



Prof. dr hab. inż. Oleksandra Hotra
Katedra Elektroniki i Technik Informatycznych
Wydział Elektrotechniki i Informatyki
ul. Nadbystrzycka 38 A
20-618 Lublin
e-mail: o.hotra@pollub.pl

RECENZJA

osiągnięcia naukowego Pana dr inż. Tadeusza Sondeja oraz Jego dorobku naukowego w związku z wnioskiem kandydata o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk *inżynieryjno-technicznych*, w dyscyplinie *automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne*

Formalne podstawy przygotowania recenzji

Recenzja została przygotowana w odpowiedzi na pismo z dnia 21 lutego 2024 r. od Pana prof. dr hab. inż. Jana K. Jabczyńskiego, Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej *Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne* Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego w Warszawie, w związku z Uchwałą Rady Dyscypliny Naukowej *Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne* WAT z dnia 21 lutego 2024 r. o powołaniu mnie na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym Pana dr inż. Tadeusza Sondeja.

Recenzję wykonano na podstawie dokumentacji w wersji papierowej i elektronicznej, w skład której wchodzi następujące dokumenty:

1. Wniosek Habilitanta o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego,
2. Załącznik 1 – Dane wnioskodawcy.
3. Załącznik 2 – Kopia dyplomu doktora nauk technicznych.
4. Załącznik 3 – Autoreferat.
5. Załącznik 4 – Wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny.
6. Załącznik 5 – Oświadczenia współautorów publikacji.
8. Załącznik 6 – Oświadczenia o współpracy.
9. Załącznik 7 – Kopie publikacji naukowych stanowiących osiągnięcie naukowe kandydata.

1. Informacje podstawowe o Habilitancie

Dr inż. Tadeusz Sondej jest absolwentem Wydziału Elektroniki Wojskowej Akademii Technicznej, którą ukończył w 1997 r., uzyskując tytuł zawodowy magistra inżyniera o specjalności Elektronika. Od ukończenia studiów nieprzerwanie jest zatrudniony w Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego, pracując najpierw w Zespole Ogólnowojskowym, jako dowódca plutonu (07.1997 – 08.1998), Instytucie Systemów Łączności jako inżynier (08.1998 – 07.1999) i asystent (07.1999 – 01.2003), na Wydziale Techniki Wojskowej jako instruktor (01.2003 – 02.2004), Instytucie Telekomunikacji / Instytucie Systemów Łączności jako adiunkt (03.2004 – 09.2020), a od 10.2020 zajmuje stanowisko kierownika Zakładu Techniki Cyfrowej, Instytutu

Systemów Łączności. Ukończył również studia podyplomowe w zakresie: „Zaawansowane techniki i metody pracy dydaktycznej” na Wydziale Mechatroniki Wojskowej Akademii Technicznej w 2010 r. Uzyskał Certyfikat „PRINCE2 Foundation Certificate in Project Management”, PEOPLECERT w 2017 r.

Działalność naukowo-badawczą dra inż. Tadeusza Sondeja rozpoczęła się w roku 1999 i początkowo koncentrowała się na problematyce związanej z metodami sterowania i przetwarzania danych w precyzyjnych dalmierzach laserowych z wbudowanym mikrokontrolerem. W roku 2003 Habilitant obronił rozprawę doktorską pt. „Efektywne metody przetwarzania danych w precyzyjnych dalmierzach laserowych z szybkim mikrokontrolerem” i uzyskał stopień doktora nauk technicznych w zakresie elektroniki – systemy cyfrowe, na Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego.

2. Ocena osiągnięcia naukowego oraz dorobku habilitacyjnego Habilitanta

Jako osiągnięcie naukowe, stanowiące podstawę do ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego, dr inż. Tadeusz Sondej wskazał cykl publikacji zatytułowany **Rozproszony, synchroniczny pomiar i przetwarzanie sygnałów biomedycznych oraz trzy osiągnięcia projektowo-konstrukcyjne**. Tytuł został sformułowany w sposób prawidłowy i odpowiada on zawartości wybranych przez Habilitanta publikacji w renomowanych czasopismach naukowych. Osiągnięcie naukowe stanowi cykl spójnych tematycznie publikacji naukowych, oznaczonych w Autoreferacie odpowiednio H1-H15 (dwanaście artykułów głównych, dwa wspomagające oraz jeden rozdział w monografii), oraz zrealizowane oryginalne osiągnięcia projektowo-konstrukcyjne, oznaczone w Autoreferacie odpowiednio K1-K3. Zakres badań przedstawiony w publikacjach H1-H15 oraz K1-K3 jest związany z tematem głównego osiągnięcia naukowego.

Ocena merytoryczna prac wchodzących w skład osiągnięcia naukowego

Zgodnie z Ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (z późniejszymi zmianami) do postępowania habilitacyjnego może zostać dopuszczona osoba, która osiada stopień doktora; posiada w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny; wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej. Osiągnięcie to może stanowić cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych lub 1 zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne lub artystyczne. W przypadku Habilitanta osiągnięciem, o którym mowa, to nie tylko cykl publikacji, ale również trzy osiągnięcia projektowo-konstrukcyjne, dotyczące pomiaru i przetwarzanie sygnałów biomedycznych.

Dokumentacja habilitacyjna została przygotowana w sposób przemyślany, bardzo starannie i jest kompletna. Dokumentacja zawiera cele i szczegółowe kierunki badań Habilitanta, opis i analizę dotychczasowych i proponowanych przez Habilitanta rozwiązań, bardzo szczegółowe i wyczerpujące omówienia wyników prowadzonych przez Habilitanta prac.

Przedstawione w Autoreferacie przez Habilitanta cele prac to opracowanie nowatorskiego, przenośnego i miniaturowego rejestratora wielokanałowego systemu rejestracji parametrów fizjologicznych i środowiskowych (Ventus), w tym jednym z celów szczegółowych – to opracowanie sposobu synchronicznej akwizycji wielu sygnałów w czasie rzeczywistym; opracowanie urządzenia (pełniącego rolę integratora) do rozproszonego, wielokanałowego, synchronicznego pomiaru i transmisji sygnałów biomedycznych, środowiskowych oraz parametrów pojazdu, pracującego w obecności zakłóceń; opracowanie systemu do synchronicznego pomiaru i rejestracji wielu sygnałów i parametrów biomedycznych, umożliwiającego pomiar i zobrazowanie w czasie rzeczywistym; przetwarzanie i analiza danych odnoszących się do wybranych sygnałów biomedycznych w celu określania stanu układu sercowo-naczyniowego człowieka. Cele prowadzonych badań zostały jasno sprecyzowane przez Habilitanta, a osiągnięte wyniki szczegółowo przedstawione. Uważam, że cele prowadzonych badań są aktualne i świadczą o dojrzałości naukowej Habilitanta.

Analizując dorobek naukowo-badawczy Habilitanta można stwierdzić, że po rozpoczęciu współpracy naukowo-badawczej Habilitanta z Wojskowym Instytutem Medycyny Lotniczej w Warszawie od roku 2005 obszarem zainteresowań naukowych Habilitanta stały się wiarygodne

metody pomiaru sygnałów biomedycznych i metody ich przetwarzania z wykorzystaniem autonomicznych systemów cyfrowych, dedykowanych do pracy w czasie rzeczywistym i do urządzeń przenośnych. W wyniku działalności naukowo-badawczej w tym obszarze przez Habilitanta zostały zrealizowane następujące oryginalne osiągnięcia projektowo-konstrukcyjne:

[K3] rejestrator wielokanałowego systemu rejestracji parametrów fizjologicznych i środowiskowych – Ventus (opracowany w latach 2005 – 2013, w Wojskowej Akademii Technicznej),

[K2] integrator LoggerBox systemu monitorowania stanu psychofizycznego kierujących pojazdami (opracowany w latach 2010 – 2012, w Wojskowym Instytucie Medycyny Lotniczej),

[K1] wielokanałowy system do pomiaru propagacji fali tętna (opracowany w latach 2015 – 2017, w Wojskowym Instytucie Medycyny Lotniczej),

które stały się podstawą do przeprowadzenia kolejnych badań Habilitanta w kierunku przetwarzania i analizy wybranych sygnałów biomedycznych w celu oceny stanu układu sercowo-naczyniowego człowieka. Należy podkreślić wartość aplikacyjną rezultatów badań.

[K3] Autonomiczny rejestrator systemu Ventus - wielokanałowego systemu rejestracji następujących parametrów fizjologicznych i środowiskowych: sygnału EKG, przyspieszeń występujących w trzech osiach, wartości temperatur (rejestratora i ciała badanej osoby) oraz wysokości n.p.m.

Udział Habilitanta w powstaniu rejestratora systemu Ventus był na poziomie **40%** i obejmował między innymi opracowanie architektury rejestratora Ventus, mechanizmów synchronicznej akwizycji danych z sensorów cyfrowych i torów analogowych, schematów ideowych modułu cyfrowego, protokołu komunikacyjnego, projekt modułu cyfrowego. W autoreferacie zostały przedstawione tylko ogólne informacje o niektórych autorskich rozwiązaniach technicznych i technologicznych ze względu na tajemnicę handlową produktu.

Wartość aplikacyjną rezultatów badań: system Ventus został wdrożony w 2019 r. i jest stosowany w procesie szkolenia podchorążych Lotniczej Akademii Wojskowej na etapach związanych z nauką pilotażu za pomocą symulatorów lotniczych.

[K2] Integrator LoggerBox jest jednym z elementów opracowanego w zespole wieloosobowym systemu monitorowania stanu psychofizycznego kierujących pojazdami (SMSP). Oryginalność takiego rozwiązania polegała na większej funkcjonalności w porównaniu do istniejących oraz uwzględnieniu stanu psychofizycznego kierowcy. Przy opracowaniu integratora Habilitant wykorzystał wiedzę i doświadczenia zdobyte podczas prac nad systemem Ventus [K3], a udział Habilitanta w powstaniu systemu MPTT był znaczący (**70%**) i polegał między innymi na określeniu koncepcji systemu SMSP i roli integratora w tym systemie, opracowaniu architektury integratora LoggerBox, schematów ideowych, wykonaniu projektu integratora, oprogramowania układowego, mechanizmów synchronicznej akwizycji i rejestracji danych z rozproszonych modułów pomiarowych połączonych przewodowo i bezprzewodowo, opracowaniu mechanizmów transmisji danych w czasie rzeczywistym, protokołu komunikacji za pomocą interfejsu CAN, protokołu lokalnej komunikacji radiowej, współdziałanie w opracowaniu protokołu zewnętrznej komunikacji przez USB oraz sieć GSM/GPRS, projektowaniu wielowarstwowych płytek drukowanych.

Efektom prac prowadzonych przy opracowaniu systemu monitorowania stanu psychofizycznego kierujących pojazdami było powstanie dwóch zgłoszeń patentowych, dotyczących układu wykrywania zagrożeń dla kierującego pojazdem oraz sposobu transmisji danych.

Wartość aplikacyjna rezultatów badań: użycie Integratora LoggerBox podczas badań z udziałem zawodowych kierowców [P17].

[K1] Wielokanałowy system do pomiaru propagacji fali tętna – MPTT (MPTT - ang. Multi-site Pulse Transit Time) umożliwia wielokanałowy i synchroniczny pomiar, zobrazowanie w czasie rzeczywistym oraz rejestrację sygnałów biomedycznych, został opisany w pracy [H5] i był wykorzystany do wielomiejscowego pomiaru prędkości fali tętna w celu oceny sztywności naczyń krwionośnych i oceny działania układu sercowo-naczyniowego człowieka.

Prace dotyczące wielokanałowego i wielomiejscowego pomiaru czasu propagacji fali tętna były bardzo istotne z punktu widzenia osiągnięcia habilitacyjnego. W tym obszarze, były zrealizowane następujące cele:

1) opracowanie autorskiego systemu do synchronicznego pomiaru i rejestracji wielu sygnałów i parametrów biomedycznych, umożliwiającego pomiar i zobrazowanie w czasie rzeczywistym takich jak ośmiu dwukanałowych sygnałów PPG (fotopletyzmoграфicznych), 5-odprowadzeniowego sygnału EKG, ciśnienia krwi metodą nieinwazyjną (NIBP) za pomocą mankieta zakładanego na ramię i metodą inwazyjną (IBP), saturacji krwi z dodatkowego modułu referencyjnego.

System MPTT był opracowany w zespole dwuosobowym w Wojskowej Akademii Technicznej, a udział Habilitanta w powstanie systemu MPTT był znaczący (75%) i polegał między innymi na określeniu koncepcji systemu, opracowaniu architektury i projektu systemu, schematów ideowych obwodów cyfrowych i analogowych, oprogramowania układowego, opracowaniu protokołu komunikacyjnego, mechanizmów synchronicznej akwizycji i transmisji danych, projektowaniu wielowarstwowych płytek drukowanych.

2) przetwarzanie i analiza wybranych sygnałów biomedycznych w celu określania stanu układu sercowo-naczyniowego człowieka.

Wartość aplikacyjną rezultatów badań: system MPTT został wykorzystany w trakcie badań klinicznych prowadzonych w różnych ośrodkach: Wojewódzkim Szpitalu Specjalistycznym w Białej Podlaskiej, w Narodowym Instytucie Geriatrii, Reumatologii i Rehabilitacji w Warszawie oraz w Wojskowej Akademii Technicznej (WAT). System ten w dalszym ciągu jest używany w WAT do prowadzenia bieżących prac badawczych oraz podczas zajęć w ramach przedmiotu „Elektroniczna aparatura medyczna”.

Tematyka prac dotycząca wielokanałowego, wielomiejskowego i synchronicznego pomiaru oraz przetwarzania sygnałów biomedycznych jest bardzo aktualna i rozwinięcie jej jest ważnym z powodu zwiększenia możliwości diagnostyki wielu chorób. Choroby układu sercowo-naczyniowego zajmują kluczowe miejsce na liście chorób cywilizacyjnych, dlatego opracowanie nowych metod ich diagnostyki jest niezbędne. Habilitant stale kontynuuje prace naukowo-badawcze powiązane z pomiarem parametrów układu sercowo-naczyniowego, co potwierdzają publikacje w renomowanych czasopismach naukowych.

Przedstawiony jako osiągnięcie naukowe cykl publikacji stanowi 15 następujących pozycji:

Artykuły główne:

[H1] Iwona Jannasz, **Tadeusz Sondej** (udział 30%), Tomasz Targowski, Małgorzata Mańczak, Karolina Obiała, Andrzej Dobrowolski, Robert Olszewski, Relationship between the Central and Regional Pulse Wave Velocity in the Assessment of Arterial Stiffness Depending on Gender in the Geriatric Population, *Sensors*. 2023; 23(13):5823. <https://doi.org/10.3390/s23135823>, IF2022 = 3,9; 100 pkt MEiN2023

[H2] Piotr Łubkowski, Jarosław Krygier, **Tadeusz Sondej** (udział 17%), Andrzej Dobrowolski, Łukasz Apiecionek, Znaniecki Wojciech, Oskwarek Paweł, Decision Support System Proposal for Medical Evacuations in Military Operations, *Sensors*. 2023; 23(11):5144. <https://doi.org/10.3390/s23115144>, IF2022 = 3,9; 100 pkt MEiN2023

[H3] **Tadeusz Sondej** (udział 80%), Sylwia Zawadzka, Influence of cuff pressures of automatic sphygmomanometers on pulse oximetry measurements, *Measurement*. 2022; 187:110329, <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2021.110329>, IF2022 = 5,6; 200 pkt MEiN2023 (200 pkt MEiN2022)

[H4] **Tadeusz Sondej** (udział 65%), Iwona Jannasz, Krzysztof Siczekowski, Andrzej Dobrowolski, Karolina Obiała, Tomasz Targowski, Robert Olszewski, Validation of a new device for photoplethysmographic measurement of multi-site arterial pulse wave velocity, *Biocybernetics and Biomedical Engineering*. 2021; 41(4), 1664-1684, <https://doi.org/10.1016/j.bbe.2021.11.001>, IF2022 = 6,4; 200 pkt MEiN2023 (IF2021 = 5,687; 140 pkt MEiN2021)

[H5] **Tadeusz Sondej** (udział 60%), Krzysztof Siczekowski, Robert Olszewski, Andrzej Dobrowolski, Simultaneous multi-site measurement system for the assessment of pulse wave delays, *Biocybernetics and Biomedical Engineering*. 2019; 39(2), 488-502, <https://doi.org/10.1016/j.bbe.2019.01.001>, IF2022 = 6,4; 200 pkt MEiN2023 (IF2019 = 2,537; 100 pkt MEiN2019)

[H6] Iwona Jannasz, **Tadeusz Sondej** (udział 25%), Tomasz Targowski, Andrzej Dobrowolski, Robert Olszewski, Pomiar prędkości fali tętna – użyteczne narzędzie w ocenie sztywności tętnic, [Pulse wave

velocity - a useful tool in assessing the stiffness of the arteries], *Polski merkuriusz lekarski : organ Polskiego Towarzystwa Lekarskiego*. 2019; 46(276), 257-262, 20 pkt MEiN2023 (20 pkt MEiN2019) [H7] Krzysztof Sieczkowski, Andrzej Piotr Dobrowolski, **Tadeusz Sondej** (udział 30%), Robert Olszewski, Wyznaczanie czasu propagacji fali tętna w oparciu o sygnały EKG i PPG [The method for determining a pulse transit time, which is based on simultaneous measurement of ECG and PPG signals], *Przegląd Elektrotechniczny*. 2019; 95(11), 101-104, <https://doi.org/10.15199/48.2019.11.27>, IF2022 = 0,5; 70 pkt MEiN2023 (20 pkt MEiN2019)

[H8] Krzysztof Sieczkowski, **Tadeusz Sondej** (udział 60%), Real-time data acquisition based on common use interfaces at Matlab and embedded system, *International Journal of Microelectronics and Computer Science*. 2017; 7(3), 100-108. (lista B, 7 pkt MEiN2016)

[H9] **Tadeusz Sondej** (udział 50%), Krzysztof Różanowski, Dominik Sondej, Reflectance Method for a Wearable Photoplethysmographic Sensor – Experimental Evaluation, *The Polish Journal of Aviation Medicine, Bioengineering and Psychology*. 2016; 22(1), <https://doi.org/10.13174/pjambp.30.12.2016.01>, 70 pkt MEiN2023 (lista B, 7 pkt MEiN2016)

[H10] **Tadeusz Sondej** (udział 65%), Marcin Maciejewski, A Low-Power Autonomous Sensor Module for Biomedical Applications, *Measurement Automation Monitoring - Pomiar Automatyka Kontrola*. 2016; 6(62), 70 pkt MEiN2023 (lista B, 11 pkt MEiN2016)

[H11] Krzysztof Różanowski, Krzysztof Murawski, **Tadeusz Sondej** (udział 30%), Olaf Truszczyński, Integrated psychophysical condition monitoring system for vehicle drivers, *Biuletyn Wojskowej Akademii Technicznej*. 2013; 62(4), 29-46, 40 pkt MEiN2023 (lista B, 5 pkt MEiN2013)

[H12] Krzysztof Różanowski, **Tadeusz Sondej** (udział 20%), Jarosław Lewandowski, Mariusz Łuszczuk, Zenon Szczepaniak, Multisensor system for monitoring human psycho-physiologic state with the use of microwave sensor, *Elektronika : konstrukcje, technologie, zastosowania*. 2012; 53(7), 82-88, 20 pkt MEiN2023 (lista B, 6 pkt MEiN2012)

Publikacje wspomagające:

[H13] Iwona Jannasz, **Tadeusz Sondej** (udział 30%), Tomasz Targowski, Andrzej Piotr Dobrowolski, Robert Olszewski, Artery stiffness assessed in elderly patients with heart failure and diabetes, *European Journal of Heart Failure*. 2020, 22(S1):P1905, 326-327, <https://doi.org/10.1002/ejhf.1963>, IF2022 = 18,2; 200 pkt MEiN2023 (IF2020 = 15,534; 200 pkt MEiN2020)

[H14] Robert Olszewski, **Tadeusz Sondej** (udział 55%), Krzysztof Sieczkowski, Katarzyna Obiała, Iwona Jannasz, Tomasz Targowski, Andrzej Piotr Dobrowolski, Validating a new device for precise assessment of pulse wave velocity in arteries of various structures in patients in different age groups, *European Heart Journal*. 2019; 40(S1):P1522, 827-827, <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz748.0284>, IF2022 = 39,3; 200 pkt MEiN2023 (IF2019 = 22,673; 200 pkt MEiN2019)

[H15] **Tadeusz Sondej** (udział 100%), Technika wykorzystania folii EMFi do badania aktywności pracy serca, Rozdział w monografii. *Monografia Bezkontaktowe metody monitorowania aktywności psychofizjologicznej*, Redaktorzy: Łukasz Dziuda, Franciszek Skibniewski, Władysław Torbic, *Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa, 2011; 60-87, ISBN 978-83-60434-91-8* (5 pkt MEiN2011)

Habilitant zaklasyfikował publikacje [H13-H15] jako wspomagające przy czym prace [H13-H14] zostały opublikowane w prestiżowych czasopismach naukowych i zawierają tylko streszczenia wyników prowadzonych badań, które zostały wcześniej zaprezentowane na renomowanych, międzynarodowych konferencjach naukowych. Natomiast, publikacja wspomagająca [H15] jest publikacją jednoautorską i stanowi rozdział w monografii, która dotyczy bezkontaktowych metod monitorowania aktywności psychofizjologicznej.

Wkład Habilitanta w osiągnięcia stanowiące podstawę wniosku został szczegółowo omówiony w Autoreferacie (Załącznik 3), wykazie osiągnięć naukowych (Załącznik 4) oraz oświadczeniach o wkładzie poszczególnych autorów w powstanie publikacji (Załącznik 5). Oświadczenia o wkładzie poszczególnych autorów w powstanie publikacji, zawierające opis merytorycznego wkładu współautorów w publikację oraz deklaracje procentowego udziału w publikacji wskazują, że w większości współautorskich publikacji naukowych Habilitant odgrywał wiodącą rolę; w dwunastu z piętnastu publikacji Habilitant był pierwszym lub drugim autorem. Udział Habilitanta polegał przede wszystkim na określeniu koncepcji pracy, zaplanowaniu badań, wyborze metodyki badań, prowadzeniu

badania, interpretacji wyników. W publikacjach współautorskich udział Habilitanta wynosi od 17% do 80%. Liczba publikacji, w których udział Habilitanta przekracza 50%, wynosi 8.

Cykl publikacji naukowych należących do osiągnięcia naukowego można podzielić tematycznie na obszary. Do poszczególnych obszarów tematycznych przyporządkowana jest różna liczba publikacji.

Na pierwszy obszar badań, dotyczący rozproszonego i synchronicznego pomiaru sygnałów biomedycznych, składał się cykl publikacji [H9-H12, H15]. Początkowo był on powiązany z pracami naukowo-badawczymi nad zastosowaniem folii EMFi (ang. ElectroMechanical Film) do bezkontaktowego pomiaru rytmu serca [H15] oraz pracami projektowymi [K2] i [K3]. Określenie skuteczności pomiaru drgań serca za pomocą czujników EMFi było możliwe ze względu na stosowanie synchronicznego pomiaru 2 sygnałów z czujników EMFi oraz EKG i PPG. Na podstawie przeprowadzonych badań eksperymentalnych Habilitant określił możliwości zastosowania odpowiednich metod przetwarzania danych w celu eliminacji takich czynników jak: duża wrażliwość na sposób umieszczenia czujników, sposób siedzenia oraz aktywność fizyczna podczas badania przy pomiarach aktywności mechanicznej serca z zastosowaniem czujników EMFi. Najważniejsze osiągnięcia Habilitanta w opracowaniu prac [K2] i [K3] zostały opisane wyżej.

Kolejne badania dotyczyły rozproszonego i synchronicznego pomiaru sygnałów biomedycznych w celu monitorowania stanu sprawności psychofizjologicznej żołnierzy. Jednym z osiągnięć Habilitanta było opracowanie kilku elementów: tzw. osobistego serwera danych PDS oraz modułów AGS (pomiar aktywności fizycznej) i SPS (pomiar saturacji krwi) osobistego urządzenia pomiarowego (OUP), które jest rozproszonym systemem akwizycji i rejestracji sygnałów biomedycznych, środowiskowych i sygnału GPS. Wybrane wyniki badań zostały przedstawione w artykule [H12]. Opracowane przez Habilitanta mechanizmy synchronizacji były rozwijane dalej w pracach [H2, H5, H8].

Wyniki badań związanych z rozproszonym, synchronicznym i wielokanałowym systemem przeznaczonym do akwizycji, rejestracji i zdalnej transmisji parametrów fizjologicznych, środowiskowych oraz parametrów pojazdu zostały zawarte w publikacji [H11]. Wyniki pracy naukowo-badawczej Habilitanta w przedstawionym powyżej zakresie zostały omówione w opisie osiągnięcia [K2].

Publikacja [H10] jest związana z kontynuacją prac opisanych w osiągnięciu [K3] i dotyczy metod oszczędzania energii w czujnikach przeznaczonych do pomiaru sygnałów biomedycznych. W wyniku zaproponowanych rozwiązań, polegających na dynamicznym zarządzaniu zegarami, stosowaniu kontrolera DMA oraz cyklicznym usypianiu mikrokontrolera, czas pracy modułu testowego zasilanego z baterii, zwiększył się ponad 6-krotnie. Należy podkreślić, że wyniki pracy [H10] mają praktyczne zastosowanie w autorskich modułach pomiarowych opisanych w publikacji [H2], które stanowią jeden z elementów systemu wspomagania decyzji ewakuacji medycznej (projekt [P1]).

Podstawą dalszej pracy naukowo - badawczej Habilitanta były systemy mikroprocesorowe, przeznaczone do synchronicznej i rozproszonej akwizycji sygnałów biomedycznych i stanowiły one punkt wyjściowy do dalszych badań w zakresie obwodów analogowo-cyfrowych w torach wejściowych układu pomiarowego. W szczególności obejmowały one nowatorskie metody pomiaru sygnału_PPG, wykorzystujące czujniki odbiciowe [H9]. Tematyka badań została podjęta przez Habilitanta ze względu na potrzebę poszukiwania nowych i skutecznych pomiarów tętna oraz saturacji krwi tlenem (SpO_2) w warunkach dynamicznych. Podczas realizacji prac naukowo - badawczych Habilitant wraz z innymi współautorami uczestniczył w pracach koncepcyjnych, projektowych, badawczych oraz analitycznych. Wyniki uzyskane w pracy [H9] stanowiły podstawę w kolejnych pracach naukowo-badawczych, związanych z pomiarem sygnału PPG, przedstawionych w artykułach [H2-H5, H7].

Prace naukowo-badawcze, których wyniki tworzą cykl artykułów [H1, H3-H8], dotyczą wielomiejscowego pomiaru propagacji fali tętna i związanych z nim aplikacji. Do realizacji badań niezbędny jest synchroniczny i ciągły pomiar wielu sygnałów PPG oraz sygnału EKG. Opracowany przez Habilitanta system pomiarowy wymagał utworzenia dedykowanego protokołu komunikacji w czasie rzeczywistym pomiędzy oprogramowaniem Matlab, a urządzeniem pomiarowym systemu MPTT [K1]. Podstawą opracowania tego protokołu były wyniki prac Habilitanta w ramach osiągnięć [K2] i [K3], w tym prac opisanych w [H11-H12]. Habilitant zaproponował sposób transmisji danych, który może być wykorzystany w różnych systemach pomiarowych, z interfejsami przewodowymi lub bezprzewodowymi. Wyniki prac [H8] Habilitant zastosował do realizacji osiągnięcia [K1], przedstawionego w artykule [H5].

Dalszy kierunek badań Habilitanta był bezpośrednio związany z wielomiejscowym pomiarem prędkości fali tętna (PWV). W tym miejscu należy zaznaczyć, że Habilitant był promotorem pomocniczym w przewodzie doktorskim mgr inż. Krzysztof Sieczkowskiego, którego tematyka znajduje się w tym obszarze badawczym [H7].

Opracowanie przez Habilitanta własnych metod obliczania czasu propagacji fali tętna, a następnie prędkości PWV było możliwe dzięki intensywnej współpracy dwóch ośrodków Wojskowej Akademii Technicznej oraz Narodowego Instytutu Geriatrii, Reumatologii i Rehabilitacji w Warszawie. W artykule [H6] zostały przeanalizowane użyteczność ciągłego i wielomiejscowego pomiaru PWV do oceny sztywności tętnic. W publikacji [H5] Habilitant opisał system pomiarowy MPTT oraz oryginalne osiągnięcia opisane w [K1]. Habilitant do badań walidacyjnych zaproponował wykorzystanie scenariusza wykonywania badania systemem MPTT i systemem referencyjnym SphygmoCor XCEL [H4]. Dokładne wyznaczenie propagacji fali tętna w różnych konfiguracjach punktu proksymalnego i dystalnego stało się możliwe dzięki synchronicznemu pomiarowi wielu sygnałów PPG mierzonych na czole, uszach i palcach obydwu rąk i nóg. Dodatkowo, w publikacji [H4] zostały przedstawione najważniejsze osiągnięcia, które dotyczyły pomiaru PWV za pomocą techniki PPG. Zaproponowany przez Habilitanta ciągły i wielomiejscowy pomiar PWV charakteryzował się akceptowalną zgodnością z pomiarem referencyjnym. Należy podkreślić nowe i innowacyjne podejście Habilitanta do pomiaru, które on zaproponował. Opracowane w głównej mierze przez Habilitanta urządzenie MPTT jest unikalnym, oryginalnym, oraz poszerza możliwości diagnostyki i leczenia chorób sercowo-naczyniowych. Istotnym osiągnięciem Habilitanta są wyniki wielomiejscowego i ciągłego pomiaru PWV w celu oceny określenia sztywności tętnic, która może służyć jako marker we wczesnym wykrywaniu chorób sercowo-naczyniowych. Ważnym wkładem Habilitanta w problematykę centralnego i regionalnego pomiaru PWV są wyniki badań, określające udział procentowy obwodowej sztywności tętnic w stosunku do sztywności tętnicy. Wyniki badań Habilitanta w kierunku wielomiejscowego pomiaru PWV dają możliwość przeprowadzenia szczegółowej analizy zależności pomiędzy centralną (w aorcie) a regionalną (w kończynach) PWV w zależności od płci, w populacji geriatrycznej [H1].

Rejestracja sygnału PPG dla diody czerwonej RED oraz podczerwonej w systemie MPTT umożliwiła wyznaczenie saturacji krwi tlenem SpO_2 , obniżony poziom której może stwarzać zagrożenie nie tylko dla zdrowia, ale i życia człowieka. Habilitant w trakcie realizacji badań PPG przy użyciu systemu MPTT wykonywał automatyczny i synchroniczny NIBP (nieinwazyjny pomiar ciśnienia krwi) za pomocą mankieta zakładanego na ramię. W wyniku przeprowadzonych badań wpływu ucisku mankieta na wynik pomiaru SpO_2 Habilitant ustalił, że przy jednoczesnym pomiarze ciśnienia krwi (najbardziej popularną metodą oscylometryczną) i saturacji krwi (za pomocą powszechnie stosowanego pulsoksymetru) otrzymane odczyty SpO_2 mogą być błędne w zakresie aż do $\pm 17\%$ z tendencją do zawyżania wyniku (średnio o 2,9%) [H3]. To jest istotnym osiągnięciem Habilitanta.

Do ważnych osiągnięć Habilitanta można zaliczyć również unikalną, zgromadzoną przez Habilitanta w wyniku przeprowadzonych badań bazę synchronicznie zarejestrowanych sygnałów (EKG, PPG, NIBP, sygnały z akcelerometrów, referencyjne SpO_2 oraz PWV), która poszerzy możliwości analizy sygnałów biomedycznych.

Ostatnie badania Habilitanta dotyczą opracowania mobilnego, do noszenia na ciele, modułu przeznaczonego do rozproszonego pomiaru sygnałów biomedycznych oraz obliczania parametrów fizjologicznych w czasie rzeczywistym. Opracowany przez Habilitanta moduł pomiarowy zawierał trzy zintegrowane czujniki, umieszczone na czole, klatce piersiowej oraz na nadgarstku. Został opisany w artykule [H2].

Za najważniejsze osiągnięcia projektowo-konstrukcyjne oraz naukowo-badawcze Habilitanta należy uznać:

- opracowanie istotnych elementów rejestratora, pełniącego rolę „holtera” parametrów i sygnałów biomedycznych oraz parametrów środowiskowych; udział w procesie certyfikacji rejestratora Ventus ([K3])
- opracowanie sposobu synchronicznej akwizycji, rejestracji i jednoczesnej transmisji (jednocześnie przez sieć GSM/GPRS oraz USB lub WiFi) pięćdziesięciu sześciu sygnałów w czasie rzeczywistym, odczytywanych z rozproszonych modułów pomiarowych (przewodowych – interfejs CAN lub bezprzewodowych), pracujących w warunkach zakłóceń ([K2, H11]),

- opracowanie sposobów strumieniowego przesyłania danych w czasie rzeczywistym, uwzględniającego jednocześnie sygnały o stałym i zmiennym okresie próbkowania ([K2], [H11]),
- opracowanie metod ciągłej akwizycji i rejestracji sygnałów z rozproszonych układów pomiarowych [H2, H5, H8, H10-H12],
- opracowanie wielokanałowego systemu do pomiaru propagacji fali tętna ([K1], [H5]),
- zebranie i przygotowanie bazy 223 rekordów, zawierających synchronicznie zapisane 2 sygnały EKG, 14 sygnałów PPG, 9 sygnałów z akcelerometru (3 akcelerometry, każdy po 3 osie) oraz wyniki pomiaru NIBP i wyniki referencyjnego pomiaru SpO₂,
- opracowanie oraz walidacja techniki pomiaru i algorytmów przetwarzania danych do wielomiejscowego pomiaru prędkości fali tętna metodą fotopletyzmoграфiczną ([H4-H5, H14]),
- odkrycie zależności chwilowego wzrostu odczytów pomiarów pulsoksymetrycznych występującego podczas pomiaru ciśnienia krwi automatyczną metodą oscylometryczną ([H3]),
- opracowanie układów i urządzeń elektronicznych, stosowanych w medycynie ([H2, H5, H9-H10, H15]) oraz w technice ([H11-H12]).

Analizując cykl publikacji można wywnioskować, że Habilitant pogłębiał swoją wiedzę z zakresu rozproszonego, synchronicznego pomiaru i przetwarzania sygnałów biomedycznych oraz stosował ją przy opracowaniu rozwiązań projektowo-konstrukcyjnych. **Stwierdzam, że tematyka badawcza Habilitanta jest aktualna i oryginalna. Prace prowadzone przez Habilitanta cechuje wysoki poziom nie tylko naukowy, ale i aplikacyjny. Pozwalają one na opracowanie metod, układów i urządzeń elektronicznych do pomiaru sygnałów biomedycznych oraz wyznaczenia parametrów fizjologicznych.**

Ocena bibliometryczna osiągnięcia naukowego

Osiem artykułów z cyklu publikacji zostało opublikowanych w czasopismach, włączonych do listy JCR. Habilitant wykazał się współautorstwem w publikacjach w renomowanych czasopismach o znaczącym *impact factor* (IF), takich jak Measurement (IF2022 = 5,6), Biocybernetics and Biomedical Engineering (IF2022 = 6,4), European Journal of Heart Failure (IF2022 = 18,2), European Heart Journal (IF2022 = 39,3). Artykuły w tych czasopismach były opublikowane w latach 2019-2023. Podsumowując analizę powyższego cyklu publikacji stwierdzam, że większość stanowią publikacje z wysoką oceną punktową (np., z punktacją ministerialną od 100 pkt do 200 pkt (na dzień 20.09.2023 r.) - siedem publikacji, opublikowanych w latach 2019-2023, z punktacją ministerialną 70 pkt – trzy publikacje). Należy zauważyć, że poziom publikacji Habilitanta rośnie wraz z latami ich publikacji: np. w roku 2016 było dwie publikacje z punktacją ministerialną 70 pkt, a w latach 2019-2022 - trzy publikacje z punktacją ministerialną 200 pkt (na dzień 20.09.2023 r.).

W mojej ocenie zastrzeżeniem w ocenianym dorobku publikacyjnym Habilitanta może być fakt, że dominują w nim publikacje współautorskie. Jednak może być to tłumaczone tym, że podjęta przez Habilitanta tematyka wymagała współpracy z innymi ośrodkami oraz prowadzenia badań w zespołach badawczych, w których Habilitant uczestniczył lub którymi kierował, a efektem tej działalności naukowo-badawczej były publikacje wieloautorskie.

Największy oddźwięk w środowisku naukowym znalazła publikacja [H5] „Simultaneous multi-site measurement system for the assessment of pulse wave delays” w czasopiśmie „Biocybernetics and Biomedical Engineering”, opublikowana w 2019 r. i jest najczęściej cytowanym artykułem z analizowanego cyklu publikacji Habilitanta: na dzień 03.05.24 r. 14 cytowań wg. *Web of Science* i 15 cytowań wg. *Scopus*. Należy również stwierdzić, że liczba cytowań innych artykułów z cyklu publikacji nie jest wysoka, mieści się w przedziale 0-4 wg. *Web of Science* oraz 0-12 wg. *Scopus*, a sumaryczna liczba cytowań cyklu prac wynosi 19 wg. *Web of Science* oraz 39 wg. *Scopus*.

3. Ocena pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych i aktywności naukowej

Publikacje dr inż. Tadeusza Sondeya, nieuwzględnione w ocenianym cyklu wskazanym we wniosku, obejmują: 3 rozdziały w monografiach naukowych, 26 artykułów, opublikowanych w czasopismach naukowych z różnymi *impact factor*. Najwyższy *impact factor* ma czasopismo Biocybernetics and Biomedical Engineering (IF2022 = 6,4), w którym Habilitant opublikował 2 artykuły. Większa część artykułów została opublikowana w czasopismach z niską punktacją listy

ministerialnej (od 0 do 20). Należy zaznaczyć, że po złożeniu wniosku habilitacyjnego został opublikowany w roku 2024 kolejny artykuł Habilitanta w czasopiśmie „Archives of Gerontology and Geriatrics”, co świadczy o dalszej kontynuacji tematyki badawczej podjętej przez Habilitanta w ramach współpracy z innymi ośrodkami.

Należy wymienić liczne osiągnięcia projektowo-konstrukcyjne Habilitanta – 14, trzynaście z których po uzyskaniu stopnia doktora. Oprócz trzech wymienionych jako osiągnięć naukowych [K1-K3], które zostały już przeanalizowane, większość z nich dotyczy pomiaru sygnałów biomedycznych (EKG, PPG, EMG), wyznaczania parametrów fizjologicznych (np. HR, SpO2, częstości oddechu, ciśnienia krwi, temperatury, potliwości) oraz opracowania systemów do pomiaru, rejestracji i zdalnej transmisji parametrów fizjologicznych i środowiskowych. Jednym z ważniejszych osiągnięć projektowo-konstrukcyjnych z innych obszarów jest wielokanałowy licznik czasu i częstotliwości MTC108, który został wdrożony.

4. Ocena ilościowa dorobku naukowego oraz innych wskaźników dokonań naukowych

Przedstawiony w Autoreferacie łączny publikacyjny dorobek naukowy Habilitanta obejmuje 42 artykuły opublikowane w czasopismach naukowych oraz 3 rozdziały w monografiach po uzyskaniu stopnia doktora. Po uzyskaniu stopnia doktora zwiększyła się lista czasopism, w których Habilitant publikował, o czasopisma z wysokim *impact factor*. Za okres po uzyskaniu stopnia doktora sumaryczny *impact factor* dla czasopism z listy publikacji autora według Journal Citation Reports zgodnie ze stanem na wrzesień 2023 r. wynosi 98,6 (84,2 dla publikacji z cyklu). Na dzień 03.05.24r. Indeks Hirscha Habilitanta wynosi 5 wg. bazy Web of Science, 6 wg. Bazy Scopus oraz 7 wg. Bazy Google Scholar.

Na dzień 03.05.24r. liczba cytowań publikacji Habilitanta w porównaniu do podanych przez Habilitanta na dzień 20.09.2023r. danych wzrosła o 10 (7 bez autocytowań) i wynosi 69 (57 bez autocytowań) wg. Bazy Web of Science, o 12 (12 bez autocytowań) i wynosi 106 (88) wg. Bazy Scopus, oraz o 26 i wynosi 188 wg. Bazy Google Scholar. Rosnąca liczba cytowań publikacji Habilitanta, z których ok. 83% stanowią cytowania w licznych publikacjach innych autorów (57 publikacji bez autocytowań, według Bazy Web of Science), potwierdza ich zainteresowanie badaniami i rezultatami naukowymi Habilitanta. Analizując wskaźniki naukometryczne można dorobek Habilitanta można sklasyfikować na poziomie zadowolającym.

Biorąc pod uwagę aktualność tematyki prowadzonych przez Habilitanta badań, aspekt naukowy i wysoki poziom aplikacyjny osiągnięć Habilitanta, zawartość i jakość Jego publikacji stwierdzam, że moja ocena działalności naukowej Habilitanta jest pozytywna.

5. Ocena stopnia spełnienia pozostałych wymagań ustawowych

Habilitant prezentował swoje osiągnięcia naukowe 46-krotnie (43 razy po uzyskaniu stopnia doktora) na konferencjach naukowych krajowych i międzynarodowych: w Polsce, Francji, Portugalii, Włoszech. Wystąpienia Habilitanta są ściśle powiązane z tematyką osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę do ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego. Trudno ocenić merytoryczny i procentowy wkład Habilitanta w powstanie tych występów i publikacji pokonferencyjnych z powodu braku informacji w Autoreferacie o udziale współautorów w wystąpieniach konferencyjnych i publikacjach.

Należy podkreślić aktywny udział Habilitanta w sześciu komitetach organizacyjnych oraz dwóch komitetach programowych konferencji międzynarodowych i krajowych:

Dorobek publikacyjny Habilitanta jest znaczący i świadczy, że Habilitant jest ukształtowanym badaczem naukowym.

Habilitant wykazał się istotną aktywnością naukową, realizowaną w sześciu instytucjach, co stanowi jedną z przesłanek ubiegania się o stopień doktora habilitowanego: współpraca z Wojskowym Instytutem Medycyny Lotniczej w Warszawie, Narodowym Instytutem Geriatrii, Reumatologii i Rehabilitacji w Warszawie, Wojskowym Instytutem Medycznym – Państwowym Instytutem Badawczym w Warszawie, Instytutem Techniki i Aparatury Medycznej – ITAM w Zabrze, Politechniką Warszawską, Instytutem Medycyny Pracy im. prof. dr med. Jerzego Nofera w Łodzi. Efektem współpracy są 9 projektów [P-P2, P5, P9-P11, P17, P20-P21], liczne publikacje oraz 2 osiągnięcia projektowo-konstrukcyjne [K1,K3]. Niestety w autoreferacie brak jest informacji na temat współpracy Habilitanta z instytucjami zagranicznymi.

Habilitant aktywnie uczestniczył lub uczestniczył w realizacji 24 projektów, pełniąc funkcje wykonawcy (24 projekty), koordynatora (2 projekty), współautora wniosku projektowego (8 projektów), kierownika Grupy Zadań (1 projekt), kierownika po stronie członka konsorcjum (1 projekt), kierownika zespołu inżynierów (1 projekt). 12 projektów to są projekty finansowane przez NCBiR, siedem z których to są programy i projekty na rzecz obronności i bezpieczeństwa państwa, szczególnie ważnymi na dzień dzisiejszy. Wynikiem realizacji projektów były 13 projektowych, konstrukcyjnych, osiągnięć Habilitanta, większość z których dotyczą opracowania systemów pomiaru, przetwarzania i analizy sygnałów biomedycznych i mają szerokie zastosowanie aplikacyjne. W trakcie realizacji 2 projekty finansowane przez NCBiR.

Habilitant brał udział w dwóch programach europejskich: Programie Operacyjnym Inteligentny Rozwój (kierowanie pracami badawczo-rozwojowymi i realizacja projektu [P3]) oraz Programie Operacyjnym Innowacyjna Gospodarka (realizacja dwóch projektów [P19, P22]).

Oprócz udziału w wyżej wymienionych 22 projektach, Habilitant był kierownikiem dwóch Uczelnianych Grantów Badawczych WAT (w jednym jest obecnie) oraz wykonawcą w dziewięciu projektach PBS WAT.

Wyniki realizowanych przez Habilitanta (jako współautora) w ramach projektów prac naukowo-badawczych zostały wielokrotnie nagrodzone: za opracowanie inteligentnej odzieży biomedycznej (trzy Złote medale na Międzynarodowej Warszawskiej Wystawie Wynalazków, ICAN – Międzynarodowym Konkursie Innowacji Wynalazczych w Kanadzie oraz EUROINVENT-Europejskiej Wystawie Kreatywności i Innowacji w Rumunii; za opracowanie Wielofunkcyjnego systemu pomiarowego do precyzyjnej metrologii czasu i częstotliwości (cztery Srebrnych medale na Międzynarodowej Wystawie Innowacji, Badań i Nowych Technologii BRUSSELS EUREKA w Belgii, Międzynarodowych Targach Wynalazczości SIIF w Korei Południowej, Międzynarodowej Wystawie Wynalazczości, Nowoczesnej Techniki i Wyrobów w Szwajcarii oraz Międzynarodowej Wystawie Wynalazków – ITEX w Malezji Nagrodę specjalną na Międzynarodowej Wystawie Wynalazków iENA w Niemczech.

Aktywność naukowa Habilitanta, związana z sześcioma instytucjami, oraz Jego udział w realizacji tak dużej liczby projektów potwierdzają umiejętność i doświadczenie we współpracy w zakresie naukowo-badawczym.

Habilitant jest członkiem tylko jednej międzynarodowej organizacji IEEE Organization, dlatego uważam, że aktywność w tym zakresie jest niska. Od roku 2020 Habilitant jest redaktorem sekcyjnym Międzynarodowego czasopisma naukowego „Metrology and Measurement Systems”. Habilitant wykonał 27 recenzji artykułów naukowych, w tym 19 recenzji dla czasopism ≥ 140 pkt.

W wykazie staży w instytucjach naukowych Habilitant legitymuje się regularnym pobytem w Wojskowym Instytucie Medycyny Lotniczej w Warszawie w okresie od 07.2013 r. do 04.2016 r.: prowadzenie prac merytorycznych, kierowniczych i organizacyjnych projektu HeC w ramach konsorcjum projektu (konsorcjum w składzie: Wojskowy Instytut Medycyny Lotniczej, Politechnika Warszawska, Instytut Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej im. Macieja Nałęcza Polskiej Akademii Nauk, Instytut Technologii Elektronowej, Bumar Elektronika S.A.) oraz regularnym pobytem w Narodowym Instytucie Geriatrii, Reumatologii i Rehabilitacji w Warszawie w okresie od 12.2018 r. do 07.2019 r.: realizacja prac w zakresie opracowania i badań autorskiego systemu do wielomiejscowego pomiaru prędkości fali tętna [K1] oraz konsultacje naukowe z lekarzami i pomiary opracowanym systemem MPTT na grupie 136 ochotników. Efektem prac prowadzonych w ramach dwóch wymienionych pobytów są 13 artykułów w czasopismach naukowych, 2 publikacje pokonferencyjne oraz 7 występów na krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych.

Habilitant wielokrotnie współpracował z sektorem gospodarczym. Do dorobku technologicznego Habilitanta można zaliczyć technologie, opracowane w ramach projektów [P1, P3-P4, P12, P17] oraz inne, dotyczące energooszczędnych, miniaturowych autorskich układów pomiarowych, oprogramowania dla mikrokontrolera do akwizycji i przetwarzania danych w czasie rzeczywistym; systemu do wielokanałowego i wielomiejscowego, synchronicznego pomiaru i rejestracji sygnałów biomedycznych oraz ich przetwarzania w trybie offline; mikrosystemu cyfrowego, wykonanego jako tzw. elektronika noszona; sterowania precyzyjnym modułem pomiarowym z układem FPGA, przetwarzania i wizualizacji danych pomiarowych w czasie rzeczywistym; synchronicznej akwizycji sygnałów z rozproszonych modułów pomiarowych połączonych przewodowo

i bezprzewodowo, rejestracji sygnałów na karcie pamięci oraz ich transmisji przez interfejs USB lub bezprzewodowy, we współpracy z licznymi ośrodkami, w tym wymienionymi w pkt.5 recenzji.

Habilitant podejmował szeroką współpracę z różnymi jednostkami sektora gospodarczego: MediSensonic SA, KenBIT Sp. z o.o., Przemysłowe Centrum Optyki, Instytut Techniki i Aparatury Medycznej ITAM, Sidly Sp. z o.o., Bumar Żołnierz S.A., POLHIT Sp. z o.o. oraz TANZI s.c., z pierwszymi dwoma z których kontynuuje współpracę i nadal. Ścisłe powiązana z tematyką osiągnięcia naukowego Habilitanta to współpraca z MediSensonic SA, w której Habilitant jest ekspertem w zakresie technologii PPG, EKG oraz układów elektronicznych do zastosowań w inżynierii biomedycznej, bierze udział w pracach projektowych w zakresie sprzętu, oprogramowania układowego oraz algorytmów przetwarzania danych do ciągłego, nieinwazyjnego pomiaru ciśnienia krwi, oraz współpraca z Instytutem Techniki i Aparatury Medycznej ITAM, w której udziałem Habilitanta są prace projektowe, badania laboratoryjne i certyfikacja mobilnego urządzenia rejestrującego parametry psychofizjologiczne i środowiskowe – Ventus oraz prace w zespołach projektowych w zakresie układów do pomiaru i przetwarzania sygnałów biomedycznych.

Habilitant wykazuje współautorstwo w jednym patencie, czterech zgłoszeniach patentowych, pięciu wzorach użytkowych krajowych oraz czterech międzynarodowych. Prawa własności przemysłowej te odnoszą się do obszaru pomiaru i przetwarzania sygnałów, w tym biomedycznych, oraz aparatury medycznej, np. do układu wielopunktowego pomiaru czasu propagacji fali tętna, sposób przetwarzania sygnałów, czujnika elektrycznej aktywności serca, aparatury i narzędzi diagnostycznych i innych. Habilitant jako członek zespołu badawczego został wyróżniony za najlepszy patent lub wzór przemysłowy, chroniony prawem własności przemysłowej w IV Konkursie na najlepszą pracę naukową i wdrożenie z obszaru obronności za pracę nt.: „Optoelektroniczny, wielowidmowy system wspomagający lądowanie samolotów” przez Ministra Obrony Narodowej oraz Prezesa Urzędu Patentowego.

Należy podkreślić aktywność wdrożeniową Habilitanta. Habilitant oprócz wdrożonego wielokanałowego systemu rejestracji parametrów fizjologicznych i środowiskowych Ventus wchodzącego w skład osiągnięcia habilitacyjnego (Habilitant jest głównym konstruktorem urządzenia pomiarowego) jest współtwórcą siedmiu wdrożeń.

Habilitant wykonał szereg opinii eksperckich, w tym dotyczących projektu opaski medycznej mierzącej parametry fizjologiczne (ściśle związanych z tematyką naukową), ale nie ma udziału w zespołach eksperckich lub konkursowych.

W zakresie współpracy z otoczeniem społecznym i gospodarczym Habilitant wykazuje znaczną aktywność. Działalność wdrożeniową i patentową Habilitanta oceniam pozytywnie.

6. Ocena dorobku dydaktycznego organizacyjnego oraz popularyzujących naukę

6.1. Osiągnięcia dydaktyczne

W zakresie kształcenia i rozwoju młodej kadry naukowej należy zaznaczyć promotorstwo pomocnicze w trzech przewodach doktorskich. Habilitant pełnił funkcję promotora pomocniczego w jednym przewodzie doktorskim mgr inż. Krzysztofa Sieczkowskiego, tytuł rozprawy: „Metoda ciągłego monitorowania zmienności czasu propagacji fali tętna w warunkach naturalnych zakłóceń”, zakończonym w 2020 roku. Obecnie jest promotorem pomocniczym w dwóch przewodach doktorskich (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”).

Habilitant ma wieloletnie bogate doświadczenie dydaktyczne: od początku pracy w Wydziale Elektroniki Wojskowej Akademii Technicznej jest zaangażowany w prowadzenie działalności dydaktycznej. Przygotowanie i prowadzenie 29 przedmiotów kierunkowych i specjalistycznych, 13 z których osobiście przygotował i wprowadził do nauczania, wymagało od Habilitanta dużego wkładu pracy. Należy podkreślić, że większość tych przedmiotów jest ściśle powiązana z działalnością badawczą Habilitanta (np., Akwizycja sygnałów biomedycznych, Autonomiczne systemy mikroprocesorowe w zastosowaniach biomedycznych, Elektroniczna aparatura medyczna, Systemy mikroprocesorowe w zastosowaniach biomedycznych, Układy elektroniczne do pomiaru sygnałów biomedycznych i inne). Habilitant także brał aktywny udział w zespołach opracowujących nowe

programy na sześciu kierunkach. Po uzyskaniu stopnia doktora Habilitant był opiekunem 24 studentów studiujących wg trybu indywidualnego na studiach I i II stopnia oraz stażu studentki z Francji, realizowanego w WEL WAT, w ramach programu ERASMUS+. Habilitant był także opiekunem szkoleń specjalistycznych dla podchorążych WAT, realizowanych w Centrum Szkolenia Łączności i Informatyki w Zegrzu (w latach: 2009, 2012, 2014, 2018, 2020).

Działalność Habilitanta jako opiekuna studentów zaowocowała referatami 27 studentów na Konferencji Elektroniki, Telekomunikacji i Energetyki Studentów i Młodych Naukowców w latach 2014–2023 oraz opublikowaniem 10 wspólnych ze studentami artykułów. Wynikiem aktywnej współpracy ze studentami są liczne nagrody studentów w konkursach krajowych i międzynarodowych, np.: laureat krajowego konkursu „Stypendia dla przyszłych inżynierów” firmy TME, 2010 r., I miejsce w krajowym konkursie Hackathon „Touch the World”, nagroda za najlepszy projekt studencki w międzynarodowym konkursie AFCEA Europe Scholarship Award, 2007 r., II miejsce krajowego finału międzynarodowego konkursu technologicznego dla studentów Imagine Cup 2010, III miejsce krajowego finału międzynarodowego konkursu technologicznego dla studentów Imagine Cup 2014.

Habilitant był promotorem łącznie 110 prac dyplomowych inżynierskich i magisterskich, wysoki poziom merytoryczny których był oceniony w konkursach Dziekana WEL lub Rektora WAT na najlepszą pracę dyplomową: kilkadziesiąt z tych prac zdobyło nagrody, w tym I i II stopnia. Habilitant był również recenzentem 37 prac dyplomowych.

Za swoją działalność dydaktyczną Habilitant był wielokrotnie nagradzany: za całokształt działalności dydaktycznej tytułem i odznaką Zasłużonego Nauczyciela Akademickiego WAT, za szczególne zasługi dla oświaty i wychowania medalem Komisji Edukacji Narodowej, za osiągnięcia naukowo-dydaktyczne medalami „Za zasługi dla Wojskowej Akademii Technicznej” (brązowy i srebrny), medalem „Za Zasługi dla Wydziału Elektroniki WAT”, za „Opracowanie systemu dydaktycznego dla przedmiotów z zakresu techniki mikroprocesorowej” Nagrodą Rektorską.

Habilitant jest dojrzałym dydaktykiem, a Jego osiągnięcia dydaktyczne uważam za wyróżniające.

6.2. Osiągnięcia organizacyjne i popularyzujące naukę

Habilitant aktywnie uczestniczył w komitetach organizacyjnych międzynarodowej (1) i krajowych (5) konferencji naukowych oraz komitetach programowych (2) konferencji naukowych. Habilitant był współorganizatorem i kierownikiem Klubu Krótkofalowców WAT (w latach 2000 – 2009), opiekunem i organizatorem działalności sekcji „Systemy cyfrowe” studenckiego Koła Naukowego Elektroników (od 2008 r.). Habilitant był współorganizatorem podpisania współpracy ze trzema instytucjami badawczymi oraz szkołą ponadpodstawową. W działalności organizacyjnej i popularyzującej naukę Habilitanta należy również uwzględnić fakt, że będąc koordynatorem Dziekana WEL w zakresie współpracy ze szkołami ponadgimnazjalnymi (w latach 2013 – 2016) wielokrotnie organizował zajęcia pokazowe w szkołach oraz w WEL WAT, łącznie 85 przedsięwzięć. Habilitant wielokrotnie brał udział w organizacji Dni Otwartych WAT (w ramach WEL). Habilitant wielokrotnie organizował prace w zakresie przygotowania wniosków o finansowanie prac naukowo-badawczych. Od 2020 r. działalność organizacyjną Habilitanta ściśle związana jest z pełnieniem funkcji kierownika Zakładu Techniki Cyfrowej, Instytutu Systemów Łączności WEL WAT. Do działalności popularyzującej naukę można też zaliczyć liczne prezentacje: udział w audycji radiowej pt. „Pora na Trójkę”, temat: „Koszulka Iron Mana pomoże w treningach”, Polskie Radio Program 3, osiągnięć studentów i niektórych prac WEL WAT w seminarium, systemu wielopunktowego pomiaru propagacji fali tętna MPTT na Międzynarodowych Targach Innowacyjnych Rozwiązań Przemysłowych w Warszawie, urządzeń metrologicznych w XXIII Międzynarodowym Salonie Przemysłu Obronnego w Kielcach.

Udział Habilitanta w komitetach konferencji naukowych i projektach badawczych, a także zaangażowanie w działalności organizacyjnej na szczeblu wydziału i uczelni oraz działalności popularyzującej naukę świadczą o umiejętnościach organizacyjnych Habilitanta, dlatego Jego dorobek organizacyjny oraz popularyzujący naukę oceniam pozytywnie.

Należy zaznaczyć, że za opracowanie, wdrożenie i komercjalizację oryginalnych rozwiązań Habilitant został wyróżniony nagrodami Rektora WAT (3-krotnie), Dyrektora Instytutu Optoelektroniki (2-krotnie) WAT oraz Dyrektora Instytutu Systemów Łączności WAT (1-krotnie). Za całokształt

swoich osiągnięć Habilitantowi zostały nadane „Brązowy Krzyż Zasługi” oraz „Srebrny Krzyż Zasługi”, a za całokształt pracy inżynierskiej ogólnopolski tytuł "Złoty Inżynier 2020".

Podsumowując, przedstawiony dorobek naukowo-badawczy Habilitanta cechuje się spójnością tematyki, dobrym poziomem naukowym oraz aplikacyjnym charakterem, a Jego naukowe osiągnięcie naukowe **Rozproszony, synchroniczny pomiar i przetwarzanie sygnałów biomedycznych** oraz **trzy osiągnięcia projektowo-konstrukcyjne** stanowi znaczny wkład w rozwój dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne. Biorąc po uwagę przedstawione we wniosku habilitacyjnym osiągnięcie naukowe, wysoką ocenę dorobku naukowo-badawczego, istotną aktywność naukową realizowaną w więcej niż jednej instytucji oraz pozytywną ocenę dorobku dydaktycznego, organizacyjnego, popularyzujące naukę, uważam, że dr inż. Tadeusz Sondej spełnia wymagania określone w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023r. poz. 742 z późn. zm.). Uwzględniając powyższe, **popieram wniosek o nadanie dr inż. Tadeuszowi Sondeju stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynierijno-technicznych w dyscyplinie automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne i wnoszę o dopuszczenie go do dalszych etapów postępowania.**

Oleksandra Hołta

