

Prof. dr hab. inż. Małgorzata Kujawińska
Politechnika Warszawska
Instytut Mikromechaniki i Fotoniki
malgorzata.kujawinska@pw.edu.pl

Warszawa, 30.08.2022 r.

**Recenzja osiągnięcia naukowo-badawczego dr Dawida Boryckiego nt.
„Obrazowanie i kwantyfikacja właściwości optycznych oraz dynamicznych tkanki biologicznej
w reżimie balistycznym i dyfuzyjnym z interferometrią w dziedzinie Fourierowskiej”
oraz Jego dorobku naukowo-badawczego, dydaktycznego, popularyzatorskiego i współpracy
międzynarodowej sporządzona na zlecenie Dyrektora Instytutu Biocybernetyki i Inżynierii
Biomedycznej PAN (pismo z dn. 31.05.2022r.)**

1. Wprowadzenie

Dr Dawid Borycki uzyskał stopień magistra w roku 2007 w dziedzinie nauki fizyczne ze specjalnością fizyka teoretyczna i komputerowa, oraz stopień doktora nauk fizycznych (tytuł pracy doktorskiej „Nadprzewodnik Bardeena-Coopera-Schrieffera zaburzony domieszkami magnetycznymi”) w 2011r., obydwie stopnie na Wydziale Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej Uniwersytetu Mikołaja Kopernika. Promotorem w postępowaniu doktorskim dr D. Boryckiego był prof. dr hab. Jan Maćkowiak. Doktorat zrealizowany był w dyscyplinie naukowej fizyka.

2. Ocena osiągnięcia naukowego

Obszarem zainteresowań i prac naukowych dr Dawida Boryckiego są metody nieinwazyjnego obrazowania i charakteryzowania tkanek biologicznych za pomocą światła. Habilitant przedstawił swoje osiągnięcie naukowe w postaci **cyklu dziesięciu publikacji** (pozycje 1-10 w rozdziale „Publikacje składające się na osiągnięcie naukowe” *Autoreferatu* oraz pkt.1 *Wykazu osiągnięć*) oraz **dwu osiągnięć technologicznych opatentowanych w amerykańskim urzędzie patentowym**. Cykl ten, zatytułowany „Obrazowanie i kwantyfikacja właściwości optycznych oraz dynamicznych tkanki biologicznej w reżimie balistycznym i dyfuzyjnym z interferometrią w dziedzinie Fourierowskiej”, został omówiony w polskojęzycznym (i anglojęzycznym) autoreferacie będącym częścią dokumentacji postępowania habilitacyjnego.

Na podstawie analizy przedłożonych materiałów stwierdzam, że publikacje [1–10] oraz 2 patenty (załączone w materiałach postępowania habilitacyjnego) stanowią tematycznie spójny dorobek naukowy. Wszystkie publikacje są pracami wieloautorskimi (3-4 współautorów, 1 publikacja - 8 współautorów). W siedmiu publikacjach [1, 2, 3, 7, 8, 9, 10] dr Borycki jest pierwszym autorem, a w pozostałych drugim. Zgodnie z oświadczeniami Habilitanta i współautorów publikacji wkład dr D. Boryckiego we wszystkich współautorskich pracach jest wiodący lub znaczący. W większości publikacji Habilitant skupiał się nad opracowaniem teoretycznych podstaw proponowanych metod oraz opracowaniem nowych algorytmów przetwarzania i analizy danych, a także planował eksperymenty i analizował dane eksperymentalne. Oświadczenia współautorów zawierają stwierdzenia o ich wkładzie w projektowanie układów optycznych, budowę układów eksperymentalnych, współudziale w opracowaniu i implementacji algorytmów oraz w prowadzeniu badań eksperymentalnych i opracowywaniu wyników. Oświadczenia są kompletne. Oba patenty są współautorskie, przy czym pierwszym autorem jest dr D. Borycki, brak jest natomiast oświadczeń dotyczących wkładu merytorycznego.

Na cykl prac naukowych zadeklarowanych jako osiągnięcie naukowe składa się 10 artykułów opublikowanych w czasopismach anglojęzycznych o bardzo wysokiej renomie wśród czasopism w obszarach optyki i fotoniki (współczynnik wpływu IF w roku publikacji od 11.104 do 3.669). Wśród artykułów są prace opublikowane w takich czasopismach jak *Optica* (1art.), *Optics Letters* (5 art.), *Biomedical Optics Express* (3 art.) i *Optics Express* (1 art.). Wszystkie artykuły są typu *full length paper*.

Łączny współczynnik wpływu publikacji w cyklu wynosi $IF=45.41$. Ze względu na brak informacji o procentowym udziale dr D. Boryckiego w publikacjach współautorskich nie jest możliwe podanie współczynnika wpływu publikacji habilitacyjnych. Jednak fakt, że w siedmiu publikacjach Habilitant jest pierwszym, a zarazem korespondencyjnym autorem świadczy jednoznacznie o pierwszoplanowej roli dr D. Boryckiego w pracach naukowych uwieńczonych w/w publikacjami. Analizując tematykę patentów w kontekście publikacji Habilitanta należy przypuszczać, że jego wkład merytoryczny jest tutaj wiodący.

Zainteresowania i badania naukowe Habilitanta w okresie po uzyskaniu stopnia doktora skoncentrowane były na rozwiązywaniu problemów związanych z nieinwazyjnym obrazowaniem optycznym i analizą tkanek biologicznych na poziomie komórkowym. Złożona struktura tkanek i ich własności rozpraszające w połączeniu z falowymi właściwościami światła powodują powstanie skomplikowanych obrazów, których dekodowanie w celu uzyskania dobrego jakościowo obrazowania trójwymiarowego i ilościowej informacji o tkance jest procesem bardzo trudnym i obciążonym wieloma błędami. Stąd odnotowuje się bardzo dużą aktywność najlepszych światowych grup naukowych w obszarze rozwoju metod obrazowania optycznego wykorzystującego promieniowanie optyczne o różnym stopniu koherencji i zakresie promieniowania elektromagnetycznego oraz różne podejścia do rejestracji i rekonstrukcji informacji zakodowanej w polu optycznym zmodyfikowanym przez obiekt biologiczny. Należy podkreślić, że dr Borycki, wywodzi się z doskonałej grupy naukowej na Wydziale Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, która od lat zajmuje się optyczną tomografią koherencyjną (OCT) ze szczególnym uwzględnieniem zastosowań tej metody do obrazowania ludzkiego oka. Tam też Habilitant rozpoczął prace (2012-2014) dotyczące pierwszej zaproponowanej przez Niego nowej modalności obrazowania t.j. **pełno-polowej tomografii optycznej z interferometrią światła częściowo-spójnego w dziedzinie Fourierowskiej z wykorzystaniem przestrzenno-czasowej modulacji spójności światła** (ang. *spatio-temporal optical coherence tomography (STOC-T)*) [Publ.1 oraz patenty]. Prace w tej tematyce były kontynuowane [Publ. 2-6] po powrocie Habilitanta ze stażu podoktoranckiego w USA i zatrudnieniu Go w Instytucie Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk (w grupie prof. M. Wojtkowskiego, od sierpnia 2016).

STOC-T przeznaczona jest do obrazowania ludzkiego oka *in vivo* (działa w reżimie balistycznym) i stanowi ważną modyfikację pełno-polowej OCT z detekcją w dziedzinie Fouriera. W STOC-T wprowadzana jest **dynamiczna modulacja fazy padającego światła**, a uzyskane sygnały są przetwarzane i uśredniane w celu uzyskania wolnych od szumów obrazów objętościowych próbki. Modulacja fazy działa jako dodatkowy mechanizm bramkujący, który skutecznie odrzuca światło wielokrotnie rozproszone. Habilitant opracował fizyczne podstawy metody poprzez zaproponowanie modelu teoretycznego i zaprojektowanie eksperymentów ilustrujących główne zasady działania STOC-T oraz zademonstrował obrazowanie przez warstwy rozpraszające (badania skóry szczura *ex vivo*) (Publ. [1] i [2]). Następnym znaczącym krokiem w rozwoju STOC-T było zaproponowanie metody usuwania aberracji geometrycznych oka, które znacząco pogarszały jakość obrazowania. Habilitant zrealizował to poprzez obliczeniową korekcję aberracji z wykorzystaniem **uśredniania koherentnego zmodulowanego fazowo sygnału** (Publ. [3]). Dzięki tej metodzie post-processingu danych w STOC-T oraz wykorzystaniu szybkiego przestrzennego modulatora światła umieszczonego przed interferometrem uzyskano szybkie obrazowanie *in vivo* ludzkiej siatkówki rogówki z rozdzielczością umożliwiającą wizualizację indywidualnych komórek (Publ. [4-6]). Dzięki algorytmom opracowanym i zaimplementowanym przez dr D. Boryckiego możliwe było zwizualizowanie niewidocznych w innych warunkach szczegółów anatomicznych oka, w tym obrazowania głębokich warstw siatkówki (Publ. [4]), włókien nerwowych w rogówce (Publ. [5]) i komórek śródbłonna w ludzkiej rogówce (Publ. [6]). **Metoda STOC-T opracowana przez Habilitanta zaliczana jest obecnie do najszybszych w świecie nieinwazyjnych metod obrazowania siatkówki i rogówki w wysokiej rozdzielczości.**

Druga nowa modalność obrazowania tkanek zaproponowana przez dr D. Boryckiego w trakcie Jego pobytu na stażu podoktorskim w Department of Biomedical Engineering, University of California Davis, (2014-2016 i krótsze pobyty w 2017 i 2018) to **interferometryczna spektroskopia w bliskiej podczerwieni** (ang. *interferometric nearinfrared spectroscopy (iNIRS)*). iNIRS służy do analizy tkanek biologicznych *in vivo* tzn. do wyznaczenia ich właściwości biologicznych i dynamicznych. W

szczegółności iNIRS stanowi metodę konkurencyjną do innych metod dyfuzyjnych (NIRS, DCS i ich odmian) stosowanych do nieinwazyjnego monitorowania aktywności mózgu. Podstawową nowością wprowadzoną przez dr D. Boryckiego jest zastosowanie **podejścia interferometrycznego, a więc wykorzystania pełnej informacji amplitudowo-fazowej do analizy właściwości optycznych tkanki w reżimie dyfuzyjnym**. Modyfikacja systemu NIRS polega przede wszystkim na wykorzystaniu szybko przestrajalnego lasera DFB w celu osiągnięcia dystrybucji czasu przelotu fotonów oraz dodania ramienia referencyjnego dla uzyskania interferencji pola reemitowanego z próbki i wiązki referencyjnej. Habilitant zaproponował i zweryfikował iNIRS w geometrii systemu transmisyjnego (Publ.[7]), wykazał, że **bezpośredni pomiar autokorelacji pola, możliwy w układzie interferometrycznym dzięki dostępowi do fazy, zapewnia lepsze oszacowanie dynamiki próbki** niż autokorelacje oparte na intensywności sygnału (Publ. [8]). W dalszych pracach Habilitant zastosował iNIRS do ilościowej oceny rozpraszania, absorpcji i indeksu przepływu krwi w mózgu nagiej myszy *in vivo* (Publ. [9]) oraz opracował bramkowanie korelacyjne do separacji światła balistycznego od wielokrotnie rozproszonego i wykazał, że separacja komponentów balistycznych i dyfuzyjnych pozwala na ich niezależną analizę w celu wyznaczenia parametrów optycznych ośrodka takich jak: grupowy współczynnik załamania, współczynnik ekstynkcji, współczynnik absorpcji, zredukowany współczynnik rozpraszania oraz współczynnik anizotropii za pomocą jednego zestawu danych pomiarowych uzyskanych z pojedynczego pomiaru (Publ. [10]). **Metoda iNIRS jest obecnie jedyną metodą optyczną umożliwiającą ilościowe wyznaczenie podstawowych własności optycznych tkanki na podstawie pojedynczego pomiaru. Zastosowane przez Habilitanta podejście interferometryczne jest przełomem w optyce dyfuzyjnej i stwarza unikalną możliwość spełnienia podstawowych wymagań do nieinwazyjnych pomiarów aktywności mózgu, zapewniając równocześnie dostęp do fazy.**

Obie opracowane przez dr D. Boryckiego optyczne modalności badania tkanek mają wiele wspólnego mimo pracy w przeciwstawnych reżimach biofotoniki: balistycznym (STOC-T, obrazowanie) oraz dyfuzyjnym (iNIRS, detekcja) i różnych celów stosowania tych modalności. Obie modalności wykorzystują interferometryczne układy pomiarowe wyposażone w szybko przestrajalne źródła laserowe oraz interferometrię w dziedzinie Fouriera, a znaczne rozszerzenie możliwości pomiarowych zawdzięczają nowatorskiemu podejściu do wykorzystania w przetwarzaniu i analizie sygnału pełnej informacji amplitudowo-fazowej. Dowodem na znaczenie i dużą rozpoznawalność prac dot. obu modalności jest znacząca i ciągle wzrastająca liczba cytowań publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego (od kilku do dwudziestu kilku cytowań/art.). O znaczeniu dla środowiska medycznego wyników prac dr Boryckiego świadczą nie tylko unikalne wyniki obrazowania i analizy tkanek zaprezentowane w artykułach, ale również zaangażowanie firmy japońskiej Canon we wspólne opracowanie, złożenie i finansowanie patentów dot. rozwoju obrazowania za pomocą tomografii optycznej z wykorzystaniem interferometrii światła częściowo spójnego. Canon wykorzystuje te patenty w urządzeniu Canon OCT HS-100. Obecnie firmy CoMind Technologies (UK), InCellVu Ltd (Polska) oraz Kernel HI (USA) są zainteresowane i zaangażowane w komercjalizację systemów STOC-T i iNIRS. Dr Borycki jest również współautorem wielu krajowych i międzynarodowych zgłoszeń patentowych w tej tematyce. Należy również wspomnieć, że prace naukowe Habilitanta prowadzone były kolejno na Wydziale Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Department of Biomedical Engineering, University of California Davis (staż doktorski), i w Instytucie Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk, w tym w ramach projektu FNP *Międzynarodowe Centrum Badań Oka* oraz jako główny wykonawca w projekcie *Maestro Korekcja zaburzeń odwzorowania optycznego za pomocą czasowo-przestrzennej modulacji fazy światła*.

Podsumowując tę część recenzji pragnę podkreślić wysoki poziom wiedzy i osiągnięć Habilitanta w zakresie biofotoniki, opracowywania nowych metod przetwarzania i analizy sygnału, optycznych metod pomiarowych i inżynierii biomedycznej udowodnionej, między innymi publikacjami w renomowanych, światowych optycznych i fonicznych czasopismach naukowych oraz międzynarodowymi patentami i wdrożeniami. Tematyka rozwoju nowych nieinwazyjnych metod obrazowania i pomiaru tkanek *in vivo* z wysoką rozdzielczością i w obecności mediów rozpraszających jest tematyką niezwykle ważną z punktu widzenia aplikacji biomedycznych, szczególnie w aspekcie diagnostyki oka oraz monitorowania aktywności mózgu. Habilitant w swoich pracach zaproponował dwie nowatorskie na poziomie światowym modalności optyczne i przedstawił szereg rozwiązań, które umożliwiły ich implementację

i znaczne rozszerzenie możliwości pomiarowych tkanek biologicznych (oko, mózg, skóra) zarówno w reżimie balistycznym jak i dyfuzyjnym.

Osiągnięcia naukowo-badawcze dr Dawida Boryckiego przedstawione w postaci jednotematycznego cyklu publikacji naukowych i patentów „Obrazowanie i kwantyfikacja właściwości optycznych oraz dynamicznych tkanki biologicznej w reżimie balistycznym i dyfuzyjnym z interferometrią w dziedzinie Fourierowskiej” dowodzą, że Habilitant wypracował w swojej działalności naukowej wyodrębnioną i spójną tematykę badawczą stanowiącą istotny, oryginalny i twórczy wkład w rozwój wiedzy w dyscyplinie inżynieria biomedyczna. Opiniowany jednotematyczny cykl publikacji i patentów może zatem stanowić podstawę do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego.

2. Zestawienie w zakresie osiągnięć naukowo-badawczych Habilitanta:

Dziesięć publikacji naukowych i dwa patenty zawarte w jednotematycznym cyklu „Obrazowanie i kwantyfikacja właściwości optycznych oraz dynamicznych tkanki biologicznej w reżimie balistycznym i dyfuzyjnym z interferometrią w dziedzinie Fourierowskiej” są bez wątpienia bardzo ważnym, ale nie jedynym osiągnięciem naukowym dr D. Boryckiego.

Na dorobek Kandydata zgromadzony po doktoracie (obrona w 2011r.) składają się ponadto:

- 8 współautorskich publikacji w czasopismach z bazy JCR (*Optics Express, Biomedical Optical Express, European Phys. Journal B, J. Modern Phys. B, APL Photonics, Scientific Report*);
- 10 międzynarodowych zgłoszeń patentowych;
- 4 wieloautorskie publikacje w *Photonics Letters of Poland*;
- 28 (4) wystąpień (posterów) na renomowanych konferencjach międzynarodowych (24 w tym Photonics West, Frontiers in Optics, European Conferences on Biomedical Optics, OSA BioPhotonics Congress...) i krajowych (4).
- 9 (w tym 7 jednoautorskich) książek/podręczników dot. oprogramowania wydanych przez: Microsoft Press (1), Springer (1), Helion (6);
- 73 artykuły dot. oprogramowania w czasopismach Programista, MSDN Magazine, Code Project;

Tematyka tych prac jest w dużej części (oprócz wydawnictw książkowych i artykułów poświęconych oprogramowaniu) zbieżna z opiniowanym w pierwszej części recenzji monotematycznym cyklem publikacji. Łączny dorobek publikowany Habilitanta zgromadzony po obronie pracy doktorskiej obejmuje więc: 18 artykułów w czasopismach naukowych z listy JCR, 2 międzynarodowe patenty oraz pozostałe, wymienione powyżej, osiągnięcia. Całkowity Impact Factor = 77,83 (przed doktoratem IF=7.18). Dorobek naukowy dr D. Boryckiego został znacząco powiększony w porównaniu z dorobkiem przed doktoratem.

Obecny indeks Hirsha dr D. Boryckiego (wg. baz *Web of Science, Scopus i Google Scholar*) dotyczący całokształtu Jego działalności publikacyjnej wynosi odpowiednio $h = 7/10/11$, a liczba cytowań wynosi odpowiednio wg. bazy *WoS* – 120, *Scopus* – 217 i *Google Scholar* - 323. Liczby te dobrze ilustrują wagę prac naukowych Habilitanta i Jego renomę międzynarodową. Należy jednak zaznaczyć, że część dorobku naukowego Habilitanta jest technologicznym „know-how”, które było i jest obecnie wykorzystywane w pracach wdrożeniowych przy współpracy z firmami Canon (Japonia), Optina Diagnostics (Kanada), CoMind Technologies (UK), InCellVu Ltd (Polska) oraz Kernel HI (USA).

Należy również podkreślić, że obecnie dr D. Borycki rozwija intensywnie równoległą wersję iNIRS (ang. *parallel interferometric near-infrared spectroscopy*, w skrócie π NIRS), która wykorzystuje równoległą detekcję interferometryczną poprzez użycie ultraszybkiej kamery 2D. Wyniki te (nie włączone do habilitacyjnego cyklu publikacji) pozwalają uzyskiwać funkcję autokorelacji 100-1000 razy szybciej niż w przypadku klasycznego, jedno-kanalowego podejścia iNIRS. Fakt ten, oraz ciągłe prace nad dalszymi udoskonaleniami metody STOC-T świadczą o ogromnym potencjale obu metod i jasnej wizji ich rozwoju przez Habilitanta.

Poza dorobkiem publikacyjnym o dużej aktywności naukowej Habilitanta świadczą poniżej przedstawione działania :

- kierownik projektu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (Mobilność Plus 3);
- główny wykonawca w realizacji projektu NCN Maestro 8 (2017-2021) i jako wykonawca w projekcie NCN Maestro 1 (2012-2016) oraz wykonawca w projekcie NCBR (2012-2015);
- wykonawca w projekcie europejskim H2020 *CREATE: The CREAtion of the Department of Physical Chemistry of Biological SysTEms*;
- kierowanie podgrupą badawczą w IChF PAN, w skład której wchodzi dwóch doktorantów pracujących nad dalszym rozwojem metod STOC-T i iNIRS;
- działalność komercjalizacyjna wyników badań naukowych: założenie (2016r.) wraz z prof. Maciejem Wojtkowskim i dr Łukaszem Kornaszewskim spółki spin-off, InCellVu, której działalność skupia się na komercjalizacji tomografii STOC-T w celu wprowadzenia na rynek nowych urządzeń okulistycznych.
- działalność konsultacyjna dla firm zagranicznych komercjalizujących metody OCT, STOC-T oraz iNIRS;
- recenzent w wielu prestiżowych, międzynarodowych czasopismach;
- członek międzynarodowych organizacji optycznych i fonicznych SPIE i OPTICA (d. OSA).

Ważnym elementem rozwoju zawodowego dr D Boryckiego był długoterminowy staż podoktorski (2014-2016) w University of California Davis, Department of Biomedical Engineering oraz współpraca z zespołem naukowym z tego ośrodka naukowego. Współpraca ta jest z sukcesem kontynuowana (również w ramach dwumiesięcznych wizyt naukowych 2017 i 2018).

Habilitant realizując prace naukowo-badawcze bierze również udział we wdrażaniu opracowanych metod przez firmy produkujące sprzęt dla potrzeb sektora medycznego oddziałując w znaczny sposób na otoczenie gospodarcze i społeczne.

3. Zestawienie w zakresie dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy z współpracą międzynarodowej habilitanta we wszystkich obszarach wiedzy

Najważniejsze działania w obszarze dydaktyki, popularyzacji wiedzy i współpracy międzynarodowej obejmują:

1) udział w międzynarodowych lub krajowych konferencjach naukowych i współpraca międzynarodowa:

- liczne referaty na prestiżowych konferencjach międzynarodowych (SPIE Photonics West, OSA Frontiers in Optics, European Conferences on Biomedical Optics, OSA BioPhotonics Congress, IEEE BioPhotonics oraz krajowych (Industrialization Potential of Optics in Biomedicine Conference – referat zapraszany, XXII Polish Conference of Biocybernetics and Biomedical Engineering, Optics in Neuromonitoring);

- współpraca naukowa, potwierdzona wspólnymi publikacjami, z partnerami międzynarodowymi (w tym z grupą badawczą z University of California Davis, Department of Biomedical Engineering oraz grupą badawczą profesora Roarke Horstmeyera z Duke University, USA);

- współpraca naukowo-komercjalizacyjna z zagranicznymi firmami produkującymi sprzęt medyczny (Canon, Optina Diagnostics, CoMind Technologies oraz Kernel HI) .

2) osiągnięcia dydaktyczne

- prowadzenie zajęć laboratoryjnych i ćwiczeniowych z oprogramowania, wprowadzenia do matematyki, matematyki dyskretnej, i analizy matematycznej w okresie zatrudnienia na UMK;

- bardzo duża aktywność publikacyjna w zakresie podręczników do oprogramowania;

3) opieka naukowa nad studentami

- promotor 5 prac dyplomowych (4 inżynierskich i 1 magisterskiej);

4) opieka naukowa nad doktorantami w charakterze opiekuna naukowego

promotor pomocniczy w 2 doktoratach;

5) osiągnięcia w zakresie popularyzacji nauki

- liczne publikacje popularyzatorskie (kilkadziesiąt) w obszarze oprogramowania, aplikacji mobilnych oraz urządzeń rzeczywistości wirtualnej;

6) staże w zagranicznych lub krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich

- dwuletni staż podoktorski w University of California Davis, Department of Biomedical Engineering oraz 2 dwumiesięczne wizyty naukowe w tym samym ośrodku;

7) recenzowanie publikacji w czasopiśmie międzynarodowych i krajowych oraz wniosków projektowych

- liczne (ok. 40) recenzje w prestiżowych czasopiśmie optycznych jak: m.in. Optics Letters, Optics Express, Applied Optics, Photonics Research, OSA Continuum, Optica, JOSA A, Biomedical Optics Express, IEEE Transactions on Biomedical Engineering, IEEE Transactions on Computational Imaging.

Reasumując punkty 2 i 3 stwierdzam, że moja ocena całokształtu osiągnięć naukowo-badawczych dr Dawida Boryckiego jest pozytywna z uwagi na ich wysoki poziom potwierdzony dorobkiem publikacyjnym, innowacyjny i przyszłościowy charakter, spójność tematyczną i znaczący wkład w rozwój metod i systemów obrazowania medycznego i analizy struktur biologicznych. Również pozytywnie oceniam dorobek dydaktyczny, popularyzatorski i w zakresie współpracy międzynarodowej Habilitanta. Całość dorobku spełnia wymagania ustawy *O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki* i jest w pełni wystarczający przy ubieganiu się o stopień doktora habilitowanego w dyscyplinie Inżynieria Biomedyczna.

4. Wniosek końcowy

Po dokonaniu szczegółowej analizy osiągnięcia w postaci jednotematycznego cyklu publikacji i całokształtu dorobku naukowo-badawczego, dydaktycznego, popularyzatorskiego i współpracy międzynarodowej przedstawionego przez dr Dawida Boryckiego w postępowaniu habilitacyjnym stwierdzam, że Habilitant znacząco powiększył swój dorobek po uzyskaniu stopnia doktora, uzyskał oryginalne i poszerzające wiedzę wyniki w dyscyplinie Inżynieria Biomedyczna oraz wykazał pełną samodzielność naukową i przygotowanie do twórczej pracy naukowej. Jego działalność jest doceniana w kraju i na świecie o czym świadczą liczne publikacje w renomowanych czasopiśmie naukowych, udział Habilitanta oraz wykorzystywanie wyników Jego prac w wielu projektach krajowych, międzynarodowych oraz w ramach współpracy z otoczeniem gospodarczym (wdrożenia, patenty).

Osiągnięcie naukowe spełnia wymagania określone w art. 219 ust.1 pkt.2 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2021. poz 478 z póź. zm) przy ubieganiu się o stopień doktora habilitowanego w dyscyplinie Inżynieria Biomedyczna.

Biorąc powyższe pod uwagę wnioskuję o nadanie dr Dawidowi Boryckiemu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych.

