

dr hab. inż. Lidia Jackowska-Strumiłło, prof. PŁ
Instytut Informatyki Stosowanej
Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki
Politechnika Łódzka

RECENZJA
dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego
dra inż. Tadeusza Sondeja

Przedmiotem recenzji jest dorobek naukowy, dydaktyczny i organizacyjny dr inż. Tadeusza Sondeja w związku z uchwałą Rady Dyscypliny Naukowej „Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne” Wojskowej Akademii Technicznej z 21 lutego br. w sprawie powołania komisji w postępowaniu habilitacyjnym w dziedzinie *nauk inżynieryjno-technicznych* w dyscyplinie *automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne*.

Podstawą do opracowania recenzji jest dokumentacja przedłożona przez Kandydata, na którą składają się: wniosek o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego, kopia dyplomu uzyskania stopnia doktora, autoreferat z opisem osiągnięcia naukowego oraz opisem osiągnięć dydaktycznych i organizacyjnych, wykaz osiągnięć naukowych, kopie publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego, oświadczenia współautorów o ich wkładzie w powstaniu publikacji oraz kopie innych dokumentów potwierdzających osiągnięcia Kandydata.

1. Sylwetka naukowa Habilitanta

Tadeusz Sondej ukończył studia magisterskie na Wydziale Elektroniki, Wojskowej Akademii Technicznej w 1997 r. Tematem pracy dyplomowej był *Projekt miernika krótkich odstępów czasu z wykorzystaniem układu FPGA*. W 2003 r. uzyskał na tej samej uczelni stopień naukowy doktora nauk technicznych w zakresie elektroniki – w specjalności systemy cyfrowe. Obronił rozprawę pt. *Efektywne metody przetwarzania danych w precyzyjnych dalmierzach laserowych z szybkim mikrokontrolerem*.

Od roku 1997 r. do chwili obecnej Kandydat pracuje w Wojskowej Akademii Technicznej, najpierw jako dowódca plutonu w Zespole Ogólnowojskowym, później jako inżynier i asystent w Instytucie Systemów Łączności na Wydziale Elektroniki, następnie jako instruktor na Wydziale Techniki Wojskowej, a obecnie jako adiunkt (od 2004 r.) i kierownik Zakładu Techniki Cyfrowej (od 2020 r.) w Instytucie Systemów Łączności WAT.

2. Ocena osiągnięcia naukowego w postaci cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych

Osiągnięciem naukowym Kandydata jest cykl tematycznie powiązanych publikacji naukowych pt. „Rozproszony, synchroniczny pomiar i przetwarzanie sygnałów biomedycznych” oraz trzy osiągnięcia projektowo-konstrukcyjne, związane tematycznie z w/w. cyklem publikacji.

Tematyka prac naukowych Habilitanta jest ważna i aktualna. Pomiar i przetwarzanie sygnałów biomedycznych ma fundamentalne znaczenie w diagnostyce medycznej, sporcie, wojskowości i wielu gałęziach gospodarki, takich jak np. transport, lotnictwo, itp., w których czynnik ludzki odgrywa kluczową rolę. Sygnały biomedyczne z reguły charakteryzują się małymi wartościami i dużą wrażliwością na różnego rodzaju zakłócenia. Z tego względu ich pomiar jest zagadnieniem złożonym, wymaga precyzyjnego sprzętu i specjalnych technik pomiarowych a także zaawansowanych metod przetwarzania sygnałów. Urządzenia do pomiarów stacjonarnych w/w sygnałów są od dawna znane i stosowane w praktyce klinicznej, natomiast Habilitant skoncentrował się na projektowaniu różnego rodzaju nowatorskich urządzeń przenośnych, które umożliwiają przeprowadzenie pomiarów zarówno w klinice jak i poza nią.

Osiągnięcie naukowe Kandydata dotyczy opracowania technik, algorytmów i aparatury dla synchronicznego pomiaru i przetwarzania wielu sygnałów biomedycznych w czasie rzeczywistym w systemie rozproszonym.

W celu realizacji tego zadania Habilitant zaprojektował i skonstruował autorskie układy oraz urządzenia do rozproszonego i synchronicznego pomiaru sygnałów biomedycznych i środowiskowych. Jest współautorem wielu specjalistycznych systemów pomiarowych, opracowanych w ramach projektów naukowo-badawczych, najważniejsze z nich to:

- 1) wielokanałowy system do pomiaru propagacji fali tętna (MPTT - ang. *Multi-site Pulse Transit Time*),
- 2) integrator LoggerBox systemu monitorowania stanu psychofizycznego kierujących pojazdami,
- 3) rejestrator wielokanałowego systemu rejestracji parametrów fizjologicznych i środowiskowych – Ventus.

Kandydat jest współautorem koncepcji tych systemów, ich realizacji oraz klinicznej i inżynierskiej walidacji. Brał udział nie tylko w projektowaniu i wdrażaniu w/w systemów, lecz także w opracowywaniu metod i technik ich wykorzystania w diagnostyce medycznej i w technice. Brał udział w badaniach klinicznych i środowiskowych, w planowaniu eksperymentów i opracowywaniu wyników pomiarów.

Za najcenniejsze osiągnięcie Habilitanta uważam prace związane z zaprojektowaniem i budową wielokanałowego, wielomiejscowego i synchronicznego pomiaru czasu propagacji fali tętna (Ad. 1. MPTT – osiągnięcie [K1]) oraz opracowanie nowatorskich metod pomiaru i przetwarzania sygnałów biomedycznych, które dają nowe możliwości

diagnostyki chorób sercowo-naczyniowych i układowych (CVD – ang. *cardiovascular diseases*).

System MPTT jest oryginalnym osiągnięciem konstrukcyjnym, który był przedmiotem zgłoszenia patentowego. Został zaprojektowany i wykonany w Wydziale Elektroniki Wojskowej Akademii Technicznej, w zespole dwuosobowym, w którym Habilitant ma dominujący udział. Jest to nowoczesne urządzenie przenośne sterowane systemem mikroprocesorowym z rdzeniem ARM Cortex-M7, którego tor wejściowy obejmuje układy typu AFE (ang. Analog-Front-End) przeznaczone do pomiaru sygnałów elektrokardiograficznych (EKG), fotopletyzmoграфicznych (PPG), moduł z mankietem do nieinwazyjnego pomiaru ciśnienia tętniczego (NIBP) oraz wejścia uniwersalne do podłączenia innych sygnałów z zewnętrznej aparatury. Opracowany przez Habilitanta autorski system wbudowany umożliwia synchroniczny i ciągły pomiar ponad 20 sygnałów, w tym EKG i wielu sygnałów PPG, z zachowaniem wymagań czasu rzeczywistego, niskiego poziomu szumów własnych oraz bezpieczeństwa badanej osoby. Problem badawczy związany z niezawodną wymianą danych w czasie rzeczywistym w przenośnym wielokanałowym systemie pomiarowym Habilitant rozwiązał opracowując protokół komunikacji z zastosowaniem wielostrumieniowych, programowych kolejek pamięci FIFO po stronie systemu mikroprocesorowego urządzenia MPTT oraz binarnego sposobu przesyłania danych. Opracowany protokół został przetestowany dla trzech interfejsów: USB, Bluetooth oraz WiFi i przesyłaniu pakietów danych o różnych długościach.

Ważnym osiągnięciem naukowo-badawczym Habilitanta były prace związane z wykorzystaniem systemu MPTT do oceny stanu układu sercowo-naczyniowego człowieka na podstawie analizy wybranych zarejestrowanych sygnałów biomedycznych. Kandydat razem ze współautorem systemu MPTT przeprowadzili badania testowe wspomnianego systemu a następnie, badania w warunkach klinicznych.

Habilitant rozwiązał następujące problemy badawcze:

- a) Wielomiejscowy pomiar prędkości fali tętna (PWV – ang. *pulse wave velocity*) za pomocą techniki synchronicznej akwizycji i analizy sygnałów PPG – Kandydat opracował algorytm obliczenia PWV: zastosował filtrację sygnałów PPG filtrem Czebyszewa typu II czwartego rzędu, następnie wyznaczał początek fali tętna dla każdego z impulsu PPG jako maksimum drugiej pochodnej przefiltrowanego sygnału PPG, po czym obliczał czas propagacji fali tętna (PTT) dla różnych wariantów lokalizacji czujników PPG (tj. czoło, uszy, palce rąk i nóg). Opracował metody walidacji urządzenia i dobrał optymalne parametry techniczne pomiarów. **Jest to unikalne na świecie urządzenie wykonujące wielomiejscowy i ciągły pomiar PWV.**
- b) Opracowanie nowych metod, precyzyjnej lokalizacji początku fali tętna w sygnałach PPG oraz załamek R w sygnale EKG – Habilitant wspomagał merytorycznie prace mgr inż. Krzysztofa Sieczkowskiego, w którego przewodzie doktorskim był promotorem pomocniczym.
- c) Zbadanie użyteczności pomiaru prędkości fali tętna do oceny sztywności tętnic – po wykonaniu badań klinicznych na grupie 223 osób, w wieku od 21 do 93 lat systemem MPTT i systemem referencyjnym SphygmoCor XCEL Habilitant przeprowadził walidację systemu pomiarowego MPTT zgodnie z wytycznymi Towarzystwa ARTERIA i wykazał, że zaproponowany pomiar PWV za pomocą techniki PPG, ma akceptowalną zgodność z pomiarem referencyjnym. Na podstawie analizy pomiarów

wykazał również, że udział obwodowej sztywności tętnic, wynosi 32% sztywności tętnicy centralnej – aorty. **Należy więc przy tym podkreślić, że zaproponowany przez Kandydata ciągły i wielomiejscowy pomiar umożliwi centralny i regionalny pomiar PWV, co stwarza nowe możliwości w diagnostyce i leczeniu chorób CVD.** Dotychczas stosowany system referencyjny SphygmoCor XCEL umożliwia tylko pomiar centralnej PWV w aorcie.

- d) Poprawa dokładności wyznaczania czasu PTT poprzez prawidłowe wskazanie początku fali tętna (*onset*) – po przeprowadzeniu analizy kilku filtrów cyfrowych Habilitant zaproponował zastosowanie pasmowo-przepustowego filtra Butterwortha 4. rzędu w procesie przetwarzania sygnałów PPG.
- e) Zbadanie wpływu ucisku mankietu NIBP na wynik pomiaru SpO₂ przy jednoczesnym pomiarze ciśnienia – Habilitant przeprowadził pomiary przy użyciu systemu MPTT i wykazał, w publikacji [H3], że chwilowe błędne odczyty mogą wynosić nawet 17%.

Omawiane wyżej prace zostały udokumentowane w publikacjach [H1, H3-H8 oraz H13 i H14] wymienionych w cyklu powiązanych publikacji. Za najcenniejsze uważam publikacje [H4] i [H5] w czasopiśmie *Biocybernetics and Biomedical Engineering* (IF=6,4), w których Habilitant ma dominujący wkład.

Wcześniejsze prace konstrukcyjne Habilitanta integrator LoggerBox (Ad. 2. – osiągnięcie [K2]) i rejestrator Ventus (Ad. 3. – osiągnięcie [K3]) wnoszą znaczący wkład w projektowanie i budowanie wielokanałowych energooszczędnych mobilnych urządzeń do synchronicznych i rozproszonych pomiarów sygnałów biomedycznych i środowiskowych. Doświadczenie zdobyte w projektowaniu i wdrażaniu tych systemów kandydat wykorzystał przy projektowaniu systemu MPTT.

System przenośny Ventus do rejestracji parametrów fizjologicznych i środowiskowych otrzymał niezbędne certyfikacje i został wdrożony w Lotniczej Akademii Wojskowej w Dęblinie do nauki pilotażu za pomocą symulatorów lotniczych. Był też wykorzystywany w pracach badawczych dotyczących klasyfikacji stanów zasypiania. Habilitant opracował między innymi architekturę rejestratora Ventus oraz mechanizmy synchronicznej akwizycji danych z sensorów, a później także efektywne metody oszczędzania energii w sensorach przeznaczonych do pomiaru sygnałów biomedycznych.

Do rozwiązania problemów badawczych nad zastosowaniem folii EMFi (ang. *ElectroMechanical Film*) do bezkontaktowego pomiaru rytmu serca Habilitant zastosował pomiary referencyjne EKG i PPG. Wykorzystał przy tym swoje wcześniejsze osiągnięcia do realizacji synchronicznego pomiaru czterech sygnałów (dwóch z czujników EMFi oraz EKG i PPG). Zaproponował też autorskie metody wykonywania pomiarów i przetwarzania danych zmniejszające wpływ czynników zakłócających.

Habilitant jest też współautorem przenośnego rozproszonego systemu akwizycji i rejestracji sygnałów biomedycznych, środowiskowych i sygnału GPS przeznaczonego do monitorowania stanu sprawności psychofizjologicznej żołnierzy.

Kolejne ważne osiągnięcie konstrukcyjne Kandydata to integrator LoggerBox, który jest głównym modulem sterującym oryginalnym rozproszonym systemem monitorowania stanu psychofizycznego kierujących pojazdami (SMSP). Habilitant jest współautorem koncepcji SMSP oraz Autorem i wykonawcą Integratora LoggerBox. SMSP, który umożliwia pomiary

sygnałów biomedycznych kierowcy, pomiary parametrów jazdy samochodu i sytuacji na drodze oraz pomiary parametrów środowiskowych wewnątrz i na zewnątrz pojazdu. System ten był przedmiotem zgłoszenia patentowego.

Najistotniejsze problemy projektowo-konstrukcyjne integratora LoggerBox, które rozwiązał Habilitant dotyczą między innymi:

- a) wielokanałowego synchronicznego pomiaru i ciągłej akwizycji w czasie rzeczywistym 56 sygnałów, o różnej częstotliwości próbkowania z siedmiu rozproszonych modułów pomiarowych połączonych przewodowo lub bezprzewodowo,
- b) strumieniowego zapisu danych do pamięci wewnętrznej integratora z jednoczesną transmisją danych *online* przez różne interfejsy bezprzewodowe (WiFi, Bluetooth, GSM/GPRS) lub przez USB,
- c) wewnętrznej komunikacji pomiędzy pięcioma mikrokontrolerami,
- d) komunikacji ze zdalnym serwerem przez sieć GSM/GPRS, uwzględniającej zaniki zasięgu sieci GSM/GPRS,
- e) skutecznej pracy systemu w warunkach zakłóceń, tj. podczas jazdy pojazdem.

Kandydat jest współautorem zgłoszenia patentowego związanego z oryginalnym sposobem strumieniowej transmisji danych opracowanego w celu rozwiązania w/w problemów.

Habilitant ma też osiągnięcia w zakresie nowatorskich metod pomiaru sygnału fotopletyzmograficznego (PPG), wykorzystujących czujniki odbiciowe i ich zastosowania do skutecznych pomiarów tętna oraz saturacji krwi tlenem (SpO_2) w warunkach dynamicznych.

Omawiane powyżej prace zostały udokumentowane w publikacjach [H9-H12 i H15] wymienionych w cyklu powiązanych publikacji.

Ostatnim osiągnięciem Habilitanta, wchodzącym w skład ocenianego osiągnięcia jest publikacja [H2] związana z najnowszymi pracami, dotyczącymi opracowania mobilnego modułu do noszenia na ciele przeznaczonego do rozproszonego pomiaru sygnałów biomedycznych oraz obliczania parametrów fizjologicznych w czasie rzeczywistym.

Prace podsumowujące opisane wyżej osiągnięcia, które przedłożono w cyklu 12 powiązanych artykułów w czasopismach składających się na osiągnięcie naukowe Kandydata i 3 publikacji wspomagających zostały opublikowane w latach 2011–2023. **Łączny współczynnik wpływu przedstawionego cyklu prac wynosi 59,831. W pracach tych Kandydat ma zasadniczy wkład merytoryczny. Jest to wartościowy dorobek badawczy w dyscyplinie Automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne.** Habilitant udokumentował swoje prace w renomowanych czasopismach naukowych, z których 10 jest zakwalifikowanych do w/w dyscypliny wiodącej, w tym 5 w czasopismach z listy JCR [H1-H5]. Cztery publikacje (2 z listy głównej i 2 wspomagające) ukazały się w czasopismach zakwalifikowanych do dyscypliny pokrewnej *Inżynieria biomedyczna*, ale udokumentowany w nich wkład Habilitanta klasyfikuje się w dyscyplinie *Automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne*. Należy zwrócić uwagę na bardzo wysoki *impact factor* czasopism, w których ukazały się dwie publikacje wspomagające (IF = 15,53 dla [H13] i IF = 22,67 dla [H14]). Publikacje te są związane z wystąpieniami na bardzo renomowanych konferencjach.

Stwierdzam, że Kandydat wniósł do dyscypliny Automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne. oryginalny wkład badawczy. Zgodnie z Ustawą

z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, dorobek Kandydata obejmuje współautorstwo cyklu publikacji indeksowanych w bazie Journal Citation Reports (JCR).

3. Ocena pozostałych osiągnięć i działalności Habilitanta

3.1. Inna istotna aktywność naukowa albo artystyczna realizowana w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej

Dorobek naukowy Habilitanta (po uzyskaniu stopnia naukowego doktora w roku 2003) nie ujęty w przedłożonym cyklu powiązanych tematycznie prac składa się z następujących autorskich lub współautorskich publikacji i referatów:

- 3 rozdziały w monografiach naukowych,
- 26 artykułów w czasopismach (w tym 3 z listy JCR),
- 43 referaty w materiałach konferencji międzynarodowych i krajowych.

W/w. prace koncentrują się na tematyce specjalistycznych rozproszonych i mobilnych systemów pomiarowych dla medycyny i techniki oraz na rozwiązywaniu problemów związanych z projektowaniem urządzeń i układów elektronicznych o różnym przeznaczeniu.

Cały dorobek badawczy Kandydata ma sumaryczny wskaźnik IF=62,875. Jego prace są cytowane 76 razy (bez autocytowań wg. Scopus), a indeks Hirsha wynosi 5.

Habilitant jest obecnie wykonawcą dwóch grantów: NCBiR, w którym pełni funkcję kierownika grupy zadań oraz NCBiR (POIR Program Operacyjny Inteligentny Rozwój 2014–2020), w którym jest koordynatorem prac; w obu grantach był współautorem wniosków projektowych.

W latach 2003-2022 **był wykonawcą w 21 zrealizowanych projektach** (w tym: 2 projekty europejskie: POIG/UE, 9 projektów NCBiR, 2 MON, 2 MNiSW), w których 3 razy pełnił funkcję kierownika zespołu, raz koordynatora, 6 razy był współautorem wniosków projektowych.

Na wyróżnienie zasługują osiągnięcia projektowe i konstrukcyjne Habilitanta - łącznie 13, w tym 3 wchodzące w skład osiągnięcia habilitacyjnego. Większość z nich została wykonana w ramach projektów lub przy współpracy z innymi instytucjami.

Habilitant współpracował z wieloma instytucjami naukowymi i badawczymi, w których realizował badania naukowe. Poniżej wymieniono najważniejsze z nich.

1. Wojskowy Instytut Medycyny Lotniczej (WIML) w Warszawie - w latach 2005-2016 6 wspólnych projektów, w latach 2013-2016 kandydat pełnił funkcje koordynatora projektu i regularnie przebywał w WIML. Współpraca zaowocowała między innymi opracowaniem i wdrożeniem Wielokanałowego systemu rejestracji parametrów fizjologicznych i środowiskowych Ventus oraz integratora LoggerBox. Wyniki prac zostały udokumentowane w 22 publikacjach naukowych (w tym 3 rozdziały w monografiach i 7 artykułów w czasopismach).
2. Narodowy Instytut Geriatrii, Reumatologii i Rehabilitacji w Warszawie (NIGRiR) – od 2017 r. do chwili obecnej. Współpraca przy redakcji wspólnych wniosków projektowych, a także w ramach prac własnych w zakresie opracowania i badań

autorskiego systemu do wielomiejscowego pomiaru prędkości fali tętna MPTT. Kandydat prowadził w NIGRiR badania naukowe i testy kliniczne systemu MPTT na grupie 136 ochotników (od 12. 2018 r. do 07. 2019 r.). Wynikiem współpracy z lekarzami jest 12 publikacji, w tym 3 artykuły w renomowanych czasopismach z listy JCR.

3. Wojskowy Instytut Medyczny – Państwowy Instytut Badawczy (WIM–PIB) - od 2021 r. do chwili obecnej – współpraca w zakresie opracowania rozproszonego mobilnego systemu pomiarowego do nieinwazyjnych badań medycznych, dwa wspólne projekty badawcze i artykuł w czasopiśmie z listy JCR.
4. Instytut Techniki i Aparatury Medycznej – ITAM w Zabrze - w latach 2009-2016 dwa wspólne projekty w zakresie pomiaru i przetwarzania sygnałów biomedycznych, optymalizacja i certyfikowanie systemu Ventus.
5. Politechnika Warszawska - w latach 2012–2016 dwa wspólne projekty z Instytutem Mikroelektroniki i Optoelektroniki, Wydziału Elektroniki i Technik Informacyjnych PW. Współpraca w zakresie opracowania specjalizowanego układu scalonego do zastosowań biomedycznych. Efektem tej współpracy są 3 publikacje konferencyjne.
6. Instytut Medycyny Pracy im. prof. dr med. Jerzego Nofera w Łodzi - w latach 2011–2012 i 2016-2019 dwa wspólne projekty, współpraca w zakresie badań kierowców, opracowania metod i narzędzi do pomiaru i oceny zmęczenia kierowców.

Habilitant współpracował lub współpracuje z sektorem gospodarczym (m. in. MediSensonic SA, KenBIT Sp. z o.o., Przemysłowe Centrum Optyki, Sidly Sp. z o.o., Bumar Żołnierz S.A., POLHIT Sp. z o.o., TANZI s.c.), gdzie uczestniczył w pracach projektowych i eksperckich.

Kandydat jest współautorem 1 patentu, 4 zgłoszeń patentowych, kilku wzorów użytkowych krajowych i międzynarodowych, 8 wdrożonych technologii.

Wiele z osiągnięć konstrukcyjnych będących wynikiem prac naukowo-badawczych wykonanych przez habilitanta zostało nagrodzonych medalami lub wyróżnieniami na międzynarodowych wystawach wynalazków. Są to: Złote medale na wystawach IWIS (Warszawa, 2021), ICAN (Canada, 2021), EUROINVENT (Rumunia, 2021), Srebrne medale na wystawach BRUSSELS EUREKA (Belgia, 2015), Geneva Inventions (Szwajcaria, 2015), ITEX (Kuala Lumpur, Malezja, 2015) i na Międzynarodowych Targach Wynalazczości SIIF (Seul, Korea Południowa, 2015), Nagroda specjalna na wystawie iENA (Norymberga, Niemcy, 2015). Praca pt.: „Optoelektroniczny, wielowidmowy system wspomagający lądowanie samolotów”, będąca wynikiem projektu NCBiR otrzymała Wyróżnienie Ministra Obrony Narodowej i Prezesa Urzędu Patentowego, za najlepszy patent lub wzór przemysłowy, chroniony prawem własności przemysłowej w IV Konkursie na najlepszą pracę naukową i wdrożenie z obszaru obronności w 2016 r.

Habilitant jest recenzentem artykułów w wielu czasopismach, w tym z listy JCR (Sensors, IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, Metrology and Measurement Systems, Biomedical Engineering/Biomedizinische Technik, Bulletin of the Polish Academy of Sciences, Algorithms) i innych oraz referatów konferencyjnych.

Aktywność naukową Kandydata poza wskazanym cyklem powiązanych prac naukowych należy uznać za bardzo dobrą. Należy też podkreślić wybitną aktywność

Kandydata na polu osiągnięć projektowych i konstrukcyjnych, udział w 22 projektach naukowo-badawczych oraz owocną współpracę z wieloma instytucjami naukowymi i badawczymi.

3.2. Działalność dydaktyczna i popularyzatorska

Habilitant pełnił funkcję promotora pomocniczego w jednym zakończonym przewodzie doktorskim (mgr inż. Krzysztof Sieczkowski, 2016–2020, tytuł rozprawy: „Metoda ciągłego monitorowania zmienności czasu propagacji fali tętna w warunkach naturalnych zakłóceń”), a obecnie jest promotorem pomocniczym dwojga doktorantów (mgr inż. Jolanta Chmielińska – od 2018 r., temat rozprawy: „Wykorzystanie konwolucyjnych sieci neuronowych na potrzeby monitorowania osób kierujących pojazdami”, mgr inż. Adrian Nigot – od 2022 r., temat rozprawy: „Innowacyjne metody pomiaru i przetwarzania sygnałów biomedycznych do estymacji ciśnienia tętniczego krwi”).

Dr Tadeusz Sondej prowadził lub prowadzi zajęcia na kierunkach „elektronika i telekomunikacja”, „biocybernetyka i inżynieria biomedyczna” oraz „mikroelektronika” z 29 przedmiotów kierunkowych, specjalistycznych, a także dla studentów indywidualnych i doktorantów. Wiele z tych przedmiotów zostało wprowadzonych do programu z jego inicjatywy, między innymi: Akwizycja sygnałów biomedycznych, Autonomiczne systemy mikroprocesorowe w zastosowaniach biomedycznych, Elektroniczna aparatura medyczna, Mikroprocesory i systemy wbudowane, Optymalizacja oprogramowania dla mikrokontrolerów, Programowanie systemów wbudowanych, Projektowanie autonomicznych systemów cyfrowych, Projektowanie oprogramowania do pracy w czasie rzeczywistym, Przetwarzanie danych w systemach wbudowanych, Systemy elektroniki noszonej, Systemy mikroprocesorowe w zastosowaniach biomedycznych, Systemy wbudowane, Układy elektroniczne do pomiaru sygnałów biomedycznych i inne. Opracował lub brał udział w opracowaniu kilkunastu nowych stanowisk laboratoryjnych.

Habilitant wypromował 110 dyplomantów (49 inżynierów i 61 magistrów inżynierów), z których kilkudziesięciu zdobyło nagrody w konkursie Dziekana WEL lub Rektora WAT na najlepszą pracę dyplomową. Był autorem programów i opiekunem 24 studentów studiujących wg. trybu indywidualnego na studiach I i II stopnia oraz opiekunem studentki z programu Erasmus+. Aktywizował studentów do publikacji swoich wyników prac na konferencjach lub w czasopiśmie. Opublikował 10 artykułów w czasopiśmie razem ze studentami. Jego 27 podopiecznych wygłosiło referaty na Konferencji Elektroniki, Telekomunikacji i Energetyki Studentów i Młodych Naukowców w latach 2014–2023. Wielu z nich uzyskało nagrody i wyróżnienia za najlepsze referaty. Zachęcał studentów do udziału w konkursach krajowych i międzynarodowych, co zaowocowało wieloma nagrodami i wyróżnieniami, np.: Marek Sawicki (laureat krajowego konkursu „Stypendia dla przyszłych inżynierów” firmy TME, 2010 r.), Dominik Zaręba i Damian Woszczak (I miejsce w krajowym konkursie Hackathon „Touch the World”), Maciej Gołaszewski (nagroda za najlepszy projekt studencki w międzynarodowym konkursie AFCEA Europe Scholarship Award, 2007 r.), Jarosław Lewandowski (II miejsce krajowego finału międzynarodowego konkursu technologicznego dla studentów Imagine Cup 2010), Damian Tomaszewski (III miejsce krajowego finału międzynarodowego konkursu technologicznego dla studentów Imagine Cup 2014).

Kandydat wielokrotnie brał aktywny udział w zespołach opracowujących nowe programy studiów na kierunkach: „Elektronika i telekomunikacja”, „Mikroelektronika”, „Technologie przełomowe”, „Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna”, „Technologie elektroniczne i telekomunikacyjne”, „Optoelektronika”. W 2022 r. był przewodniczącym zespołu dydaktycznego, odpowiedzialnego za przygotowanie projektu programów studiów stacjonarnych II stopnia na kierunku „Mikroelektronika”.

W zakresie działalności popularyzującej naukę w 2021 r. Kandydat wystąpił w Polskim Radio w Programie 3, w audycji pt. „Pora na Trójkę”, temat: „Koszulka Iron Mana pomoże w treningach”. Organizował i prowadził pokazy i spotkania informacyjne dla uczniów szkół ponadgimnazjalnymi i ponadpodstawowych, łącznie 85 przedsięwzięć w latach 2013–2016. Wielokrotnie prowadził też pokazy w ramach dni otwartych WAT.

3.3. Działalność organizacyjna

Od 2020 r. Habilitant pełni funkcję kierownika Zakładu Techniki Cyfrowej w Instytucie Systemów Łączności WAT. Jest członkiem komitetu redakcyjnego czasopisma „Metrology and Measurement Systems” a od 2020 r. redaktorem sekcji. Od 2008 r. jest opiekunem studenckiego Koła Naukowego Elektroników. W latach 2016–2020 był członkiem stałej komisji Rady Wydziału Elektroniki ds. jakości kształcenia. Był członkiem komitetu organizacyjnego międzynarodowej konferencji Microwave and Radar Week (Warszawa, 2012 r.) oraz Konferencji Elektroniki, Telekomunikacji i Energetyki Studentów i Młodych Naukowców Konferencja SECON (WAT, w latach: 2009, 2011, 2012, 2019, 2022), a także członkiem komitetu programowego Konferencji SECON w latach 2017 i 2023. W latach 2013–2016 pełnił funkcję koordynatora Dziekana WEL w zakresie współpracy ze szkołami ponadgimnazjalnymi. W latach 2000–2009 był współorganizatorem i kierownikiem Klubu Krótkofalowców WAT.

4. Wniosek końcowy

Tematyka dorobku badawczego Kandydata jest ściśle związana z dyscypliną *Automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne* i koncentruje się na rozproszonym, synchronicznym, ciągłym pomiarze i przetwarzaniu sygnałów biomedycznych.

Głównym osiągnięciem Kandydata jest zaprojektowanie, budowa i wdrożenie w praktyce klinicznej wielokanałowego, wielomiejscowego i synchronicznego pomiaru czasu propagacji fali tętna oraz opracowanie metod pomiaru i przetwarzania sygnałów biomedycznych, które dają nowe możliwości diagnostyki chorób sercowo-naczyniowych. Kandydat ma też znaczące osiągnięcia w projektowaniu i budowaniu innych wielokanałowych energooszczędnych mobilnych urządzeń dla medycyny i techniki do synchronicznych i rozproszonych pomiarów sygnałów biomedycznych w czasie rzeczywistym. W tematyce tej obejmującej cykl merytorycznie powiązanych prac pt. „Rozproszony, synchroniczny pomiar i przetwarzanie sygnałów biomedycznych” Kandydat zgromadził po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk technicznych

znaczący dorobek publikacyjny w czasopismach naukowych z listy JCR. Jest też współautorem trzech osiągnięć konstrukcyjnych.

Kandydat przedłożył również bogaty dorobek nie ujęty w przedłożonym cyklu powiązanych tematycznie prac składający się z 72 publikacji, w tym: 3 rozdziały w monografiach naukowych, 26 artykułów w czasopismach (3 z listy JCR) i 43 referaty w materiałach konferencji międzynarodowych i krajowych. Należy też wyróżnić wybitną aktywność Kandydata na polu osiągnięć projektowych i konstrukcyjnych, udział w 22 projektach naukowo-badawczych oraz **owocną współpracę z wieloma instytucjami naukowymi i badawczymi, w których realizował badania naukowe**. Kandydata ma również bardzo duży dorobek dydaktyczny i organizacyjny.

Na podstawie przedłożonych osiągnięć badawczych dr inż. Tadeusza Sondejka stwierdzam, że wniósł on twórczy, oryginalny wkład do dyscypliny *Automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne*, w zakresie projektowania i konstruowania układów oraz urządzeń do rozproszonego, synchronicznego i ciągłego pomiaru sygnałów biomedycznych i parametrów środowiskowych, a także projektowania metod pomiarowych i algorytmów przetwarzania i analizy sygnałów dla zastosowań w medycynie i technice.

Stwierdzam, że całokształt osiągnięć badawczych dr inż. Tadeusza Sondejka, po otrzymaniu stopnia doktora, spełnia wymagania stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego zapisane w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.). Wnioskuje o przyznanie Mu stopnia naukowego doktora habilitowanego w dyscyplinie *Automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne*.

Prof. dr hab. inż. Tadeusz Sondejka