

Dr hab. inż. Ksenia Ostrowska, prof. PK
Laboratorium Metrologii Współrzędnościowej
Wydział Mechaniczny
Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki
ul. Warszawska 24
31-155 Kraków

Kraków, 06.07.2026 r.

Recenzja

osiągnięć naukowych **dr inż. Grzegorza Ziółkowskiego** w związku
z postępowaniem o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria
mechaniczna

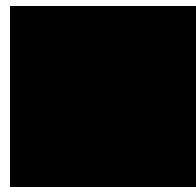
1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawą formalną opracowania recenzji jest pismo Pana Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynierii Mechanicznej prof. dr hab. inż. Zbigniewa Gronostajskiego, z dnia 29.04.2026 r. (nr W10/RDND07/83/2026) informujące o powołaniu mnie na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym Pana dr. inż. Grzegorza Ziółkowskiego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

Otrzymana dokumentacja, tj. pismo i wniosek Kandydata do stopnia naukowego doktora habilitowanego wraz z załącznikami, została przygotowana zgodnie z ustawą Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (dalej Ustawa).

Podstawę merytoryczną opracowania recenzji stanowi komplet dokumentów (w wersji elektronicznej), zawierający: wniosek Kandydata z dnia 20 lutego 2026 roku skierowany do Rady Doskonałości Naukowej o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna, dane wnioskodawcy, kopia poświadczanego dokumentu stwierdzającego posiadanie stopnia doktora, autoreferat, kopie artykułów jako osiągnięcia naukowe wchodzące w skład cyklu powiązanych tematycznie publikacji pod zbiorczą nazwą wspólną „**Metodyczne i aplikacyjne podstawy rozwoju ilościowych strategii pomiarowych w technicznej tomografii komputerowej (XCT)**”, wykaz osiągnięć naukowych, oświadczenia współautorów o wkładzie Kandydata w powstanie prac stanowiących Jego osiągnięcie naukowe, jak również potwierdzenia.

Na podstawie otrzymanej dokumentacji stwierdzam, że oceniany dorobek można zakwalifikować do dyscypliny inżynieria mechaniczna.



2. Charakterystyka Kandydata

Dr inż. Grzegorz Ziółkowski uzyskał tytuł magistra inżyniera (o studiach inżynierskich nie ma w dokumentach informacji) na Wydziale Podstawowych Problemów Techniki Politechniki Wrocławskiej na kierunku: Fizyka techniczna i specjalności: Inżynieria Biomedyczna/ Aparatura elektromedyczna w 2010 roku. W roku 2016 uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie: Budowa i Eksploatacja Maszyn, który został mu nadany uchwałą Rady Wydziału Mechanicznego Politechniki Wrocławskiej na podstawie rozprawy doktorskiej pt. „Analiza i ocena dokładności pomiarów cech geometrycznych obiektów technicznych z wykorzystaniem tomografii komputerowej”, której promotorami byli prof. dr hab. inż. Edward Chlebus, prof. Dr hab. inż. Jan Misiewicz.

Od 2010 r. jest zatrudniony na Politechnice Wrocławskiej na Wydziale Mechanicznym, początkowo w Instytucie Technologii Maszyn i Automatyzacji, jako asystent, a od 2011 r. do 2014 r. jako starszy referent techniczny. Od lipca 2014 r. do września 2015 r. został zatrudniony w Katedrze Technologii Laserowych, Automatyzacji i Organizacji również na stanowisku starszego referenta, następnie w tej samej Katedrze został przeniesiony na stanowisko Asystenta na rok, po czym od 2016 r. do 2025 r. na stanowisko adiunkta. Od czerwca 2025 jest adiunktem w Katedrze Zaawansowanych Technik Wytwarzania na tym samym Wydziale.

Działalność naukowa dr inż. Grzegorza Ziółkowskiego wpisuje się w szeroko pojętą problematykę inżynierii mechanicznej, a w szczególności w obszar zagadnień związanych z techniką pomiarową za pomocą przemysłowej tomografii komputerowej. Szczególnym obiektem badań są problemy pomiarowe i decyzyjne, związane z doбором odpowiednich parametrów technicznych do zadania dokładnej akwizycji. Kandydat podjął pracę nad przemysłowym system obrazowania tomograficznego i opracowaniem procesu spójnego łańcucha postępowania: od akwizycji danych i rekonstrukcji wolumetrycznej, przez segmentację i analizę geometryczną, po standaryzację danych 3D do postaci „AI-ready”.

Analiza bibliometryczna publikacji Kandydata za lata 2011 - 2026 wykonana w bazie Dorobek Naukowy Politechniki Wrocławskiej <https://dona.pwr.edu.pl/szukaj/> (wg stanu na dzień 05.07.2026 r.). Sumaryczna liczba publikacji naukowych Kandydata wynosi 93 (43 zaindeksowane w WoS, 44 w SCOPUS), 39 artykułów punktowanych według listy JCR oraz 14 spoza listy JCR, 7 rozdziałów (3 w monografii oraz 4 w książce), 18 artykułów w materiałach konferencyjnych oraz 11 streszczeń konferencyjnych.



Sumaryczny IF 131.806, sumaryczna punktacja MNiSW 4885, wg. przedstawionych przez kandydata dokumentów.

Informacje o cytowaniu publikacji Kandydata oraz h-index zawarte są w Tabeli 1.

Tabela 1. Informacje o cytowaniu publikacji Kandydata wg Baz Scopus oraz WoS na dzień 05.07.2026

Baza	Scopus	WoS
Liczba publikacji	46	42
Liczba cytowań	964, bez autocytowań (904)	770 bez autocytowań (749)
Indeks Hirscha (h- index)	17	17

Dodatkowo do analizy bibliometrycznej publikacji Kandydata dokonanej zgodnie z bazą Dorobek Naukowy Politechniki Wrocławskiej dodaje informacje odnośnie Jego działalności patentowej: patenty współautorskie -1; zgłoszenia patentowe -2.

Ze względu na dużą liczbę publikacji, co z kolei przekłada się na liczbę cytowań i indeks Hirsha, bibliometryczny dorobek naukowy Kandydata oceniam bardzo wysoko.

Podsumowując, stwierdzam, że spełniony jest wymóg art. 219 Ustawy, Kandydat posiada stopień doktora, uzyskany na podstawie przepisów obowiązujących w polskim prawie oraz wykazał się znacznym dorobkiem publikacyjnym, który wnosi istotny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna.

3. Ocena osiągnięć naukowych

Dokumentacja przesłana do oceny zawiera dwa osiągnięcia naukowe, zgłoszone przez Kandydata do stopnia naukowego doktora habilitowanego:

Osiągnięcie nr 1 w formie **Cyklus ośmiu powiązanych tematycznie artykułów naukowych** opublikowanych w czasopismach ujętych w wykazie, 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 (wg stanu na 30.01.2026 r.: łącznie **1290** punktów ministerialnych oraz sumaryczny Impact Factor **37,9**), oraz Osiągnięcie nr 2 jako oryginalne osiągnięcie projektowe (zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt 2 lit. c ustawy) które obejmuje opracowanie, implementację, sprawdzenie oraz wdrożenie zintegrowanych metod pomiarowych z wykorzystaniem technicznej tomografii

komputerowej (XCT). Kandydat podaje, iż osiągnięcie to zostało zweryfikowane w trzech komplementarnych obszarach zastosowań i zrealizowane w projektach.

3.1. Ocena osiągnięcia w postaci cyklu ośmiu powiązanych tematycznie artykułów naukowych

Pierwszym osiągnięciem naukowym Pana dr inż. Grzegorza Ziółkowskiego, które przedstawiono jako jedną z podstaw wystąpienia z wnioskiem o wszczęcie postępowania habilitacyjnego, jest **cykl ośmiu powiązanych tematycznie artykułów naukowych** opublikowanych w czasopiśmie ujętych w wykazie, 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:

Artykuł [A1- **Grzegorz Ziółkowski (autor korespondencyjny), Joanna B. Pach, Dariusz Pyka, Tomasz Kurzynowski, Krzysztof Jamroziak**.: *X-ray computed tomography for the development of ballistic composite, Materials. 2020, vol. 13, nr 23, art. 5566, s. 1-19, doi:10.3390/ma13235566*] przedstawia zastosowanie przemysłowej tomografii komputerowej (XCT) do oceny kompozytowych paneli balistycznych o osnowie polimerowej (PMC, *Polymer Matrix Composites*) poddanych ostrzałowi oraz analizę ich uszkodzeń wewnętrznych. Analizie poddano dwa rodzaje kompozytów opracowanych na bazie polietylenu o wysokiej gęstości (PEHD) oraz polipropylenu (PP), wzmocnionych tkaniną aramidową. W badaniach wykorzystano tomografię do nieniszczącej identyfikacji delaminacji, pęknięć i deformacji struktury kompozytu, a uzyskane wyniki zestawiono z analizami numerycznymi opartymi na metodzie elementów skończonych. Autorzy wykazali, że tomografia komputerowa umożliwia ilościową ocenę mechanizmów uszkodzeń oraz dostarcza szczegółowych informacji o wpływie uderzenia pocisku na integralność materiału, potwierdzając tym samym wysoką przydatność Przemysłowej Tomografii Komputerowej (TK) jako narzędzia wspomagającego projektowanie, sprawdzanie i rozwój nowoczesnych kompozytów przeznaczonych do zastosowań balistycznych. Pan dr inż. Grzegorz Ziółkowski wykazał ilościowy wpływ napięcia przyspieszającego lampy rentgenowskiej na kontrast rekonstrukcji, stosunek sygnału do szumu SNR oraz na wyznaczaną porowatość, rozumianą jako udział objętościowy porów, w analizie 3D. Przedstawił dane, iż dla niższych napięć różnice udziału efektu fotoelektrycznego i rozpraszania Comptona pomiędzy fazami są większe, co przekłada się na lepszą separację faz i obserwowany wzrost kontrastu rekonstrukcji. W dalszej części artykułu przedstawił opracowany przez siebie protokół, procedurę, model pozyskiwania i rekonstrukcji danych z

TK. Dane te posłużyły do odtworzenia geometrii płytek oraz lokalizacji strefy uszkodzeń. Pan dr inż. dopasował modele w jednym układzie współrzędnych i przeprowadził analizę map odchyłek 3D, czyli utworzył tzw. kolorową mapę błędów. Jest to podstawowe narzędzie, które jest najczęściej wykorzystywane podczas opracowań wyników z pomiarowych systemów optycznych, a z powodzeniem przeniesione do systemów i oprogramowań rentgenowskich. Kluczowym momentem publikacji było opracowanie algorytmu pozwalającego na połączenie modelu uzyskanego z pomiarów za pomocą TK z symulacją, gdzie jeśli odchyłki przekraczają poziom akceptowalny, uruchamiane jest sprzężenie zwrotne w postaci iteracyjnej pętli korekt modelu obliczeniowego, co prowadzone jest do momentu uzyskania wymaganej dokładności modelu.

W [A2- **Grzegorz Ziółkowski (autor korespondencyjny)**, Emilia Grochowska, Dawid Kęszycki, Piotr Gruber, Viktoria Hoppe, Patrycja Szymczyk-Ziółkowska, Tomasz Kurzynowski.: *Investigation of porosity behavior in SLS polyamide-12 samples using ex-situ X-ray computed tomography*, *Materials Science-Poland*. 2021, vol. 39, nr 3, s. 436-445, DOI: 10.2478/msp-2021-0035] przedstawiono zastosowanie rentgenowskiej tomografii komputerowej ex-situ do analizy zachowania porowatości próbek z poliamidu PA12 wytworzonych metodą selektywnego spiekania laserowego (SLS) podczas statycznych prób rozciągania. Autorzy porównali próbki wykonane w dwóch orientacjach druku, wykazując istotny wpływ kierunku wytwarzania na mechanizm pęknięcia oraz ewolucję porowatości materiału. Badania tomograficzne umożliwiły ilościową ocenę zmian struktury wewnętrznej, zachodzących w trakcie obciążenia, poprzez zachowanie i opracowywanie wyników w jednym układzie współrzędnych.

W [A3- **Grzegorz Ziółkowski (autor korespondencyjny)**, Konrad Gruber, Emilia Tokarczyk, Robert Roszak, Matthias Ziegenhorn.: *X-ray Computed Tomography for the ex-situ mechanical testing and simulation of additively manufactured IN718 samples*, *Additive Manufacturing*. 2021, vol. 45, art. 102070, <https://doi.org/10.1016/j.addma.2021.102070>] przedstawiono zastosowanie rentgenowskiej tomografii komputerowej (XCT) do oceny zmian struktury wewnętrznej próbek ze stopu Inconel 718 o wysokiej gęstości, poddanych statycznym próbom rozciągania. Badania tomografem wykorzystano do ilościowej analizy rozwoju porowatości i mechanizmów uszkodzeń, a uzyskane dane posłużyły do opracowania modeli numerycznych metodą elementów skończonych umożliwiających symulację procesu deformacji i pęknięcia materiału. Dane z pomiaru tomografii posłużyły do opracowania algorytmu pozwalającego na połączenie modelu uzyskanego z pomiarów za pomocą TK



z symulacją, uruchamiane jest sprzężenie zwrotne w postaci iteracyjnej pętli korekt modelu obliczeniowego do poprawy dopasowania parametrów symulacji.

W [A4- Konrad Gruber, **Grzegorz Ziółkowski**, Andrzej P. Pawlak, Tomasz Kurzynowski: *Effect of stress relief and inherent strain-based pre-deformation on the geometric accuracy of stator vanes additively manufactured from Inconel 718 using laser powder bed fusion*, *Precision Engineering*, 2022, vol. 76, s. 360-376, <https://doi.org/10.1016/j.precisioneng.2022.04.007>] przedstawiono powszechnie stosowany materiał, Inconel 718 w przemyśle lotniczym i kosmicznym, gdzie podczas produkcji geometrycznie złożonych części, niektóre aspekty procesu LPBF wymagają optymalizacji. Wynika to z faktu, że podczas procesu LPBF powstają wysokie naprężenia szczątkowe, które pozostają w części, wpływając na jej dokładność geometryczną. Do badań wykorzystano przemysłowy tomograf komputerowy, którym wykonano pomiary elementu prosto z druku wraz z strukturami podporowymi i podstawą, a następnie po ich wirtualnym oczyszczeniu zestawiono dane z modelem referencyjnym i wyznaczono mapy odchyłek. Praca miała na celu pokazanie zmian geometrii pod wpływem odprężenia cieplnego oraz była podstawą do opracowania modelu symulacji tych deformacji.

W [A5- Piotr Gruber, **Grzegorz Ziółkowski**, Michał Olejarczyk, Emilia Grochowska, Viktoria Hoppe, Patrycja Szymczyk-Ziółkowska, Tomasz Kurzynowski: *Influence of bioactive metal fillers on microstructural homogeneity of PA12 composites produced by polymer Laser Sintering*, *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 2022, vol. 22(3), art. 117, s. 1-15, <https://doi.org/10.1007/s43452-022-00442-4>] przedstawiono badania kompozytów na bazie poliamidu PA12 z dodatkiem bioaktywnych wypełniaczy metalicznych przeznaczonych do wytwarzania metodą selektywnego spiekania laserowego. Oceniono wpływ rodzaju oraz zawartości wypełniaczy na jednorodność mikrostruktury, właściwości mechaniczne oraz charakter pęknięcia wytworzonych elementów, przy pożądanym efekcie niewielkiego wpływu na właściwości mechaniczne, a także uzyskanie właściwości antybakteryjnych. Do analizy rozmieszczenia cząstek i oceny jednorodności materiału wykorzystano przemysłową Tomografię Komputerową, która umożliwiła ilościową ocenę rozkładu wypełniaczy w objętości próbek. Wyniki wykazały, że zastosowanie niewielkiej zawartości bioaktywnych dodatków pozwala na zachowanie jednorodnej mikrostruktury oraz właściwości mechanicznych kompozytów.

W [A6 Patrycja Szymczyk-Ziółkowska, **Grzegorz Ziółkowski**, Viktoria Hoppe, Małgorzata Rusińska, Karol A. Kobiela, Marcin Madeja, Robert Dziedzic, Adam Junka, Jerzy Detyna: *Improved quality and functional properties of Ti-6Al-4V ELI alloy for personalized*

orthopedic implants fabrication with EBM process, Journal of Manufacturing Processes, 2022, vol. 76, s. 175-194, <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2022.02.011>] przedstawiono kompleksową analizę procesu wytwarzania spersonalizowanych implantów ortopedycznych ze stopu Ti 6Al 4V ELI metodą topienia wiązką elektronów (EBM). Oceniono wpływ parametrów procesu oraz obróbki izostatycznej na gorąco na jakość geometryczną, mikrostrukturę, właściwości mechaniczne i biologiczne wytworzonych elementów. Celem niniejszego badania było zbadanie wpływu zastosowanych metod wytwarzania i obróbki poprodukcyjnej na dokładność geometryczną, mikrostrukturę, właściwości mechaniczne i cytotoksyczne części wytwarzanych przyrostowo, zwłaszcza w postaci spersonalizowanych implantów szczękowych. Tomografia komputerowa została tu wykorzystana do uzyskania geometrii wewnętrznej i zewnętrznej wytworzonych, standaryzowanych próbek testowych oraz implantów szczękowych dostosowanych do potrzeb pacjenta, a także jakości materiału wsadowego. Geometrię implantów opracowano za pomocą analizy porównawczej rzeczywistych wartości nominalnych, co pozwoliło na uzyskanie mapy odchyłek między wytworzoną geometrią, a zaprojektowanym modelem CAD. Uzyskane rezultaty potwierdziły, że odpowiednia optymalizacja procesu EBM oraz zastosowanie obróbki HIP prowadzą do ograniczenia porowatości i poprawy właściwości funkcjonalnych implantów przeznaczonych do zastosowań medycznych.

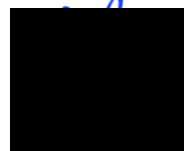
W [A7-Tomasz Płonka, Marcin Diakowski, Joanna Krupa-Kurzynowska, Viktoria Hoppe, **Grzegorz Ziółkowski**. *Application of computed tomography to the study of Mesolithic portable art: Results, interpretations and expectations - The case of an ornamented roe deer antler harpoon from Police, north-west Poland. Archaeometry. 2024, vol. 66, nr 1, s. 219-237, DOI: 10.1111/arc.12904*] przedstawiono zastosowanie przemysłowej Tomografii Komputerowej do nieniszczącej analizy mezołitycznego harpunu wykonanego z poroża sarny, odkrytego na stanowisku archeologicznym w Policach. Badania tomograficzne umożliwiły trójwymiarową rekonstrukcję geometrii zabytku oraz ilościową analizę ornamentacji, śladów obróbki i wewnętrznej struktury materiału bez ryzyka uszkodzenia cennego artefaktu. Uzyskane wyniki zestawiono z obserwacjami archeologicznymi, co pozwoliło na interpretację technik wykonania zdobień oraz sposobu użytkowania przedmiotu. Kluczowym elementem protokołu było metrologicznie zdefiniowana powierzchnia odniesiona oraz sposób próbkowania profili.

W [A8 -**Grzegorz Ziółkowski (autor korespondencyjny)**, *Experimental and simulation analyses of the impact of X-ray tube acceleration voltage on dimensional accuracy in X-ray computed tomography. Measurement (London). 2025, vol. 256, pt. D, art. 118439, s. 1-21,*

<https://doi.org/10.1016/j.measurement.2025.118439>] autor przedstawił analizę wpływu napięcia przyspieszającego lampy rentgenowskiej na dokładność pomiarów wymiarowych realizowanych z wykorzystaniem przemysłowej tomografii komputerowej. Przeprowadził badania eksperymentalne oraz symulacje numeryczne, analizując zależność pomiędzy charakterystyką osłabienia promieniowania rentgenowskiego różnych materiałów, a odchyłkami pomiarowymi uzyskiwanymi w procesie rekonstrukcji i segmentacji obrazu. Szczególną uwagę poświęcono wpływowi efektu utwardzenia wiązki promieniowania, rozmycia obrazu oraz metod segmentacji na dokładność wyznaczania wymiarów geometrycznych. Wykorzystał zarówno metody komercyjne oraz implementacje w MATLAB i Python. Na podstawie uzyskanych wyników zaproponował nowe podejście do doboru napięcia lampy rentgenowskiej, wykazując, że popularne kryteria „optymalizacji akwizycji” (transmisja, CNR, CP, SF) nie są wystarczające do minimalizacji odchyłek wymiarowych.

Cykl powiązanych tematycznie publikacji zawiera artykuły opublikowane w czasopismach naukowych, które w roku opublikowania były ujęte w wykazie czasopism opublikowanym przez MEiN/MNiSW. Do każdej publikacji wieloautorskiej dołączono oświadczenia współautorów, które niestety pozostawiają istotne wątpliwości interpretacyjne. W mojej ocenie nie pozwalają one na jednoznaczne określenie zakresu wkładu poszczególnych autorów, ponieważ koncentrują się przede wszystkim na potwierdzeniu udziału habilitanta, nie precyzując jednocześnie, jakie zadania zostały wykonane przez pozostałych współautorów. Dodatkowo dostrzegalna jest niespójność pomiędzy opisem wkładu przedstawionym przez kandydata, a treścią oświadczeń współautorów, w szczególności w odniesieniu do zakresu prac przypisanego poszczególnym osobom w dokumentacji przedłożonej do oceny w redakcji czasopism. Utrudnia to jednoznaczną ocenę indywidualnego wkładu autora w powstanie publikacji. Dobrą praktyką byłoby również określenie procentowego wkładu autora, tak aby nie pozostawiać recenzentom żadnych wątpliwości.

Tematyka przedstawionego osiągnięcia naukowego pt. **„Metodyczne i aplikacyjne podstawy rozwoju ilościowych strategii pomiarowych w technicznej tomografii komputerowej (XCT)”** dotyczy aplikacji i wykorzystania Przemysłowej Tomografii Komputerowej do zadań dokładnej akwizycji elementów poprzez wypracowanie protokołów postępowania opartych na założeniach nie tylko metrologii, ale również prawach fizyki. Wprowadzenia jej możliwości zastosowania do wielu dziedzin technicznych, ale także nauk medycznych czy badań archeologicznych.



Na podstawie przeprowadzonej analizy opisanego cyklu publikacji za najważniejsze osiągnięcia Kandydata uważam:

- wykazanie ilościowego wpływu napięcia przyspieszającego lampy rentgenowskiej na kontrast rekonstrukcji, stosunek sygnału do szumu SNR oraz na wyznaczaną porowatość, rozumianą jako udział objętościowy porów, w analizie 3D;
- opracowanie modelu widma promieniowania rentgenowskiego dla różnych wartości napięcia lampy, na podstawie którego można wyznaczyć odpowiadające im energie średnie oraz określić udział procentowy mechanizmów osłabienia promieniowania, obejmujących efekt fotoelektryczny i rozpraszanie Comptona wykazując przy tym wzrost kontrastu uzyskiwanych rekonstrukcji;
- opracowanie procedur poprawy dokładności symulacji MES, polegających na dopasowaniu modeli w jednym układzie współrzędnych oraz analizie map odchyłek 3D jako narzędzia porównania wyników po teście;
- zaimplementowanie sposobu raportowania przestrzennych zmian porowatości wzdłuż osi obciążenia, oparty na analizie cylindrycznego regionu zainteresowania (ROI) w osi próbki oraz podziale tego obszaru na subwolumeny.
- wykazanie wpływu rozdzielczości danych z przemysłowej Tomografii Komputerowej na wyniki symulacji MES, w szczególności na lokalny rozkład naprężeń zredukowanych w otoczeniu porów, wynikający z różnic w odwzorowaniu geometrii defektów;
- zaprojektowanie eksperymentu akwizycji danych dla obiektu wielomateriałowego, umożliwiający izolację wpływu napięcia lampy rentgenowskiej w zakresie od 100 do 300 kV na odchyłki lokalizacji krawędzi, przy jednoczesnym ograniczeniu zakłóceń wynikających z geometrii układu pomiarowego;
- zweryfikowanie wpływu metody segmentacji na wynik wymiarowy, porównując rozwiązania komercyjne z własnymi podejściami progowania lokalnego (Canny/MATLAB) i globalnego (ISO-50%) oraz sześcioma metodami zaimplementowanymi w środowisku Python (*scikit-image*).
- opracowanie procedur przetwarzania danych z przemysłowej Tomografii Komputerowej do postaci, która pozwala na wykorzystanie ich w systemach sztucznej inteligencji.

W mojej ocenie Habilitant posiada wysokie kompetencje techniczne w zakresie obsługi oraz wykorzystania systemów tomografii komputerowej. Jego wkład koncentruje się przede wszystkim na umiejętnym zastosowaniu technik tomografii komputerowej w różnorodnych obszarach badawczych i aplikacyjnych. Przedstawione rozwiązania nie są jednak poparte wystarczającymi analizami metrologicznymi, które pozwalałyby jednoznacznie potwierdzić

ich poprawność z punktu widzenia metrologii. W szczególności w wielu przypadkach brakuje oceny niepewności pomiaru, stanowiącej jeden z podstawowych elementów wiarygodności wyników pomiarowych czy analizy statystycznej.

Ponadto w przedstawionych publikacjach nie wykazano przeprowadzenia badań walidacyjnych w rozumieniu metrologicznym. Termin „walidacja” jest natomiast wielokrotnie stosowany w odniesieniu do sprawdzenia poprawności modelu lub oceny jego zgodności z wynikami eksperymentalnymi, co nie odpowiada powszechnie przyjętemu znaczeniu tego pojęcia w metrologii. W konsekwencji użycie tego terminu wymagałoby większej precyzji i jednoznacznego określenia zakresu przeprowadzonych badań.

Nie znalazłam również informacji potwierdzających, że wzorce wykorzystane w badaniach zostały zweryfikowane za pomocą referencyjnego systemu pomiarowego. Dotyczy to w szczególności elementów o geometrii zewnętrznej, dla których możliwe byłoby wykonanie pomiarów odniesienia z wykorzystaniem współrzędnościowej maszyny pomiarowej. Przykładowo, w jednym z artykułów średnice kul badawczych przyjęto zgodnie z wartościami deklarowanymi przez producenta, a następnie wykorzystano je jako wartości odniesienia w dalszych analizach, bez przedstawienia informacji o ich eksperymentalnej weryfikacji. Z metrologicznego punktu widzenia takie podejście może budzić wątpliwości, ponieważ wartość nominalna podana przez producenta nie stanowi automatycznie wartości referencyjnej dla analiz dokładności pomiarów. Kwestia ta wymagałaby dodatkowego wyjaśnienia, w szczególności wskazania, czy pomiary referencyjne zostały przeprowadzone, lecz nie zostały opisane w publikacji, czy też nie wykonano ich na etapie realizacji badań.

Opisy stosowane przez Habilitanta są w wielu przypadkach nieadekwatne do charakteru przedstawianych rozwiązań. W mojej ocenie mają one często charakter nadmiernie rozbudowany lub abstrakcyjny, co utrudnia jednoznaczną ocenę rzeczywistego wkładu naukowego autora oraz wprowadza niejasności w zakresie opisu osiągnięć. Rozwiązania o charakterze standardowym, powszechnie stosowane w praktyce metrologicznej, przedstawiane są jako rozwiązania innowacyjne. Przykładami mogą być złożenie danych pomiarowych w jednym układzie współrzędnych, wykorzystanie kolorowych map odchylek do wizualizacji wyników pomiarów czy przeprowadzenie kalibracji urządzenia, szczególnie zgodnie z procedurami producenta. W związku z tym przedstawianie tego rodzaju czynności jako autorskich lub innowacyjnych rozwiązań wymaga dodatkowego uzasadnienia.

Podsumowując, stwierdzam, że przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe, obejmujące cykl ośmiu powiązanych tematycznie artykułów, z uwagi na nie w pełni jednoznacznie określony indywidualny wkład Habilitanta oraz jego przede wszystkim

aplikacyjny, techniczny i inżynierski charakter, nie dostarcza wystarczających podstaw do uznania przedstawionego podejścia za odpowiednio oryginalne osiągnięcie naukowe. W konsekwencji nie znajduję wystarczających przesłanek, aby stwierdzić, że osiągnięcie to wnosi istotny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna, zgodnie z zapisami art. 219 ust. 1 pkt.2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.)

3.2. Ocena osiągnięcia w postaci zrealizowanego oryginalnego osiągnięcia projektowego (zgodnie z art. 219 ust. 1 pkt 2 lit. c ustawy)

Drugim osiągnięciem naukowym, które przedstawiono jako jedną z podstaw wystąpienia z wnioskiem o wszczęcie postępowania habilitacyjnego, jest zrealizowanie oryginalnego osiągnięcia projektowego obejmującego opracowanie, implementację, sprawdzenie oraz wdrożenie zintegrowanych metod pomiarowych z wykorzystaniem technicznej tomografii komputerowej w procesach kontroli wytwarzania wyrobów. Projekty dostały finansowanie, a za część z nich autorzy i wykonawcy dostali nagrody, przez co uważam osiągnięcie za wartościowe.

Kandydat podaje, iż osiągnięcie to zostało zweryfikowane w trzech komplementarnych obszarach zastosowań i zrealizowane w projektach: LIDER/23/0098/L-9/17/NCBR/2018 „Przyrostowe wytwarzanie zindywidualizowanych wyrobów medycznych na bazie biomateriałów polimerowych – BIOAddMed” kierownik projektu dr inż. Patrycja Szymczyk-Ziółkowska, SZPITALEJEDNOIMIENNE/6/2020 „Metoda natychmiastowego wytwarzania przyrostowego części zamiennych i alternatywnych aparatury medycznej oraz środków ochrony indywidualnej w środowisku rozproszonym w sytuacjach kryzysowych – Virtual AM Storage Covid-19” kierownik projektu dr hab. inż. Tomasz Kurzynowski, prof. Politechniki Wrocławskiej, OPUS 26 2023/51/B/HS3/00261 „Sztuka magdaleńska w Polsce: technologia, modyfikacje i znaczenie społeczne” kierownik projektu dr hab. Tomasz Wojciech Płonka oraz OPUS 15 2018/29/B/HS3/01162 „Społeczne i rytualne znaczenie megalitycznych przedmiotów sztuki z terenów Polski”, kierownik projektu dr hab. Tomasz Wojciech Płonka. W żadnym z przedstawionych do osiągnięcia projektów Habilitant nie był kierownikiem, ale też bardzo lakonicznie opisał prace czy osiągnięcia, jakie były Jego udziałem. Przez większość opisów nie można było się zorientować, o który dokładnie projekt chodzi, gdyż nie były podane w osiągnięciu numery projektów, a przy tym, iż zakładam że w autoreferacie jest błąd początkowo zostałam zmylona, gdyż podany był numer [P12] zamiast [P10] i odnosiłam się do innego projektu LIDER, co nie miałoby miejsca gdyby od początku były jednoznaczne

opisy identyfikacyjne. Habilitant nie ma oświadczeń osób kierujących projektami o zakresie prac wykonanych przez Niego i potwierdzeń, że uczestniczył w procesie pisania projektu czy był tylko wykonawcą, co ma duże znaczenie przy wniosku o uzyskanie stopnia naukowego.

Podsumowując Rozdział 3 recenzji, stwierdzam, że w niewystarczającym stopniu spełniony jest wymóg art. 219 Ustawy.

4. Ocena istotnej aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej

Trzecim warunkiem nadania stopnia doktora habilitowanego, zgodnie z art. 219 Ustawy, jest wykazanie się aktywnością naukową realizowaną w innych podmiotach polskich lub zagranicznych. Na podstawie Autoreferatu Kandydata, do aktywności naukowej realizowanej w innych podmiotach można zaliczyć poniższe współpracy:

4.1. Współpraca z zagranicznymi jednostkami naukowymi.

4.1.1. Współpraca z Massachusetts Institute of Technology (MIT) od 2022 r. z prof. Wojciechem Matusik, dotycząca wykorzystania metod uczenia maszynowego i głębokiego uczenia w obszarze technicznej Tomografii Komputerowej. Współpraca umożliwiły przygotowanie dokumentacji aplikacyjnej oraz skuteczne pozyskanie finansowania w ramach programu FIRST TEAM FENG (Fundacja na rzecz Nauki Polskiej, środki programu *Fundusze Europejskie dla Nowoczesnej Gospodarki – FENG*), w którym prof. Matusik pełni rolę partnera naukowego projektu. (2025-2029 – FENG.02.02-IP.05-001/24, FNP FIRST TEAM: *Inteligentny system wsparcia współrzędnościowych pomiarów tomograficznych – AiSSIST* – finansowanie przyznane (4 000 000 PLN)).

4.1.2. Współpraca z Brandenburg University of Technology (BTU) od 2019 r. z Matthias Ziegenhorn, dr. hab. Robert Roszak, dr Daniela Schob, koncentruje się na wykorzystaniu nieniszczących badań tomograficznych do wsparcia oraz sprawdzających procedur symulacyjnych rozwijanych i stosowanych przez zespół BTU. Podczas współpracy złożono 5 wniosków projektowych, z czego jeden dostał finansowanie. Efektem współpracy były: 1 referat na konferencji międzynarodowej [D5], 2 rozdziały w monografiach [D9, D10] oraz 2 artykuły w czasopiśmie [A3 i B12].



4.2. Krótkoterminowe wyjazdy zagraniczne

W ramach programu NAWA (2023–2024) Habilitant odbył cykl krótkoterminowych wizyt (30.05-02.06.2023 r.; 11-13.12.2023 r.; 6-9.08.2024 r.; 2-14.11.2024 r.) w Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg (BTU), Senftenberg, Niemcy oraz 12-14.11.2019, czego efektem były publikacje, jedna wysoko punktowana w czasopiśmie Additive Manufacturing oraz seria pomniejszych, jak to przedstawił Habilitant „oraz przygotowanie serii publikacji naukowych w odniesieniu do stopów AlSi7Mg0.6 i ScAlm alloy”. W terminie 14-31.06.2023 r. odbyła się „wizyta badawcza” w Massachusetts Institute of Technology (MIT), Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory (CSAIL), Cambridge, USA. Wizyta realizowana w ramach prestiżowego programu MIT-Poland Lockheed Martin Seed Fund.

4.3. Współpraca z krajowymi jednostkami naukowymi

4.3.1. Współpraca z Uniwersytetem Wrocławskim od 2019 z prof. dr hab. Tomasz Płonka obejmuje transfer narzędzi i standardów analizy inżynierskiej do archeologii epoki kamienia, w szczególności poprzez zastosowanie technicznej Tomografii Komputerowej. Efektem współpracy są wspólne publikacje naukowe i wystąpienia: 2 referaty konferencyjne [D1, D8], 2 rozdziały w monografii [C3 i C11], oraz 2 artykuły punktowane według listy JCR [A7 i B7].

4.3.2. Współpraca z Uniwersytetem Medycznym we Wrocławiu od 2013 r., z dr hab. n.med. Adam Junka, profesor uczelni, „ma charakter interdyscyplinarny i koncentruje się na interakcji pomiędzy nowoczesnymi materiałami implantacyjnymi, technikami wytwarzania przyrostowego oraz ilościową oceną jakości procesu i wyrobów gotowych z wykorzystaniem technicznej tomografii komputerowej”. Efektem współpracy jest 7 artykułów punktowanych według listy JCR [A6, B20, B26, B30, B33, B40, B44].

4.4. Współpraca z ośrodkami przemysłowymi

Współpraca z otoczeniem społecznym i gospodarczym opiera się w dużej mierze o projekty i ich wdrożenie, przykładem mogą tu być: „*Przyrostowe wytwarzanie zindywidualizowanych wyrobów medycznych na bazie biomateriałów polimerowych (BIOAddMed)*”, NCBR/LIDER/23/0098/L-9/17/NCBR/2018 (US Pharmacia Sp. z o.o. – doradztwo merytoryczne i walidacja założeń rynkowych oraz Syntplant Sp. z o.o. – współpraca w zakresie implantów bioresorbowalnych), czy „Virtual AM Storage Covid-19”, NCBR/SZPITALEJEDNOIMIENNE/6/2020 (Rozwiązanie zostało wdrożone i przetestowane w warunkach realnych we współpracy z Wojewódzkim Szpitalem Specjalistycznym im. J. Gromkowskiego we Wrocławiu).

Drugim aspektem jest współpraca z otoczeniem gospodarczym, która ma charakter ciągły i polega na wykonywaniu specjalistycznych ekspertyz na zlecenie. W ramach

współpracy z przemysłem kandydat był autorem lub współautorem ponad 200 ekspertyz oraz raportów technicznych, realizowanych na podstawie zawartych umów z podmiotami gospodarczymi.

Pan dr inż. Grzegorz Ziółkowski wykazał się zaangażowaniem we współpracy z innymi ośrodkami nie tylko naukowymi, ale również przemysłowymi. Jego zaangażowanie niestety nie jest poparte stażami, jedynie krótkimi wyjazdami zagranicznymi dlatego dorobek w tym zakresie jest niejednoznaczny.

5. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę

5.1. Działalność dydaktyczna

Kandydat od początku swojej pracy jako nauczyciel akademicki jest związany z Politechniką Wrocławską. Prowadzi tam wykłady, ćwiczenia laboratoryjne i ćwiczenia projektowe na pierwszym i drugim stopniu studiów w języku polskim i angielskim. Prowadził zajęcia z takich przedmiotów jak: Projekt technologiczny zindywidualizowanego – projekt, Praca przejściowa – projekt technologiczny – projekt, Techniczne aspekty zapewnienia jakości – wykład/laboratorium, Reverse Engineering – wykład/laboratorium, Przyrostowe technologie wytwarzania – wykład/laboratorium, Technologie rozwoju produktu – laboratorium, Innowacyjne technologie mechaniczne/Innovative Mechanical Technologies – wykład/laboratorium, Metody i techniki eksperymentu – wykład/projekt, Nowoczesne trendy w produkcji – wykład, Modern Trends in Production – wykład, Metody kwalifikacji produktów i procesów technologicznych – wykład/ćwiczenia, Organizacja procesów produkcyjnych – wykład, Maszyny technologiczne CNC/Manufacturing Systems CNC – wykład/laboratorium, Informatyka – podstawy programowania (w tym MATLAB) – projekt. Do części tych przedmiotów przygotowywał ich karty.

Pracując w latach 2016-2025 był promotorem 26 prac dyplomowych (magisterskich i inżynierskich) oraz jest promotorem pomocniczym 2 prac doktorskich (mgr inż. Dawid Kęszycki – stopień realizacji 100%, termin złożenia rozprawy: wrzesień 2025 r.; planowany termin obrony: czerwiec 2026 r., mgr inż. Emilia Grochowska – stopień realizacji 85%; planowany termin złożenia rozprawy: kwiecień 2026 r.).



5.2. Działalność organizacyjna

Kandydat od 2020 r. pełni funkcję kierownika Laboratorium Technicznej Tomografii Komputerowej (XCTlab) w Katedrze Zaawansowanych Technik Wytwarzania na Wydziale Mechanicznym Politechniki Wrocławskiej. Uczestniczył w 19 projektach badawczych (2 jako kierownik) oraz w rozbudowie zaplecza aparaturowego i pomiarowego Laboratorium Technicznej Tomografii Komputerowej (XCTLab) w Katedrze Zaawansowanych Technik Wytwarzania, na Wydziale Mechanicznym Politechniki Wrocławskiej. Prowadzi szeroki zakres współpracy z otoczeniem społecznym i gospodarczym.

5.3. Działalność związana z popularyzacją nauki

Kandydat od 2017 r. sprawuje opiekę naukową nad Studenckim Kołem Naukowym BIOAddMed. Brał udział w wykładach, warsztatach oraz prezentacjach laboratoriów, skierowanych zarówno do młodzieży, jak i szerokiego grona odbiorców spoza środowiska akademickiego: współpraca z Wrocławskim Centrum Rozwoju Społecznego w ramach oferowania zajęć dotyczących „Technicznej Tomografii Komputerowej” dla uczniów z wrocławskich szkół – od 2025 r. czy udział jako współprowadzący w wydarzeniach organizowanych w ramach Dolnośląskiego Festiwalu Nauki w latach 2011-2013, w tym w sesjach prezentacyjnych oraz pokazach dydaktycznych promujących nowoczesne techniki pomiarowe.

Pan dr inż. Grzegorz Ziółkowski został wielokrotnie doceniony i nagrodzony zarówno przez Dziekana Wydziału Mechanicznego, jak też przez Rektora Politechniki Wrocławskiej, za osiągnięcia organizacyjne i naukowe.

Podsumowując, stwierdzam, że Kandydat wykazał się zaangażowaniem w działalność organizacyjną i dydaktyczną związaną z dyscypliną inżynieria mechaniczna.



6. Wniosek końcowy

Na podstawie przedstawionej powyżej szczegółowej ocenie dorobku Kandydata zgodnie z art. 219 Ustawy o Szkolnictwie Wyższym i Nauce, w mojej ocenie, dr inż. Grzegorz Ziółkowski nie spełnia warunków do nadania mu stopnia doktora habilitowanego.

Uzasadnieniem oceny jest niejednoznaczne i niewystarczające spełnienie przez Kandydata następujących wymogów:

- przedstawiony jako osiągnięcie nr 1 -cykl powiązanych tematycznie publikacji pod wspólnym tytułem „Metodyczne i aplikacyjne podstawy rozwoju ilościowych strategii pomiarowych w technicznej tomografii komputerowej (XCT)”, opublikowanych w czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, ujętych w wykazie MEiN/MNiSW z uwagi na nie w pełni jednoznacznie określony indywidualny wkład Habilitanta oraz jego przede wszystkim aplikacyjny, techniczny i inżynierski charakter, nie dostarcza wystarczających podstaw do uznania przedstawionego podejścia za odpowiednio oryginalne osiągnięcie naukowe.
- osiągnięcie nr 2 -zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe nie pozwala na jednoznaczne stwierdzenie, że jest to oryginalne i samodzielne osiągnięcie w rozumieniu art. 219 uts. 1 pkt 2 lit c, ponieważ nie udokumentowano w wystarczającym stopniu indywidualnego wkładu kandydata.

