

Zabrze, 29.05.2024 r.

Recenzja

osiągnięć naukowych będących podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego dr inż. Magdaleny Kobielarz w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna

Formalną podstawę opracowania stanowi uchwała Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna Politechniki Wrocławskiej nr 881/39/RDND07/2021÷2024 z dnia 26 marca 2024r. przedstawiona w piśmie nr W10/RDND07/26 /2024 z dn. 27.03.2024 r., otrzymanym dnia 04.04.2024r. Ocenę osiągnięć naukowych przeprowadzono w oparciu o wymagania, które zostały określone w art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r.: Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce - p.s.w.n. (Dz. U. z 16 marca 2021 r. poz. 478 z późn. zm.). Recenzję opracowano na podstawie autoreferatu Kandydatki, obejmującego opis najważniejszych osiągnięć naukowych, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy p.s.w.n. tj.:

- monografii naukowej: Magdalena Kobielarz, *Wpływ struktury i właściwości mechanicznych miażdżycowych złogów mineralnych na biomechanikę aorty*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2023 r. ISBN: 978-83-7493-254-7;

- cyklu tematycznie powiązanych artykułów naukowych pod wspólnym tytułem: *Identyfikacja i ocena właściwości mechanicznych ścian aorty w wyniku rozwoju patologii*;

oraz

- zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne lub artystyczne; które stanowią podstawę ubiegania się o uzyskanie stopnia doktora habilitowanego.

Recenzent zapoznał się również z pozostałymi publikacjami Kandydatki oraz informacjami o istotnej aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 3 ustawy p.s.w.n., a także z informacjami o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę. Całość przedstawionego dorobku naukowego oraz inne informacje w tym bibliometryczne, ważne z punktu widzenia Habilitantki, dotyczące jej kariery zawodowej również zostały uwzględnione podczas sporządzania niżej przedstawionej recenzji.

1. Ogólna charakterystyka Kandydatki

Dr inż. Magdalena Kobielarz uzyskała dyplom magistra inżyniera na kierunku Fizyka techniczna, o specjalności Inżynieria biomedyczna, na Wydziale Podstawowych Problemów Techniki Politechniki Wrocławskiej w dniu 07 lipca 2003 r., broniąc pracę pt.: „*Badania własności mechanicznych tkanek miękkich*”, której promotorem był prof. dr hab. inż. Romuald Będziński (Politechnika Wrocławska). Jednolite studia magisterskie ukończyła z II lokatą w konkursie „Top 10” na najlepszego absolwenta w roku akademickim 2003/2004 na Wydziale Podstawowych Problemów Techniki Politechniki Wrocławskiej, a za pracę magisterską otrzymała nagrodę I st. w konkursie im. Romana Sobolskiego na najlepszą pracę dyplomową w roku akademickim 2003/2004 w zakresie mechaniki i budowy maszyn. Rozprawę doktorską pt.: „*Właściwości mechaniczne i histologiczne struktur aorty brzusznej w procesie rozwoju tętniaka*” obroniła z wyróżnieniem, której promotorem był prof. dr hab. inż. Romuald Będziński (Politechnika Wrocławska), a stopień doktora nauk technicznych został jej nadany uchwałą Rady Naukowej Instytutu Materiałoznawstwa i Mechaniki Technicznej Politechniki Wrocławskiej w dniu 26 czerwca 2009 r.

Dr inż. Magdalena Kobielarz jest obecnie zatrudniona na Wydziale Mechanicznym Politechniki Wrocławskiej w Katedrze Mechaniki, Inżynierii Materiałowej i Biomedycznej na stanowisku adiunkta. Problematyka stanowiąca przedmiot zainteresowań naukowych, prac badawczo - rozwojowych i dydaktycznych dr inż. Magdaleny Kobielarz jest ściśle związana z biomechaniką, a szczególnie mechaniką tkanek układu krwionośnego. Swoją karierę naukową po ukończeniu studiów na Wydziale Mechanicznym Politechniki Wrocławskiej rozpoczęła od pracy na stanowisku Starszego referenta technicznego, a następnie Młodszej specjalisty, co umożliwiło jej rozwój umiejętności badawczych i kompetencji analitycznych. W trakcie realizacji pracy doktorskiej również podjęła pracę w Ośrodku Badawczo-Rozwojowym Wojewódzkiego Szpitala Specjalistycznego we Wrocławiu jako Główny badacz, gdzie brała udział w realizacji wieloosrodkowego projektu badawczego pod nazwą WroVasc (Zintegrowane Centrum Medycyny Sercowo-Naczyniowej), współfinansowanego przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka na lata 2008-2015. Od 2012 roku początkowo na stanowisku Asystenta, a następnie po otrzymaniu awansu na stanowisko Adiunkta nadal pracuje jako pracownik badawczo-dydaktyczny w Katedrze Mechaniki, Inżynierii Materiałowej i Biomedycznej.

Po obronie pracy doktorskiej Kandydatka odbyła dwa staże w uznanych ośrodkach naukowych, w których miała możliwość pracy z autorytetami z zakresu biomechaniki ścian naczyń krwionośnych. W 2015 roku zrealizowała 3-miesięczny staż naukowy w Institute of Biomechanics w Graz University of Technology kierowanym przez Prof. Gerharda Holzapfela. Natomiast w latach 2022-2023 odbyła roczny staż w Zespole Intelligent Systems for Medicine Laboratory w University of Western Australia kierowanym przez prof. Karola Millera. Podczas stażu współpracowała z uznanymi autorytetami z zakresu stosowania nowych technologii w medycynie, a efektem tej współpracy jest książka, której jest współredaktorem: Martyn P. Nash, Adam Wittek, Poul M.F. Nielsen, Magdalena Kobielarz, Anju R. Babu, Karol Miller (red.). Computational Biomechanics for Medicine, Towards Automation and Robustness of Computations in the Clinic. Springer, 2023. ISBN 978-3-031-34905-8. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-34906-5>. Dodatkowo, podjęła współpracę z dwoma ośrodkami zagranicznymi: Fraunhofer Institute for Nondestructive Testing IZFP (Drezno, Niemcy) oraz Biotechnology and Medical Engineering, National Institute of Technology Rourkela Odisha (Indie), której głównym celem było wspólne ubieganie się o dofinansowanie projektów badawczych. Ponadto, nawiązała współpracę z sześcioma jednostkami naukowymi i z dwoma krajowymi firmami. W ramach współpracy z tymi ośrodkami były realizowane badania, ekspertyzy i projekty badawcze, których efekty zostały objęte ochroną prawną. Powstały 3 patenty i 4 zgłoszenia patentowe, w tym jedno międzynarodowe, a także wraz z pracownikami tych jednostek zostały opracowane i opublikowane liczne publikacje (ok. 32).

Na podkreślenie zasługuje kilka innych aspektów działalności naukowo-badawczej oraz zawodowej Kandydatki ukierunkowanej na badania stosowane. Dr inż. Magdalena Kobielarz jeszcze przed uzyskaniem stopnia doktora była członkiem zespołu badawczego w pięciu krajowych projektach. Ponadto, uczestniczyła w dwóch programach europejskich oraz programach międzynarodowych. Po doktoracie brała udział w czterech projektach, w których była wykonawcą, głównym wykonawcą a nawet kierownikiem projektu (dwa projekty) oraz uczestniczyła w 10 programach europejskich oraz innych programach międzynarodowych i krajowych.

Dr inż. Magdalena Kobielarz od 2011 r. jest członkiem Polskiego Towarzystwa Biomechaniki (PTB) oraz bierze aktywny udział w komitetach redakcyjnych następujących, uznanych czasopism: Acta of Bioengineering and Biomechanics (ISSN: 1509-409X) w roli Associate Editor (od 2019, w okresie od 2009 do 30.08.2019 pełniła funkcję Sekretarza), od listopada 2020 do sierpnia 2021 pełniła funkcję Guest Editor w wydaniu specjalnym „Physicochemical Properties of Biodegradable Polymers” czasopisma Polymers (ISSN 2073-4360, IF=4.329) oraz pełniła funkcję Redaktora przy redakcji książki Computational Biomechanics for Medicine, Towards Automation and Robustness of Computations in

the Clinic. Jest aktywną i cenioną recenzentką (łącznie wykonała 24 recenzje) trzynastu znanych czasopism oraz rozdziałów do prac zbiorowych (3 recenzje), a w 2022 r. za recenzowanie prac w czasopiśmie Acta Biomaterialia została nagrodzona. Od 2022 roku jest członkiem Zespołu oceniającego w programie Polskie Powroty w Narodowej Agencji Wymiany Akademickiej, a od 2023 roku jest ekspertem w konkursach organizowanych przez Polską Agencję Rozwoju Przedsiębiorczości (w perspektywie 2021-2027). Ponadto, Kandydatka brała udział w ocenie wniosków konkursowych na dotacje celowe w Sieci Badawczej Łukasiewicz. Od 2017 roku jestem członkiem Zespołu Ekspertów ds. oceny raportów z wdrożenia w Narodowym Centrum Badań i Rozwoju oraz jestem przedstawicielem Centrum w programie Program BRIDGE Alfa. Brała udział w wielu posiedzeniach Zespołu i uczestniczyła przy ocenie zarówno bardzo licznych raportów z wdrożenia (w programach Tango, Strategmed, Program Badań Stosowanych, Lider, Innowacje Społeczne, Innotech, Innomed, Gekon), wniosków o dofinansowanie, raportów okresowych, raportów końcowych, wniosków o zmiany, protestów i odwołań, a także w procedurze odwoławczej na wniosek NCBR.

Dr inż. Magdalena Kobielarz może się poszczycić znaczącymi osiągnięciami dydaktycznymi. Jest promotorem pomocniczym w dwóch rozprawach doktorskich: Pani mgr inż. Iwony Jatowszczyk oraz Pani mgr inż. Aliny Sawickiej. Była promotorem 40 prac inżynierskich oraz 11 prac magisterskich, z których dwie prace zostały nagrodzone. Prowadzi zajęcia na Wydziale Mechanicznym oraz Wydziale Podstawowych Problemów Techniki zarówno w formie wykładów, ćwiczeń, laboratoriów, jak i zajęć projektowych dla studentów I oraz II stopnia studiów dziennych i zaocznych. Do kilku przedmiotów jest autorką programu nauczania, a do kursu Statystyka dla bioinżynierów opracowała kompletny skrypt wraz z autorskimi zestawami ćwiczeń. Dodatkowo, angażuje się w działania popularyzujące naukę. Była członkiem Komitetu Naukowego Ogólnopolskiej Konferencji dla Młodych Naukowców Wieczór Naukowca 2017, wygłosiła wykład w ramach Dolnośląskiego Festiwalu Nauki, a także na zaproszenie przedstawiła dwa wykłady podczas spotkania Sekcji Metod Eksperymentalnych Mechaniki Komitetu Mechaniki Polskiej Akademii Nauk oraz Sekcji Biomechaniki Komitetu Mechaniki Polskiej Akademii Nauk. Sprawowała opiekę nad studentami Międzywydziałowego Koła Naukowego Biomechaników i dla studentów organizowała wycieczki dydaktyczne do firm branży medycznej.

Działalność organizacyjna Kandydatki, podobnie jak dydaktyczna cechuje się dużą aktywnością. Habilitantka jest zaangażowana w pracach licznych gremiów m.in. jest członkiem Rady Wydziału Mechanicznego Politechniki Wrocławskiej (w kadencji 2021 – 2024). Była również członkiem Komisji Hospitacyjnej na kierunku kształcenia Inżynieria Biomedyczna oraz Biomechanika Inżynierska, a także była członkiem Komisji ds. oceny nauczycieli akademickich na Wydziale Mechanicznym. Brała udział w pracach komitetu organizacyjnego trzech międzynarodowych konferencji, a także organizowała akcję charytatywną Szlachetna Paczka na Wydziale Mechanicznym Politechniki Wrocławskiej.

Za swoją działalność zawodową, a zwłaszcza naukową wielokrotnie była nagradzana. Szczegółowe informacje dotyczące nagród, wyróżnień i stypendiów dotyczące jej kariery zawodowej zostały zamieszczone w autoreferacie, które Kandydatka uznała za ważne.

Podsumowując: przedstawiona ogólna charakterystyka działalności zawodowej, naukowo-badawczej i dydaktyczno-organizacyjnej dr inż. Magdalena Kobielarz wskazuje na wyróżniającą się sylwetkę Habilitantki w pełni zasługującą na uznanie. Należy określić jej aktywność na rzecz macierzystej Uczelni i społeczności akademickiej oraz szeroką współpracę z otoczeniem społeczno-gospodarczym, polskimi oraz zagranicznymi ośrodkami naukowymi. **Biorąc pod uwagę wszystkie aspekty aktywności zawodowej oraz całościową jej ocenę, uważam że Kandydatka spełnia ustawowe warunki unormowane w art. 219 p.s.w.n. pkt 1 - posiada stopień doktora oraz pkt 3 - wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż w jednej uczelni, instytucji naukowej. W mojej opinii dr inż. Magdalena Kobielarz posiada wystarczające dyspozycje do bycia samodzielnym pracownikiem naukowym.**

2. Ocena osiągnięć naukowych

Jako podstawę do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego w dyscyplinie naukowej inżynieria mechaniczna, dr inż. Magdalena Kobielarz przedstawiła, zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy p.s.w.n., osiągnięcia naukowe w postaci:

- [M1] monografii naukowej: Magdalena Kobielarz, *Wpływ struktury i właściwości mechanicznych miażdżycowych złogów mineralnych na biomechanikę aorty*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2023 r. ISBN: 978-83-7493-254-7;

- cyklu tematycznie powiązanych artykułów naukowych pod wspólnym tytułem: **Identyfikacja i ocena właściwości mechanicznych ścian aorty w wyniku rozwoju patologii.**

Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych obejmuje osiem artykułów:

[H1] Magdalena Kobielarz, Agnieszka Chwiłkowska, Artur Turek, Krzysztof Maksymowicz, Monika Marciniak. *Influence of selective digestion of elastin and collagen on mechanical properties of human aortas*. Acta of Bioengineering and Biomechanics. 2015, vol. 17, nr 2, s. 55-62.

DOI: 10.5277/ABB-00184-2014-02

[H2] Magdalena Kobielarz, Ludomir Jankowski. *Experimental characterization of the mechanical properties of the abdominal aortic aneurysm wall under uniaxial tension*. Journal of Theoretical and Applied Mechanics. 2013, vol. 51, nr 4, s. 949-958.

<http://www.ptmts.org.pl/jtam/index.php/jtam/article/view/v51n4p949/20>

[H3] Magdalena Kobielarz. *Effect of collagen fibres and elastic lamellae content on the mechanical behaviour of abdominal aortic aneurysms*. Acta of Bioengineering and Biomechanics. 2020, vol. 22, nr 3, s. 9-21. DOI: 10.37190/ABB-01580-2020-02

[H4] Magdalena Kobielarz, Marta Kozuń, Marlena Gąsior-Głogowska, Agnieszka Chwiłkowska. *Mechanical and structural properties of different types of human aortic atherosclerotic plaques*. Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials. 2020, vol. 109, s. 1-12.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2020.103837>

[H5] Marta Kozuń, Agnieszka Chwiłkowska, Celina Pezowicz, Magdalena Kobielarz. *Influence of atherosclerosis on anisotropy and incompressibility of the human thoracic aortic wall*. Biocybernetics and Biomedical Engineering. 2021, vol. 41, s. 15-27. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bbe.2020.11.004>

[H6] Marta Kozuń, Magdalena Kobielarz, Agnieszka Chwiłkowska, Celina Pezowicz. *The impact of development of atherosclerosis on delamination resistance of the thoracic aortic wall*. Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials. 2018, vol. 79, s. 292-300.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2018.01.009>

[H7] Magdalena Kobielarz, Marta Kozuń, Aleksandra Kuzan, Krzysztof Maksymowicz, Wojciech Witkiewicz, Celina Pezowicz. *The intima with early atherosclerotic lesions is load-bearing component of human thoracic aorta*. Biocybernetics and Biomedical Engineering. 2017, vol. 37, nr 1, s. 35-43.

DOI: 10.1016/j.bbe.2016.10.008

[H8] Marcin Kot, Magdalena Kobielarz, Krzysztof Maksymowicz. *Assessment of mechanical properties of arterial calcium deposition*. Transactions of FAMENA. 2011, vol. 35, nr 3, s. 49-56. ISSN: 1333-1124 (UDC 620.17:546.41).

Przedstawione do oceny osiągnięcia naukowe dotyczą oceny biomechanicznego zachowania się ścian aorty, w obrębie której dochodzi do rozwoju patologii, przede wszystkim miażdżycy oraz tętniaków. Wybór przez Kandydatkę obszaru badawczego i ukierunkowanie w nim swojego rozwoju naukowego uważam za uzasadniony, gdyż w krajach wysoko rozwiniętych i szybko rozwijających się, jak Polska, oba te schorzenia dotyczą coraz większego odsetka populacji na całym świecie. Podłożem powstawania obu patologii są zmiany w budowie strukturalnej ścian aort, czego konsekwencją są zmiany parametrów biomechanicznych tkanek, skutkujące zaburzeniami procesu przenoszenia obciążeń mechanicznych oraz biomechaniki aorty, co ostatecznie prowadzi do dysfunkcji pracy całego układu krążenia.

Osiągnięcia naukowe Kandydatki będące rezultatem wieloletniej pracy i doświadczeń związanych z badaniami właściwości mechanicznych ścian aorty przyczyniają się do zrozumienia i wyjaśnienia zagadnień dotyczących biomechaniki ściany aorty. Prezentowana w nich tematyka badawcza wpisuje się w dyscyplinę naukową inżynieria mechaniczna i stanowi istotny wkład w rozwój tej dyscypliny. Pomimo, że omawiana problematyka dotyka obszaru badań z pogranicza kilku dyscyplin w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych (inżynierii mechanicznej, inżynierii biomedycznej, inżynierii materiałowej), to podkreślić należy, że Kandydatka przede wszystkim korzystała z metod badawczych będących domeną inżynierii mechanicznej do identyfikacji właściwości mechanicznych ścian aort. Habilitantka już od początku swojej kariery naukowej weszła w ten słabo rozpoznany obszar badawczy. Zgłębiane i przeanalizowane zagadnienia wraz z wartościowymi wynikami analiz teoretycznych i badawczych uszeregowwała i zaprezentowała w czterech uporządkowanych tematach badawczych:

1. Identyfikacja uwarunkowań strukturalnych odpowiedzi biomechanicznej ścian aorty [H1].
2. Ocena zmian właściwości biomechanicznych ścian aort w wyniku rozwoju tętniaków [H2, H3].
3. Ocena zmian właściwości biomechanicznych ścian aort w wyniku rozwoju miażdżycy [H4 ÷ H7].
4. Wpływu masywnych depozytów wapnia na biomechanikę aorty [H8, M1].

W związku z tym, w dalszej części recenzji ocena poszczególnych osiągnięć naukowych Kandydatki została przedstawiono w tej samej kolejności. Uporządkowanie osiągnięć naukowych w zaproponowane tematy badawcze stanowi swoiste analityczne podejście do zdobywania nowej wiedzy i rozwiązywania problemów. Habilitantka na podstawie badań i identyfikacji właściwości ścian aorty i jej struktury określa/ocenia ich wpływ na jej biomechanikę, także w przypadku zmian patologicznych. Przekonuje mnie takie przedstawienie swoich osiągnięć, jak Habilitantka w systematyczny sposób opisuje i analizuje zagadnienie, a następnie na podstawie wyników badań odkrywa związki przyczynowo skutkowe. Jedynym małym niedosytem jest zdanowe podsumowanie wszystkich przeanalizowanych i zbadanych czynników bez syntetycznego i uogólniającego przedstawienia ich łącznego wpływu na biomechanikę aorty.

Cykl publikacji, na który składa się osiem artykułów [H1÷H8], obejmuje badania, w których Kandydatka rozpatruje zagadnienia naukowe dotyczące identyfikacji odpowiedzi biomechanicznej ściany aorty ze względu na uwarunkowania strukturalne i zmiany powstałe w wyniku rozwoju patologii. We wszystkich pracach odgrywa ważną rolę przy ich powstaniu, co potwierdzają pozycje w spisie autorów. W pięciu występuje jako pierwszy autor, w dwóch jako drugi, a w jednym jako ostatni autor. Jej udział przy ich realizacji jest znaczący, a w głównie mierze polegał na opracowaniu koncepcji oraz planu badań, a także udziale przy ich realizacji. Niejednokrotnie była pomysłodawczynią koncepcji badań przedstawionych w pracach, a także opracowywała i była współautorem nowych metod badawczych.

W publikacji [H1] zostały przedstawione badania właściwości warstw ściany aorty, a przede wszystkim komponentów strukturalnych pełniących funkcje nośne i odpowiedzialne za proces przenoszenia obciążeń mechanicznych tj. włókien kolagenowych oraz sprężystych, których głównym komponentem jest elastyna. Badania obu typów włókien były prowadzone na podstawie analizy widm spektroskopowych rejestrowanych dla krokowo obciążanych/rozciąganych próbek ścian aorty wcześniej poddanych selektywnemu trawieniu. Badania odpowiedzi próbek ścian aorty na obciążenia mechaniczne z zastosowaniem metod spektroskopowych pozwoliły na ocenę zachowania się poszczególnych komponentów strukturalnych oraz ich udziału w procesie przenoszenia obciążeń mechanicznych. Efektem dodatkowym tych badań są dwa patenty [P1, P2], w patencie [P1] ujawniona została konstrukcja urządzenia do rozciągania próbek biologicznych, badanych w spektroskopie Ramana. Natomiast, drugi patent [P2] ujawnia opracowaną procedurę badawczą próbek biologicznych, która umożliwi na podstawie analizy widm spektroskopowych identyfikację strukturalnej odpowiedzi tkanki na zadane obciążenie mechaniczne.

Realizacja identyfikacyjnych badań właściwości biomechanicznych struktur aorty umożliwiła zaobserwowanie silnie nieliniowych charakterystyk wytrzymałościowych ściany aorty, które są wynikiem jednoczesnego reagowania obu komponentów nośnych na działające obciążenia: w zakresie niskich wartości głównie włókien sprężystych, a w zakresie wysokich wartości włókien kolagenowych.

Natomiast, w kolejnych publikacjach [H2, H3, H4, H5, H6, H7] Habilitantka przedstawiła badania, które dotyczyły identyfikacji i oceny właściwości mechanicznych ścian aorty w przypadku rozwoju patologii. Wyniki tych badań uzupełniają stan wiedzy o przebudowie strukturalnej ścian aorty w przebiegu miażdżycy oraz tętniaków aorty. Dostarczają nowych informacji przede wszystkim o zaburzeniach procesu przenoszenia obciążeń mechanicznych, a także zmianach właściwości, szczególnie ścian nośnych aorty w obu schorzeniach. Na podkreślenie zasługuje fakt, że dokonana ocena zaawansowania zmian strukturalnych i ich wpływu na właściwości mechaniczne ścian aorty została skorelowana ze stopniem zaawansowania degeneracji (zmian patologicznych) strukturalnej tkanki. Takie podejście zastosowane w badaniach właściwości mechanicznych ścian naczyń krwionośnych stanowi kluczowy element poznawczy w zakresie oceny progresji schorzenia i stan funkcjonalny tkanki i ryzyko zniszczenia struktury [H3].

W literaturze przedmiotu można spotkać nieliczne badania, w których podjęto próbę oceny zmian właściwości mechanicznych ścian tętniaków w powiązaniu ze stopniem degeneracji strukturalnej tkanki. Habilitantka, rozwój patologii w obrębie aorty łączy z postępującą dezorganizacją w budowie strukturalnej tkanek podkreślając, że najistotniejsze biomechaniczne skutki ma przebudowa w zakresie ilości oraz przestrzennego układu struktur nośnych, tj. włókien kolagenowych i sprężystych. Ocena właściwości ścian aorty w przypadku tętniaków zaprezentowała w pracach [H2] oraz [H3]. Natomiast, ocenę właściwości ścian w przypadku aort objętych zmianami miażdżycowymi w różnych fazach rozwoju patologii przedstawiła w pracy [H5]. W badaniach tych pioniersko zastosowała bezkontaktowy optyczny system do analizy deformacji materiału w trakcie testu mechanicznego, co umożliwiło wyznaczenie wartości współczynnika Poissona [H5], a także potwierdziła nieściśliwe zachowanie się ścian aort z patologiami w warunkach obciążeń mechanicznych. W swoich badaniach dowiodła, że ściany aort zarówno zdrowych, jak i objętych patologiczną przebudową, to jest tętniaków [H2, H3] i ze zmianami miażdżycowymi w różnych stadiach zaawansowania [H5], pod wpływem obciążeń mechanicznych zachowują się jak materiały nieściśliwe. Ponadto, dokonała oceny anizotropowych i nieliniowych właściwości ścian aort objętych patologicznymi zmianami na podstawie charakterystyk wytrzymałościowych, tj. naprężenie-odkształcenie ($\sigma = f(\varepsilon)$), naprężenie-współczynnik wydłużenia ($\sigma = f(\lambda)$) oraz kierunkowych właściwości mechanicznych, takich jak wytrzymałość na rozciąganie, moduł sprężystości w zakresie niskich i wysokich wartości deformacji. Przedstawiona ramach prac [H2, H3, H5] doświadczalna identyfikacja odpowiedzi ścian aorty na obciążenia mechaniczne wykazała, że stopień anizotropii zmienia się wraz z postępem patologii rozwijających się w obrębie ściany aorty, zarówno tętniaków, jak i miażdżycy. Do opisu takiego zachowania się ścian tętniaków Kandydatka zaproponowała fenomenologiczny anizotropowy model hipersprężysty zaproponowany przez Holzapfela. Model ten uwzględnia udział obu rodzajów włókien, sprężystych i kolagenowych, w procesie przenoszenia obciążeń mechanicznych. Model Holzapfela i in. zweryfikowany na dużej próbie przebadanych preparatów aorty brzusznej (96 preparatów), został także zastosowany do opisu zachowania się warstw budujących ściany aort, w których zidentyfikowano występowanie depozytów wapnia (VII stadium rozwoju miażdżycy) [M1].

Rozwój tętniaków w ścianie aorty powoduje również nieznaczną redukcję modułu sprężystości w zakresie niskich wartości deformacji w obu kierunkach. Odnotowane zmiany we właściwościach mechanicznych ścian tętniaków w porównaniu z właściwościami charakteryzującymi ściany zdrowych aort, powiązano z obserwowaną redukcją liczby blaszek sprężystych (układów włókien sprężystych) oraz włókien kolagenowych, które zarejestrowano w obrazach histologicznych tkanek. Wykazano wysoką korelację (istotną) pomiędzy wytrzymałością na rozciąganie oraz modułem sprężystości wyznaczonym w zakresie wysokich wartości deformacji, a liczbą włókien kolagenowych, a także pomiędzy modułem sprężystości (zakres niskich wartości deformacji), a liczbą blaszek sprężystych. Otrzymane wyniki dowodzą, że redukcja liczby struktur nośnych w ścianie tętniaków skutkuje zmianą właściwości mechanicznych, co prowadzi do zniszczenia struktury i w konsekwencji pęknięcia tętniaka.

Badania właściwości mechanicznych ścian ludzkiej aorty oraz budujących ją warstw w toku rozwoju miażdżycy oraz procesu biomineralizacji prowadzone są niezwykle rzadko, zwłaszcza w ujęciu przekrojowym, gdzie w analizie uwzględniany jest stopień zaawansowania zmian miażdżycowych lub usystematyzowana klasyfikacja. W poszczególnych badaniach dotyczących oceny właściwości mechanicznych ścian aort ze zmianami miażdżycowymi uwzględnione zostały różne metody klasyfikacji zmian patologicznych identyfikowanych w ścianie aorty, tj. w pracy [H4] aorty z blaszkami miażdżycowymi zakwalifikowano jako w przewodzie uwapnione, w przewodzie lipidowe i w przewodzie włókniste, natomiast w pracach [H5, H6, H7] zastosowano klasyfikację sześciostopniową według Sary'ego. W pracach tych bez względu na zastosowaną klasyfikację zmian miażdżycowych przeprowadzono badania właściwości mechanicznych ścian aort lub poszczególnych warstw budujących ściany aort w różnych stadiach zaawansowania zmian miażdżycowych w teście jednoosiowego rozciągania próbek w kierunku obwodowym i wzdłużnym. Habilitantka wykazała, że w porównaniu z prawidłową aortą, ściany z blaszkami włóknistymi były najbardziej wytrzymałe, natomiast z blaszkami lipidowymi były najsłabsze, a najsztwniejsze były ściany z blaszkami zwapniałymi. Przedstawiła w nich również badania wpływu stopnia rozwoju miażdżycy z uwzględnieniem sześciostopniowej klasyfikacji zmian w aorcie piersiowej na ryzyko delaminacji warstw [H6] oraz na nieściśliwość ścian i ich anizotropię [H5]. Jak omówiono wcześniej, w pracy [H5] wykazano, że rozwój miażdżycy nie powoduje utraty nieściśliwości aorty. Wraz z postępowaniem miażdżycy zmienia się jednak stopień anizotropii i jedynie dla zdrowych ścian aort oraz we wczesnych stadiach zmian chorobowych, anizotropia właściwości mechanicznych jest zachowana. Natomiast rozwój miażdżycy w ścianie aorty istotnie wpływa na jej odporność na rozwarstwienie [H6].

Badania właściwości mechanicznych ścian aort zdrowych, a także ze zmianami patologicznymi (tętniaki oraz miażdżycy) prowadzone były z wykorzystaniem autorskich metod. Z przedłożonymi osiągnięciami naukowymi łączy się również osiągnięcie projektowo-konstrukcyjne oraz technologiczne. Kandydatka jest współautorem trzech patentów:

[P1] - Urządzenie do rozciągania próbek biologicznych, badanych w spektroskopie Ramana.

[P2] - Sposób badania poddawanych rozciąganiu próbek biologicznych w spektroskopie Ramana.

[P3] - Urządzenie do dwuosiowego rozciągania próbek biologicznych.

Wymienione nowatorskie metody i urządzenia umożliwiły Habilitantce przeprowadzenie badań i dokonanie oceny właściwości mechanicznych ścian aort przy jednoczesnej identyfikacji zmian zachodzących w strukturze. W toku prowadzonych badań stosowane były techniki oceny budowy strukturalnej tkanki oraz stadium rozwoju patologii, tj. histologiczne lub immunohistochemiczne oraz spektroskopowe. Umożliwiło to skorelowanie architektury tkanki, w tym składu i organizacji komponentów nośnych w strukturze oraz odpowiedzi mechanicznej tkanki na działające obciążenia mechaniczne. Dzięki temu wyniki podstawowych badań naukowych zyskały znaczenie użytkowe i osiągnęły wymiar aplikacyjny. Osiągnięcia konstrukcyjne [P1] oraz [P3] zostały zrealizowane w postaci stanowisk badawczych, które wdrożono i aktualnie są stosowane do celów naukowych i dydaktycznych Katedry Mechaniki, Inżynierii Materiałowej i Biomedycznej na Wydziale Mechanicznym Politechniki Wrocławskiej. Opracowana i zastrzeżona metoda badawcza [P2] stosowana jest przy jednoczesnym zastosowaniu testów mechanicznych oraz analizy składu z zastosowaniem spektroskopii.

Zagadnienia poruszane w cyklu publikacji [H1 ÷ H7] dotyczące badania w różnych aspektach właściwości mechanicznych ścian ludzkiej aorty oraz budujących ją warstw, a także przedstawione w nich rozważania i analizy w szerokim zakresie naukowym uzupełniają wiedzę na temat zjawisk występujących w trakcie procesu rozwoju tętniaków i miażdżycy. Główne osiągnięcia naukowe, które wynikają z tych badań są następujące:

1. Zdefiniowano doświadczalnie zakresy właściwości nośnych włókien w ścianach aorty.
2. Zweryfikowano doświadczalnie założenia dotyczące nieściśliwości i anizotropii dla ścian tętniaków i ścian aorty w różnych stadiach rozwoju miażdżycy.

3. Zdefiniowano zakres zmienności właściwości mechanicznych ścian aorty z tętniakami oraz objętych zmianami miażdżycowymi.

4. Po raz pierwszy zastosowano model hipersprężysty bazujący na mikrostrukturze do zamodelowania zachowania się warstw budujących ściany aort objęte maszyną mineralizacją.

Depozyty mineralne wyizolowane ze ścian aort były przedmiotem badań w monografii habilitacyjnej [M1] oraz pracy [H8]. Autorska monografia, pt.: *Wpływ struktury i właściwości mechanicznych miażdżycowych złogów mineralnych na biomechanikę aorty*, została opublikowana przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Wrocławskiej w 2023 roku (ISBN 978-83-7493-254-7), liczy 200 stron (rysunków – 38, tabel – 16) łącznie z bogatym wykazem literatury obejmującym 31 stron (ponad 400 pozycji). Napisana jest poprawnie językowo i wydana została na dobrym poziomie edycyjnym. Recenzentami wydawniczymi monografii byli: prof. dr hab. inż. Marek Pawlikowski z Politechniki Warszawskiej oraz dr hab. n. med. Piotr Wilczek, prof. IPS z Fundacji Rozwoju Kardiologii im. prof. Zbigniewa Religi. Oceniana monografia ma typowy układ stosowany w pracach naukowych. Rozpoczyna się wprowadzeniem, a następnie składa się z części dotyczącej przeglądu piśmiennictwa, opisu metod badawczych, przedstawienia otrzymanych wyników badań i kończy się ich podsumowaniem. We wprowadzeniu oraz przeglądzie literatury Autorka przedstawiła uzasadnienie podjęcia tematyki badań, którą uważam za jak najbardziej słuszną. Głównym celem badań opisanych w monografii habilitacyjnej [M1] było kompleksowe zdefiniowanie składu, budowy i właściwości mechanicznych depozytów wapnia, a także ich wpływu na ścianę aorty. W oparciu o swoje wcześniejsze doświadczenia (prowadzone wcześniej badania), analizę literatury zagadnienia Kandydata podjęła się realizacji wymienionego trudnego zadania badawczego tj. identyfikacji właściwości materiałowych poszczególnych warstw ścian aort przy zastosowaniu mechaniki ciała stałego oraz określenia sposobu osadzenia depozytu w otaczającej tkance i charakteru oddziaływania pomiędzy nimi. Ponadto, w prezentowanych badaniach dochodziła słuszności postawionej hipotezie, że mechanizm zniszczenia struktury tkankowej jest inicjowany wystąpieniem mikropęknięć na granicy obu materiałów, ze względu na znaczne niedopasowanie właściwości mechanicznych ściany aorty oraz mikrozwapnień.

Aby podołać temu wyzwaniu przeprowadziła cały szereg badań, które zaplanowała i konsekwentnie realizowała zarówno samodzielnie jak i w zespołach badawczych, przy czym można zauważyć jej dominujący wkład w realizowanych pracach zespołowych. Na podstawie przeprowadzonych i zaprezentowanych w monografii [M1] i [H8] badaniach Kandydatka dowiodła, że depozyty są to niejednorodne struktury o skomplikowanej i hierarchicznej budowie. Na podstawie badań termogravimetrycznych oraz spektroskopowych wykazano, że depozyty zawierają w swojej strukturze trzy podstawowe frakcje związków chemicznych: wodę, substancje organiczne i materię nieorganiczną. Badania budowy mikrostrukturalnej z zastosowaniem kilku komplementarnych metod badawczych, tj. badań obrazowych w skaningowym mikroskopie elektronowym, analizy widm oscylacyjnych oraz analizy składu metodą ELISA i znakowania immunohistochemicznego wykazały, że depozyty wapnia są strukturalnie niejednorodne. W strukturze depozytu wapnia występują dwa obszary, tj. silnie heterogenne jądro zawierające substancje organiczne oraz otaczająca jądro silnie zmineralizowana powłoka. Depozyty wapnia, jak wynika z przeprowadzonych badań właściwości mechanicznych, stanowią sztywne wtrącenia w podatnej strukturze tkankowej aorty. Mimo to, duże obszary zwapnień korelują ze stabilnymi blaszkami, które nie są podatne na zniszczenie, podczas gdy mikrozwapnienia występujące w zmienionej w toku rozwoju miażdżycy strukturze ścian naczyń krwionośnych, czynią tę tkankę podatną na pęknięcie. Jak zaobserwowała Autorka struktura i rodzaj połączenia depozytów wapnia ze ścianą aorty odgrywają istotną rolę i są czynnikami, które w decydujący sposób wpływają na biomechanikę aorty. W przypadku obecnych w ścianie aorty depozytów wapnia również występuje znaczne niedopasowanie właściwości mechanicznych obu materiałów [M1], jednakże podatność na zniszczenie struktury tkankowej w tym przypadku jest znacznie niższa. Na podstawie badań immunohistochemicznych wykazano, że depozyty wapnia są połączone ze ścianą aorty, a dokładnie z warstwą wewnętrzną, układem włókien kolagenu typu I oraz

IV, który stanowi swoisty biologiczny interfejs pośredniczący pomiędzy podatną i sprężystą ścianą aorty, a niepodatnym i sztywnym depozytem wapnia.

Przedstawiony w ramach osiągnięcia [M1] i [H8] program badawczy obejmował również badania modelowe wpływu obecności depozytów wapnia w ścianach aort na właściwości mechaniczne poszczególnych warstw. Analizę numeryczną oddziaływania depozytu wapnia na ścianę aorty przeprowadzono za pomocą metody elementów skończonych, uwzględniając wyniki badań budowy strukturalnej oraz właściwości mechanicznych depozytów wapnia i poszczególnych warstw ścian aort, a także występowanie na granicy pomiędzy tkanką aorty a depozytem wapnia włóknistego interfejsu. Model geometryczny depozytu wapnia uwzględniający oba zidentyfikowane obszary, tj. jądro i powłokę powstał przy zastosowaniu skanów wykonanych za pomocą rentgenowskiego mikrotomografu komputerowego. Opracowany trójwarstwowy model ściany aorty z depozytem wapnia oraz połączenie depozytu wapnia ze ścianą aorty zdefiniowano za pomocą odpowiednich elementów skończonych. W modelu przyjęto właściwości liniowo-sprężyste, zarówno dla zmineralizowanej powłoki, jak i dla jądra depozytu. O ile opis budowy samego modelu badawczego jest poprawny, to o tyle opis modelu dyskretnego nie do końca pasuje do formalnego stylu. Autorka stosuje nazwy własne elementów skończonych zaczerpnięte z wykorzystanego oprogramowania, a powinna podać rodzaj i typ elementu zastosowanego do dyskretyzacji poszczególnych struktur. Pewne wątpliwości będą również opisy warunków brzegowych i obciążeniowych, co może wynikać ze skrótego i lakonicznego ich opisu. Nie mniej jednak, badania modelowe umożliwiły zbadanie wpływu depozytu wapnia na ścianę aorty, a sam model okazał się pomocny w analizie tego zagadnienia. Wyniki analiz numerycznych wskazują, że zróżnicowany stan naprężenia odnotowany w depozycie wapnia odgrywa kluczową rolę w procesie mineralizacji tkanki. Zarówno poziom koncentracji naprężenia w tkance przy biegunach depozytów oraz stan obciążeń panujący w układzie krążenia sprzyjają mineralizacji warstwy wewnętrznej.

Przedstawiona w ramach osiągnięcia [M1] i [H8] kompleksowa ocena wpływu struktury i właściwości mechanicznych miążdżycowych złogów mineralnych na biomechanikę aorty wykazała, że obecność złogów mineralnych w strukturze tkankowej determinuje kierunek i zakres przebudowy strukturalnej, jakiej podlegają warstwy budujące ściany aorty, sprzyjając dalszej mineralizacji tkanki. Osiągnięcie [M1] jest pierwszym tak kompleksowym badaniem depozytów wapnia, jak i warstw ścian aorty, w których zidentyfikowano obecność masywnych zmineralizowanych złogów, a także wpływu depozytu wapnia na ścianę aorty. Główne osiągnięcia naukowe, które wynikają z badań zaprezentowanych zarówno w publikacji [H8] oraz w monografii [M1], są następujące:

1. Zdefiniowano hierarchiczną budowę strukturalną depozytów mineralnych.
2. Oceniono kierunkowe właściwości mechaniczne miążdżycowych złogów wapnia i zdefiniowano ich izotropowe właściwości mechaniczne.
3. Zidentyfikowano występowanie specyficznego połączenia depozytu mineralnego ze ścianą aorty.
4. Zidentyfikowano warunki sprzyjające rozwojowi mineralnych depozytów wapnia i dalszej mineralizacji tkanek ściany aorty.

Biorąc powyższe pod uwagę, a także charakter badań oraz analizowane w nich zagadnienia dotyczące oceny właściwości mechanicznych ścian aorty stwierdzam, że mieszczą się one w obszarze naukowym, który wpisuje się w dyscyplinę: inżynieria mechaniczna. Pomimo drobnych uwag, które mają charakter dyskusyjny stwierdzam, że osiągnięcia naukowe dr inż. Magdaleny Kobielarz przedstawione w monografii pt. „Wpływ struktury i właściwości mechanicznych miążdżycowych złogów mineralnych na biomechanikę aorty” oraz w tematycznie powiązanych artykułach naukowych pod wspólnym tytułem: „Identyfikacja i ocena właściwości mechanicznych ścian aorty w wyniku rozwoju patologii” charakteryzują się wysokim poziomem merytorycznym i stanowią znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej – inżynieria mechaniczna. Tym samym, w zupełności został spełniony wymóg ustalony kryteriami w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” niezbędny do uzyskania stopnia doktora habilitowanego.

3. Ocena pozostałej działalności naukowej

Dorobek naukowy dr inż. Magdaleny Kobielarz jest znaczący i obejmuje 149 prac naukowych (109 prac stanowi dorobek po uzyskaniu stopnia doktora), w tym 57 artykułów naukowych, z których 41 znajduje się w bazie Journal Citation Reports (tylko 2 prace stanowią dorobek przed uzyskaniem stopnia doktora). Ponadto jest współautorem 9 rozdziałów w książkach, autorem jednej monografii (habilitacyjna), a także współredaktorem jednej pracy zbiorowej. Wskazane dane jednoznacznie pokazują istotne powiększenie dorobku publikacyjnego po uzyskaniu stopnia naukowego doktora.

Wartość ww. publikacji w ocenie parametrycznej, zgodnie z rokiem publikowania, stanowi $IF=92,476$ pkt. Habilitantka jest pierwszym autorem w wielu opublikowanych pracach, a w większości pozostałych publikacjach jej deklarowany wkład pracy w ich powstawanie jest znaczący, o czym świadczy angażowanie się w proces badawczy, którego efektem są te publikacje. Kandydatka publikowała swoje prace w różnych renomowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym w tym m.in.: Acta of Bioengineering and Biomechanics, Materials, Folia Histochemica et Cytobiologica, Cardiovascular Pathology, Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials, Nukleonika, Journal of Biomechanics, Journal of Raman Spectroscopy, Materials & Design, Applied Sciences, International Journal of Molecular Sciences, Polymers, Strain i inn.

Liczba cytowań publikacji z dorobku naukowego dr inż. Magdaleny Kobielarz wg bazy WoS wynosi 345, z pominięciem autocytowań 321 (wg bazy Scopus liczba cytowań – 475, bez autocytowań – 405, a wg bazy Google Scholar 691), a indeks Hirscha $h=12$ (wg bazy Scopus $h=13$, a wg bazy Google Scholar $h=15$). Liczba publikacji, ich wartość naukometryczna oraz liczba cytowań publikacji dowodzi o istotnej aktywności naukowej Kandydatki. Zaangażowanie Kandydatki w działalność naukową przejawia się również w uczestnictwie w 32 konferencjach naukowych, w większości międzynarodowych (w 7 uczestniczyła przed, a w 18 po uzyskaniu stopnia naukowego doktora), a także poprzez udział w komitetach organizacyjnych konferencji naukowych, w pięciu międzynarodowych i jednej krajowej. Na aktywność naukową wskazują także wykonane recenzje 24 opublikowanych artykułów naukowych i wykonanie ponad 100 recenzji projektów naukowych. Aktywność naukowa Kandydatki jak i poziom publikacji sprawiły, że cieszy się ona uznaniem środowiska naukowego i zawodowego. O pozycji jaką zajmuje Habilitantka w środowisku naukowym świadczy także uczestnictwo w 10 programach europejskich oraz innych programach międzynarodowych i krajowych, a także udział w Zespołach Ekspertów ds. oceny wniosków, projektów oraz raportów z wdrożenia w programach Tango, Strategmed, Program Badań Stosowanych, Lider, Innowacje Społeczne, Innotech, Innomed, Gekon w Narodowym Centrum Badań i Rozwoju.

Godne podkreślenia jest współautorstwo 3 patentów oraz uczestnictwo Kandydatki w badaniach realizowanych w kilku projektach naukowo-badawczych, w dwóch z nich pełniła rolę kierownika projektu, a także wykonanie 14 ekspertyz lub innych opracowań na zamówienie (9 po uzyskaniu stopnia doktora).

Analiza danych naukometrycznych wskazuje, że dorobek naukowy i publikacyjny Kandydatki zostały istotnie powiększone po uzyskaniu stopnia naukowego doktora i w opinii recenzenta, spełnia wymagania ustawowe stawiane kandydatowi na stopień doktora habilitowanego.

4. Podsumowanie i wnioski końcowe

Przedstawiona ocena działalności naukowej dr inż. Magdaleny Kobielarz wskazuje, że osiągnięcia naukowe stanowiące monografię i cykl artykułów powiązanych tematycznie stanowi osobisty, wartościowy i oryginalny wkład Kandydatki do rozwoju dyscypliny jaką jest inżynieria mechaniczna. Habilitantka posiada znaczący dorobek naukowy, zwielokrotniony w okresie po uzyskaniu stopnia doktora, wskazujący na dużą aktywność naukową z ośrodkami naukowymi w Polsce i za granicą. Habilitantka jest aktywnym naukowcem osiągającym w pracy badawczej znaczące rezultaty

udokumentowane publikacjami oraz uczestnictwem w projektach naukowych, a także działającym w warunkach międzynarodowych, co w przyszłości powinno stawiać ją w grupie naukowców zdolnych pracować samodzielnie, a także budować wokół siebie międzynarodowe zespoły badawcze z czołowymi naukowcami na świecie. Oceniając całokształt pracy naukowo-badawczej jestem przekonany, że jest dojrzałym naukowcem i świetnym organizatorem pracy badawczej. Cechuje ją kompleksowość podejścia do planowania i prowadzenia badań i umiejętność łączenia aspektów podstawowych i aplikacyjnych. Dr inż. Magdalena Kobielarz poświęca się pracy dydaktycznej i organizacyjnej, a także działalności popularyzatorskiej na rzecz macierzystej Uczelni oraz środowiska zawodowego.

Na podstawie pozytywnej oceny osiągnięć naukowych, przygotowanych w formie monografii i cyklu publikacji powiązanych tematycznie, dorobku naukowego dr inż. Magdaleny Kobielarz oraz jej zaangażowania w pracę dydaktyczno-organizacyjną stwierdzam, że posiada ona kwalifikacje wymagane od kandydatów do uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego oraz spełnia warunki określone w art. 219 ust. 1 pkt. 2 i 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 16 marca 2021 r. poz. 478 z późn. zm.). Uwzględniając powyższe, wnioskuję o dopuszczenie dr inż. Magdaleny Kobielarz do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego, a w przypadku ich pozytywnego zakończenia o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauki inżynieryjno-techniczne w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.