



wpłynęło
18.08.2025
[signature]

Wydział Inżynierii Biomedycznej
Katedra Informatyki Medycznej
i Sztucznej Inteligencji

dr hab. inż.
Joanna Czajkowska, prof. PŚ

Zabrze, 11.08.2025 r.

Przewodnicząca
Rady Naukowej
Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna
prof. dr hab. inż. Agnieszka Jastrzębska

Szanowna Pani Profesor,

W załączeniu przesyłam recenzję naukowego osiągnięcia habilitacyjnego Pana dr inż. Szymona Cygana, wykonaną na zlecenie Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna Politechniki Warszawskiej (uchwała nr 32/III/2025 z dnia 14.05.2025 r.).

Łączę wyrazy szacunku

dr hab. inż. Joanna Czajkowska, prof. PŚ



Politechnika Śląska
Wydział Inżynierii Biomedycznej
Katedra Informatyki Medycznej i Sztucznej Inteligencji
ul. Roosevelta 40, pok. 215, 41-800 Zabrze
+48 32 277 74 67
joanna.czajkowska@polsl.pl

NIP 631 020 07 36
ING Bank Śląski S.A. o/Gliwice 60 1050 1230 1000 0002 0211 3056



Zabrze, 11.08.2025 r.

Recenzja

Naukowego osiągnięcia habilitacyjnego Pana

dr. inż. Szymona Cygana

pt. „Nowoczesne techniki ilościowej oceny działania echokardiograficznych metod obrazowania

odkształceń lewej komory serca”

w dziedzinie: Nauki inżynieryjno-techniczne

w dyscyplinie: Inżynieria Biomedyczna

wykonana na zlecenie Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna Politechniki Warszawskiej

(uchwała nr 32/III/2025 z dnia 14.05.2025 r.)

1. Obowiązujące przepisy prawa i kryteria oceny

Zgodnie z **art. 219 ust. 1** ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (zwanej dalej Ustawą) stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która:

- 1) posiada stopień doktora;
- 2) posiada w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, w tym co najmniej:
 - a) 1 monografię naukową wydaną przez wydawnictwo, które w roku opublikowania monografii w ostatecznej formie było ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. a, lub z przepisami wydanymi na podstawie
 - b) 1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. b, lub
 - c) 1 zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne lub artystyczne;

- 3) wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

Zgodnie z art. 221 ust. 1 Ustawy:

Recenzenci, w terminie 8 tygodni od dnia doręczenia im wniosku, oceniają, czy osiągnięcia naukowe osoby ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego odpowiadają wymaganiom określonym w art. 219 ust. 1 pkt 2, i przygotowują recenzje.

2. Dane podstawowe o Kandydacie wymagane Ustawą

Pan dr inż. Szymon Cygan uzyskał **stopień doktora nauk technicznych** w dyscyplinie Biocybernetyka i Inżynieria Biomedyczna, nadany uchwałą Rady Wydziału Mechatroniki Politechniki Warszawskiej z dnia 12 października 2011 r. Tytuł rozprawy „Metoda wyznaczania przemieszczeń i odkształceń dla potrzeb elastografii w warunkach znacznych odkształceń tkanki”. Promotorem pracy był prof. dr hab. inż. Krzysztof Kałużyński.

3. Informacja o osiągnięciu

Do oceny w niniejszym postępowaniu przedstawiony został 1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych pt. „**Nowoczesne techniki ilościowej oceny działania echokardiograficznych metod obrazowania odkształceń lewej komory serca**”.

Przedłożony do oceny cykl obejmuje 21 publikacji, o sumarycznym wskaźniku oddziaływania **IF 26,11**. Wskaźnik oddziaływania posiada 12 z nich. Zgodnie z komunikatem Ministra Edukacji i Nauki z dnia 05 stycznia 2024 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych, ich sumaryczna punktacja wynosi **995 pkt**.

W skład cyklu wchodzi następujące prace:

H1. **Cygan, S.** Modelowanie numeryczne fantomów serca na potrzeby obrazowania odkształceń w echokardiografii (*Numerical modeling of heart phantoms as a support for strain imaging in echocardiography*); 1; 1st ed.; Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT: Warszawa, 2019; ISBN 978-83-7837-082-6. MNiSzW 80

H2. **Cygan, S.; Żmigrodzki, J.; Leśniak-Plewińska, B.; Karny, M.; Pakieła, Z.; Kałużyński, K.** Influence of Polyvinylalcohol Cryogel Material Model in FEM Simulations on Deformation of LV Phantom. In *Functional Imaging and Modeling of the Heart*; Assen, H. van, Bovendeerd, P., Delhaas, T., Eds.; Lecture Notes in Computer Science; Springer International Publishing, 2015; pp. 313–320 ISBN 978-3-319-20308-9. MNiSzW 5

H3. **Leśniak-Plewińska, B.; Cygan, S.; Żmigrodzki, J.; Kałużyński, K.** A New Thick Walled Conical Model of the Left Ventricle. In *Proceedings of the Computational Vision and Medical Image Processing V- Proceedings of 5th Eccomas Thematic Conference on Computational Vision and Medical Image Processing, VipIMAGE*; 2015; pp. 273–278. MNiSzW 15*

H4. **Lesniak-Plewinska, B.; Zmigrodzki, J.; Cygan, S.; Kaluzynski, K.** Novel Measurement Setup for Evaluation of Left Ventricle Motion and Strain Tracking Methods. In *Proceedings of the MEDICAL IMAGING*

- 2017: *ULTRASONIC IMAGING AND TOMOGRAPHY*; Duric, N., Heyde, B., Eds.; Spie-Int Soc Optical Engineering: Bellingham, 2017; Vol. 10139, p. UNSP 1013919. MNiSzW 20
- H5. Lesniak-Plewinska, B.; **Cygan, S.**; Kałużyński, K.; D'hooge, J.; Żmigrodzki, J.; Kowalik, E.; Kordybach, M.; Kowalski, M. A Dual Chamber, Thick-Walled Cardiac Phantom for Use in Cardiac Motion and Deformation Imaging by Ultrasound. *Ultrasound Med Biol* 2010, 36, 1145–1156, doi:10.1016/j.ultrasmedbio.2010.04.008, IF 2.493 MNiSzW 35*
- H6. Heyde, B.; **Cygan, S.**; Choi, H.F.; Lesniak-Plewinska, B.; Barbosa, D.; Elen, A.; Claus, P.; Loeckx, D.; Kałużyński, K.; D'hooge, J. Regional Cardiac Motion and Strain Estimation in Three-Dimensional Echocardiography: A Validation Study in Thick-Walled Univentricular Phantoms. *IEEE Trans Ultrason Ferroelectr Freq Control* 2012, 59, 668–682, doi:10.1109/TUFFC.2012.2245. IF 1.822 MNiSzW 35*
- H7. **Cygan, S.**; Werys, K.; Błaszczuk, Ł.; Kubik, T.; Kałużyński, K. Left Ventricle Phantom and Experimental Setup for MRI and Echocardiography – Preliminary Results of Data Acquisitions. *Biocybernetics and Biomedical Engineering* 2014, 34, 19–24, doi:10.1016/j.bbe.2013.12.002. IF 0.646 MNiSzW 15*
- H8. **Cygan, S.**; Kumor, M.; Żmigrodzki, J.; Leśniak-Plewińska, B.; Kowalski, M.; Kałużyński, K. Left Ventricular Phantoms with Inclusions Simulating Transmural and Non-Transmural Infarctions: FEM and EchoPAC Study. In *Proceedings of the Progress in Biomedical Optics and Imaging - Proceedings of SPIE*; Duric, N., Heyde, B., Eds.; March 13 2017; Vol. 10139, p. 1013918. MNiSzW 20
- H9. Werys, K.; Pieniak, K.; Lesniak-Plewinska, B.; Żmigrodzki, J.; **Cygan, S.** Validation of the Polyvinyl Alcohol Cryogel with Glycerol as a Material for Phantoms in Magnetic Resonance Imaging. In *Proceedings of the 2015 IEEE 8TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT DATA ACQUISITION AND ADVANCED COMPUTING SYSTEMS: TECHNOLOGY AND APPLICATIONS (IDAACS)*, VOLS 1-2; IEEE: New York, 2015; pp. 656–659. MNiSzW 15*
- H10. **Cygan, S.**; Urban, M.; Czyżyk, A.; Żmigrodzki, J. Low-Cost 3D Vision Based Triangulation System for Ultrasonic Probe Positioning. *Polish Journal of Medical Physics and Engineering* 2024, 30, doi:10.2478/pjmpe-2024-0029. IF 0.7 MNiSzW 100
- H11. Wilczewska, A.; **Cygan, S.**; Żmigrodzki, J. Displacement Field Estimation for Echocardiography Strain Imaging Using B-Spline Based Elastic Image Registration-Synthetic Data Study. In *Proceedings of the RECENT GLOBAL RESEARCH AND EDUCATION: TECHNOLOGICAL CHALLENGES*; Jablonski, R., Szewczyk, R., Eds.; Springer-Verlag Berlin: Berlin, 2017; Vol. 519, pp. 309–315., MNiSzW 20
- H12. Wilczewska, A.; **Cygan, S.**; Żmigrodzki, J. Segmentation Enhanced Elastic Image Registration for 2D Speckle Tracking Echocardiography—Performance Study In Silico. *Ultrason Imaging* 2022, 44, 39–54, doi:10.1177/01617346211068812., IF 1.578 MNiSzW 70
- H13. Żmigrodzki, J.; **Cygan, S.**; Werys, K.; Leśniak-Plewińska, B.; Kowalski, M.; Kałużyński, K. Block Matching and B-Spline Methods in Deformation Estimation in Synthetic Left Ventricular Model with Nontransmural Infarction. In *Proceedings of the MEDICAL IMAGING 2017: ULTRASONIC IMAGING AND TOMOGRAPHY*; Duric, N., Heyde, B., Eds.; Spie-Int Soc Optical Engineering: Bellingham, 2017; Vol. 10139, p. UNSP 1013902., MNiSzW 20

- H14. Żmigrodzki, J.; **Cygan, S.**; Wilczewska, A.; Kałużyński, K. Quantitative Assessment of the Effect of the Out-of-Plane Movement of the Homogenous Ellipsoidal Model of the Left Ventricle on the Deformation Measures Estimated Using 2-D Speckle Tracking - An In Silico Study. *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control* 2018, 65, 1789–1803, doi:10.1109/TUFFC.2018.2856127., IF 2.989 MNiSzW 35*
- H15. Żmigrodzki, J.; **Cygan, S.**; Leśniak-Plewińska, B.; Kałużyński, K. Identification of Subendocardial Infarction—a Feasibility Study Using Synthetic Ultrasonic Image Data of a Left Ventricular Model. *Computational Vision and Medical Image Processing V: Proceedings of the 5th Eccomas Thematic Conference on Computational Vision and Medical Image Processing (VipIMAGE 2015, Tenerife, Spain, October 19–21, 2015)* 2015, 137., MNiSzW 15*
- H16. Żmigrodzki, J.; **Cygan, S.**; Leśniak-Plewińska, B.; Kowalski, M.; Kałużyński, K. Effect of Transmural Extent of the Simulated Infarction in a Left Ventricular Model on Displacement and Strain Distribution Estimated from Synthetic Ultrasonic Data. *Ultrasound in Medicine and Biology* 2017, 43, 206–217, doi:10.1016/j.ultrasmedbio.2016.08.017., IF 2.645 MNiSzW 40*
- H17. Żmigrodzki, J.; **Cygan, S.**; Kałużyński, K. Evaluation of Strain Averaging Area and Strain Estimation Errors in a Spheroidal Left Ventricular Model Using Synthetic Image Data and Speckle Tracking. *BMC Medical Imaging* 2021, 21, 105, doi:10.1186/s12880-021-00635-y., IF 2.795 MNiSzW 70
- H18. Żmigrodzki, J.; **Cygan, S.**; Kałużyński, K. Quantitative Evaluation of Segmentation Accuracy of Subsegmental Infarcts Using 2DSTE and Synthetic Ultrasonic Data in a Spheroidal Model of the Left Ventricle. *Biomedical Signal Processing and Control* 2022, 78, 103880, doi:10.1016/j.bspc.2022.103880., IF 5.1 MNiSzW 140
- H19. Żmigrodzki, J.; **Cygan, S.**; Kałużyński, K. Parametrization of Subsegmental Infarcts Using High Spatial Resolution 2DSTE and Synthetic Ultrasonic Data. *Pol. J. Med. Phys. Eng.* 2023, 29, 195–207, doi:10.2478/pjmpe-2023-0021., IF 0.7 MNiSzW 100
- H20. Alessandrini, M.; Heyde, B.; Queiros, S.; **Cygan, S.**; Zontak, M.; Somphone, O.; Bernard, O.; Sermesant, M.; Delingette, H.; Barbosa, D.; et al. Detailed Evaluation of Five 3D Speckle Tracking Algorithms Using Synthetic Echocardiographic Recordings. *IEEE Transactions on Medical Imaging* 2016, doi:10.1109/TMI.2016.2537848., IF 3.942 MNiSzW 45*
- H21. **Cygan, S.**; Wilczewska, A.; Kubik, T.; Alessandrini, M. Investigation of the Impact of Local Properties of 3D Data on the Accuracy of Block Matching-Based Speckle Tracking Echocardiography. *Polish Journal of Medical Physics and Engineering* 2021 doi:https://doi.org/10.2478/pjmpe-2024-0019., IF 0.7 MNiSzW 100

4. Ocena wskazanego przez kandydata osiągnięcia naukowego

Regionalne deformacje serca stanowią cenne źródło informacji na temat funkcjonowania mięśnia sercowego i znajdują zastosowanie w diagnostyce takich schorzeń, jak zawał mięśnia sercowego oraz jego niedokrwienie, kardiomiopatie czy dyssynchronia skurczu komór. Automatyczne i ilościowe określanie regionalnych deformacji lewej komory serca na podstawie danych wolumetrycznych pochodzących z echokardiografii trójwymiarowej pozostaje jednak znaczącym wyzwaniem technicz-

nym. Zasadne jest więc poszukiwanie metod umożliwiających generowanie wiarygodnych danych referencyjnych, które mogą służyć do oceny i walidacji algorytmów obrazowania odkształceń.

Wkład Kandydata we wspomniany obszar badań polegał na opracowaniu metod oraz fizycznych modeli symulujących potencjalne źródła danych wykorzystywanych do ilościowej analizy deformacji w echokardiografii. Obejmowało to zarówno konstrukcję fantomów lewej komory serca, jak i generowanie syntetycznych danych echokardiograficznych.

Niniejsze osiągnięcie stanowi cykl publikacji prezentujących wyniki badań Kandydata w tym obszarze. Udział Kandydata w poszczególnych pracach oraz ich powiązanie z powyżej określonymi celami przedstawiono poniżej.

Kandydat jest wyłącznym autorem monografii H1 wydanej przez Akademicką Oficynę Wydawniczą EXIT, której recenzentem jest dr hab. Barbara Gambin, prof. IPPT PAN. W pracy podsumowane zostały badania obejmujące modelowanie różnych fantomów lewej komory serca. Zaproponowane podejście do projektowania fantomów oparte zostało na przeglądzie cech geometrycznych tego narządu oraz analizie dostępnej literatury pod kątem wiedzy na temat jego parametrów ruchu i deformacji. W monografii znaleźć można podstawowe zagadnienia mechaniki stanowiące podstawy dla założeń budowy fantomu, opis technik obrazowania odkształceń, techniki modelowania numerycznego w opisywanym zastosowaniu oraz metody generowania syntetycznych danych echokardiograficznych. Kandydat prezentuje również rezultaty prac nad projektowaniem fizycznych modeli lewej komory serca wraz z opisem eksperymentu fizycznego z wykorzystaniem zaproponowanego fantomu. Praca stanowi niejako podsumowanie badań Kandydata w tym obszarze, a autor odwołuje się w niej do swoich wcześniejszych doniesień literaturowych wchodzących w recenzowany cykl. Monografia stanowi również rezultat dwóch projektów naukowych będących udziałem Kandydata.

Opisywany w monografii H1 projekt stanowiska pomiarowego do ilościowej oceny regionalnych deformacji lewej komory serca z wykorzystaniem sonomikrometrii, projekt oraz wytworzenie serii fantomów, a także realizacja serii badań w zakresie zapewnienia powtarzalnych warunków pracy fantomu są udziałem autora w pracy H6. Należy wspomnieć, że praca ma charakter międzynarodowy i powstała w ramach współpracy z naukowcami z Laboratorium Obrazowania i Dynamiki Układu Sercowo-Naczyniowego, Uniwersytetu w Leuven, Belgia.

Prace H2-H4 odnoszą się do opracowania i zastosowania usystematyzowanego podejścia do projektowania fantomów lewej komory serca oraz wykorzystania w tym kontekście modelowania Metodą Elementów Skończonych (MES). Kandydat jest autorem koncepcji badań oraz projektu geometrii fantomu. Odpowiada również za wybór modeli konstruktywnych opisujących model materiału oraz wyznaczenie wartości parametrów tych modeli. Zaproponował również opis numeryczny procesu odkształcania fantomu wraz z wartościami poszczególnych wymuszeń prowadzących do oczekiwanej deformacji modelu.

Pewien niedosyt pozostawia fakt, że żadna z prac H1-H4 traktujących nt. projektowania fantomu nie posiada wskaźnika wpływu IF. Nie pozostawia jednak wątpliwości znaczenie podjętej w nich tematyki dla rozwoju dyscypliny inżyniera biomedyczna.

W pracach H5-H9 Kandydat zaproponował procedury wytwarzania fantomu na bazie hydrożelu PVA oraz zastosowanie w nich wtrąceń symulujących obszary o obniżonej kurczliwości. Opisany po raz

pierwszy w pracy H5 fantom, w ramach opisywanej już wcześniej współpracy z Uniwersytetem w Leuven, Belgia ewoluował do postaci, której zachowanie cechuje duża powtarzalność - H6. Należy wspomnieć, że publikacja H6 stanowiąca zwieńczenie tego etapu badań posiada 45 cytowań w bazie Web of Science, co podkreśla jej znaczenie dla rozwoju dyscypliny inżynieria biomedyczna. Fantom lewej komory serca oraz wspomniane stanowisko pomiarowe umożliwiają rejestrację danych ultrasonograficznych i rezonansowych w kontrolowanych warunkach geometrycznych i deformacyjnych. Zostało to opisane w pracy H7, której Kandydat jest wiodącym autorem i odpowiada za koncepcję projektu, projekt i wykonanie fantomu, przeprowadzenie eksperymentu i krytyczną analizę wyników.

Kandydat jest również głównym autorem pracy H10, która rozpoczyna część poświęconą informacjom referencyjnym. W obrazowaniu ultradźwiękowym, takim jak echokardiografia, dokładne ustawienie sondy względem ciała pacjenta lub zewnętrznego układu współrzędnych jest zazwyczaj wykonywane ręcznie. Jednak w kontekście metod, które pozwalają na śledzenie ruchu mięśnia sercowego w czasie, aby uzyskać wiarygodne wyniki, istotne jest zapewnienie powtarzalności pozycjonowania. W odpowiedzi na to wyzwanie autorzy opracowali system wizyjny do automatycznego pozycjonowania sondy. Nowe podejście Kandydata, które odnosi się do wykorzystania modeli numerycznych jako źródła informacji referencyjnej dla eksperymentów *in vitro* prowadzonych z użyciem fantomów lewej komory serca, zostało również ujęte w monografii H1. W artykule H10 Kandydat opisuje autorski projekt stanowiska pomiarowego, ze śledzeniem położenia głowicy, do akwizycji danych podczas eksperymentu fizycznego. Zapewnienie spójności w pozycjonowaniu głowicy pozwala na uzyskanie wiarygodnych danych i powtarzalnych wyników.

Modele numeryczne fantomów jako podstawa tworzenia danych syntetycznych opisane zostały w pracach H11-H19 oraz zebrane i podsumowane w H1. W pracach H12 i H13 Kandydat wykorzystał zarówno modele numeryczne fantomów jednorodnych jak i z wtrąceniami do ilościowych badań dotyczących wybranych metod estymacji przemieszczeń. Zaproponowana przez Kandydata nowa metoda obrazowania odkształceń opisana została w pracach H11 i H12.

W artykule H14 Kandydat proponuje rozszerzenie procesu modelowania numerycznego deformacji poprzez niwelowanie oraz wprowadzanie ruchu w kierunku prostopadłym do płaszczyzny obrazowania.

Badania mające na celu określenie granic możliwości rozdzielczych istniejących metod obrazowania odkształceń znaleźć można w pracach H15 – H19. Wartością dodaną artykułów jest podjęcie problemu geometrii fantomów z wtrąceniami: jednorodnymi oraz niejednorodnymi. Wprowadzenie wtrąceń umożliwiło symulowanie zawałów serca, odpowiednio podwosierdziowego oraz pełnościennego. Rozróżnienie tych typów zawałów ma istotne znaczenie kliniczne, ponieważ wpływa na rokowanie oraz wybór strategii leczenia.

Istotną z punktu oceny dorobku jest praca H20, która opisuje wielośrodkowe badania mające na celu opracowanie realistycznego symulatora trójwymiarowych danych echokardiograficznych i stworzenie zestawu danych referencyjnych, który dostępny jest publicznie. Wspólna baza danych wykorzystana została do porównania nowoczesnych metod obrazowania odkształceń. Zbadano również możliwość wykorzystania uzyskanych wyników w diagnostyce patologii, takich jak niedokrwienie i dyssynchronia. Wkładem Kandydata w to opracowanie była własna implementacja trójwymiarowej

metody wyznaczania przemieszczeń opartej na dopasowywaniu blokowym w jej podstawowej wersji. Warto wspomnieć, że wśród ośrodków wymienionych w pracy znalazły się instytuty naukowe z Europy oraz Stanów Zjednoczonych, jak również partnerzy biznesowi (Philips), a Kandydat jako jedyny reprezentował ośrodek polski. Podkreśla to pozycję Kandydata na arenie międzynarodowej. Zgodnie z informacjami zawartymi w bazie Web of Science, ciągu 9 lat od publikacji artykuł doczekał się 37 cytowań, co jednoznacznie świadczy o dużym zasięgu jego oddziaływania.

W pracy H21 zawarta została dokumentacja przeprowadzonego badania wpływu lokalnych cech danych trójwymiarowych danych echokardiograficznych w postaci przetworzonej (B-mode) na dokładność metody śledzenia przemieszczeń opartych na dopasowywaniu bloków w echokardiografii. W analizie wykorzystano syntetyczne dane 3D B-mode z ustalonymi wartościami referencyjnymi. Na podstawie analizy uzyskanych wyników autorzy badania wywnioskowali, że pojedyncze cechy obrazu mają ograniczoną wartość predykcyjną, ale ich łączne wykorzystanie daje już umiarkowaną skuteczność w ocenie jakości śledzenia. Kandydat jest wiodącym autorem pracy, a jego udziałem było opracowanie koncepcji opisanych w pracy badań, opracowanie i implementacja metody wyznaczania przemieszczeń w danych 3D, opracowanie zestawu badanych cech oraz krytyczna analiza wyników.

Ujęte w cyklu publikacje są spójne tematycznie, a celem prowadzonych badań jest dostarczenie nowej wiedzy oraz usystematyzowanie metodologii ilościowej oceny metod obrazowania odkształceń lewej komory serca w echokardiografii. Do głównych elementów osiągnięcia przedstawionych w opiniowanym wniosku zaliczyć można:

- 1) Opracowanie i zastosowanie usystematyzowanego podejścia do procesu projektowania fantomów włącznie z wykorzystaniem modelowania Metodą Elementów Skończonych (MES).
- 2) Opracowanie procedur wytwarzania fantomów lewej komory serca na bazie hydrożelu PVA oraz zastosowanie w nich wtrąceń symulujących obszary o obniżonej kurczliwości.
- 3) Zastosowanie sonomikrometrii oraz modeli numerycznych w postaci modelowania MES jako źródła informacji referencyjnej na temat odkształceń fantomów.
- 4) Wykorzystanie modeli MES do tworzenia danych syntetycznych.
- 5) Prowadzenie badań nad metodami obrazowania odkształceń, ze szczególnym uwzględnieniem własnej implementacji metody z grupy technik opartych na dopasowaniu blokowym.
- 6) Wykorzystanie istniejących syntetycznych danych echokardiograficznych do ilościowej oceny działania metod obrazowania odkształceń.

Kandydat jest pierwszym autorem 6 prac z opisanego cyklu, w tym trzech z IF. Z oświadczeń Kandydata oraz współautorów wynika, że jedynie w 6 pracach w cyklu jego udział był znaczący ($\geq 60\%$). Analizując opis wkładu Kandydata w każdą z prac wnioskować można jednak, że jego udział miał w przeważającej części istotne znaczenie dla powstania publikacji, a udział procentowy wynika ze współpracy Kandydata ze środowiskiem akademickim w kraju i za granicą, co niewątpliwie jest umiejętnością cenną. Ponadto, Kandydat posiada w swoim dorobku monografię jedno autorską co z kolei świadczy o samodzielności w opracowywaniu i referowaniu wyników prowadzonych badań.

5. Sylwetka Kandydata

- a) Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

Kandydat odbył trzymiesięczny staż naukowy w zespole prof. Jana D'hooge w Cardiovascular Imaging & Dynamics Department, Medical Imaging Research Center (MIRC), KU Leuven, Belgia.

Staż przełożył się bezpośrednio na powstanie prac składających się na opisywany w opiniowanym osiągnięciu cykl publikacji (H20 i H21) oraz jednej publikacji konferencyjnej.

- b) Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.

Kandydat jest autorem treści kształcenia w ramach siedmiu przedmiotów, w tym jednego w języku angielskim. Brał udział w opracowaniu nowych programów studiów na kierunku Inżynieria Biomedyczna I i II stopnia, był promotorem pomocniczym w 3 zakończonych nadaniem stopnia rozpraw doktorskich oraz 31 prac magisterskich i 56 projektów inżynierskich. Jego działalność dydaktyczna została trzykrotnie nagrodzona przez studentów, co dowodzi umiejętności przekazywania wiedzy w sposób przystępny, z dużym zaangażowaniem i skutecznie. Kandydat jest współautorem wniosków projektowych w projektach finansowanych przez Europejski Fundusz Społeczny (EFS).

Od 2020 roku pełni również funkcje opiekuna specjalności Aparatura Biomedyczna oraz specjalności Informatyka Biomedyczna na studiach I stopnia kierunku Inżynieria Biomedyczna na Wydziale Mechatroniki.

Działalność organizacyjna zaraportowana przez Kandydata jest imponująca. Do najważniejszych osiągnięć organizacyjnych należą m.in:

1. Członkostwo w zespole realizującym zadanie dot. modyfikacji programu i wdrożenia nowych form kształcenia na studiach II stopnia kierunku Inżynieria Biomedyczna w ramach realizowanego w PW projektu OMNIS2 Otwartość. Modernizacja. Nowoczesność. Integracja. Społeczność. Projekt realizowany w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 (FERS) współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus (EFS+). Wysokość dofinansowania 14 327 170,36 PLN.
2. Członkostwo w Radzie Naukowej Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna w kadencji 2020-2024 oraz kadencji 2024-2028.
3. Członkostwo w Zespole ds. Oceny Nauczycieli Akademickich i Ewaluacji RND IB PW w kadencji 2020-2024
4. Członkostwo w Komisji ds. Grantów RND IB PW w kadencji 2020-2024.
5. Członkostwo w uczelnianej Komisji Dyscyplinarnej ds. Studentów i Doktorantów Politechniki Warszawskiej w kadencji 2012-2016.
6. Pełnienie funkcji pełnomocnika Dyrektora Instytutu Metrologii i Inżynierii Biomedycznej Politechniki Warszawskiej ds. Dydaktyki, 2012-2024.

7. Członkostwo w wydziałowej Komisji Bibliotecznej Wydziału Mechatroniki Politechniki Warszawskiej, od 2016.
8. Pełnienie funkcji przedstawiciela Politechniki Warszawskiej w Platformie Transferu Technologii konsorcjum Centrum Badań Przedklinicznych i Technologii w latach 2011 – 2013.

Kandydat zaangażowany jest również w szereg aktywności związanych z popularyzacją nauki, jest wykładowcą Politechniki Warszawskiej „Junior” oraz Uniwersytetu Trzeciego Wieku Politechniki Warszawskiej. Prowadzi również spotkania z uczniami szkół średnich.

- c) Wykaz opublikowanych artykułów naukowych nieujętych w przedmiotowym cyklu publikacji oraz pozostałej aktywności publikacyjnej.

Poza 21 pozycjami ujętymi w recenzowanym cyklu, Kandydat jest autorem 17 artykułów w recenzowanych czasopismach naukowych, z czego dwa opublikowane były przed uzyskaniem stopnia doktora.

Kandydat jest ponadto autorem 8 wystąpień konferencyjnych: 4 referatów oraz 4 prezentacji w formie plakatu.

- d) Udział w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych:

Kandydat aktywnie uczestniczy w pracach komitetów organizacyjnych. Współorganizował łącznie 5 sympozjów i spotkań naukowych.

- e) Wykaz osiągnięć projektowych

Kandydat jest jednym z autorów patentu o numerze PL 240814: Żmigrodzki Jakub, Cygan Szymon, Wildner Krzysztof: Urządzenie do pomiaru właściwości mechanicznych i funkcjonalnych mięśni szkieletowych.

Po uzyskaniu stopnia doktora brał czynny udział w 6 projektach naukowych finansowanych w drodze konkursów krajowych i zagranicznych, oraz 6 projektach finansowanych z innych źródeł. Do najważniejszych osiągnięć w tym obszarze zaliczyć można pełnienie roli kierownika B+R w projekcie o tytule „System identyfikacji użytkownika zegarka naręcznego oparty o algorytmy sztucznej inteligencji” finansowanego przez NCBiR w ramach programu BRIDGE Alfa.

- f) Współpraca z otoczeniem gospodarczym

Badania naukowe Kandydata przekładają się bezpośrednio na współpracę z partnerami przemysłowymi. Kandydat współpracuje z dwoma przedsiębiorstwami, posiada również znaczący dorobek technologiczny.

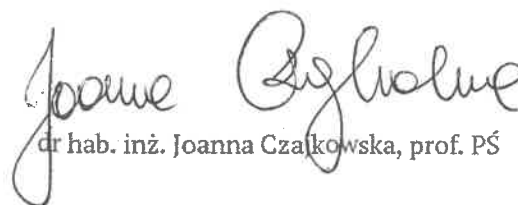
- g) Inne informacje istotne dla oceny sylwetki Kandydata

Kandydat jest recenzentem publikacji naukowych w czasopismach o zasięgu międzynarodowym, jest również członkiem komitetów do oceny projektów finansowanych ze źródeł zewnętrznych oraz recenzentem NCBiR. Jest autorem dwóch ekspertyz wykonanych na zlecenie przedsiębiorstw oraz członkiem trzech towarzystw naukowych.

Podsumowując, Kandydat jest osobą zaangażowaną w życie czelni, uczestniczy w wielu aktywnościach związanych z organizacją oraz popularyzacją nauki, jest rozpoznawalny w środowisku naukowym oraz jako partner do współpracy z przemysłem.

6. Wniosek końcowy

W mojej opinii przedstawione we wniosku osiągnięcie, na które składa się 1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, **stanowi znaczny wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria Biomedyczna**. Po analizie ujętego w cyklu dorobku stwierdzam, że Kandydat spełnia wszystkie kryteria wymagane dla uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego zgodnie z Ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jednolity, Dz.U. z 2024 r. poz. 1571). Zatem przedkładam Radzie Naukowej Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna Politechniki Warszawskiej wniosek o dopuszczenie dr. inż. Szymona Cygana do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego w dziedzinie Nauki Inżynieryjno-Technicznej, dyscyplina Inżynieria Biomedyczna.



dr hab. inż. Joanna Czajkowska, prof. PŚ