

Gdańsk, 30 Maja 2024 r.

Dr hab. inż. Wiktoria Wojnicz, Profesor Uczelni
Dyrektor Instytutu Mechaniki i Konstrukcji Maszyn
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa
Politechnika Gdańska
ul. G. Narutowicza 11/12
80-233 Gdańsk

wiktoria.wojnicz@pg.edu.pl

RECENZJA

wniosku dr inż. Magdaleny Kobielarz z dnia 13 stycznia 2024 r. o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria Mechaniczna

Podstawa opracowania recenzji: Uchwała nr 881/39/RDND07/2021-2024 Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna z dnia 26 marca 2024 r. w sprawie powołania komisji habilitacyjnej w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie naukowej Inżynieria Mechaniczna wszczętym na wniosek Pani dr inż. Magdaleny Kobielarz.

1. Dane ogólne

Habilitantka (ur. w 1978 r.) jest absolwentką Wydziału Podstawowych Problemów Techniki Politechniki Wrocławskiej, gdzie w 2003 roku uzyskała dyplom magistra inżyniera na kierunku Fizyka techniczna i specjalności Inżynieria Biomedyczna. W latach 2008-2012 pracowała na stanowisku starszego referenta technicznego, a następnie na stanowisku młodszego specjalisty w Instytucie Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn Politechniki Wrocławskiej. Od roku 2012 pracuje na stanowisku nauczyciela akademickiego na Politechnice Wrocławskiej: w latach 2012-2013 pracowała na stanowisku Asystenta naukowo-dydaktycznego w Instytucie Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn; od 2013 i do chwili obecnej pracuje na stanowisku Adiunkta badawczo-dydaktycznego w Katedrze Mechaniki, Inżynierii Materiałowej i Biomedycznej. W roku 2009 uzyskała stopień naukowy doktora nauk technicznych na podstawie rozprawy doktorskiej pt. „Właściwości mechaniczne i histologiczne struktur aorty brzusznej w procesie rozwoju tętniaka” (promotor: prof. dr hab. inż. Romuald Będziński; recenzenci: dr hab. inż. Grzegorz Janusz Milewski, dr hab. inż. Jerzy Kaleta; przewód doktorski przeprowadzono w Instytucie Materiałoznawstwa i Mechaniki Technicznej Politechniki Wrocławskiej).

Po doktoracie dr inż. Magdalena Kobielarz kontynuowała zainteresowania naukowe opisane w pracy magisterskiej i rozprawie doktorskiej w zakresie badań doświadczalnych nakierowanych na identyfikację właściwości materiałowych i pasywnych właściwości mechanicznych tkanek naczyń krwionośnych pobranych post mortem lub podczas interwencji chirurgicznych. Habilitantka dostrzegła potrzebę wyznaczenia tych właściwości materiałowych i mechanicznych w celu wyjaśnienia czynników powodujących rozwój tętniaków i miażdżycy naczyń krwionośnych oraz na potrzeby medycy sądowej.

Należy podkreślić, że tematyka badań naukowych dr inż. Magdaleny Kobielarz jest tematem aktualnym i należy do nurtu biomechaniki doświadczalnej.

Podsumowaniem dotychczasowych wyników badań Habilitantki jest osiągnięcie naukowe w postaci autorskiej monografii naukowej oraz cyklu ośmiu powiązanych tematycznie artykułów naukowych, które Habilitantka przedstawiła pod wspólnym tytułem: "Identyfikacja i ocena właściwości mechanicznych ścian aorty w wyniku rozwoju patologii". Należy podkreślić, iż tematyka i zakres badań podanych w Jej osiągnięciu stanowią rozwinięcie Jej rozprawy doktorskiej. Z tego względu można stwierdzić, iż zaprezentowane osiągnięcie Habilitantki należy traktować jako prezentacja udokumentowanego osiągnięcia naukowego w postępowaniu habilitacyjnym.

2. Ocena osiągnięcia naukowego

Dr inż. Magdalena Kobielarz ubiega się o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego na podstawie **autorskiej monografii naukowej oraz ośmiu powiązanych tematycznie artykułów naukowych** opublikowanych w latach 2011-2023:

- 1) **[M1]** 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. Recenzentami wydawniczymi monografii są: Prof. dr hab. inż. Marek Pawlikowski i Dr hab. n. med. Piotr Wilczek.
- 2) **[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
- 3) **[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>
- 4) **[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
- 5) **[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>
- 6) **[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>
- 7) **[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>
- 8) **[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

- 9) [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)

Habilitantka jest jedyną autorką monografii w jęz. polskim [M1] i artykułu w jęz. angielskim [H3] oraz jest współautorką siedmiu artykułów współautorskich w jęz. angielskim [H1],[H2],[H4],[H5],[H6], [H7] i [H8]. Ponadto jest pierwszą autorką w czterech publikacjach współautorskich [H1], [H2], [H4], [H7].

MONOGRAFIA: *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:*

Problem badawczy zaproponowany przez Habilitantkę obejmuje identyfikację właściwości materiałowych (skład, budowa, udział różnych typów włókien kolagenowych i włókien sprężystych (elastyny)) oraz właściwości mechanicznych zmineralizowanych depozytów i pasywnych właściwości mechanicznych fragmentów naczyń krwionośnych (aort) oraz poszczególnych warstw tych naczyń (intima, media, adventitia), które to naczynia krwionośne zostały pobrane post-mortem lub podczas interwencji chirurgicznych. Przyjęto także założenie, iż zmineralizowane depozyty są skutkiem rozwoju miażdżycy naczyń oraz procesów biomineralizacji. Pasywne właściwości mechaniczne zdrowych naczyń krwionośnych (bez miażdżycy i procesów biomineralizacji) oraz naczyń będących w różnych stadiach rozwoju miażdżycy (stadia określono w oparciu o klasyfikację Stary'ego, która jest obecnie akceptowana przez American Heart Association) zostały oszacowane za pomocą prób jednoosiowego statycznego rozciągania z wykorzystaniem próbek pobranych w kierunku podłużnym i w kierunku obwodowym naczynia.

Należy podkreślić, iż pozyskanie materiału badanego (ścian aort ludzkich) w celu rozwijania tematu pracy Habilitantki jest (było) mocno ograniczone. Dlatego Habilitantka rozwinęła współpracę z Katedrą medycyny Sądowej Uniwersytetu Medycznego we Wrocławiu i patalogoanatomami aby pozyskać materiał badany.

W monografii Habilitantka przedstawiła obszerny opis istniejącej wiedzy, który obejmował: 1) budowę strukturalną ściany aorty oraz jej trzech warstw w przypadku zdrowych naczyń krwionośnych i naczyń zmienionych chorobowo; 2) podstawy patomechanizmu i klasyfikacji miażdżycy tętnic, w tym blaszek miażdżycowych, wraz ze stopniem i rodzajem mineralizacji ścian tętnic (w tym zwapnień); 3) identyfikację pasywnych właściwości mechanicznych ścian aorty, które pod wpływem przyłożonego obciążenia zachowują się jako materiały nieliniowe, anizotropowe (z powodu przenoszenia obciążeń mechanicznych w niskim zakresie obciążenia przez włókna sprężyste, i w wysokim zakresie obciążenia przez włókna kolagenowe ułożone pod odmiennymi kątami w różnych warstwach ściany naczynia), nieściśliwe, hipersprężyste, lepkosprężyste, hiperlepkosprężyste albo porosprężyste; 4) podstawy mechaniki materiałów opisujących związki konstytutywne dla materiałów izotropowych hipersprężystych i anizotropowych hipersprężystych (w oparciu o tensor odkształcenia Greena lub niezmienniki tensora deformacji Cauchy'ego-Green'a) oraz podejście polegające na rozpatrzeniu funkcji gęstości energii odkształcenia w postaci addytywnych składowych opisujących zachowanie izotropowe i zachowanie anizotropowe a także dyspersję włókien tworzących poszczególne warstwy aorty; 5)

próby identyfikacji właściwości mechanicznych zdrowych i chorych naczyń krwionośnych (z miażdżycą typu uwapnienia lub typu lipidowego albo typu włóknistego) wraz z różnymi miarami naprężenia i odkształcenia, które są przyjmowane do oceny zachowania materiału poddanego obciążeniu mechanicznemu; 6) identyfikację składowych i struktury depozytów mineralnych (w tym wapnia) w naczyniach krwionośnych za pomocą techniki SEM, TEM, badań histologicznych i immunohistochemicznych oraz wyznaczenie właściwości mechanicznych powierzchni za pomocą mikroindentacji i nanoindentacji.

W monografii Habilitantka zaprezentowała dwa modele konstytutywne materiałów (H2000 i H2015), których modele numeryczne zaimplementowała w Abaqus w oparciu o wytyczne opublikowane w trzech publikacjach: 1) *Holzapfel G., Weizsacker H., Biomechanical behavior of the arterial wall and its numerical characterization. Computers in Biology & Medicine, 28, 1998, 377–392*; 2) *Holzapfel G.A. Nonlinear solid mechanics. A continuum approach for engineering. 2000, Chichester, Wiley*; 3) *Holzapfel G., Niestrawska J., Ogden R., Reinisch A., Schriefl A. Modelling non-symmetric collagen fibre dispersion in arterial walls. Journal of the Royal Society Interface, 12, 2015, 20150188*. Parametry do tych modeli uzyskała za pomocą podejścia *fitting* z zależności „naprężenie Cauchy-ego” – „współczynnik wydłużenia”, które to zależności uzyskano w doświadczalnych jednoosiowych statycznych próbach rozciągania próbek pobranych z aort wraz z identyfikacją depozytów wapnia w tych badanych naczyniach. Ponadto Habilitantka zaproponowała płaski model numeryczny fragmentu ściany aorty, którą zamodelowała w postaci uproszczonej – w postaci rury płaskiej, oraz depozytu wapnia (w postaci dwufazowej – jądra i powłoki) połączonych ze sobą za pomocą włóknistego interfejsu. Przy tym trzy warstwy fragmentu ściany aorty zamodelowała za pomocą hipersprężystego modelu materiałowego, zaś każdą składową modelu depozytu oraz interfejs włóknisty zamodelowała za pomocą liniowo-sprężystego modelu materiałowego.

H3: Publikacja autorka - 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

W pracy opisano wyznaczenie właściwości materiałowych (mikrostruktury za pomocą barwienia histologicznego i SEM) i pasywnych właściwości mechanicznych próbek pobranych w kierunku wzdłużnym i kierunku obwodowym z ludzkich aort brzusznych oraz ludzkich tętniaków brzusznych. Właściwości mechaniczne wyznaczono za pomocą jednoosiowej statycznej próby rozciągania z wykorzystaniem optycznej metody pomiarowej (video-ekstensometru). W pracy Habilitantka opisała model materiałowy ściany aorty, który to model jest opisany w publikacji [*Holzapfel G., Gasser T., Ogden R., A new constitutive framework for arterial wall mechanics and a comparative study of material models, J. Elasticity, 2000, 61, 1-48*]. Autorzy tej publikacji zaproponowali izochoryczną funkcję gęstości energii odkształcenia, która opisuje zachowanie pasywne tkanek poszczególnych warstw ścian aorty, w postaci sumy addytywnych składowych – składowej izotropowej (opisującej izotropowe odkształcenia tkanek pod wpływem małego ciśnienia) i składowej anizotropowej (opisującej anizotropowe odkształcenia tkanek pod wpływem wysokiego ciśnienia). Należy także podkreślić, iż Habilitantka zaimplementowała model numeryczny w oparciu o wytyczne podane w publikacji [*Niestrawska J.A., Regitnig P., Viertler C.,*

Cohnert T.U., Babu A.R., Holzapfel G.A., *The role of tissue remodeling in mechanics and pathogenesis of abdominal aortic aneurysms*, *Acta Biomater.*, 2019, 88, 149–161] oraz wskazówki Pani dr Justyny Niestrawskiej, tzn. „Acknowledgements: Justyna Niestrawska for background to constitutive modelling”.

H8: Publikacja współautorka (Habilitationka nie podała Jej procentowego wkładu w opracowanie publikacji, zaś przedstawiła wyłącznie Jej wkład w postaci opisowej)

Marcin Koł, Magdalena Kobielarz, Krzysztof Maksymowicz. *Assessment of mechanical properties of arterial calcium deposition*. *Transactions of FAMENA*. 2011, vol. 35, nr 3, s. 49-56

W pracy opisano wyznaczanie twardości i modułu Younga depozytów wapnia (pobranym z aorty piersiowo-brzuszej) za pomocą nanoindentacji.

H2: Publikacja współautorka (Habilitationka nie podała Jej procentowego wkładu w opracowanie publikacji, zaś przedstawiła wyłącznie Jej wkład w postaci opisowej)

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

W pracy przedstawiono wyznaczanie współczynników wydłużenia (Lagrangian stretch) w trzech prostopadłych kierunkach próbek pobranych z tętniaków brzusznych za pomocą próby jednoosiowego statycznego rozciągania z zastosowaniem wstępnego pre-stretching z wykorzystaniem optycznej metody pomiarowej (video-ekstensometru). Materiał próbek zaproponowano modelować jako nieściśliwy, izotropowy i hipersprężysty (generalized neo-Hookean model). Przeprowadzono także testy histologiczne tkanek.

H1: Publikacja współautorka (Habilitationka nie podała Jej procentowego wkładu w opracowanie publikacji, zaś przedstawiła wyłącznie Jej wkład w postaci opisowej)

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

W pracy opisano wyznaczanie właściwości materiałowych (w tym budowy włókien elastyny i różnych typów włókien białkowych) za pomocą immunohistochemicznych testów oraz wybranych właściwości mechanicznych za pomocą statycznej jednoosiowej próby rozciągania z wykorzystaniem optycznej metody pomiarowej (video-ekstensometru) próbek pobranych z ludzkich piersiowych aort bez oznak miażdżycy.

H7: Publikacja współautorka (Habilitationka nie podała Jej procentowego wkładu w opracowanie publikacji, zaś przedstawiła wyłącznie Jej wkład w postaci opisowej)

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

W pracy przedstawiono wyznaczanie właściwości materiałowych i właściwości mechanicznych trzech warstw ludzkiej aorty piersiowej (intima, media, adventitia) dla wczesnych etapów rozwoju miażdżycy (klasa I-III wg klasyfikacji Stary'ego). Do identyfikacji właściwości materiałowych zastosowano testy histologiczne i immunohistochemiczne. Właściwości mechaniczne oszacowano za pomocą statycznej próby jednoosiowego rozciągania z wykorzystaniem optycznej metody pomiarowej (video-ekstensometru).

H6: Publikacja współautorka (Habilitationka nie podała Jej procentowego wkładu w opracowanie publikacji, zaś przedstawiła wyłącznie Jej wkład w postaci opisowej)

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*

W pracy zaprezentowano wyznaczenie właściwości materiałowych (testy histologiczne i immunohistochemiczne) i właściwości mechanicznych (w kierunku wzdłużnym i poprzecznym za pomocą T – peeling test) dwóch kompleksów: 1) adventitia i media-intima (A-MIC); 2) intima i media-adventitia (I-MAC). Celem pracy było określenie wpływu miażdżycy naczyń na odporność do rozwarstwienia.

H4: Publikacja współautorka (Habilitationka nie podała Jej procentowego wkładu w opracowanie publikacji, zaś przedstawiła wyłącznie Jej wkład w postaci opisowej)

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*

W pracy opisano wyznaczenie właściwości materiałowych i właściwości mechanicznych próbek pobranych z brzusznych aort oraz wyodrębnionych z tych aort płytek miażdżycowych (uwapnionych, tłuszczowych i zwłókniałych), które powstają w wyniku przebudowy ściany aorty spowodowanej stanem zapalnym. Właściwości mechaniczne wyznaczono za pomocą próby jednoosiowego statycznego rozciągania próbek pobranych w kierunku wzdłużnym i obwodowym z wykorzystaniem optycznej metody pomiarowej (video-ekstensometru). Właściwości materiałowe wyznaczono za pomocą spektroskopii wibracyjnej (FTIR i Raman), barwienia histologicznego oraz badania histopatologicznego.

H5: Publikacja współautorka (Habilitationka nie podała Jej procentowego wkładu w opracowanie publikacji, zaś przedstawiła wyłącznie Jej wkład w postaci opisowej)

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*

W pracy przedstawiono wyniki dotyczące sprawdzenia hipotezy: czy próbki pobrane z piersiowych aort będących w różnych stadiach rozwoju miażdżycy (bez informacji czy choroby współistniejące występowały u dawców) posiadają właściwości nieściśliwe i właściwości anizotropowe. Właściwości materiałowe (nakierowane na identyfikację włókien elastyny i różnych typów włókien białkowych) wyznaczono za pomocą testów histologicznych i immunohistochemicznych. Właściwości mechaniczne oszacowano za pomocą jednoosiowej próby statycznego rozciągania na próbkach pobranych w kierunku wzdłużnym z wykorzystaniem optycznej metody pomiarowej (dwóch video-ekstensometrów). Autorzy stwierdzili, iż właściwości anizotropowe są zmniejszane w miarę rozwoju miażdżycy naczyń krwionośnych.

Wniosek końcowy:

Ocena merytoryczna osiągnięcia naukowego Habilitationki dokonana na podstawie autorskiej monografii naukowej oraz ośmiu powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w latach 2011-2023 pozwala na sformułowanie następujących wniosków:

Habilitantka założyła, iż wyniki identyfikacji właściwości materiałowych (wraz ze strukturą) i właściwości mechanicznych zmineralizowanych depozytów (w tym depozytów wapnia będących strukturami złożonymi z heterogennego jądra i zmineralizowanej powłoki) oraz wyniki identyfikacji właściwości materiałowych i pasywnych właściwości mechanicznych fragmentów naczyń krwionośnych (aorty), w tym poszczególnych warstw aorty (intima, media, adventitia), można zastosować do wyjaśnienia strukturalnej przebudowy lokalnej i/lub globalnej zachodzącej w ścianie żywej aorty, która pracuje w złożonym stanie obciążenia będący między innymi skutkiem aktywnego skurczu mięśni gładkich znajdujących się w warstwie media. Z kolei przebudowa zachodząca w naczyniu zmienia rozkład sił hemodynamicznych w aorcie i może prowadzić do rozwoju stanów zapalnych z powodu szybko zachodzących procesów biochemicznych, które przyczyniają się do zmian biomechanicznych. Te procesy i zmiany mogą zainicjować rozwój miażdżycy (w postaci blaszek włóknistych lub włóknisto-lipidowych albo uwapnionych), mineralizacji ścian tętnicy (w tym prowadzić do zwapnień będących odpowiedzią na uszkodzenie tkanki naczynia), tętniaków aorty lub rozwarstwienia ściany aorty.

Habilitantka w swoich pracach autorskich i współautorskich zaprezentowała dość duże wartości odchylenia standardowego parametrów opisujących właściwości mechaniczne i właściwości materiałowe, które oszacowano dla różnych odcinków tkanek badanych. Zakładając, iż zastosowano prawidłową metodę badawczą, duża wartość odchylenia standardowego świadczy o niejednorodności materiałów badanych (ścianek naczyń krwionośnych, różnych warstw tych ścianek oraz depozytów mineralnych), która także jest spowodowana istnieniem różnic osobniczych. Należy podkreślić, iż zgodnie z doniesieniami opublikowanymi w literaturze światowej duże wartości odchylenia standardowego są charakterystyczne dla próbek pobranych z ludzkich materiałów biologicznych. Ponadto różnorodność przebadanych depozytów wapnia i ścian aort może świadczyć o różnych etapach rozwoju miażdżycy u osobników ludzkich, z których pobrano próbki do badań naukowych (przy braku doniesień o wystąpieniu chorób współistniejących).

Moim zdaniem najważniejszymi publikacjami, które zawierają dość pełny opis dorobku naukowego Habilitantki, są dwa opracowania samodzielne: monografia [M1] i publikacja [H3]. Z kolei pozostałe publikacje współautorskie ([H1],[H2],[H4],[H5],[H6],[H7] i [H8]) potwierdzają umiejętność Habilitantki do realizacji współpracy naukowej.

Należy podkreślić, iż oryginalnym wkładem Habilitantki jest zastosowanie kompleksowego podejścia z trzech dyscyplin naukowych (Inżynieria Mechaniczna, Inżynieria Materiałowa i Inżynieria Biomedyczna) do wyznaczenia właściwości materiałowych i właściwości mechanicznych tkanek ludzkich naczyń wyodrębnionych z organizmu w celu wyjaśnienia czynników powodujących rozwój chorób naczyń, a w szczególności tętniaków i miażdżycy naczyń krwionośnych, oraz na potrzeby medycy sądowej.

Podsumowując osiągnięcie naukowe, można stwierdzić, iż rezultaty badań naukowych Habilitantki zaprezentowane w **autorskiej monografii naukowej oraz ośmiu powiązanych tematycznie artykułach naukowych** opublikowanych w latach 2011-

2023 są wystarczające do pozytywnego rozpatrzenia wniosku dr inż. Magdaleny Kobielarz o awans naukowy na stopień doktora habilitowanego.

3. Uwagi krytyczne osiągnięcia naukowego

1) Osiągnięcie Habilitantki obejmuje wyznaczenie właściwości materiałowych i pasywnych właściwości mechanicznych tkanek aorty wyodrębnionych z organizmu żywego. Z tego względu pojawia się więc pytanie w jaki sposób można oszacować mechaniczne właściwości tkanki żywej (aktywnej) oraz określić warunki rozwoju mineralnych depozytów (wapnia) dla żywej aorty.

2) W osiągnięciu Habilitantka nie podała opisów wyjaśniających technikę mocowania próbek naczyń krwionośnych. Należy podkreślić, iż sposób mocowania ma bardzo duży wpływ na uzyskane wyniki w próbach jednoosiowego rozciągania tkanek ponieważ część uchwytna przenosi wieloosiowe obciążenia w tej próbie (**Monografia**).

3) Dyskusyjne jest stwierdzenie, iż wyniki próby jednoosiowego rozciągania próbek pobranych w kierunku wzdłużnym i obwodowym, można traktować jako wyniki próby dwuosiowego rozciągania (biaxial) (**Monografia**) (**H4**).

4) W osiągnięciu Habilitantka nie zdefiniowała warunków osadzenia depozytów mineralnych na ścianach aorty z punktu widzenia biomechanicznego (warunków obciążenia) (**Monografia**). Ponadto należałoby rozwinąć określenie „biomechanika ścian aort”, które Habilitantka podała w p.7 Monografii (**Monografia**).

5) W osiągnięciu Habilitantka zaprezentowała modele zaimplementowane w Abaqus: a) modele numeryczne próbek (które modelują zachowanie dwóch zaimplementowanych modeli konstytutywnych materiałów); b) model numeryczny fragmentu ściany aorty (zamodelowanej w postaci uproszczonej – w postaci rury płaskiej) i depozytu wapnia (w postaci dwufazowej – jądra i powłoki) połączonych za pomocą włóknistego interfejsu. Opisy podanych modeli powinny być bardziej szczegółowo pod względem modeli MES wraz ze szczegółowym wyjaśnieniem BC, DOF, itp. Ponadto brakuje wyjaśnienia z jakiego powodu do oceny zachowania modelu (b) zastosowano „Maksymalne naprężenie zredukowane Hubera–von Misesa–Hencky’ego” (**Monografia**).

6) Dyskusyjna jest kwestia współczynnika Poissona: a) zastosowanego dla depozytu wapnia do wyznaczenia modułu Younga za pomocą nanoindentacji, tzn. autorzy założyli wartość równą 0.3 (**H8**); b) którego wartość przewyższa wartość 0.5 w publikacji (**H5**).

4. Ocena istotnej naukowej aktywności i organizacyjnej aktywności dr inż. Magdaleny Kobielarz

Habilitantka już w trakcie studiów rozpoczęła pracę nad tematem naukowym zgłoszonym we wniosku, o czym świadczy tytuł pracy magisterskiej „Badania własności mechanicznych tkanek miękkich” (2003r.), której promotorem był Pan Prof. dr hab. inż. Romuald Będziński (Politechnika Wrocławska). W latach 2009-2015 była głównym badaczem w projekcie WroVasc (projekt był współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka na lata 2008-2015, miejsce realizacji: Ośrodek Badawczo – Rozwojowy, Wojewódzki Szpital Specjalistyczny, Wrocław). W wyniku realizacji projektu powstały

współautorskie publikacje i uzyskano trzy współautorskie patenty (zostały zgłoszone w 2015).

Dr inż. Magdalena Kobielarz odbyła dwa staże zagraniczne: 1) trzymiesięczny staż (2015) w Graz University of Technology (Austria); 2) roczny staż (2022–2023) w University of Western Australia (Perth, Australia). Ponadto Habilitantka uczestniczyła w realizacji współpracy z następującymi jednostkami krajowymi: Katedra i Klinika Chirurgii Naczyniowej, Ogólnej i Transplantacyjnej, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu; Katedra i Zakład Biofarmacji, Wydział Nauk Farmaceutycznych w Sosnowcu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach; Klinika Niewydolności Serca i Transplantologii, Instytut Kardiologii im Prymasa Tysiąclecia Stefana Kardynała Wyszyńskiego; Katedra i Zakład Biologii Molekularnej i Komórkowej, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu; Wydział Chemiczny Politechniki Wrocławskiej. Współpraca ta zaowocowała w opracowanie współautorskich artykułów i rozdziałów w monografiach.

Zgodnie z wnioskiem Habilitantki, a w szczególności z wykazem osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria Mechaniczna (Załącznik nr 4), można stwierdzić, iż jest Ona współautorką 9 rozdziałów w monografiach naukowych oraz publikacji uzyskanych przed uzyskaniem stopnia doktora (2 z bazy JCR, 3 spoza bazy JCR i 4 artykuły pokonferencyjne). Ponadto Habilitantka jest współautorką publikacji uzyskanych po obronie doktoratu, które prezentują: A) badania właściwości materiałowych i mechanicznych struktur tkankowych, szczególnie tkanek miękkich (15 artykułów z bazy JCR; 3 - spoza bazy JCR; 5 – pokonferencyjne); B) badania właściwości bio-fizykochemicznych, w tym właściwości mechanicznych, polimerów, w tym biodegradowalnych, do zastosowań biomedycznych (11 artykułów z bazy JCR, 2 – pokonferencyjne); C) zastosowania technologii pomiarowych w ocenie i predykcji rozwoju chorób (5 artykułów z bazy JCR). Ponadto po uzyskaniu stopnia doktora dr inż. Magdalena Kobielarz była wykonawcą w 2 projektach NCN, wykonawcą i głównym badaczem w 2 projektach NCBiR oraz Kierownikiem 1 projektu NCN. Habilitantka brała czynny udział w konferencjach naukowych, a w szczególności po uzyskaniu stopnia doktora w 4 konferencjach krajowych i w 20 Konferencjach międzynarodowych.

Habilitantka realizowała także współpracę z partnerami przemysłowymi (Spółka SensDx S.A. oraz SYNKOL sp. z o.o. sp.k.). W wyniku tej współpracy zostały przygotowane cztery współautorskie zgłoszenia patentowe (2022-2023). Ponadto Habilitantka współuczestniczyła w realizacji badań zleconych i ekspertyz na Politechnice Wrocławskiej.

W zakresie obejmującym działalność popularyzującą naukę Habilitantka pełniła funkcję redaktora gościnnego (w wydaniu specjalnym „Physicochemical Properties of Biodegradable Polymers” czasopisma Polymers), wygłosiła wykłady, a w szczególności w ramach spotkania Sekcji Metod Eksperymentalnych Mechaniki Komitetu Mechaniki Polskiej Akademii Nauk oraz w ramach spotkania Sekcji Biomechaniki Komitetu Mechaniki Polskiej Akademii Nauk. Była członkiem Komitetów Organizacyjnych konferencji krajowych i międzynarodowych.

W zakresie działalności organizacyjnej Habilitanta jest członkiem Rady Wydziału Mechanicznego Politechniki Wrocławskiej (2021-2024). Ponadto w latach 2009-2019 Habilitantka była Sekretarzem czasopisma Acta of Bioengineering and Biomechanics (Politechnika Wroclawska), z kolei od roku 2019 jest redaktorem prowadzącym (Associate Editor) to czasopismo.

Należy podkreślić, iż dr inż. Magdalena Kobielarz jest rozpoznawalna w środowisku naukowym. Od 2011 jest członkiem Polskiego Towarzystwa Biomechaniki. Opracowała także 24 recenzję naukowe do czasopism krajowych i międzynarodowych.

W podsumowaniu stwierdzam, iż **istotna naukowa aktywność wraz z organizacyjną aktywnością** dr inż. Magdaleny Kobielarz osiągnęła poziom pozwalający na ubieganie się o status samodzielnego pracownika naukowego.

5. Ocena dorobku dydaktycznego dr inż. Magdaleny Kobielarz

Dr inż. Magdalena Kobielarz posiada doświadczenie dydaktyczne, które zdobyła w trakcie rozwijania kariery akademickiej od 2012 do chwili obecnej. Prowadziła wykłady, ćwiczenia, laboratoria i projekty na Politechnice Wrocławskiej w zakresie: Geometria wykreślna (ćwiczenia), Projektowanie wspomagane komputerowo (projekt), Biomimetyka (wykład i projekt), Ergonomia w medycynie (wykład), Statystyka dla bioinżynierów (wykład i projekt). Współprowadziła także laboratoria (Badania elementów i zespołów maszyn, Mechanika i wytrzymałość, Wytrzymałość, Biomechanika inżynierska, Engineering in Medicine) oraz ćwiczenia (Testing of Vehicle Elements and Assemblies). Wypromowała 40 prac inżynierskich oraz 11 prac magisterskich. W 2016 r. pełniła rolę opiekuna Pana dr inż. Tomasza Gajewskiego. Pełni także rolę promotora pomocniczego w postępowaniu doktorskim Pani mgr inż. Iwony Jatowszyc oraz Pani mgr inż. Aliny Sawickiej.

Dorobek dydaktyczny dr inż. Magdaleny Kobielarz oceniam jednoznacznie pozytywnie.

6. Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę wymagania podane w *Art. 219 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dziennik Ustaw z 2023r. poz.742) dot. sprawy nadania stopnia doktora habilitowanego* stwierdzam, iż przedłożony przez dr inż. Magdalenę Kobielarz dorobek naukowy w postaci autorskiej monografii naukowej oraz cyklu ośmiu powiązanych tematycznie artykułów naukowych, które Habilitantka przedstawiła pod wspólnym tytułem: "Identyfikacja i ocena właściwości mechanicznych ścian aorty w wyniku rozwoju patologii", zawiera oryginalne oraz ważne poznawczo i praktycznie rezultaty.

Uwagi podane w p.3 „*Uwagi krytyczne osiągnięcia naukowego*” mają charakter dyskusji naukowej.

Podsumowując, stwierdzam, iż dorobek naukowy dr inż. Magdaleny Kobielarz stanowi więc istotny wkład w *dzielinę nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie naukowej Inżynieria Mechaniczna*. Uwzględniając pozostałe elementy Jej dorobku obejmujące istotną naukową aktywność, organizacyjną aktywność i dorobek dydaktyczny, stwierdzam, iż całościowy dorobek dr inż. Magdaleny Kobielarz spełnia wymogi stawiane osobom ubiegającym się o stopień naukowy doktora habilitowanego.

Wiktoria Wójcisz