacyjne opracowanego układu;
 - **1 czterodniowy pobyt naukowy IX. 2023** w Saint-Aubin, Francja w centrum synchrotronowym Soleil – prace weryfikacyjne nad prototypowym układem scalonym.

Do aktywności naukowej należy zaliczyć także udział w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych. Kandydat po doktoracie w latach 2014-2023 był wykonawcą m.in. w **3 grantach NCN OPUS**, **1 grantie NCN Sonata** oraz w latach 2010-2023 w **5 projektach badawczych** realizowanych we współpracy z ośrodkami **zagranicznymi** w Niemczech (GSI Darmstadt), Japonii (Rigaku, Tokio), Francji (Saint-Aubin, Grenoble) i Finlandii.

Efektem aktywności naukowej w ramach wyjazdów oraz współpracy z badaczami z innych niż AGH ośrodków naukowych są publikacje naukowe oraz prezentowanie wyników badań na konferencjach krajowych i zagranicznych. Przed uzyskaniem stopnia doktora Kandydat 2 razy prezentował wyniki badań w formie ustnej oraz 5 razy w formie plakatowej na 5 konferencjach krajowych (Wrocław, Warszawa, Lublin) i 2 zagranicznych (Hiszpania, Korea). Po doktoracie wygłosił 3 prezentacje, w tym 1 na zaproszenie na konferencji w Kanadzie oraz prezentował wyniki badań 3 razy w formie plakatowej na konferencjach zagranicznych w Hiszpanii i Japonii (razem na 6 konferencjach).

Powyższe informacje są dowodem na to, że **Kandydat spełnia kryterium dotyczące wykazania się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej**, zgodnie z pkt. 3) art. 219 Ustawy.

10. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzujących naukę Kandydata do stopnia doktora habilitowanego:

Wśród osiągnięć dydaktycznych Kandydata należy wymienić m.in.:

- uczestnictwo w utworzeniu nowego kierunku studiów na AGH *mikroelektronika w technice i medycynie*;
- sprawowanie opieki nad dyplomantami (7 prac magisterskich, 18 prac inżynierskich);
- opracowanie i wdrożenie autorskich programów przedmiotów: technika obliczeniowa i symulacyjna, układy elektroniki analogowej, podstawy projektowania analogowych układów VLSI, mikroelektronika i in..

Osiągnięcia organizacyjne Kandydata obejmują m.in.:

- pełnienie funkcji sekretarza w IEEE Solid-State Circuits Society Chapter Poland;
- bycie członkiem IEEE;
- praca w Komitecie organizacyjnym konferencji 45th European Solid-State Circuits Conference, Kraków 23-26.09.2019.

W działalności popularyzatorskiej Kandydat m.in.:

- był członkiem Komitetu Głównego a następnie zastępcą sekretarza Ogólnopolskiej Olimpiady Wiedzy Elektrycznej i Elektronicznej;
- uczestniczył w promocji kierunku *mikroelektronika w technice i medycynie* w ramach Dni Otwartych AGH;
- był członkiem jury w konkursie „Diamenty AGH” na najlepszą pracę dyplomową.

Inne informacje lub uwagi istotne dla wyrażonego stanowiska zawartego w recenzji:

Według mojej opinii innymi istotnymi informacjami są:

- zaangażowanie Kandydata w proces recenzowania prac naukowych w renomowanych specjalistycznych czasopismach *IEEE* oraz *Nuclear Science and Techniques, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research* – razem 38 recenzji;
- współpraca z otoczeniem społecznym i gospodarczym w związku z realizacją projektu NCBiR pt. „Utworzenie pierwszego przemysłowego urządzenia rentgenowskiego, wykorzystującego technologię bezpośredniej konwersji – dedykowanego dla celów kontroli jakości w przemyśle spożywczym” w latach 2020-2023;
- wdrożenie układu scalonego LNPIX w komercyjnej kamerze promieniowania rentgenowskiego XSPA-400 ER firmy Rigaku Corporation Japonia.

Podsumowanie:

Biorąc pod uwagę wysoki poziom naukowy osiągnięcia habilitacyjnego w postaci cyklu artykułów naukowych pt. „**Rozwój scalonych wielokanałowych układów elektroniki front-end do detekcji promieniowania jonizującego o dużej intensywności**”, bardzo dobry poziom całego dorobku naukowego Kandydata, jego aktywność w realizacji projektów badawczych krajowych i zagranicznych oraz duże zaangażowanie w działalność dydaktyczną

i organizatorską na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie stwierdzam, że **Kandydat spełnia wszystkie przesłanki**, o których mowa w art. 219 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Jednoznacznie **POZYTYWNI** oceniam Kandydaturę dr inż. Rafała Kleczka w procesie ubiegania się o stopień doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżyniersko-technicznych w dyscyplinie Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne.

