

prof. dr hab. inż. Anna Cysewska-Sobusiak
Politechnika Poznańska
Wydział Automatyki, Robotyki i Elektrotechniki
Instytut Elektrotechniki i Elektroniki Przemysłowej
ul. Piotrowo 3A
60-965 Poznań

Poznań, dnia 22 lipca 2022 r.

Recenzja

osiągnięcia naukowego, istotnej aktywności naukowej oraz dorobku dydaktycznego, popularyzatorskiego i organizacyjnego

dr. inż. Piotra SAWOSZA

w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Postępowanie w sprawie nadania dr. Piotrowi Sawoszowi stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria biomedyczna zostało wszczęte przez Radę Doskonałości Naukowej w dniu 3 lutego 2021 roku i prowadzone jest przez Radę Naukową Instytutu Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej im. Macieja Nałęcza Polskiej Akademii Nauk (IBIB PAN).

Recenzję opracowano na podstawie pisma Zastępcy Dyrektora d.s. Naukowych Instytutu prof. dr. hab. inż. Doroty Pijanowskiej z dnia 30 maja 2022 r. informującego o powołaniu Komisji Habilitacyjnej w związku z pismem Rady Doskonałości Naukowej, z dnia 27 kwietnia 2022 r., która wyznaczyła część składu Komisji Habilitacyjnej oraz z uchwałą Rady Naukowej IBIB PAN nr 14/2022 podjętą w dniu 24 maja 2022 r. ws. wyboru części składu Komisji Habilitacyjnej.

Otrzymana dokumentacja, w postaci nośnika typu CD z wersją elektroniczną, zawiera wniosek Habilitanta z dnia 2 lutego 2022 roku o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego oraz następujące załączniki w postaci plików w formacie .pdf:

1. Dane wnioskodawcy;
2. Skan dyplomu doktorskiego potwierdzającego posiadanie stopnia doktora nauk technicznych;
3. Autoreferat (w języku polskim oraz w języku angielskim) przedstawiający dorobek i osiągnięcia naukowe, w szczególności określone w art. 219 ust. 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.);
4. Wykaz osiągnięć naukowych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny naukowej;
5. Oświadczenia współautorów powiązanych tematycznie artykułów wchodzących w skład opiniowanego cyklu;
6. Cykl powiązanych tematycznie artykułów (wersja elektroniczna w postaci zestawu plików w formacie .pdf).

1. Dane ogólne

Dr inż. Piotr Sawosz urodził się 12 marca 1979 roku w Warszawie. W 2005 roku ukończył studia na Wydziale Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej Politechniki Warszawskiej, uzyskując tytuł zawodowy magistra inżyniera w specjalizacji optoelektronika. W 2005 roku został zatrudniony jako asystent w Instytucie Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej im. Macieja Nałęczza Polskiej Akademii Nauk. Na podstawie lektury kolejnych współautorskich publikacji (w latach 2006-2012 ukazało się ich 17) można sądzić, że ich przedmiotem są uzyskiwane wówczas sukcesywnie wyniki w obszarach związanych z pozyskiwaniem i przetwarzaniem sygnałów optycznych i biooptycznych.

Na podstawie przedstawionej rozprawy doktorskiej nt.: „*Czasowo-rozdzielcze obrazowanie propagacji światła w tkankach z wykorzystaniem kamery o wysokiej czułości*” uzyskał w dniu 21 maja 2013 roku stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie naukowej biocybernetyka i inżynieria biomedyczna, nadany z wyróżnieniem przez Radę Naukową Instytutu Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej im. Macieja Nałęczza Polskiej Akademii Nauk. Nadal pracuje w tym Instytucie – od 2013 roku na stanowisku adiunkta. Od 2015 roku kieruje Pracownią Optyki Biomedycznej w Zakładzie Metod Obrazowania Mózgu i Badań Czynnościowych Układu Nerwowego IBIB PAN.

2. Omówienie i ocena osiągnięcia naukowego

2.1. Wstęp

Dr inż. Piotr Sawosz jako osiągnięcie naukowe uzyskane po otrzymaniu stopnia naukowego doktora, wynikające z art. 219 ust. 1 pkt 2b Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.) oraz na podstawie Uchwały Rady Naukowej IBIB PAN nr 71/2019 z dnia 10 września 2019 roku z późn. zm., wskazał cykl powiązanych tematycznie **7 współautorskich artykułów naukowych** z lat **2016–2020** nt.: „*Spektroskopia w bliskiej podczerwieni – metody poprawy czułości pomiaru na zmiany utlenowania kory mózgowej*”. Ten cykl wybranych przez habilitanta prac indeksowanych w bazie Web of Science Core Collection obejmuje:

- **6 współautorskich** artykułów w czasopiśmie *Biomedical Optics Express* (IF = 3,921);
- **1 współautorski** artykuł w czasopiśmie *Quantitative Imaging in Medicine and Surgery* (IF = 3,226).

Na wstępie uwaga związana z obowiązującą w tekstach naukowych i technicznych terminologią metrologiczną. Niefortunne jest używanie przez habilitanta w autoreferacie określeń takich jak: w języku polskim „*czułość pomiaru*” oraz w języku angielskim „*sensitivity of the method*”, w tym w tytule osiągnięcia:

„*Spektroskopia w bliskiej podczerwieni – metody poprawy czułości pomiaru na zmiany utlenowania kory mózgowej*”.

“*Near infrared spectroscopy – methods to improve sensitivity of the method to changes in oxygenation appearing in the brain cortex*”.

Czułość (ang. *sensitivity*) należy do najważniejszych terminów ogólnych stosowanych w metrologii, będąc parametrem cechującym czujnik, przyrząd, urządzenie, układ lub system pomiarowy. Jest wielkością mianowaną, której wartość stanowi wynik dzielenia przyrostu odpowiedzi danego elementu przez odpowiadający mu przyrost sygnału wejściowego. Natomiast pomiar (ang. *measurement*) jest zbiorem operacji mających na celu doświadczalne wyznaczenie wartości danej wielkości a logiczny ciąg wykonywanych podczas pomiaru operacji to metoda pomiaru (ang. *method of measurement*). Zarówno w przypadku pomiaru, jak i metody pomiaru można poprawiać ich efektywność, dokładność, wiarygodność, ale nie czułość.

2.2. Ocena osiągnięcia naukowego

W poniższej tabeli zestawiono dane dotyczące **7 powiązanych tematycznie współautorskich publikacji** stanowiących cykl wskazany przez **dr. inż. Piotra Sawosza** jako osiągnięcie naukowe, o którym mowa w art. 219 ust. 1 pkt 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku, będące podstawą ubiegania się o stopień doktora habilitowanego. Zastosowano numerację poszczególnych publikacji: **A, B, C, D, E, F, G**, zgodnie z przyjętą w punkcie 4 autoreferatu przygotowanego przez habilitanta.

Artykuły w czasopismach indeksowanych w bazie Web of Science Core Collection	IF punktacja MNiSW 2019-2021	Cytowania wg WoS CC (autocytowania)
A. A. Gerega, S. Wojtkiewicz, P. Sawosz , M. Kacprzak, B. Toczyłowska, K. Bejm, F. Skibniewski, A. Sobotnicki, A. Gacek, R. Maniewski, and A. Liebert, "Assessment of the brain ischemia during orthostatic stress and lower body negative pressure in air force pilots by near-infrared spectroscopy," <i>Biomed Opt Express</i> 11, 1043-1060 (2020).	IF = 3,921 140 pkt.	1
B. M. Forcione, K. M. Yakoub, A. M. Chiarelli, D. Perpetuini, A. Merla, R. Sun, P. Sawosz , A. Belli, and D. J. Davies, "Dynamic contrast-enhanced near-infrared spectroscopy using indocyanine green on moderate and severe traumatic brain injury: a prospective observational study," <i>Quant Imaging Med Surg</i> 10, 2085-2097 (2020).	IF = 3,226 70 pkt.	5
C. P. Sawosz and A. Liebert, "Method to improve the depth sensitivity of diffuse reflectance measurements to absorption changes in optically turbid medium," <i>Biomed Opt Express</i> 10, 5031-5041 (2019).	IF = 3,921 140 pkt.	9
D. P. Sawosz , M. Kacprzak, P. Pulawski, M. Morawiec, K. Bejm, M. Bielacz, R. Maniewski, A. Liebert, and W. Dabrowski, "Influence of intra-abdominal pressure on the amplitude of fluctuations of cerebral hemoglobin concentration in the respiratory band," <i>Biomed Opt Express</i> 10, 3434-3446 (2019).	IF = 3,921 140 pkt.	1
E. M. Kacprzak, P. Sawosz , W. Weigl, D. Milej, A. Gerega, and A. Liebert, "Frequency analysis of oscillations in cerebral hemodynamics measured by time domain near infrared spectroscopy," <i>Biomed Opt Express</i> 10, 761-771 (2019).	IF = 3,921 140 pkt.	2 (1)
F. K. Bejm, S. Wojtkiewicz, P. Sawosz , M. Perdziak, Z. Pastuszek, A. Sudakou, P. Guchek, and A. Liebert, "Influence of contrast-reversing frequency on the amplitude and spatial distribution of visual cortex hemodynamic responses," <i>Biomed Opt Express</i> 10, 6296-6312 (2019).	IF = 3,921 140 pkt.	5
G. P. Sawosz , S. Wojtkiewicz, M. Kacprzak, W. Weigl, A. Borowska-Solonyk, P. Krajewski, K. Bejm, D. Milej, B. Ciszek, R. Maniewski, and A. Liebert, "Human skull translucency: post mortem studies," <i>Biomed Opt Express</i> 7, 5010-5020 (2016).	IF = 3,921 140 pkt.	10 (2)
Łącznie:	IF = 26,752 910 pkt.	33 (3)

We współczesnej inżynierii biomedycznej istotne i coraz większe znaczenie ma rozwój nieinwazyjnych biopomiarów i metod obrazowania wykorzystywanych na potrzeby procedur diagnozowania, w co wpisuje się opiniowane osiągnięcie naukowe wskazane pod hasłem rozwoju metod do badania w bliskiej podczerwieni utlenowania kory mózgowej. Spektroskopia w bliskiej podczerwieni NIRS (ang. *Near Infrared Spectroscopy*) jest techniką optyczną, która znajduje zastosowanie w medycynie do nieinwazyjnego badania zmian zawartości hemoglobiny

utlenowanej i zredukowanej w tkankach, a w szczególności w korze mózgowej. Technika NIRS ma ograniczenia wynikające z niejednorodności struktury głowy, w tym z warstw zewnątrzmoźgowych, co wpływa na wyniki nieinwazyjnych pomiarów sygnałów optycznych i powoduje niepewność wyznaczania zmian utlenowania w mózgu. Istniejące metody pomiarowe: fali ciągłej, częstotliwościowo-rozdzielcza i czasowo-rozdzielcza mają zalety, ale także i wady. **Podjęcie prac nad poprawą efektywności tych metod jest więc uzasadnione, gdyż odpowiada na istniejące zapotrzebowanie na nieinwazyjne pomiary tak ważnego parametru fizjologicznego, jakim jest utlenowanie kory mózgowej.**

Podjęta przez dr. Piotra Sawosza problematyka ma charakter interdyscyplinarny, obejmując zagadnienia na styku różnych obszarów, głównie takich jak: biofizyka – w tym biooptyka; metrologia – w tym biopomiary oraz pozyskiwanie, klasyfikacja i analiza danych pomiarowych; optoelektronika i fotonika; obrazowanie medyczne – w tym optyczna tomografia oraz technika sensorowa. Charakter podjętych badań uzasadnia współpracę dr. Piotra Sawosza z różnymi specjalistami – efektywnie współpracuje zarówno z naukowcami z macierzystego Instytutu, jak i z innych ośrodków – w tym medycznych, co znajduje odzwierciedlenie w prowadzeniu prac w zespołach badawczych i opracowywaniu współautorskich publikacji. W autorefracie brak informacji na temat rozwoju zainteresowań naukowych habilitanta i kształtowania współpracy naukowej z licznymi współautorami publikacji. Można jednak sądzić, że prace badawcze prowadzone przez dr. Sawosza po uzyskaniu stopnia naukowego doktora w głównej mierze dotyczyły **poprawy efektywności metody pomiarowej, którą jest nieinwazyjna spektroskopia w bliskiej podczerwieni, stosowana na potrzeby nieinwazyjnej oceny zmian utlenowania zachodzących w mózgu.**

Wszystkie prace w opiniowanym cyklu są współautorskie – liczba współautorów wynosi od **2** (artykuł **C**) do **11** (artykuły **A** i **G**), przy czym dr Piotr Sawosz jest pierwszym autorem **3** artykułów: **C, D, G**. Do dokumentacji wniosku dołączono oświadczenia habilitanta oraz innych współautorów (lecz nie wszystkich poza artykułem **C**), dotyczące ich wkładu w artykuły objęte cyklem.

Oceniane osiągnięcie naukowe jest dobrze osadzone na tle światowego stanu wiedzy w rozpatrywanym zakresie. Wykorzystanie cytowanych źródeł jest uzasadnione i poprawne, i należy sądzić, że zdobyte rozeznanie habilitanta w uprawianej tematyce jest wystarczająco rozległe i obejmuje najnowszy stan wiedzy. Publikacje **A–G** mają bogatą bibliografię, w tym powołania na prace współautorstwa dr. Sawosza (oznaczone poniżej jako **pw**). Bibliografia obejmuje odpowiednio: artykuł **A**: 63 pozycje (w tym 1 **pw** z 2016 roku); artykuł **B**: 49 pozycji (w tym 1 **pw** z 2014 roku); artykuł **C**: 33 pozycje (w tym 3 **pw**: 1 z 2007 roku i 2 z 2012 roku); artykuł **D**: 37 pozycji (w tym 5 **pw**: po jednym z lat 2012, 2014 i 2018 oraz autocytowanie artykułów **E** i **G**); artykuł **E**: 38 pozycji (w tym 6 **pw**: 1 z 2010 roku, po 2 z lat 2012 i 2014 oraz po 1 z lat 2016 i 2018); artykuł **F**: 64 pozycje (w tym po 1 **pw** z lat 2007 i 2016); artykuł **G**: 37 pozycji (w tym 9 **pw** z lat 2007–2014).

W artykule **A**, który dotyczy opracowanego systemu pomiarowego wykorzystującego metodę fali ciągłej, przedstawiono wyniki badań przeprowadzonych na potrzeby oceny predyspozycji kandydatów do wykonywania zawodu pilota samolotów szybko manewrowych. Dr Sawosz zaproponował wprowadzenie parametru umożliwiającego ocenę różnic w utlenowaniu kory mózgowej u pilotów i osób z grupy kontrolnej. Parametr ten umożliwia zwiększenie czułości systemu na zmiany zachodzące w korze mózgowej, co pozwala na ocenę zmian jej hemodynamiki wskutek niedotlenienia.

W artykule **B** zostały porównane wyniki pomiarów przeprowadzonych u pacjentów po urazowym uszkodzeniu mózgu oraz u pacjentów po urazie pozamózgowym stanowiących grupę kontrolną. Dr Sawosz opracował protokół pomiarowy, w którym do pomiaru sygnałów optycznych był zastosowany częstotliwościowo-rozdzielczy system pomiarowy.

W artykule **C** zaproponowano nową metodę z wykorzystaniem pomiaru czasowo-rozdzielczego w celu zwiększenia rozdzielczości i czułości wykrywania zmian absorpcji zachodzących w głębokich warstwach tkanek. Metoda może służyć bardziej efektywnemu rozróżnianiu sygnałów optycznych związanych ze zmianami absorpcji zachodzącymi w korze mózgowej od zachodzących w warstwach zewnątrzmożgowych.

Przedmiotem artykułu **D** jest analiza składowych częstotliwościowych sygnałów optycznych, których oscylacje mogą mieć związek z przepływem krwi przez tkanki mózgu, co umożliwi ograniczenie wpływu składowych sygnałów związanych z zakłócającymi pomiary przepływem krwi w tkankach zewnątrzmożgowych. Dr Sawosz zastosował opracowany przez siebie system do monitorowania zmian utlenowania mózgu podczas zwiększania ciśnienia wewnątrzbrzuszego, które może prowadzić do spadku perfuzji mózgowej.

Artykuł **E** dotyczy badań wykonanych za pomocą najbardziej zaawansowanej metody jaką jest technika czasowo-rozdzielcza, pozwalająca na wyznaczenie rozkładów czasu przelotu fotonów penetrujących tkanki głowy. Różnica w zmianach absorpcji zachodzących odpowiednio w skórze i w mózgu umożliwia dokonanie ich rekonstrukcji w poszczególnych warstwach głowy.

Przedmiotem artykułu **F** są wyniki obrazowania zmian stężenia hemoglobin za pomocą opracowanego w zespole współautorów wysokorozdzielczego systemu do tomografii dyfuzyjnej HD-DOT (ang. *high-density diffuse optical tomography*), który umożliwia rejestrację sygnałów optycznych dla wszystkich kombinacji par źródło-detektor rozmieszczonych równomiernie na powierzchni głowy. Uzyskano potwierdzenie, że przy stymulacji wzrokowej zwiększanie odległości między źródłem a detektorem pozwala na zwiększenie czułości systemu na zmiany absorpcji zachodzące w tkankach wewnątrzmożgowych.

Przedmiotem pracy **G** jest opracowana przez habilitanta metoda pomiaru optycznej przezierności ludzkich czaszek na potrzeby oceny wpływu ich niejednorodności na wyniki pomiarów wykonywanych techniką NIRS. Prowadząc badania na zwłokach, dr Sawosz stwierdził, że istnieje znaczna przestrzenna niejednorodność w przezierności czaszek oraz znaczne różnice w jej histogramach.

Oceniane osiągnięcie dotyczy oceny utlenowania i ukrwienia mózgu przy wykorzystaniu spektroskopii w bliskiej podczerwieni. Zaproponowane rozwiązania mają cechy nowości i nieoczywistości – analizie poddano problemy związane z istniejącymi ograniczeniami czułości optycznych układów pomiarowych na zmiany absorpcji w korze mózgowej. Zaproponowano nowe metody eliminacji wpływu zakłócających zmian absorpcji promieniowania zachodzących w tkankach zewnątrzmożgowych na mierzone użyteczne sygnały optyczne. Artykuły **A-G** ujęte w opiniowanym cyklu zawierają wyniki uzyskane przez dr. Piotra Sawosza lub przy jego znaczącym udziale w efektywnie działających zespołach badawczych. Ujęte w ocenianym cyklu **współautorskie publikacje** niewątpliwie noszą znamiona postępu. Merytoryczny zakres przedstawionego osiągnięcia naukowego dowodzi, że dr Piotr Sawosz wykazał umiejętność prowadzenia pracy naukowej w rozpatrywanych obszarach badań, do których wniósł swój znaczący wkład. Szkoda jednak, że (zważywszy na istotną merytorycznie tematykę swych osiągnięć) nie podjął starań o przygotowanie także **autorskich artykułów**, prezentujących uzyskane przez siebie wyniki. Ponieważ wszystkie prace w cyklu są współautorskie, a habilitant określając swój merytoryczny wkład w ich powstanie używa czasem nieprecyzyjnej formuły: „*udział w...*”, trudno w tych przypadkach ocenić wagę indywidualnego wkładu.

Zrealizowane przez dr. Sawosza własne zadania polegały głównie na: formułowaniu problemów badawczych i stawianiu hipotezy, opracowaniu metody badawczej, opracowaniu

systemu pomiarowego i przeprowadzeniu badań eksperymentalnych, aktywnym udziale w licznych badaniach klinicznych, analizie uzyskiwanych danych pomiarowych, przeprowadzaniu symulacji komputerowych. Na podstawie wnikliwej analizy przedstawionego osiągnięcia naukowego mogę stwierdzić, że nie nasuwają się uwagi krytyczne o charakterze merytorycznym. W swym autoreferacie dr inż. Piotr Sawosz omówił osiągnięte wyniki wraz z przedstawieniem obszarów ich ewentualnego wykorzystania. Przyjęta metodyka badań jest właściwa, a przeprowadzona analiza i wyniki dokonanej weryfikacji eksperymentalnej posłużyły do sformułowania przekonujących wniosków. Do zalet należą w szczególności praktyczne aspekty uzyskanych rezultatów, które mogą mieć dużą wartość użytkową. Warto podkreślić znaczenie możliwości wykonania badań, w tym koniecznych klinicznych, w specjalistycznych ośrodkach takich jak: Szpital Praski w Warszawie, Zakład Medycyny Sądowej Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego, Wojskowy Instytut Medycyny Lotniczej, Instytut Techniki i Aparatury Medycznej, Wyższa Szkoła Oficerska Sił Powietrznych. Należy jednak zaznaczyć, że zarówno wszystkie procedury, jak i urządzenia pomiarowe wykorzystujące proponowane metody i sposoby wyznaczania zmian utlenowania kory mózgowej, które miałyby być stosowane w ochronie zdrowia i życia, zawsze podlegają prawnej kontroli metrologicznej.

Podsumowując, do szczególnie wartościowych nowatorskich wyników, uzyskanych ze znaczącym udziałem dr. Piotra Sawosza, można moim zdaniem przede wszystkim zaliczyć:

- Zaproponowanie sposobu eliminacji wpływu zmian absorpcji w tkankach zewnątrzmoźgowych na mierzone sygnały optyczne oraz opracowanie nowej metody pomiaru przezierności optycznej ludzkich czaszek i przeprowadzenie eksperymentalnej oceny ich optycznej niejednorodności wpływającej na wyniki pomiaru techniką NIRS.
- Wiodący udział w opracowaniu wysoko rozdzielczego systemu NIRS do optycznej tomografii optycznej i jego badaniach technicznych oraz w opracowaniu metodyki pomiarów prowadzonych w trakcie stymulacji wzrokowej.
- Dokonanie analizy składowych częstotliwościowych rejestrowanych w sygnałach czasowo-rozdzielczego systemu NIRS na potrzeby możliwości oceny autoregulacji mózgu oraz reaktywności krążenia mózgowego na zmiany ciśnienia wewnątrzbrzuszego i wykazanie użytecznej zależności pomiędzy ciśnieniem wewnątrzbrzusznym a utlenowaniem kory mózgowej. Wzrost tego ciśnienia wpływa na zwiększenie amplitudy składowych oddechowych w sygnałach optycznych.
- Wykorzystanie zaproponowanej optymalizacji układu źródeł i detektorów promieniowania optycznego (kombinacji dwóch punktów emisji i dwóch punktów detekcji) do zwiększenia efektywności pomiaru czasowo-rozdzielczego. Wyznaczanie rozkładów czasu przelotu fotonów penetrujących tkanki głowy umożliwia uwzględnienie informacji pochodzących z jej różnych warstw w ocenie ukrwienia mózgu.
- Wpisywanie się osiągnięcia dr. Piotra Sawosza w nasilające się w inżynierii biomedycznej tendencje do zwiększania stopnia pewności diagnostycznej przed rozpoczęciem leczenia wielu chorób.

Podsumowując tę część mojej opinii stwierdzam, że osiągnięcie naukowe dr. inż. Piotra Sawosza, stanowiące cykl powiązanych tematycznie 7 artykułów pt.: „Spektroskopia w bliskiej podczerwieni – metody poprawy czułości pomiaru na zmiany utlenowania kory mózgowej” wnosi znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria biomedyczna i spełnia wymagania stawiane osobom ubiegającym się o nadanie stopnia doktora habilitowanego, w szczególności określone w art. 219 ust. 1 pkt 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

3. Ocena pozostałej istotnej aktywności naukowej

3.1. Ocena osiągnięć niewchodzących w skład jednotematycznego cyklu publikacji

Dr Piotr Sawosz od początku swej aktywności naukowej niewątpliwie wykazywał predyspozycje i umiejętności do efektywnej realizacji badań zarówno na macierzystej uczelni, jak i w innych instytucjach, w szczególności zagranicznych. Informacje zawarte w poszczególnych punktach autoreferatu nie uwzględniają jednak podziału na okres przed uzyskaniem stopnia doktora oraz po uzyskaniu go, przy czym wszystkie publikacje są współautorskie, a liczba współautorów wynosi do 2 do 36.

W autoreferacie nie jest podana informacji o tematyce pracy dyplomowej zrealizowanej przez habilitanta w 2005 roku na Wydziale Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej Politechniki Warszawskiej oraz o późniejszym kształtowaniu się i rozwoju zainteresowań naukowych w czasie zatrudnienia na stanowisku asystenta, a następnie adiunkta, w macierzystej jednostce IBIB. Stopień naukowy doktora habilitant uzyskał w 2013 roku na podstawie przedstawionej rozprawy doktorskiej nt.: „*Czasowo-rozdzielcze obrazowanie propagacji światła w tkankach z wykorzystaniem kamery o wysokiej czułości*”.

Osiągnięcia zaprezentowane w cyklu publikacji omówionych w pkt. 2, jak i inne prace badawcze dotyczą spektralnych metod optycznych (w szczególności spektroskopii w bliskiej podczerwieni) umożliwiających nieinwazyjne oszacowanie ukrwienia i zmian utlenowania kory mózgowej. Należy podkreślić, że do uzyskania wyników o dużej wartości poznawczej i użytecznej przyczyniły się w znacznym stopniu: efektywna współpraca z zespołami z innych jednostek, w tym zagranicznych, i skuteczne pozyskiwanie przez habilitanta środków na realizację projektów badawczych. Dr inż. Piotr Sawosz wykazuje godne uznania **zdolności organizacyjne i umiejętność współpracy w zespołach** realizujących trudne zadania naukowe i projektowe. Zważywszy na interdyscyplinarny charakter prowadzonych badań i warunki ich praktycznej weryfikacji, współpraca taka, prowadzona m.in. z takimi instytucjami naukowymi jak: Uniwersytet w Birmingham oraz University Hospitals Birmingham NHS Foundation Trust (Wielka Brytania), Instytut Physikalisch-Technische Bundesanstalt w Berlinie, Politecnico di Milano, Uniwersytet Medyczny w Lublinie jest uzasadniona, konieczna i efektywna. Habilitant odbył 3 miesięczne staże w Birmingham (wrzesień 2017 oraz maj i wrzesień 2019), w ramach współpracy z naukowcami i klinicystami z Queen Elizabeth Hospital na potrzeby realizacji wspólnych badań, w tym 2 projektów NCN.

Uzyskane wyniki były sukcesywnie publikowane w czasopiśmie i prezentowane na międzynarodowych oraz krajowych konferencjach naukowych. W opisie dorobku dr Piotr Sawosz zbiorczo zestawiał w porządku chronologicznym zarówno artykuły stanowiące opiniowany cykl i prace niewchodzące w skład osiągnięcia naukowego ocenionego w pkt. 2, a zrealizowane po doktoracie, jak i prace opublikowane przed uzyskaniem stopnia doktora. Podany w informacji o aktywności naukowej wykaz prac opublikowanych w latach **2006-2020** obejmuje **2** rozdziały w monografiach naukowych oraz **52** artykuły w czasopiśmie – dr Sawosz nie uwzględnił w tym wykazie **5** artykułów indeksowanych w bazie Web of Science i opublikowanych przed sporządzeniem wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego: **1** z roku 2017 oraz **4** z roku 2021.

Łączny dorobek dr. Sawosza świadczący o aktywności naukowej obejmuje:

- **2** współautorskie rozdziały w monografiach opublikowane po doktoracie;
- **57** współautorskich artykułów w czasopiśmie naukowych indeksowanych w bazie Web of Science (**38** po doktoracie – tym **7** stanowiących opiniowane osiągnięcie),
- **10** wystąpień na konferencjach naukowych (wszystkie po doktoracie); w tym: **1** prezentacja ustna na zaproszenie w ramach Międzynarodowej Konferencji „MedTrends 2015 w Zabrzu”, **2** prezentacje ustne stacjonarne (Monachium 2017,

2019), **3** prezentacje ustne wirtualne (2020, 2020, 2021), **4** prezentacje w formie plakatu (Rio de Janeiro 2015, San Francisco 2017, USA 2018, Tokio 2018); brak informacji czy wystąpienia zostały opublikowane w materiałach konferencyjnych;

- Czynny udział w realizacji **6** oryginalnych projektów (wszystkie po doktoracie): dr Sawosz uczestniczył odpowiednio jako wykonawca, główny wykonawca lub lider w następujących projektach:
 - w latach 2013-2016 jako **wykonawca** w **1** projekcie krajowym nt. *High resolution optical brain topography*, finansowanym przez Narodowe Centrum Nauki;
 - w latach 2016-2019 jako **główny wykonawca** w **1** projekcie zagranicznym nEUROPt *Noninvasive imaging of brain function and disease by pulsed near infrared light*, finansowanym w ramach EC Seventh Framework Program under grant agreement n° 201076;
w latach 2017-2022 jako **lider** w **4** projektach związanych z tematyką ocenianego osiągnięcia - **3** zrealizowanych i **1** będącego w toku:
 - zrealizowanego w latach 2018-2019 projektu IA/SP/0084/2018 *Częstotliwościowa, wysoko-rozdzielcza, optyczna tomografia dyfuzyjna*, finansowanego przez MNiSW;
 - zrealizowanego w latach 2019-2020 projektu *Zindywidualizowany multimodalny system do funkcjonalnego obrazowania mózgu*, w ramach wymiany bilateralnej NCN-DAAD;
 - zrealizowanego w latach 2017-2021 projektu *Kompleksowe podejście do wykorzystania spektroskopii w bliskiej podczerwieni w warunkach klinicznych, z uwzględnieniem dużych odległości emiter-detektor*, finansowanego w ramach umowy NCN UMO-2016/21/D/ST7/03454
 - będącego w toku (lata 2019-2022) projektu *Oszacowanie parametrów fizjologicznych mózgu przy użyciu inwazyjnej spektroskopii w bliskiej podczerwieni* finansowanego w ramach umowy NCN UMO-2018/31/B/ST7/03844.

Warto też podkreślić współpracę prowadzoną przez habilitanta z sektorem gospodarczym:

- od 2018 roku, w ramach współpracy pomiędzy Instytutem Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej im. M. Nałęcz a firmą Oxymotion (później Q-Lac sp. z o.o.), dr Piotr Sawosz zajmuje się opracowaniem urządzenia do nieinwazyjnej oceny utlenowania tkanki mięśniowej oraz do oceny stężenia kwasu mlekowego u sportowców. Urządzenie jest obecnie badane na sportowcach w celu wprowadzenia stosownych poprawek i opracowania algorytmu wyznaczania stężenia kwasu mlekowego i pirogronowego;
- od 2019 roku dr Sawosz jest współzałożycielem spółki Brain Optics sp. z o.o., w której od 2020 roku realizowany jest finansowany przez NCBiR projekt tzw. „Szybka Ścieżka”, którego celem jest wdrożenie nowoczesnego, optycznego urządzenia do obrazowania utlenowania kory mózgowej w jednostkach bezwzględnych.

Prace dr. inż. Piotra Sawosza noszą znamiona postępu i są cenione przez specjalistów w kraju i zagranicą. Wiele artykułów jest cytowanych, co świadczy o dużym zainteresowaniu wynikami jego współautorskich prac. Podana w dokumentacji liczba cytowań w bazie Web of Science CC dla całości dorobku wynosi **682** (w tym **533** bez autocytowań). Wiąże się z tym indeks Hirscha równy **16**, a sumaryczny Impact Factor artykułów opublikowanych w czasopiśmie indeksowanych w WoS CC wynosi dla całości dorobku IF = **139,505**, w tym **26,752** dla artykułów wchodzących w skład cyklu stanowiącego opiniowane osiągnięcie. Sumaryczna liczba punktów MNiSW wynosi **3750**, w tym **910** dla artykułów wchodzących w skład opiniowanego osiągnięcia.

Podsumowując tę część opinii stwierdzam, że dr. Piotr Sawosz wykazuje istotną aktywność naukową, którą realizuje zarówno w macierzystej uczelni, jak i we współpracy z instytucjami krajowymi i zagranicznymi.

3.2. Ocena dorobku dydaktycznego, popularyzatorskiego i organizacyjnego

Działalność dydaktyczna habilitanta była związana z:

- Prowadzeniem praktyk dla studentów Politechniki Warszawskiej;
- Sprawowaniem funkcji opiekuna naukowego 2 doktorantów zatrudnionych w ramach projektu MSCA Innovative Training Network, Horyzont 2020;
- Zorganizowaniem i prowadzeniem szkolenia na temat pomiarów NIRS/MRI dla 15 studentów z różnych krajów z Europy w ramach projektu europejskiego BitMap.

W zakresie **działalności organizacyjnej wspomagającej działalność naukowo-badawczą i popularyzującą naukę** można wyróżnić:

- Pełnienie funkcji sekretarza Krajowej Konferencji Biocybernetyki i Inżynierii Biocybernetyki;
- Pełnienie funkcji sekretarza 159th ICB Seminar *Optics in Neuromonitoring*, May 28-30, 2018, Warsaw, Poland;
- Zorganizowanie i prowadzenie seminarium IBIB PAN, na którym Prof. Marek Czosnyka z Department of Clinical Neurosciences, University of Cambridge, UK zaprezentował wykład nt.: *Near Infrared Spectroscopy-ideal clinical tool for monitoring of cerebral autoregulation?*
- Pełnienie od 2020 roku funkcji członka Rady Naukowej Instytutu Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN, jako przedstawiciela młodszej kadry naukowej;
- Zorganizowanie stanowiska *Laboratorium Optyki Biomedycznej* na 20-tym Pikniku Naukowym, Warszawa 2015.

Dr Piotr Sawosz jest członkiem prestiżowych stowarzyszeń: **fNIRS** (*The Society for functional Near Infrared Spectroscopy*), **OSA** (*Optical Society of America*) oraz **SPIE** (*The International Society for Optics and Photonics*).

Przez swoje zaangażowanie w życiu naukowym zdobył uznanie międzynarodowego i krajowego środowiska naukowego. Powierzono mu recenzowanie prac naukowych zgłaszanych do opublikowania w czasopismach międzynarodowych oraz na konferencje organizowane przez stowarzyszenia naukowe – łączna liczba recenzji wynosi 16.

Politechnika w Mediolanie powierzyła mu także recenzowanie rozprawy doktorskiej nt. „*Clinical time-resolved near infrared spectroscopy*”.

Pozytywnie oceniam dydaktyczną, organizacyjną i popularyzatorską działalność dr. Piotra Sawosza.

5. Wniosek końcowy

Dr inż. Piotr Sawosz ma udokumentowany i wartościowy dorobek naukowy, który znacznie powiększył po uzyskaniu stopnia naukowego doktora, wnosząc oryginalny wkład w rozwój dyscypliny **inżynieria biomedyczna**. Szacunek budzą jego umiejętności w zakresie formułowania i rozwiązywania problemów badawczych. Przedstawione do oceny osiągnięcia naukowe stanowiące cykl powiązanych tematycznie publikacji pt.: "*Spektroskopia w bliskiej podczerwieni – metody poprawy czułości pomiaru na zmiany utlenowania kory mózgowej*"

spełnia wymagania konieczne do przeprowadzenia postępowania habilitacyjnego, wynikające z art. 219 ust.1 pkt 1 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.). Pozytywnie oceniam również pozostałą istotną aktywność naukową realizowaną w więcej niż jednej instytucji, w szczególności zagranicznej. W zakresie działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzującej naukę dr Piotr Sawosz także wykazuje się aktywnością i skutecznością działań.

Z przekonaniem stwierdzam, że dr inż. Piotr Sawosz spełnia kryteria stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria biomedyczna i wnioskuję o dopuszczenie go do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

