

Recenzja osiągnięć
dra inż. Przemysława Podulki
ubiegającego się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawę opracowania recenzji stanowią:

- pismo nr RM/531-02-04/2026 z dnia 25 marca 2026 r. Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza – prof. dra hab. inż. Andrzeja Burghardta, informujące o wyznaczeniu mojej osoby na recenzenta,
- uchwała nr 02/03/2026/RDIMech z dnia 25 marca 2026 r. Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza w sprawie powołania składu Komisji habilitacyjnej,
- ustawa Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. z 2018 r., poz. 1668 z późn. zm.) zwana dalej Ustawą,
- dokumentacja w wersji papierowej i elektronicznej przygotowana przez Habilitanta, zawierająca w szczególności wniosek o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna, potwierdzenie uzyskania stopnia doktora, autoreferat oraz wykaz osiągnięć naukowych.

2. Sylwetka Habilitanta

Dr inż. Przemysław Podulka jest absolwentem Uniwersytetu Rzeszowskiego. Z przekazanych w autoreferacie informacji wynika, że w pierwszej kolejności w 2009 r. uzyskał On tytuł magistra, kończąc kierunek studiów edukacja techniczno-informatyczna, a następnie w 2013 r. uzyskał tytuł zawodowy inżyniera na tym samym kierunku studiów. Stopień doktora nauk technicznych uzyskał w 2017 r. na Politechnice Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa, broniąc rozprawę doktorską pt. Dobór powierzchni odniesienia w pomiarach struktury geometrycznej, w dyscyplinie

budowa i eksploatacja maszyn (obecnie mieszczącej się w dyscyplinie inżynieria mechaniczna).

Praca zawodowa dra inż. Przemysława Podulki od początku związana jest z Wydziałem Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej. W 2014 r. został zatrudniony w ramach projektu naukowego pt. Dobór powierzchni odniesienia w pomiarach struktury geometrycznej, którego był kierownikiem, natomiast od 2017 r. do chwili obecnej zatrudniony jest na stanowisku adiunkta w Katedrze Technologii Maszyn i Inżynierii Produkcji.

Przebieg kariery zawodowej Habilitanta oraz dołączony do wniosku dorobek wskazuje, że praca naukowa jest spójna tematycznie i związana głównie z inżynierią mechaniczną. Z przedłożonej dokumentacji wynika, że Habilitant nie ubiegał się uprzednio o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego.

3. Ocena osiągnięć naukowych Habilitanta

Główne osiągnięcia naukowe, o których mowa w art. 219 Ustawy, zostały opisane przez Habilitanta w cyklu 18 publikacji opatrzonych tytułem *Redukcja błędów pomiaru i analizy struktury geometrycznej powierzchni*. Cykl składa się z następujących publikacji:

- A1. Podulka P., Felho C., Sztankovics I., Knapčíková L., Roughness evaluation of machined Ti-6Al-4V alloys with a study of surface topography measurement noise. *Measurement* 2026, 257 Part B, 118686. IF2024: 5.6, MNiSW: 200 pkt;
- A2. Podulka P., Rudawska A., Macek W., Study of vibrational surface topography measurement errors of LPBF Inconel 718 alloy after shot peening process. *Measurement* 2025, 243, 116434. IF2024: 5.6, MNiSW: 200 pkt;
- A3. Podulka P., Knapčíková L., Tauberová R., Martiček M., Sukić E., Study of etched surface topography with the compensation of contactless vibrational measurement errors. *Measurement* 2025, 242 Part D, 116218. IF2024: 5.6, MNiSW: 200 pkt;
- A4. Podulka P., Macek W., Owsieński R., Branco R., Trembacz J., Roughness measurement results evaluation of 6082 aluminium alloy specimens after fatigue bending tests. *Precision Engineering* 2024, 91, 77-94. IF2023: 3.5, MNiSW: 200 pkt;
- A5. Podulka P., Macek W., Zima B., Kopec M., Branco R., Achtelek H., Fracture surface topography measurements analysis of low-alloyed corrosion resistant steel after bending-torsion fatigue tests. *Precision Engineering* 2024, 89, 296-316. IF2023: 3.5, MNiSW: 200 pkt;
- A6. Podulka P., Macek W., Branco R., Kubit A., Laser-textured cross-hatched surface topography analysis with evaluation of high-frequency measurement noise. *Measurement* 2024, 235, 114988. IF2023: 5.2, MNiSW: 200 pkt;

- A7. Podulka P., Macek W., Szala M., Kubit A., Das K.C., Królczyk G., Evaluation of high-frequency roughness measurement errors for composite and ceramic surfaces after machining. *Journal of Manufacturing Processes* 2024, 121, 150-171. IF2023: 6.1, MNiSW: 140 pkt;
- A8. Podulka P., Macek W., Rozumek D., Żak K., Branco R., Topography measurement methods evaluation for entire bending-fatigued fracture surfaces of specimens obtained by explosive welding. *Measurement* 2024, 224, 113853. IF2023: 5.2, MNiSW: 200 pkt;
- A9. Podulka P., Macek W., Zima B., Lesiuk G., Branco R., Królczyk G., Roughness evaluation of turned composite surfaces by analysis of the shape of autocorrelation function. *Measurement* 2023, 222, 113640. IF2022: 5.6, MNiSW: 200 pkt;
- A10. Podulka P., Thresholding methods for reduction in data processing errors in the laser-textured surface topography measurements. *Materials* 2022, 15, 5137. IF2021: 3.748, MNiSW: 140 pkt;
- A11. Podulka P., Selection of methods of surface texture characterisation for reduction of the frequency-based errors in the measurement and data analysis processes. *Sensors* 2022, 22, 791. IF2021: 3.847, MNiSW: 100 pkt;
- A12. Podulka P., Suppression of the high-frequency errors in surface topography measurements based on comparison of various spline filtering methods. *Materials* 2021, 14, 5096. IF2020: 3.623, MNiSW: 140 pkt;
- A13. Podulka P., The effect of surface topography feature size density and distribution on the results of a data processing and parameters calculation with a comparison of regular methods. *Materials* 2021, 14, 4077. IF2020: 3.623, MNiSW: 140 pkt;
- A14. Podulka P., Improved procedures for feature-based suppression of Surface texture high-frequency measurement errors in the wear analysis of cylinder liner topographies. *Metals* 2021, 11, 143. IF2020: 2.351, MNiSW: 70 pkt;
- A15. Podulka P., Reduction of influence of the high-frequency noise on the results of surface topography measurements. *Materials* 2021, 14, 333. IF2020: 3.623, MNiSW: 140 pkt;
- A16. Podulka P., Fast Fourier transform detection and reduction of high-frequency errors from the results of surface topography profile measurements of honed textures. *Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability* 2021, 23, 84–89. IF2020: 2.176, MNiSW: 140 pkt;
- A17. Podulka P., Comparisons of envelope morphological filtering methods and various regular algorithms for surface texture analysis. *Metrology and Measurement Systems* 2020, 27, 243–263. IF2019: 1.093, MNiSW: 100 pkt;

A18. Podulka P., The effect of valley depth on areal form removal in surface topography measurements. Bulletin of the Polish Academy of Sciences: Technical Sciences 2019, 67, 391–400. IF2018: 1.277 MNiSW: 100 pkt.

Wszystkie wykazane w cyklu publikacje opublikowane zostały w recenzowanych czasopismach o wysokiej renomie (7 prac opublikowano w czasopismach, których wskaźnik IF zawiera się w zakresie 5,2÷6,1). Zgodnie z punktacją czasopism na liście ministerialnej 8 artykułów jest za 200 pkt, 6 za 140 pkt, 3 za 100 pkt i 1 za 70 pkt. Wśród publikacji, 9 to opracowanie autorskie, pozostałe 9 to opracowania wieloautorskie, w których Habilitant jest pierwszym autorem, a oświadczenia współautorów potwierdzają Jego wiodący wkład w opracowanie tych publikacji. Świadczy to o Jego głównej roli przy realizacji badań i opracowywaniu wyników i eliminuje wątpliwości dotyczące rzeczywistego wkładu Habilitanta. Wskazane prace dają świadectwo Jego dużej samodzielności naukowej w zakresie prezentowanych wyników badań.

Podsumowując ocenę przedłożonych publikacji należy stwierdzić, że opublikowane zostały w uznanych czasopismach specjalistycznych, część z nich posiada wysoki wskaźnik IF, są powiązane tematycznie, spełniają wymagania ustawowe, tj. ujęte są w stosownym wykazie czasopism naukowych, a udział Habilitanta w ich opracowaniu jest całkowity lub znaczący.

Oceniając obszar tematyczny badań prezentowanych w cyklu publikacji warto podnieść, że bezkontaktowe pomiary topografii powierzchni w ostatnich latach nabierają coraz większego znaczenia. Z uwagi na szybki rozwój bezkontaktowego sprzętu pomiarowego i dużą szybkość pomiaru w stosunku do pomiarów stykowych rosną zastosowania przemysłowe tej metody pomiaru. Odnotowuje się ciągły wzrost dokładności urządzeń do pomiaru topografii powierzchni i związanych z tym systemów sterowania, jednak istotnym problemem pomiarów bezstykowych nadal jest występowanie błędów wynikających z występowania szumu o wysokiej częstotliwości generowanego przez drgania. Proponowane powszechnie metody kompensacji tego typu błędów pomiarowych zwiększają czas pomiaru lub nie radzą sobie z parametrami tekstury powierzchni wrażliwymi na występowanie szumu pomiarowego o wysokiej częstotliwości. Dlatego tematyka badań zmierzająca do opracowania alternatywnych metod filtrowania szumu wibracyjnego przy pomiarach bezstykowych topografii powierzchni jest w mojej ocenie aktualna zarówno w aspekcie naukowym, jak też praktycznym.

Na podstawie wskazanych 18 prac, działalność publikacyjną można podzielić na dwa etapy. W pierwszym okresie, w latach 2019-2022 Habilitant publikował wyniki badań samodzielnie (artykuły [A10]÷[A18]), jednak w czasopismach o mniejszej renomie (głównie MDPI). W ostatnim okresie działalności naukowej, w latach 2023 – 2026, publikował prace współautorskie (publikacje [A1]÷[A9]), ale w czasopismach o dużym oddziaływaniu na środowisko naukowe (wysokim wskaźniku IF).

Przy analizie wyników opublikowanych w pracach składających się na cykl publikacji należy zachować chronologię czasową, od najstarszej do najnowszej, czyli w odwrotnej kolejności niż ich numeracja.

W publikacji [A18] (2019 r.) określono metody wyznaczania powierzchni odniesienia struktury geometrycznej powierzchni (SGP) dla cylindrów silników spalinowych po honowaniu i wygniataciu kieszeni olejowych. Dokonano analizy wpływu wyznaczania i usuwania zarysu kształtu z SGP na dokładność pomiarów topografii powierzchni. Badania wykazały, że powszechnie stosowane metody mogą powodować zniekształcenia kieszeni olejowych i prowadzić do błędnego wyznaczania parametrów chropowatości. W celu ograniczenia tych błędów autor zaproponował procedurę wykluczania dolin (Valley Excluding Procedure – VEP), która pozwala dokładniej wyznaczyć płaszczyznę odniesienia. Uzyskane wyniki wskazują, że zastosowanie metody VEP w połączeniu z filtracją cyfrową zapewnia najbardziej wiarygodną analizę topografii powierzchni w badanym przypadku.

W artykule [A17] (2020 r.) porównano różne filtry stosowane do analizy topografii powierzchni w celu poprawy dokładności pomiarów wybranych parametrów. Badania przeprowadzono na różnych typach powierzchni, wykazując że klasyczne filtry Gaussa i wielomiany często zniekształcają głębokie rysy oraz kieszenie olejowe, co wpływa na błędną ocenę parametrów powierzchni. Autor wykazał, że odpowiednio dobrane filtry cyfrowe skuteczniej zachowują rzeczywistą geometrię powierzchni i ograniczają wpływ szumu pomiarowego, co jest kluczowe dla wiarygodnej oceny właściwości funkcjonalnych i tribologicznych powierzchni.

W pracy [A16] (2021 r.) przedstawiono zastosowanie filtra transformaty Fouriera (FFT) do wykrywania i redukcji szumów pomiarowych o wysokiej częstotliwości w pomiarach topografii powierzchni honowanych cylindrów z kieszeniami olejowymi. Autor porównuje skuteczność filtracji FFT z powszechnie stosowanymi filtrami, analizując ich wpływ na jakość wyników pomiarów. Badania wykazały, że obecność głębokich i szerokich szczelin znacznie utrudnia wykrywanie szumu metodami opartymi na analizie widmowej gęstości mocy (PSD), dlatego bardziej wiarygodne wyniki daje analiza profili 2D niż całych powierzchni 3D. Wykazano również, że FFT skuteczniej usuwa szum wysokoczęstotliwościowy niż klasyczne metody filtracji, zachowując jednocześnie rzeczywiste cechy topografii powierzchni.

Artykuł [A15] (2021 r.) zawiera wyniki analizy wpływu szumu wysokoczęstotliwościowego na wyznaczanie parametrów topografii różnych powierzchni, m.in. honowanych cylindrów, powierzchni toczonych, szlifowanych i izotropowych. Wykazano, że obecność szumu może powodować znaczne błędy w obliczaniu parametrów topografii, zwłaszcza dla powierzchni zawierających głębokie rysy i kieszenie olejowe. W celu ograniczenia tych błędów zaproponowano autorską procedurę filtracji szumów. Wyniki badań wskazały, że odpowiedni dobór metody filtracji powinien zależeć od rodzaju analizowanej powierzchni.

W pracy [A14] (2021 r.) Autor zdefiniował pojęcie *powierzchni szumu* i określił dla niej odpowiednie cechy. Na podstawie badań powierzchni cylindrów o różnym stopniu zużycia wskazał przydatność funkcji autokorelacji, widmowej gęstości mocy, kierunku tekstury powierzchni oraz odcięcia danych do analizy występowania zakłóceń wysokoczęstotliwościowych w wynikach pomiaru topografii powierzchni.

W artykule [13] (2021 r.) przedstawiono wpływ występowania cech tekstury na wartości parametrów topografii powierzchni obliczone po zastosowaniu różnych technik przetwarzania danych. Badania przeprowadzono dla różnych typów topografii powierzchni: tulei cylindrowych po honowaniu, niektóre z dodatkowo wygniatanymi wgłębieniami olejowymi, toczonych, szlifowanych, frezowanych, teksturowanych laserowo, kompozytowe, ceramiczne lub ogólnie izotropowe. Autor zastosował wyodrębnienie kierunkowe profili powierzchni w celu wzmocnienia procesu detekcji szumu wysokoczęstotliwościowego z zastosowaniem funkcji autokorelacji, widmowej gęstości mocy. Stwierdził, że korelacja kierunku wyodrębnienia profilu powierzchni z kierunkiem procesu obróbki wykańczającej ma istotny wpływ na dokładność oceny występowania szumu o wysokiej częstotliwości w analizowanych danych pomiarowych SGP.

W publikacji [A12] (2021 r.) zaproponowano nową metodę tłumienia i redukcji błędów pomiarowych o wysokiej częstotliwości na podstawie danych topografii powierzchni. Dla analizy profilowej zastosowano metodę poziomowego sklejania profili polegającą na wyodrębnieniu z profilu części niezawierających śladów obróbki i połączeniu ich ze sobą. Określono również wartości progowe dla szerokości oraz gęstości śladów obróbki, do których wskazanie występowania danych o wysokiej częstotliwości spośród danych pomiarowych jest ułatwione z zastosowaniem funkcji autokorelacji oraz widmowej gęstości mocy. Wykazano również korzyści z jednoczesnego stosowania analizy powierzchni oraz profilowej wraz z wybranymi procedurami pomocniczymi, między innymi metody sklejanie profilu.

W pracy [A11] (2022 r.) nowością było dołączenie funkcji widma częstotliwości do stosowanych funkcji analizy danych pomiarowych SGP. Dla szeregu rodzajów powierzchni (wymienionych powyżej przy opisie pracy [A13]), zastosowanie funkcji widma częstotliwości pozwoliło doprecyzować detekcję zakłóceń wysokoczęstotliwościowych z wykorzystaniem funkcji autokorelacji oraz widmowej gęstości mocy.

W publikacji [A10] (2022 r.) przedstawiono zalety stosowania funkcji odcięcia danych w analizie zakłóceń o wysokiej częstotliwości wyników pomiaru SGP po teksturowaniu laserowym. Wykazano, że dla badanej powierzchni odpowiednie zastosowanie funkcji odcięcia danych, przy jednoczesnym określeniu wartości odcięcia, pozwala na zmniejszenie amplitudy danych pomiarowych powierzchni przy jednoczesnym zwiększeniu dokładności określenia występowania zakłóceń o wysokiej częstotliwości w wynikach pomiaru SGP.

W artykule [A9] (2023 r.) zweryfikowano zastosowanie funkcji autokorelacji do charakteryzacji topografii powierzchni. Ocena chropowatości toczonych powierzchni kompozytowych została poparta zaawansowanymi badaniami właściwości funkcji autokorelacji, ze szczególnym uwzględnieniem jej kształtu. Analiza funkcji autokorelacji po zastosowaniu funkcji odcięcia TRESH dla danych powierzchni szumu potwierdziła przydatność analizy kształtu tej funkcji w określaniu dokładności usuwania zakłóceń o wysokiej częstotliwości z wyników pomiaru SGP za pomocą wybranej metody filtracji.

W pracy [A8] (2024 r.) uwzględniono szeroką analizę topografii powierzchni przełomów próbek po badaniach zmęczeniowych na zginanie z uwzględnieniem błędów pomiaru SGP. Szum o wysokiej częstotliwości analizowano dla wyników pomiaru dwoma urządzeniami: mikroskopem różnicowania ogniskowego oraz profilometrem optycznym. Autorzy zastosowali ciekawą koncepcję metodyczną polegającą na analizie różnic pomiędzy wynikami obu technik, jako źródło informacji o zakłóceniach pomiarowych. Stwierdzili, iż dokładna analiza różnic w wynikach pomiarów SGP różnymi urządzeniami może posłużyć do zdefiniowania amplitudy zakłóceń pomiarowych o wybranej częstotliwości.

Artykuł [A7] (2024 r.) zawiera wyniki badań dotyczących oceny błędów pomiaru topografii powierzchni kompozytów i ceramiki po procesach szlifowania, honowania oraz frezowania, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu szumów wysokoczęstotliwościowych na wyniki pomiarów. Autorzy opracowali metodę identyfikacji i redukcji tych zakłóceń, wykorzystując analizę funkcji autokorelacji, widmowej gęstości mocy oraz kierunkowości struktury powierzchni. Badania wykazały, że najskuteczniejsze wyniki zapewnia filtr spline z wartością odcięcia $7,5\ \mu\text{m}$, który skutecznie usuwa szumy, jednocześnie minimalizując zniekształcenia parametrów chropowatości zgodnych z normą ISO 25178. Zaproponowana procedura została zweryfikowana poprzez porównanie z wynikami trzykrotnie powtarzanych pomiarów i wykazała porównywalną dokładność przy znacznie krótszym czasie analizy.

W publikacji [A6] (2024 r.) dokonano analizy wpływu proponowanej metodyki wykrywania oraz redukcji szumu wysokoczęstotliwościowego na ocenę właściwości powierzchni po teksturuowaniu laserowym. Wyodrębnienie profili pod kątem α zawartym między kierunkami teksturuowania pozwoliło również na ocenę przydatności wybranego sposobu filtracji cyfrowej analizowanych danych pod względem minimalizacji wpływu zakłóceń wysokoczęstotliwościowych na finalne wyniki pomiaru SGP. Na podstawie wyników badań uzyskano zmniejszenie błędów spowodowanych nieprawidłowym doбором filtru oraz jego długości odcięcia cut-off poprzez wybór miejsca wyodrębnienia profilu.

W pracy [A5] (2024 r.) opisano badania wysokoczęstotliwościowych zakłóceń pomiarowych topografii powierzchni przełomów zmęczeniowych stali niskostopowej, odpornej na korozję, poddanej zginaniu ze skręcaniem. Sposoby wykrywania występowania zakłóceń o wysokiej częstotliwości z wyników pomiaru SGP uzależniono od miejsca

wyodrębnienia analizowanego obszaru powierzchni. Zaproponowaną metodykę badań pozytywnie zweryfikowano poprzez porównanie wyników pomiarów na urządzeniu bezstykowym oraz urządzeniu stykowym.

W artykule [A4] (2024 r.) przedstawiono analizę topografii powierzchni stopu aluminium 6082 po badaniach zginania zmęczeniowego. Wyniki pomiaru SGP uzyskano za pomocą bezkontaktowej mikroskopii (FVM). Wyodrębnienie m.in. profilu z powierzchni gdzie nie występowały żadne pęknięcia spowodowane badaniami zmęczeniowymi pozwoliło na stabilizację wysokości profili z obszarów pęknięć przy jednoczesnym zwiększeniu dokładności detekcji zakłóceń o wysokiej częstotliwości. Na podstawie zaproponowanej procedury zasugerowano odpowiedni filtr do redukcji szumu drgań z wyników pomiarów topografii FVM oraz sposób wykorzystania nowej metody do redukcji błędów spowodowanych szumem pomiarowym o wysokiej częstotliwości w topografii powierzchni próbek po testach zginania zmęczeniowego.

W publikacji [A3] (2025 r.) opisano procedurę wykrywania i usuwania zakłóceń o wysokiej częstotliwości z wyników bezstykowego pomiaru topografii powierzchni materiałów po różnych rodzajach trawienia powierzchniowego. Na podstawie analizy stwierdzono, że typowe filtry stosowane w metrologii powierzchni mogą generować błędy spowodowane nieodpowiednim stosowaniem filtracji cyfrowej w minimalizacji zakłóceń o wysokiej częstotliwości. Dla powierzchni bez wyraźnego kierunku teksturowania zaproponowano metody wspomagające detekcję zakłóceń o wysokiej częstotliwości, uwzględniając wyodrębnienie profili z powierzchni przy jednoczesnym wspomaganie przez funkcję odcięcia danych TRESH.

W artykule [A2] (2025 r.) dokonano analizy pomiaru topografii powierzchni stopu Inconel 718 po trzech różnych metodach kulowania. Zaproponowano metodę detekcji szumu wysokoczęstotliwościowego oraz doboru sposobu filtracji i jego długości odcięcia opartą na zastosowaniu jednocześnie czterech funkcji przetwarzania danych, tj. funkcji autokorelacji, funkcji widmowej gęstości mocy, funkcji kierunku tekstury powierzchni oraz funkcji odcięcia danych TRESH. Odpowiednie zestawienie wraz z doбором kolejności analizy zgodnym z proponowaną procedurą, pozwoliło na odpowiednią detekcję oraz walidację wyselekcjonowanego filtru wraz z jego długością odcięcia cut-off.

W pracy [A1] (2026 r.) przedstawiono wyniki badań topografii powierzchni stopu tytanu poddanego ośmiu różnym rodzajom obróbki powierzchniowej. Zaproponowano procedurę do analizy zakłóceń wysokoczęstotliwościowych, bazującą na zastosowaniu czterech funkcji analizy danych pomiarowych: funkcji widmowej gęstości mocy, funkcji autokorelacji, funkcji kierunku tekstury powierzchni oraz funkcji odcięcia danych. Porównując uzyskane rezultaty do wyników określania szumu za pomocą standardów międzynarodowych potwierdzono jej skuteczność w badanym przypadku.

Cykl publikacji prezentuje wysoki poziom naukowy. W każdej pracy zawarto oryginalne rozwiązania własne dotyczące redukcji błędów pomiaru topografii powierzchni oraz analiz SGP. Habilitant określił wpływ zakłóceń pomiarowych na wyniki oceny właściwości powierzchni. Wskazał parametry tekstury o największej czułości na występowanie wybranego rodzaju zakłócenia pomiarowego. Wytypował metody detekcji szumu o wysokiej częstotliwości, jako rodzaju zakłócenia pomiarowego i zastosował szereg rozwiązań, w celu jednoznacznej oceny występowania tego szumu. Opracował metodykę doboru filtru oraz jego długości odcięcia cut-off, która minimalizuje negatywny wpływ filtracji cyfrowej na zmiany parametrów SGP z normy ISO 25178. Zdefiniował tzw. powierzchnię szumu i zastosował różne metody jej analizy, m.in.: funkcję autokorelacji, funkcję widmowej gęstości mocy, funkcję kierunku tekstury powierzchni, funkcję odcięcia danych TRESH. Wykonał pozytywną walidację zaproponowanej metodyki wykorzystując metody uśredniania wartości powtórzonych pomiarów SGP według normy ISO 25178, część 600 oraz część 700. Na podstawie opracowanej metodyki wskazał najbardziej odpowiednie filtry do redukcji szumu wysokoczęstotliwościowego z wyników pomiaru SGP dla kilkunastu różnych powierzchni wykonanych za pomocą wielu różnych rodzajów obróbki wykańczającej oraz dla wielu powszechnie stosowanych materiałów.

Przedstawiony cykl publikacji jest bardzo spójny tematycznie. Habilitant zachował konsekwentny rozwój jednej koncepcji dotyczącej zwiększenia wiarygodności bezkontaktowych pomiarów topografii powierzchni poprzez identyfikację, analizę i kompensację błędów pomiarowych, przede wszystkim szumu wysokoczęstotliwościowego wywołanego drganiami. Pierwsze prace bardziej koncentrowały się na wskazaniu skali problemu stosowania standardowych metod filtracji (np. filtry gaussowskie typu S), które mogą prowadzić do znaczących błędów w wyznaczaniu parametrów ISO 25178. W kolejnych publikacjach rozszerzał metodykę na coraz bardziej złożone powierzchnie: przetomy zmęczeniowe, powierzchnie teksturowane laserowo, materiały kompozytowe, ceramiczne. Opracował procedurę obejmującą przygotowanie danych, analizę widma częstotliwościowego i dobór odpowiedniego filtru, najczęściej wskazując przewagę takiego podejścia nad klasycznym filtrem Gaussa. W najnowszych pracach można zaobserwować dojrzewanie metodyki i jej uogólnienie. Habilitant zaproponował uniwersalną strategię postępowania przy analizie topografii różnego pochodzenia (po obróbce skrawaniem, obróbce powierzchniowej, zmęczeniu czy zgrzewaniu wybuchowym).

Analizując przedstawione osiągnięcia opisane w autoreferacie i w cyklu publikacji warto odnieść się do zaliczenia go przez Habilitanta do dyscypliny inżynieria mechaniczna. Mogą powstawać wątpliwości w tym zakresie, ponieważ badania koncentrują się na filtracji szumów wysokoczęstotliwościowych, które należą raczej do obszaru przetwarzania sygnałów. Warto jednak zaznaczyć, że głównym celem badań jest zwiększenie wiarygodności

pomiarów struktury geometrycznej powierzchni oraz opracowanie metod oceny i filtracji danych metrologicznych dla różnych technologii obróbki. Zastosowane metody przetwarzania sygnałów pełnią tylko rolę narzędzi wspomagających analizę danych pomiarowych, a nie stanowią celu badań ani nie rozwijają metod przetwarzania sygnałów, jako odrębnej tematyki. W mojej ocenie dorobek naukowy przede wszystkim dotyczy metrologii i inżynierii powierzchni, lokujących się w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

Należy się również odnieść do kryterium ustawowego w zakresie posiadania w dorobku naukowym osiągnięć (nie jednego osiągnięcia), gdyż wokół interpretacji tego zapisu występują kontrowersje. Zdając sobie sprawę z przeważającej opinii o literalnym tłumaczeniu tego zapisu (tzn. że muszą być co najmniej dwa osiągnięcia) warto podkreślić, że przy analizie przepisów prawa stosuje się również interpretację funkcjonalną (logiczną), czy też celowościową, które moim zdaniem w tym przypadku powinny znaleźć zastosowanie. Logiczne jest, że lepsze jest jedno bardzo dobre osiągnięcie niż dwa słabe. Chociaż Habilitant zaniedbał ten aspekt wniosku i opatrzył swoje zdobycze naukowe jednym tytułem, pozostawiając do rozstrzygnięcia recenzentom, czy obejmuje on jedno czy więcej osiągnięć, to niezależnie od kontrowersji interpretacyjnych, w mojej ocenie na podstawie rezultatów badań prezentowanych w cyklu 18 publikacji można wyodrębnić co najmniej dwa główne osiągnięcia Habilitanta.

Pierwszym osiągnięciem jest opracowanie kompleksowej metodyki doboru filtracji cyfrowej do redukcji szumu wysokoczęstotliwościowego w bezkontaktowych pomiarach topografii powierzchni. Metodyka opiera się na analizie tzw. powierzchni szumu oraz analizie czterech właściwości tej powierzchni zdefiniowanych przez Habilitanta z wykorzystaniem: funkcji autokorelacji, widmowej gęstości mocy, funkcji kierunku tekstury i funkcji odcięcia danych. Rozwiązanie to umożliwia dobór optymalnego rodzaju filtru oraz wartości cut-off dla różnych typów powierzchni, ograniczając ryzyko usunięcia rzeczywistych cech topografii podczas filtracji.

Drugim osiągnięciem jest opracowanie nowych metod identyfikacji i oceny błędów pomiarowych na podstawie analizy funkcji autokorelacji i powierzchni szumu. Habilitant wykazał, że szczegółowa analiza kształtu funkcji autokorelacji oraz powierzchni szumu pozwala skutecznie wykrywać zakłócenia wysokoczęstotliwościowe oraz oceniać poprawność procesu filtracji. Zidentyfikował charakterystyczne cechy funkcji autokorelacji świadczące o obecności szumu, opracował kryteria oceny poprawności filtracji, wykazał wpływ kierunku analizy profili na skuteczność wykrywania zakłóceń oraz rozszerzył metodykę o analizę kierunku tekstury i odcięcie danych, co umożliwia odróżnienie rzeczywistych cech powierzchni od odchyłek pomiarowych. Metody zostały zweryfikowane dla wielu rodzajów powierzchni obrabianych (honowanych, toczonych, szlifowanych, teksturowanych laserowo, i innych), co potwierdziło ich uniwersalność i praktyczną przydatność.

Habilitant wykorzystując istniejące narzędzia metrologii powierzchni, proponując nowe podejście polegające na ich oryginalnym zestawieniu, krytycznej analizie oraz wskazując zasady ich prawidłowego stosowania w mojej ocenie wniósł znaczący wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna.

Podsumowując ocenę osiągnięć naukowych dra inż. Przemysława Podulki przedstawionych w cyklu 18 publikacji należy stwierdzić, że:

- publikacje są spójne tematycznie i dotyczą redukcji błędów pomiaru topografii powierzchni oraz analiz SGP,
- Habilitant słabo poradził sobie ze sformułowaniem osiągnięć (podał jeden tytuł zbiorczy tych osiągnięć),
- tematyka badawcza opisana w pracach mieści się w dyscyplinie inżynieria mechaniczna, jest aktualna i ważna w aspekcie naukowym i praktycznym,
- artykuły opublikowane są w renomowanych (z wysokim wskaźnikiem IF), dobrze punktowanych czasopismach i zawierają oryginalne treści na wysokim poziomie merytorycznym,
- wkład Habilitanta w realizację prac badawczych jest całkowity lub dominujący i świadczy o samodzielności naukowej,
- Habilitant posiada osiągnięcia naukowe stanowiące rozszerzenie wiedzy w zakresie metrologii i inżynierii powierzchni, które wnoszą znaczący wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna, tym samym spełnia wymóg ustawowy w tym zakresie.

4. Ocena pozostałych osiągnięć

Dr inż. Przemysław Podulka, poza 18 artykułami wskazanymi w cyklu publikacji, opublikował 32 artykuły w czasopismach z bazy JCR (w tym 31 po obronie rozprawy doktorskiej), 6 artykułów w innych czasopismach oraz 6 rozdziałów monografii (w tym 2 po obronie rozprawy doktorskiej). Spośród wspomnianych artykułów, 23 prace opublikowano w czasopismach posiadających wskaźnik impact factor w roku publikacji. Sumaryczny wskaźnik oddziaływania (IF) wszystkich publikacji Habilitanta, biorąc pod uwagę dane z roku opublikowania pracy, wynosi 145,6, co jest wynikiem bardzo dobrym. W bazie Scopus na dzień opracowania recenzji indeksowanych było 58 prac Habilitanta, odnotowano 709 cytowań (w tym 368 bez autocytowań), a indeks Hirscha wynosi 18. W bazie Web of Science wskaźniki wynoszą odpowiednio: 53 opracowania, 681 cytowań (w tym 372 bez autocytowań), indeks Hirscha – 17.

Warto podkreślić, że w zestawieniach ogłaszanych przez Elsevier i Uniwersytet Stanforda dr inż. Przemysław Podulka znalazł się w 2% najczęściej cytowanych naukowców przez kolejne cztery lata (w okresie 01.09.2021 – 31.08.2025). Dane statystyczne dotyczące

dorobku publikacyjnego Habilitanta podawane w uznawanych bazach danych świadczą o bardzo dobrym poziomie merytorycznym i rozpoznawalności Jego prac. Oceniając dorobek publikacyjny Habilitanta należy stwierdzić, że na etapie ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego jest on bardzo dobry ilościowo, a w szczególności jakościowo.

Dodatkowo Habilitant wygłosił 20 referatów na konferencjach międzynarodowych (w tym 10 przed uzyskaniem stopnia doktora). Pod Jego redakcją wydano 2 monografie naukowe. Jest członkiem jednego towarzystwa międzynarodowego i sześciokrotnie był redaktorem (w tym 5 razy redaktorem gościnnym) czasopism o zasięgu międzynarodowym. Na wyróżnienie zasługuje działalność Habilitanta w charakterze recenzenta, wykonał 578 recenzji artykułów zgłoszonych do czasopism, w dużej części o dobrej renomie. Świadczy to o uznaniu w środowisku naukowym i Jego pracowitości.

Powyższe osiągnięcia dowodzą dobrej aktywności naukowej Habilitanta i wyróżniającej działalności w zakresie opracowania recenzji artykułów. Daje się jednak odczuć brak monografii oraz patentów, o które mógłby się postarać w zakresie nowych metodyk badawczych. Słabo wypada również aktywność w pozyskiwaniu i realizowaniu projektów. Jak wynika z załączonego dokumentu pt. Wykaz osiągnięć naukowych (rozdział 4) Habilitant nie był kierownikiem żadnego projektu i uczestniczył tylko w jednym projekcie międzynarodowym w charakterze wykonawcy, chociaż w innych miejscach dokumentacji wskazuje swój udział w różnych projektach, jak chociażby wymienione niżej projekty z jednostkami naukowymi z Portugalii, a także wspomina o zatrudnieniu na Politechnice Rzeszowskiej w charakterze kierownika projektu naukowego).

5. Ocena aktywności naukowej w innych jednostkach naukowo-badawczych

Dr inż. Przemysław Podulka wykazał współpracę potwierdzoną wspólnymi publikacjami z 4 uczelniami i instytucjami naukowymi zagranicznymi i 4 uczelniami krajowymi.

Od czerwca 2023 roku Habilitant współpracuje z dwoma portugalskimi jednostkami naukowymi: centrum naukowym CEMMPRE – Centre for Mechanical Engineering, Materials and Processes oraz jednostką Department of Mechanical Engineering z University of Coimbra. Współpraca realizowana jest w ramach 2 projektów FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia (projekt nr: UIDB/00285/2020 oraz nr: LA/P/0112/2020). Wspólne badania naukowe zaowocowały opublikowaniem siedmiu artykułów, w 5 z nich Habilitant jest pierwszym autorem. Wszystkie publikacje wydane zostały w czasopismach z wydawnictwa Elsevier: cztery artykuły w czasopiśmie Measurement (IF2024 = 5.6, MNiWS 200 pkt.), dwa w czasopiśmie Precision Engineering (IF2024 = 3.7, 200 pkt. MNiSW), jeden w czasopiśmie Engineering Failure Analysis (IF2024 = 5.7, 100 pkt. MNiSW).

W okresie 15.08.2024 – 12.09.2024 Habilitant odbył staż naukowy w Faculty of Manufacturing Technologies with a seat in Prešov, The Technical University of Košice na Słowacji, w ramach Visegrad Fellowship Program. Na podstawie wspólnych prac badawczych opublikowano artykuł pt. *Study of etched surface topography with the compensation of contactless vibrational measurement errors* w czasopiśmie Measurement (IF2024 = 5.6, 200 pkt. wg. MNiSW).

W okresie 01.02.2025 – 29.03.2025 dr inż. Przemysław Podulka odbył staż naukowy w Institute of Manufacturing Science, University of Miskolc na Węgrzech. Rezultatem współpracy i wykonania wspólnych badań naukowych było opublikowanie artykułu pt. *Roughness evaluation of machined Ti-6Al-4V alloys with a study of surface topography measurement noise* w czasopiśmie Measurement (IF2024 = 5.6, 200 pkt. wg. MNiSW).

Oprócz jednostek zagranicznych, Habilitant współpracuje z kilkoma jednostkami naukowymi z Polski. Od grudnia 2022 roku współpracuje z zespołem z Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa Politechniki Gdańskiej. Wspólne badania pozwoliły na publikację siedemnastu wspólnych artykułów, w tym dwunastu w wydawnictwie Elsevier oraz dwóch w wydawnictwie Springer.

W czerwcu 2024 roku odbył miesięczny staż naukowy na Wydziale Mechanicznym Politechniki Lubelskiej. Efektem współpracy jest publikacja pt. *Study of vibrational Surface topography measurement errors of LPBF Inconel 718 alloy after shot peening process* wydana przez czasopismo Measurement (IF2024 = 5.6, 200 pkt. wg. MNiSW) oraz artykuł pt. *Study of WC-Co-based hard metals surface topography with the contactless vibrational measurement noise evaluation*, będący obecnie w recenzji (brak danych o czasopiśmie).

Habilitant uczestniczy również w zespole badawczym złożonym z pracowników Politechniki Wrocławskiej, Politechniki Gdańskiej, Politechniki Opolskiej oraz University of Coimbra. Wyniki wspólnych badań, których współautorem jest Habilitant opublikowane zostały w 5 publikacjach naukowych, w czasopismach: Measurement, Science and Technology Research Journal, Journal of Constructional Steel Research, Mathematics, Theoretical and Applied Fracture Mechanics.

Aktywność w zakresie współpracy z innymi jednostkami naukowo-badawczymi w mojej ocenie jest bardzo dobra. Część z wykazanych form współpracy jest długookresowa, co pozwala na realizację kompleksowych zadań naukowo-badawczych, a nie tylko doraźnych prac, będących fragmentem większego tematu badawczego. Wszystkie wykazane przez Habilitanta badania naukowe realizowane wspólnie z innymi jednostkami naukowymi potwierdzone są publikacjami, w znaczącej części opublikowanymi w uznanych czasopismach naukowych. Uwzględniając aktywność naukową Habilitanta poza macierzystą uczelnią stwierdzam, że wymóg ustawowy w tym zakresie jest spełniony.

6. Wniosek końcowy

Na podstawie przedłożonej przez Habilitanta dokumentacji i oceny szczegółowo podanej w powyższych rozdziałach recenzji stwierdzam, że dorobek naukowy Habilitanta zawiera się w dyscyplinie inżynieria mechaniczna, a tematyka badawcza dotycząca filtrowania zakłóceń wysokoczęstotliwościowych przy pomiarach bezstykowych topografii powierzchni jest aktualna i ważna w aspekcie naukowym i użytkowym. Jego udział w artykułach stanowiących cykl publikacji jest całkowity lub dominujący i świadczy o samodzielności naukowej. Artykuły, w których opisał główne osiągnięcia wydane zostały w renomowanych i wysoko punktowanych czasopismach. Należy również dodać, że całkowity dorobek publikacyjny Habilitanta jest na bardzo dobrym poziomie jak na etap ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego.

Nawiązując do wymagań ustawowych stwierdzam, że dr inż. Przemysław Podulka:

- posiada stopień naukowy doktora nauk technicznych uzyskany na Politechnice Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa,
- posiada w dorobku osiągnięcia naukowe (podane w rozdziale 3. recenzji), opisane w przedstawionym cyklu publikacji, które rozszerzają wiedzę na temat bezstykowych pomiarów topografii powierzchni i wnoszą znaczący wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna,
- wykazał się długookresową i potwierdzoną publikacjami współpracą naukową z innymi instytucjami naukowymi krajowymi i zagranicznymi.

Tym samym w mojej ocenie spełnił wymagania art. 219 ust. 1 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. z 2018 r., poz. 1668 z późn. zm.).

Na podstawie przedłożonej opinii popieram wniosek o nadanie dr. inż. Przemysławowi Podulce stopnia naukowego doktora habilitowanego w dyscyplinie naukowej inżynieria mechaniczna.

