

## RECENZJA

**wyodrębnionego cyklu publikacji powiązanych tematycznie oraz pozostałych osiągnięć  
naukowo-badawczych, dydaktycznych i popularyzatorskich  
dr. inż. Rafała Długosza ubiegającego się o nadanie  
stopnia doktora habilitowanego**

Recenzja została przygotowana na podstawie decyzji Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów o powołaniu komisji habilitacyjnej w przewodzie dr. inż. Rafała Długosza, na zlecenie prof. dr. hab. inż. Andrzeja Bartoszewicza, Prodziekana Wydziału Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej, w oparciu o dostarczoną dokumentację, zawierającą w szczególności:

- wniosek habilitanta o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego,
- kopię dyplomu doktorskiego,
- autoreferat, obejmujący oprócz wykazu publikacji habilitanta i przewodnika po pracach stanowiących cykl publikacji powiązanych tematycznie, także informację o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy z instytucjami, udziale w projektach naukowych, wyróżnieniach oraz stypendiach naukowych,
- kopie 17 publikacji stanowiących cykl powiązanych tematycznie prac pt. **„Analogowe oraz analogowo-cyfrowe rekonfigurowalne układy scalone niskiego poboru mocy pracujące w trybie równoległym i/lub asynchronicznym”**, będący podstawą głównego osiągnięcia naukowo-badawczego,
- oświadczenia habilitanta oraz współautorów prac zbiorowych tworzących powiązany tematycznie cykl publikacji określające indywidualny wkład w ich powstanie.

### 1. Informacje podstawowe o Habilitancie

Dr inż. Rafał Długosz jest absolwentem Wydziału Elektrycznego Politechniki Poznańskiej, którą ukończył w 1996 r., uzyskując tytuł zawodowy magistra inżyniera w specjalności *Automatyka i robotyka*. Dyplom doktora nauk technicznych w dyscyplinie *Telekomunikacja* i specjalności *Przetwarzanie sygnałów* otrzymał na Wydziale Elektrycznym Politechniki Poznańskiej w 2004 r., broniąc rozprawy doktorskiej pt. *„Design and optimization of finite impulse response electronic filters integrated in the CMOS technology”*.

Bezpośrednio po ukończeniu studiów, od października 1996 r., Habilitant rozpoczął pracę jako asystent na Politechnice Poznańskiej. Najpierw na Wydziale Elektrycznym, a od 2001 r. na Wydziale Informatyki i Zarządzania. Od uzyskaniu stopnia doktora w 2004 r. do 2010 r. kontynuował pracę na tym Wydziale na stanowisku adiunkta. W 2010 r. podjął pracę na Wydziale Telekomunikacji, Informatyki i Elektrotechniki Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy. Pracownikiem tej uczelni jest do dziś. W latach 2002 – 2014 był także pracownikiem dydaktycznym oddziału zamiejscowego w Bydgoszczy, Wyższej Szkoły Informatyki i Umiejętności w Łodzi. Od 2010 r. do dnia dzisiejszego współpracuje również jako Senior Scientist (Analog Design Services) z CMOS Emerging Technologies Research Inc. w Kanadzie. W 2014 r. podjął współpracę jako Team Leader z Delphi Automotive w Krakowie.

Od początku pracy zawodowej Habilitant aktywnie uczestniczy w stażach i wyjazdach naukowych, z których do najważniejszych zaliczyć należy: (1) dwa pobyty naukowe w Instytucie IHP

Microelectronics we Frankfurcie nad Odrą, Niemcy, od 10/1999 r. do 3/2000 r. i od 12/2012 r. do 2/2013 r., (2) dwa wielomiesięczne pobyty w Swiss Federal Institute of Technology (EPFL), Institute of Microtechnology (IMT) i Electronics and Signal Processing Laboratory (ESPLAB) w latach 2009 – 2012, (3) stypendium naukowe na Uniwersytecie w Neuchatel, Szwajcaria, od 9/2006 r. do 12/2008 r., (4) pobyty w ramach stypendiów naukowych na University of Alberta w Edmonton, Kanada, od 9/2005 r. do 8/2008 r.

## **2. Ocena wyodrębnionego cyklu publikacji powiązanych tematycznie**

### **2.1. Zawartość i spójność cyklu**

Przedstawiony do oceny zasadniczy dorobek naukowy Habilitanta stanowi wyodrębniony cykl powiązanych tematycznie publikacji zatytułowany „*Analogowe oraz analogowo-cyfrowe rekonfigurowalne układy scalone niskiego poboru mocy pracujące w trybie równoległym i/lub asynchronicznym*”. Cykl ten składa się z 17 publikacji, z których 8 to artykuły w czasopismach indeksowanych w bazie Web of Science, w tym 7 artykułów opublikowanych w czasopismach zagranicznych (2 w *Microelectronics Journal* i po 1 w *Journal of Signal Processing Systems*, *IEEE Transactions on Neural Networks*, *IEEE Transactions on Circuits and Systems*, *Neurocomputing* i *Electronics Letters*) i 1 w czasopiśmie krajowym (*Przegląd Elektrotechniczny*, który był na Liście Filadelfijskiej w czasie publikacji artykułu). Pozostałe 9 publikacji to: 5 referatów konferencyjnych (4 wygłoszone na konferencjach MIXDES i 1 na *International Conference on Biomedical Electronics and Devices*), 3 rozdziały w monografiach (2 wydane przez Springer-Verlag i 1 przez CRC Press) i 1 artykuł opublikowany w czasopiśmie, które w momencie publikacji aspirowało do indeksowania na Liście Filadelfijskiej i pojawiło się na niej w roku 2015 (*VLSI Design Journal*).

We wszystkich przedstawionych do oceny publikacjach Habilitant jest pierwszym autorem, przy czym 3 publikacje są wyłącznie jego autorstwa, a niemal we wszystkich pozostałych jego udział autorski można uznać za wiodący (powyżej 60%). Jedynie w 2. publikacjach udział ten jest mniejszy, choć i tak należy uznać go za wysoki (40% i 50%).

Podejmowaną przez Habilitanta tematykę prac zaprezentowanych w ramach cyklu można podzielić na cztery zasadnicze obszary dotyczące projektowania filtrów analogowych [1 – 5], przetworników analogowo-cyfrowych [6 – 8], sztucznych sieci neuronowych [9 – 13] i układów do detekcji promieniowania jonizującego na potrzeby zastosowań medycznych [14 – 17]. Z pozoru tematyka publikacji wydaje się więc rozległa i mogą zachodzić wątpliwości, czy przedstawiony cykl spełnia wymagania ustawowe „cyklu publikacji powiązanych tematycznie”. Jednakże wątpliwości te zostają skutecznie rozwiane po bliższym zapoznaniu się z prezentowanymi pracami i uwzględnieniu kryteriów, sformułowanych przez Habilitanta w temacie cyklu, że projektowane układy umożliwiają pracę równoległą oraz asynchroniczną, a przede wszystkim charakteryzują się możliwie małym poborem mocy. Ponadto, publikacje w przedstawionym do oceny zbiorze zostały przez Habilitanta rozmyślnie zestawione w sposób, który pozwala dostrzec zamysły proponowanych rozwiązań, a następnie ich rozwój opisany w kilku kolejnych publikacjach. Daje to stosunkowo kompletny obraz rozwiązania konkretnych problemów badawczych, co w efekcie pozwala uznać przedłożony cykl artykułów, jako spełniający formalne warunki Ustawy.

### **2.2. Oryginalność i wartość naukowa wyników badań zaprezentowanych w ramach cyklu stanowiącego podstawę wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego**

Publikacje składające się na opiniowany cykl uszeregowane zostały wg tematów wiodących, i na ogół zgodnie z chronologią badań, co ułatwia analizę rozwoju koncepcji proponowanego rozwiązania. Warto podkreślić, że niekiedy proponowane rozwiązania dotyczą więcej niż jednego obszaru tematycznego albo stanowią inspirację do prac w innym obszarze, czego przykładem są opracowania nieliniowych filtrów obrazu działających w trybie przełączanych prądów, które wyewoluowały z analogowych filtrów pracujących w trybie napięciowym, a w efekcie były rozwijane do zastosowań

w analogowych sieciach neuronowych. Stąd uzasadnione jest rozważanie niektórych publikacji w kilku obszarach tematycznych.

a) Pierwszy zakres problemowy poruszany w publikacjach Habilitanta dotyczy projektowania filtrów analogowych. W kilku publikacjach, w tym w dwóch [1, 2] ujętych w zaprezentowanym cyklu, Habilitant zaproponował nową architekturę filtra o skończonej odpowiedzi impulsowej (FIR) z przełączanymi kondensatorami. Nowatorstwo w stosunku do badanych wcześniej przez Habilitanta struktur filtrów, w szczególności zaś do opracowanego poprzednio filtra z kluczem rotacyjnym, polega przede wszystkim na rezygnacji z klucza i użyciu pamięci cyrkularnej. Umożliwiło to ograniczenie liczby faz zegara wielofazowego, a zatem uproszczenie budowy generatora sygnału zegarowego i w konsekwencji znaczne (ok. 50%) ograniczenie powierzchni płytki krzemowej niezbędnej do implementacji układu. Jednakże, istotniejsze od redukcji powierzchni płytki wydaje się wyeliminowanie, dzięki usunięciu klucza rotacyjnego, zmian wartości pojemności pasożytniczych ścieżek łączących komórki pamięci z kondensatorami, co korzystnie wpływa na odwzorowanie współczynników filtrów na kondensatorach, a w efekcie na precyzję kształtowania charakterystyki filtra. Kolejną ważną cechą zaproponowanego filtra jest względnie łatwo osiągnięta modułowość, która umożliwia szeregowo łączenie sekcji FIR w celu kształtowania bardziej stromego zbocza na końcu pasma przewodzenia i osiągania większego tłumienia w zakresie zaporowym. Elastyczność filtra przejawia się także w możliwości takiego skonfigurowania sekcji, aby układ miał charakter filtra o nieskończonej odpowiedzi impulsowej (IIR). Wskazywana w tytule cyklu równoległość działania układu zasadza się na równoległym mnożeniu wartości poszczególnych próbek przez współczynniki filtra, sumowaniu wyników, a także przepisywaniu współczynników filtra. Warto zauważyć, że zaproponowany filtr odpowiednio skonfigurowany jest energetycznie bardzo oszczędny i na przykład w układach sieci telefonii GSM może pobierać zaledwie 0.5 mW mocy.

b) Badania nad filtrami analogowymi były przez Habilitanta prowadzone stosunkowo szeroko i dotyczyły między innymi filtrów FIR działających w trybie przełączanych prądów, banków takich filtrów, nieliniowych filtrów obrazu i filtracji sygnałów dyskretnych w czasie. Ich wyniki zostały opisane w co najmniej ośmiu publikacjach, z których trzy [3 – 5] przedstawione do oceny w ramach cyklu dotyczą filtracji obrazów, a w szczególności analogowego, asynchronicznego filtra FIR opartego na układach mnożących Gilberta, działających w trybie prądowym. W pierwszym artykule [3] Habilitant opisał koncepcję układu do filtracji dwuwymiarowego obrazu o niewielkiej rozdzielczości 6x6 pikseli, (a nie 8x8 pikseli, jak podano w Autoreferacie), która jednakże łatwo może być zwiększona poprzez powielenie struktury filtra. Należy zauważyć, że koncepcja jest autorstwa Habilitanta i jest on samodzielnym autorem tego artykułu. W kolejnej publikacji [4] Autor zaproponował dwie wersje filtra, odpowiednio do filtracji jedno i dwuwymiarowej. Działanie pierwszej struktury jest synchroniczno-asynchroniczne, natomiast drugiej wyłącznie asynchroniczne, co znacznie przyspiesza proces filtracji. Ze względu na szybkość i inne istotne zalety drugiej struktury została ona przez Habilitanta wykonana w układzie scalonym w technologii CMOS 180 nm, a dokładny opis i wyniki badań eksperymentalnych zawarte są w kolejnej publikacji [5].

Następną, obok dużej szybkości przetwarzania, istotną zaletą proponowanego układu jest niewielki pobór mocy (7  $\mu$ W dla szybkości przetwarzania 1 milion ramek danych na sekundę), wynikający z zastosowania wektorowych układów mnożących Gilberta z tranzystorami pracującymi w zakresie słabej inwersji. Takie rozwiązanie pozwoliło uzyskać bardzo małe zapotrzebowanie na energię, wynoszące ok. 1 pJ na przetwarzany piksel, co z kolei stwarza możliwość zbudowania układów do równoległego, czyli szybkiego, przetwarzania dużych obrazów, np. matryc zawierających dziesiątki tysięcy pikseli, w krótkim czasie rzędu pojedynczych mikrosekund i przy niewielkim poborze mocy o wartości pojedynczych mW.

Niepodważalną zaletą zaproponowanego filtra jest także jego programowalność, umożliwiającą kształtowanie charakterystyki filtra, co przy bardzo dużej szybkości programowania (dziesiątki nanosekund) stwarza potencjalną możliwość rekonfiguracji dynamicznej, tj. zmiany charakterystyki w czasie pracy układu.

Wymienione cechy zaproponowanych przez Habilitanta struktur filtru obrazu, a w szczególności ich duża szybkość i niski pobór mocy, powodują, że są to opracowania interesujące i wartościowe dla dynamicznie rozwijającego się obszaru przetwarzania obrazów.

c) Trzecim obszarem zainteresowań Habilitanta, dokumentowanym w ocenianym cyklu publikacji, jest projektowanie przetworników analogowo-cyfrowych (A/C). Szczególnym zainteresowaniem Autora cieszą się w tym zakresie przetworniki działające na zasadzie sukcesywnej aproksymacji SAR. Są to przetworniki powszechnie stosowane w aparaturze pomiarowej, sprzęcie przemysłowym, a także w bezprzewodowych sieciach sensorycznych. Typowe przetworniki tego rodzaju są oparte na matrycy przeładowywanych kondensatorów, a ich implementacja układowa absorbuje względnie dużą powierzchnię układu scalonego. W celu znacznego ograniczenia powierzchni zajmowanej przez przetwornik, Autor zaproponował rozwiązania z zastosowaniem techniki przełączanych prądów oraz dwustopniowe przetwarzanie cyfrowo-analogowe (C/A), konieczne w przetworniku SAR. Powstałe opracowania oraz osiągnięte wyniki zostały opisane w trzech publikacjach cyklu [6 – 8]. W pierwszej z nich [6] Autor zaprezentował koncepcję 8-bitowego przetwornika SAR, który został następnie użyty jako pojedyncza sekcja przetwarzająca w ośmiosekcyjnym przetworniku działającym z przeplotem czasowym (ang. *time interleaved*). W dwóch kolejnych publikacjach [7, 8] Habilitant zaproponował dwustopniową architekturę przetwornika C/A, co w konsekwencji umożliwiło znaczne ograniczenie powierzchni płytki krzemowej niezbędnej do implementacji układu. Opisał także projekt i implementację układową 10-bitowego przetwornika o proponowanej architekturze. Uzyskane parametry lokują przetwornik w czołówce najlepszych opracowań tego typu pod względem zajmowanej powierzchni i mocy strat.

Przy okazji warto zwrócić uwagę na drugą z dyskutowanych poprzednio publikacji [7], będącą rozdziałem książki „*Electronics for Radiation Detection*” wydanej w 2011 r. przez CRC Press. Publikacja stanowi zwarty przegląd metod i technik przetwarzania A/C stosowanych w torach układów używanych do detekcji promieniowania w aplikacjach medycznych. Szczególnie dokładnie opisane są problemy projektowe dotyczące przetworników SAR, poparte obszernym wykazem literatury przedmiotu. Ponadto, zważywszy na interesujące i dość unikalne porównanie parametrów głównych rozwiązań układowych w zakresie przetwarzania A/C, publikacja jest wartościowa dla projektantów tego typu przetworników. Wkład autorski Habilitanta w opracowanie publikacji jest dominujący i wynosi 80%.

d) Kolejny, czwarty obszar prac badawczych Habilitanta, dotyczący rozwiązań sprzętowych w zakresie sztucznych sieci neuronowych, został udokumentowany w ocenianym cyklu pięcioma publikacjami [9 – 13]. Pierwsze trzy prace związane są z projektem analogowej samoorganizującej się sieci neuronowej typu *Winner Takes All* (WTA). W artykułach opisane są kolejno: (1) projekt i implementacja układowa mechanizmu sumienia dla sieci WTA [9], (2) koncepcja i wyniki badań eksperymentalnych układu do adaptacyjnej modyfikacji wag neuronów sieci WTA [10] oraz (3) koncepcja i implementacja w układzie scalonym układu do wykrywania zwycięskiego neuronu w tejże sieci [11]. W ramach sprzętowej implementacji mechanizmu sumienia Habilitant zaprojektował układ kompensacji temperaturowej licznika analogowego i zmodyfikował sposób sterowania tego licznika, co w efekcie zapewniło jego stabilną pracę w szerokim zakresie temperatur. Działanie układu nie zostało co prawda zweryfikowane w badaniach eksperymentalnych sieci WTA, ale układ kompensacji termicznej został zaproponowany przez Habilitanta wcześniej i użyty w przetworniku analogowo-cyfrowym typu SAR (publikacja [6], rys. 11), gdzie poprawność jego działania potwierdzono symulacyjnie. W ramach badań adaptacyjnej metody modyfikacji wag neuronów Autor brał udział w opracowaniu koncepcji układu i jego optymalizacji, a także wykonał projekt topograficzny mechanizmu adaptacyjnego. Istotnym wkładem Habilitanta w opracowanie układu była również analiza zjawiska niedopasowania tranzystorów, w wyniku której określone zostały optymalne rozmiary tranzystorów. W ostatniej z wymienionych prac, dotyczącej problemów wykrywania zwycięskiego neuronu w sieci WTA, Habilitant jest autorem koncepcji układu detekcyjnego opartego na strukturze drzewa binarnego oraz projektu topograficznego układu.

Najistotniejszą modyfikacją w stosunku do znanych opracowań tego typu było zaproponowane przez Habilitanta propagowanie sygnałów wejściowych niezależnie do każdej warstwy drzewa, a nie poprzez kolejne warstwy, co jest źródłem dużych, kumulujących się błędów propagacyjnych.

Artykuły dotyczące rozwiązań sprzętowych na potrzeby sieci WTA [9 – 11] są publikacjami z najmniejszym udziałem autorskim Habilitanta (40% – 60%), spośród wszystkich publikacji raportowanych w cyklu. Jednak wyczerpujący opis udziału merytorycznego Habilitanta oraz pozostałych trzech współautorów w powstałych opracowaniach, umieszczony w Autoreferacie i potwierdzony w oświadczeniach wszystkich współautorów, daje klarowny obraz wkładu koncepcyjnego i projektowego współautorów. Pozwala także uznać wkład Habilitanta za istotny i znaczący dla poprawnego działania i osiągnięcia wysokich parametrów zaprojektowanych sieci neuronowych.

W ocenie recenzenta korzystniej byłoby jako następną publikację cyklu traktować nie artykuł [12], a artykuł [13], który wydaje się być naturalną kontynuacją artykułu [11]. Prezentuje on układ decyzyjny oparty na strukturze drzewa binarnego, ale dość nowatorsko w kontekście zastosowania, wejściowe sygnały prądowe najpierw zamieniane są na opóźnienia, które następnie porównywane są w komparatorach czasu. Problem decyzyjny rozwiązuje się zatem nie w dziedzinie wartości napięć lub prądów, a w dziedzinie czasu, dzięki czemu do budowy drzewa decyzyjnego można wykorzystać bloki cyfrowe, co z kolei zwiększa precyzję układu i odporność na zakłócenia. Ta nowatorska koncepcja układu jest autorstwa Habilitanta.

W ostatniej publikacji dotyczącej sieci neuronowych [12], Habilitant zaproponował nową, niskomocową realizację neuronów logicznych Łukasiewicza oraz opartą na nich sieć neuronową. Główną zaletą zaprojektowanej sieci jest duża dokładność przetwarzania informacji, uzyskana poprzez multiplikację kopii sygnałów wejściowych i doprowadzenie ich do wszystkich stopni sieci, a nie korzystanie z sygnałów szeregowo transmitowanych w sieci, co jak już wspomniano może być źródłem kumulujących się błędów propagacyjnych.

e) Ostatni obszar prac projektowo-badawczych Habilitanta obejmuje rozwiązania do zastosowań w zobrazowaniach w medycynie nuklearnej. Wyniki tych prac zostały przedstawione m.in. w czterech publikacjach [14 – 17] włączonych do ocenianego osiągnięcia. Autor opisał w nich projekty, zasady działania i implementacje układowe: (1) detektora wartości szczytowej sygnału [14 – 15], (2) wielokanałowego układu do rejestracji zdarzeń [16] i (3) układu kształtującego impulsy [17]. We wszystkich tych pracach koncepcje prezentowanych układów są autorstwa Habilitanta i wynikają z jego wcześniejszych prac nad analogowymi filtrami FIR oraz układami do sieci neuronowych. Zastosowane rozwiązania umożliwiły osiągnięcie wyjątkowo małych mocy strat, w przypadku detektora wartości szczytowej nawet ponad dwukrotnie mniejszej niż w innych porównywalnych opracowaniach, i małych powierzchni płytki krzemowej niezbędnych do implementacji układów.

Pewnym problemem większości publikacji jest brak wyników badań eksperymentalnych, pomimo wykonania kompletnych projektów układów i to we względnie nowych technologiach mikroelektronicznych, np. CMOS 180 nm. Stosowanie zabiegu, że opisuje się implementację proponowanego rozwiązania w konkretnej technologii, a przytacza i analizuje się jedynie wyniki symulacji, pozostawia u czytelnika niedosyt, gdyż mimo stosowania zaawansowanych narzędzi symulacyjnych, np. symulatora HSPICE i możliwie najdokładniejszej analizy projektu wynikowego, czyli tzw. symulacji post-layoutowej, wyniki badań eksperymentalnych mogą różnić się od wyników symulacji niekiedy dość znacznie. Dowodzą tego badania samego Habilitanta. Albowiem w przypadku niektórych układów, np. analizowanego wcześniej filtra obrazu, dochodzi do praktycznej realizacji układu, a wyniki badań eksperymentalnych są prezentowane w kolejnej publikacji. I tak na przykład, opóźnienia struktury dwuwymiarowej filtra uzyskane w wyniku symulacji nie przekraczają 10  $\mu$ s, podczas, gdy w badaniach praktycznych osiągają niemal 100  $\mu$ s. Zatem wyciąganie ogólnych lub daleko idących wniosków na podstawie badań symulacyjnych może być mylące. Jednakże postępowanie Habilitanta w zakresie publikowania wyników takich badań jest w pewnym stopniu

zrozumiałe, gdyż proces wytwórczy scalonych układów specjalizowanych jest stosunkowo długi i oczekiwanie na wykonanie układów, a następnie przeprowadzenie testów opóźnia publikowanie wyników prac projektowych niekiedy o kilka miesięcy. Ponadto, niektóre z rozwiązań wykonane zostały praktycznie jako elementy większych układów, co zazwyczaj uniemożliwia wyekstrahowanie proponowanego rozwiązania w celu przeprowadzenia badań eksperymentalnych, które możliwe są w odniesieniu do całości.

Wszystkie zaproponowane przez Habilitanta do oceny publikacje są anglojęzyczne, a ich poziom językowy oraz precyzja używanych tam sformułowań nie budzą zastrzeżeń, a nawet można stwierdzić, że są względnie wysokie. Jednakże w polskiej wersji Autoreferatu pojawiają się niekiedy wątpliwości natury językowej, dotyczące głównie wtrąceń anglojęzycznych, jak np. „interleaved” czy „tutorial”, które można było zgrabnie zastąpić polskimi, odpowiednio, „z przeplotem” i „przewodnik”. Podobnie niektóre tłumaczenia na język polski nie wydają się najszcześliwsze, czego przykładem może być chociażby używanie polskiego określenia „pamięć cyrkularna”, jako odpowiednika angielskiego „circular memory”. Wydaje się, że korzystniej byłoby użyć funkcjonującego już w języku polskim określenia „pamięć rotacyjna”, gdyż słowo „rotacyjny, czyli za *Słownikiem języka polskiego* - obrotowy lub wirujący” lepiej oddaje ideę proponowanego rozwiązania niż przestarzałe słowo „cyrkularny, czyli kolisty, okrężny”. Uwagi powyższe mają oczywiście znaczenie drugorzędne i nie umniejszają dużej wartości merytorycznej publikacji i Autoreferatu.

### 2.3. Podsumowanie

Analizując dorobek naukowy Habilitanta przedstawiony jako cykl publikacji powiązanych tematycznie, należy stwierdzić, że ilustruje on szerokie spektrum zainteresowań naukowo-badawczych Autora, obejmujące projektowanie filtrów analogowych, przetworników analogowo-cyfrowych, sztucznych sieci neuronowych i układów do zobrazowań na potrzeby medycyny. Jednak, mimo wielu podejmowanych wątków, z łatwością wyróżnia się zagadnienia wspólne dla większości opracowań, czyli dążenie do uzyskania jak najmniejszego poboru mocy i możliwie dużej szybkości działania proponowanych rozwiązań. Towarzyszą temu rozważania dotyczące: (1) wyboru optymalnego trybu pracy układów, tj. napięciowego lub prądowego; (2) synchroniczności i asynchroniczności działania układów lub stosowania w wybranych przypadkach mieszanego trybu pracy poprzez asynchroniczną realizację określonej listy operacji w trakcie jednego cyklu zegarowego, bądź też synchronicznego zapamiętywania danych a następnie asynchronicznego ich przetwarzania; (3) adekwatności użycia układów analogowych i cyfrowych, w kontekście korzyści stosowania w konkretnej aplikacji. Wyniki analiz i rozważań Habilitanta prowadzą zazwyczaj do propozycji nowych lub daleko ulepszonych rozwiązań układowych o dużym potencjale aplikacyjnym i znaczeniu w obszarach tematycznych, których dotyczą.

Podsumowując ocenę dorobku naukowego przedstawionego jako wyodrębniony cykl powiązanych tematycznie publikacji pt. *„Analogowe oraz analogowo-cyfrowe rekonfigurowalne układy scalone niskiego poboru mocy pracujące w trybie równoległym i/lub asynchronicznym”*, stwierdzam, że Habilitant ma umiejętność planowania i prowadzenia badań naukowych, wyciągania adekwatnych wniosków, dowiódł swoich umiejętności w zakresie projektowania układów mikroelektronicznych, a jego dorobek stanowi istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej *Elektronika*.

### 3. Ocena pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Pozostały publikacyjny dorobek naukowo-badawczy Habilitanta jest stosunkowo obszerny i po doktoracie obejmuje:

- 7 artykułów opublikowanych w czasopismach indeksowanych w Journal Citation Report, czyli z tzw. Listy Filadelfijskiej,
- 19 publikacji w innych recenzowanych czasopismach naukowych polskich i zagranicznych,
- 1 rozdział w zagranicznej monografii wydanej przez Springer-Verlag w Berlinie,

- 70 referatów prezentowanych na międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych i opublikowanych w materiałach konferencyjnych.

Jest to w zdecydowanej większości przypadków materiał uzupełniający tematykę zaprezentowaną w przedstawionym do oceny wyodrębnionym cyklu publikacji i prezentujący w szczególności jej wybrane aspekty. Na podkreślenie zasługuje fakt, że dorobek Habilitanta publikowany jest niemal wyłącznie w języku angielskim, co w oczywisty sposób zwiększa możliwość dotarcia do szerszego grona czytelników i przyczynia się do upowszechnienia wyników prowadzonych prac badawczych.

Łączny publikacyjny dorobek naukowy dr. inż. R. Długosza wykazany w dokumentacji przedstawionej do oceny obejmuje **139** pozycji, w tym po uzyskaniu stopnia doktora aż **113** publikacji. Z tego **15** pozycji to publikacje w czasopiśmie z Listy A *MNiSW*, **19** w czasopiśmie z Listy B, **4** rozdziały w monografiach oraz **75** referatów konferencyjnych. Artykuły „z Listy A” zostały zaprezentowane w czasopiśmie naukowych o stosunkowo wysokich jak na opublikowaną tematykę elektroniczną współczynnikach oddziaływania, w tym 3 z nich w *IEEE Transactions on Neural Networks* o współczynniku *IF* równym 4.37 i liczbie punktów ministerialnych 45. Dwie inne prace Habilitanta opublikowane zostały w czasopiśmie o współczynniku *IF* powyżej 2, tj. w *Neurocomputing* (*IF* = 2.005, 30 pkt.) i *Neural Networks* (*IF* = 2.076, 30 pkt.).

Habilitant wciąż aktywnie publikuje i aktualnie (stan na 6 maja 2016r) w bazie *Web of Science* można odnaleźć informacje o:

- **64** jego publikacjach,
- cytowanych **61** razy (bez autocytowań),
- indeksie Hirscha publikacji Habilitanta równym **6**.

Sumaryczny *Impact Factor* publikacji naukowych Habilitanta, w wyniku kolejnej publikacji w *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, zwiększył się od chwili złożenia dokumentacji o 4.291 i wynosi obecnie **32,195**.

Habilitant aktywnie uczestniczył i uczestniczy w realizacji projektów badawczo-rozwojowych. Niestety informacje na ich temat podane w Autoreferacie są niejednoznaczne. Według tabeli 1 pt. „*Ogólny wykaz osiągnięć naukowo-badawczych*”, Autor uczestniczył ogółem w 12 projektach, podczas gdy w p. 5.2 Autoreferatu Autor opisuje udział w 14 projektach. Opierając się na korzystniejszym dla Habilitanta wykazie z p. 5.2 można stwierdzić, że po uzyskaniu stopnia doktora, uczestniczył on w 7 projektach, w tym w 6 realizowanych w zespołach międzynarodowych. W większości z nich Habilitant pełnił rolę głównego wykonawcy lub, jak określa w Autoreferacie, koordynatora. Brak jest jednak informacji, aby samodzielnie kierował którymś z projektów. W dokumentacji nie ma również informacji, aby Habilitant był autorem lub współautorem patentów i wzorów użytkowych lub przemysłowych.

Za osiągnięcia w obszarze naukowo-badawczym Habilitant był wielokrotnie nagradzany, w tym Nagrodą Marszałka Województwa Kujawsko-Pomorskiego w kategorii *Nauka, badania naukowe i postęp techniczny* oraz nagrodami Rektorów Politechniki Poznańskiej i Uniwersytetu Techniczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy, odpowiednio, za najlepszą pracę doktorską i wybitne osiągnięcia w dziedzinie badań naukowych.

Habilitant był także beneficjentem 6 stypendiów, w tym *Stypendium naukowego dla doświadczonych naukowców* niemieckiej fundacji DAAD i stypendium *Invited Professor* ufundowanego przez szwajcarski Institute of Microtechnology (EPFL).

W moim przekonaniu przedstawione osiągnięcia są w dziedzinie reprezentowanej przez Habilitanta wystarczające do spełnienia warunku nakładanego przez art. 16 Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. (Dz.U. 2003 Nr 65, poz. 595 z późniejszymi zmianami), o znacznym wkładzie autora w rozwój dyscypliny naukowej.

#### 4. Ocena dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej

W całym okresie dotychczasowej pracy zawodowej Habilitant aktywnie uczestniczył w działalności dydaktycznej uczelni, w których był zatrudniony, prowadząc między innymi zajęcia w formie wykładów, ćwiczeń rachunkowych i laboratoriów z przedmiotów dotyczących teorii i projektowania układów elektronicznych, w szczególności układów analogowych, ale także języków programowania, miernictwa, sztucznej inteligencji, sieci teleinformatycznych i systemów multimedialnych. Oprócz zajęć w jednostkach macierzystych w kraju, Habilitant prowadził również wykłady w ramach pobytów naukowych w Kanadzie i Szwajcarii. Zarówno szeroki zakres tematyczny prowadzonych zajęć, jak i ich pokaźna liczba świadczą o dużym potencjale i zaangażowaniu Habilitanta w działalność dydaktyczną. Potwierdza to także duża liczba (ponad pięćdziesięciu) wypromowanych inżynierów oraz wsparcie udzielone przy realizacji prac magisterskich i doktorskich, w tym zrealizowanych w Kanadzie na University of Alberta.

W zakresie działalności popularyzującej naukę daje się zauważyć aktywny udział Habilitanta w międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych, włącznie z zaangażowaniem w prace dwóch komitetów organizacyjnych: *Krajowej Konferencji Teorii Obwodów i Układów Elektronicznych* (1998) oraz warsztatów *IEEE Signal Processing Workshop* (1999-2005). Rozpoznawalną pozycję Habilitanta w środowisku naukowym potwierdzają liczne recenzje artykułów i referatów kierowanych do publikacji w renomowanych czasopismach, wydawanych m.in. przez IEEE, np. *Transactions on Neural Networks*, *Transactions on Circuits and Systems*, czy Elsevier, np. *Microelectronics Journal*, *Applied Mathematics and Computation*. Ponadto, Habilitant brał udział w recenzowaniu wniosków stypendialnych w ramach program „Ventures” Fundacji na rzecz Nauki Polskiej.

Pozytywnie ocenić należy także aktywne uczestnictwo Habilitanta we współpracy międzynarodowej, przejawiające się przede wszystkim udziałem w stażach i wyjazdach naukowych. Do najważniejszych zaliczyć należy wspomniane już: (1) dwa pobyty naukowe w Instytucie IHP Microelectronics we Frankfurcie nad Odrą w Niemczech, (2) dwa wielomiesięczne pobyty w Swiss Federal Institute of Technology (EPFL), Institute of Microtechnology (IMT) i Electronics and Signal Processing Laboratory (ESPLAB) w Szwajcarii, (3) stypendium naukowe na Uniwersytecie w Neuchatel w Szwajcarii oraz (4) pobyty w ramach stypendiów naukowych na University of Alberta w Edmonton w Kanadzie.

Podsumowując, należy stwierdzić, że wobec pokaźnego, udokumentowanego zaangażowania w działalność dydaktyczną, popularyzatorską i w obszarze współpracy międzynarodowej, ocena dorobku Habilitanta w tych zakresach jest pozytywna.

#### 5. Wniosek końcowy

Po zapoznaniu się zarówno z wyodrębnionym cyklem publikacji powiązanych tematycznie pt. *„Analogowe oraz analogowo-cyfrowe rekonfigurowalne układy scalone niskiego poboru mocy pracujące w trybie równoległym i/lub asynchronicznym”*, stanowiącym „osiągnięcie habilitacyjne”, jak i całością dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego uważam, że dr inż. Rafał Długosz spełnia wymagania stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego przez Ustawę z dnia 14 marca 2003 r. (z późniejszymi zmianami) o stopniach naukowych i tytułach naukowych oraz o stopniach i tytułach w zakresie sztuki, a także Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r. w sprawie kryteriów osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

W związku z powyższym wnioskuję o nadanie dr. inż. Rafałowi Długoszowi stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie Elektronika.

