

Białystok 1.12.2021 r.

Dr hab. inż. Małgorzata  
Poniatowska  
prof. PB

Politechnika Białostocka  
Wydział Mechaniczny  
Katedra Inżynierii Materiałowej i Produkcji  
ul. Wiejska 45 C, 15-351 Białystok  
tel. 692 543 901  
m.poniatowska@pb.edu.pl

## RECENZJA

dotycząca osiągnięcia naukowego  
oraz

dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego  
**dra inż. Pawła Zmarzłego**

### **„Koncepcja wykorzystania falistości powierzchni do oceny dziedziczności technologicznej i eksploatacyjnej części maszyn”**

w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego  
nauk inżynierijno-technicznych w dyscyplinie *inżynieria mechaniczna*

Podstawa opracowania opinii

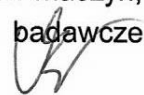
Pismo Dyrektora Naukowego Dyscypliny  
Inżynieria Mechaniczna Politechniki Świętokrzyskiej  
dr hab. inż. Sławomira Błasiaka  
z dnia 8.09.2021r. MAA-511/113/2021 na podstawie  
Decyzji Rady Naukowej Dyscypliny  
Inżynieria Mechaniczna Politechniki Świętokrzyskiej  
z dnia 2.09.2021 r.

## 1. Informacje podstawowe

Dr inż. Paweł Zmarzły pracę zawodową na Politechnice Świętokrzyskiej rozpoczął w 2014 roku po ukończeniu studiów doktoranckich i kontynuuje do dziś. Jego zainteresowania i wieloletnia działalność naukowa koncentrują się wokół tematyki związanej z pomiarami falistości powierzchni, źródłami falistości w procesach obróbkowych oraz wpływem falistości na właściwości eksploatacyjne części maszyn.

Dr inż. P. Zmarzły uzyskał stopień doktora nauk technicznych w 2014 roku. Podstawą nadania stopnia doktora była rozprawa nt. „Zastosowanie metod odniesieniowych do pomiaru falistości powierzchni cylindrycznych części maszyn” zrealizowana na Wydziale Mechatroniki i Budowy Maszyn Politechniki Świętokrzyskiej pod kierunkiem prof. dr inż. Stanisława Adamczaka.

W ostatnim okresie działalności naukowej, po doktoracie, Habilitant zajmował się badaniami, jak poszczególne etapy oraz parametry wybranych procesów technologicznych wpływają na formowanie falistości powierzchni płaskich oraz cylindrycznych, które są przykładami badań dziedziczności technologicznej, a także oceną wpływu falistości na parametry eksploatacyjne wybranych elementów maszyn, czyli badaniami dziedziczności eksploatacyjnej. Zrealizowane projekty badawcze



---

i opublikowane prace naukowe dotyczą tej tematyki. Owoce działalności naukowo-badawczej jest opracowanie cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych składających się na osiągnięcie naukowe w postępowaniu habilitacyjnym.

## **2. Charakterystyka i ogólna analiza osiągnięcia naukowego, cel i zakres badań**

Osiągnięcie dra inż. Pawła Zmarzłego nt. „Koncepcja wykorzystania falistości powierzchni do oceny dziedziczności technologicznej i eksploatacyjnej części maszyn” przedstawiono w formie cyklu powiązanych tematycznie dziesięciu artykułów naukowych opublikowanych w specjalistycznych czasopismach indeksowanych w bazie JCR, Web of Science, Scopus, a także w wykazie czasopism Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Trzy z tych publikacji, to prace samodzielne, w pozostałych siedmiu dr inż. Paweł Zmarzły występuje jako współautor. Są to następujące pozycje w kolejności chronologicznej (innej, niż zaproponował Habilitant):

1. Adamczak S., Zmarzły P., Janecki D.: Theoretical and Practical Investigations of V-block Waviness Measurement of Cylindrical Parts. *Metrology and Measurement Systems* (2015) 22 (2), s. 181-192.
2. Adamczak S., Zmarzły P., Stępień K.: Identification and analysis of optimal method parameters of the V-block waviness measurements. *Bulletin of the Polish Academy of Sciences Technical Sciences* (2016) 64 (2), s. 325-332.
3. Adamczak S., Zmarzły P., Kozior T., Gogolewski D.: Assessment of roundness and waviness deviations of elements produced by selective laser sintering technology. In *Proceedings of the ENGINEERING MECHANICS 2017* (2017) 70–73.
4. Adamczak S., Zmarzły P.: Influence of raceway waviness on the level of vibration in rolling-element bearings. *Bulletin of the Polish Academy of Sciences Technical Sciences* (2017) 65 (4), s. 541-551.
5. Zmarzły P., Kozior T., Gogolewski D.: Dimensional and shape accuracy of foundry patterns fabricated through photo-curing. *Tehnički vjesnik/Technical Gazette* (2019) 26 (6), s. 1576-1584.
6. Zmarzły P.: Multi-dimensional mathematical wear models of vibration generated by rolling ball bearings made of AISI 52100 Bearing Steel. *Materials* (2020) 13(23).
7. Zmarzły P.: Influence of bearing raceway surface topography on the level of generated vibration as an example of operational heredity. *Indian Journal of Engineering and Materials Science* (2020) 27 (2), s. 20-29.
8. Zmarzły P.: Technological Heredity of the Turning Process. *Tehnički Vjesnik/Technical Gazette* (2020) 27 (4), s. 356-364.



- 
9. Zmarzły P., Gogolewski D., Kozior T.: Design guidelines for 3D printed molds for plastic casting. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics* (2020) 15, s. 1-10.
10. Kozior, T., Bochnia, J., Zmarzły P., Gogolewski D., Mathia T.G.: Waviness of Freeform Surface Characterizations from Austenitic Stainless steel (316L) Manufactured by 3D Printing - Selective Laser Melting (SLM) Technology. *Materials* (2020) 13 (19) 4372.

Osiągnięcie naukowe zostało również omówione w autoreferatach w języku polskim oraz angielskim.

Z uwagi na wzrost wymagań dotyczących dokładności wymiarowo-kształtowej części maszyn przy jednoczesnym dążeniu do minimalizacji kosztów wytwarzania stale poszukuje się dokładniejszych narzędzi i metod badań umożliwiających wiarygodną ocenę zależności między parametrami technologicznymi, a właściwościami użytkowymi elementów. **Habilitant, uznając dotychczas stosowane metody i narzędzia za niewystarczające, postawił sobie za cel wykazanie możliwości powiązania parametrów i etapów procesu technologicznego z formowaniem falistości powierzchni oraz ocenę jej wpływu na właściwości użytkowe elementu. Zjawisko przenoszenia określonych cech geometrycznych powierzchni pomiędzy kolejnymi etapami procesu technologicznego, nazywane dziedzicznością technologiczną, ma ścisły związek z właściwościami eksploatacyjnymi wyrobu, co Kandydat określił jako dziedziczność eksploatacyjną.**

Habilitant uznał, że jego największe osiągnięcia naukowe stanowiące istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej „inżynieria mechaniczna” to:

- Określenie wytycznych mających na celu zwiększenie dokładności odniesieniowych pomiarów zarysów falistości powierzchni części maszyn w celu umożliwienia zastosowania tej metody do pomiarów realizowanych w warunkach przemysłowych.
- Opracowanie rozwiązań konstrukcyjnych systemów pomiarowych pozwalających na realizację przemysłowych pomiarów odchyłki falistości elementów łożysk tocznych (pierścienie toczne, elementy toczne).
- Opracowanie koncepcji ilościowej oceny wpływu wybranych parametrów użytkowych łożysk tocznych na ich parametry eksploatacyjne w oparciu o analizę zjawiska dziedziczności eksploatacyjnej. Wykazanie odchyłki falistości powierzchni bieżni łożysk tocznych jako istotnego czynnika dziedziczności, pochodzącym od sposobu obróbki bieżni i wpływającego w sposób znaczący na wartości generowanych drgań kulkowych łożysk tocznych.
- Zidentyfikowanie zjawiska dziedziczności technologicznej w oparciu o analizę wpływu parametrów technologicznych wybranych procesów wytwarzania na tworzenie się falistości powierzchni cylindrycznych oraz płaskich.



- 
- Określenie optymalnych parametrów wybranych technologii przyrostowych w oparciu o analizę zjawiska dziedziczności technologicznej tworzenia odlewów w celu uzyskania form odlewniczych o odpowiedniej falistości powierzchni.
  - Opracowanie metodyki oceny zależności pomiędzy parametrami technologicznymi wybranych procesów wytwarzania, a właściwościami funkcyjnymi wytwarzanych elementów.

W skład cyklu powiązanych tematycznie wchodzi dziewięć artykułów naukowych opublikowanych w uznanych czasopismach o zasięgu światowym, indeksowanych w bazie Journal Citation Reports oraz jedna publikacja konferencyjna indeksowana w bazach Web of Science. Podane w wykazie prace, to trzy publikacje samodzielne [6, 7, 8] oraz siedem prac zespołowych, większość z nich o znaczącym wkładzie Habilitanta – deklarowany udział w jednej z nich to 75% [2], w kolejnej 65% [3] w dwóch po 60% [1, 4], w dwóch kolejnych po 55 % [5, 9], oraz w jednej 10% [10]. Według mojej opinii całość jest spójna tematycznie, mieści się w zakresie szeroko pojętych związków parametrów procesów wytwarzania z właściwościami użytkowymi wytwarzanych elementów, a w sześciu z nich Habilitant wiodł wiodącą rolę koncepcyjną w trakcie realizacji badań, analizy oraz opracowania ich wyników.

Zgodnie z tytułami i treścią artykułów, przedmiotem szczegółowych rozważań w przedstawionym jednotematycznym cyklu publikacji, są następujące zagadnienia:

- opracowanie metody pomiaru falistości powierzchni elementów walcowych w warunkach przemysłowych,
- wpływ falistości powierzchni na parametry eksploatacyjne łożysk tocznych w celu identyfikacji zjawiska dziedziczności eksploatacyjnej,
- wpływ parametrów technologicznych wybranych procesów wytwarzania na formowanie się falistości powierzchni walcowych lub płaskich w celu identyfikacji zjawiska dziedziczności technologicznej.

Najistotniejszymi wśród wymienionych prac, ze względu na oryginalność, wkład Kandydata, rangę czasopism oraz spójność z tytułem dzieła, to publikacje [4, 6, 8, 9] (według wyżej podanej numeracji).

Publikacje [4, 6] dotyczą oceny i szacowania wpływu falistości powierzchni na wartości generowanych drgań. W pracy [4] Autor wykazał, korelację odchyłek falistości bieżni łożysk tocznych z wartościami generowanych drgań w zakresie częstotliwości (300-1000) Hz, wykazując tym samym, że falistość powierzchni jest istotnym czynnikiem dziedziczności eksploatacyjnej. Kierując się tym wnioskiem opracował, a następnie opublikował w artykule [6], modele matematyczne, bazujące na wielowymiarowych równaniach regresji, do szacowania wartości generowanych przez łożyska drgań na podstawie uzyskanych w pomiarach wartości parametrów, takich jak odchyłka okrągłości i odchyłka falistości pierścieni wewnętrznego i zewnętrznego, luz promieniowy oraz całkowity współczynnika opasania. Analiza



---

wyników doprowadziła do konkluzji, że spośród uwzględnionych czynników, to falistość w sposób dominujący wpływa na drgania generowane przez łożyska toczne, czym udowodnił zawartą w temacie dzieła tezę o możliwości wykorzystania falistości powierzchni do oceny dziedziczności eksploatacyjnej części maszyn.


Publikacje [8, 9] dotyczą zagadnienia dziedziczności eksploatacyjnej.

W pracy [8] Habilitant wykazał zależność stanu powierzchni łożyskowych od parametrów technologicznych procesu toczenia wzdłużnego, takich jak posuw wzdłużny i prędkość skrawania. Zjawisko dziedziczności technologicznej badał na podstawie oceny odchyłek kształtu, falistości oraz chropowatości powierzchni. Wykazał wpływ tych parametrów na dalsze procesy obróbkowe, wskazał możliwość generowania nowych odchyłek powierzchni, bądź zwiększenia już istniejących. Wskazał również możliwość dziedziczenia odchyłek z poprzednich procesów technologicznych, takich jak walcowanie czy ciągnięcie prętów.

W kolejnej pracy [9] Kandydat przeanalizował kompletny proces odlewania próbek oraz ocenił jak cechy powierzchni (wymiary, falistość, chropowatość) przenoszą się w kolejnych etapach procesu odlewania, w którym pierwsza forma odlewnicza została wykonana w procesie technologii przyrostowej PJM (PolyJet Matrix), drugą wykonano z silikonu, a wyrób odlano z żywicy odlewniczej. Badania falistości powierzchni form i wyrobu w kolejnych etapach procesu pozwoliły na udowodnienie występowania zjawiska dziedziczności technologicznej i istotne znaczenie falistości w tym procesie.

### **3. Ocena osiągnięcia naukowego, jednotematycznego cyklu publikacji**

Opiniowane osiągnięcie naukowe nt. „Koncepcja wykorzystania falistości powierzchni do oceny dziedziczności technologicznej i eksploatacyjnej części maszyn”, składające się z dziesięciu artykułów opublikowanych w czasopiśmie specjalnościowych, zarówno w zakresie wyboru tematu jak i zakresu badań jest oryginalne i wartościowe pod względem poznawczym i użytkowym, wnosi postęp do określonej tematyki i stanowi istotny wkład Habilitanta do rozwoju dyscypliny naukowej *inżynieria mechaniczna*. Publikacje zawierają opis oryginalnych osiągnięć Kandydata w szerokim zakresie pomiarów i wykorzystania falistości powierzchni do analizy i oceny właściwości użytkowych części maszyn. W mojej opinii Habilitant wykazał się dobrym zrozumieniem tematyki oraz zidentyfikował poprawnie problemy związków pomiędzy parametrami technologicznymi procesów wytwarzania i użytkowymi wytwarzanych elementów, a poszczególne publikacje stanowią dowód konsekwencji w dążeniu do wzbogacenia wiedzy podstawowej i stosowanej w zakresie szeroko pojętych aspektów wytwarzania i eksploatacji części maszyn. Habilitant w sposób logiczny zaplanował szereg eksperymentów, opracował metody i wykonał niezbędne badania prowadzące do konkluzji o istotności falistości powierzchni jako czynnika dziedziczności technologicznej i eksploatacyjnej.



---

Według mojej opinii najważniejszymi elementami dzieła są:

- opracowanie oryginalnych konstrukcji do realizacji pomiaru falistości metodą odniesieniową w warunkach przemysłowych oraz zaleceń mających na celu zwiększenie dokładności pomiaru;
- opracowanie oryginalnych modeli matematycznych do oceny ilościowej wpływu wybranych parametrów geometrycznych łożysk tocznych na wartości generowanych drgań;
- wykazanie, że falistość powierzchni bieżni łożysk tocznych jest czynnikiem dominującym w generowaniu drgań, czyli istotnym czynnikiem decydującym o właściwościach eksploatacyjnych łożysk.

W podsumowaniu analizy i oceny przedstawionego osiągnięcia naukowego stwierdzam, że spełnia ono wymagania zawarte w obowiązujących aktach prawnych i może stanowić podstawę do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego.

#### 4. Uwagi recenzentki

Oceniany cykl publikacji prezentuje omawiane zagadnienia na dobrym poziomie. Zwraca uwagę staranność opracowania i prezentacji graficznej wyników badań. Mając tak przygotowany materiał szkoda, że Kandydat nie napisał monografii w języku polskim, co przybliżyłoby tematykę znacznie szerszemu gronu czytelników i przyniosłoby korzyści nie tylko zainteresowanym, ale również Autorowi. Recenzja wydawnicza zagwarantowałaby znacznie lepszą jakość prezentacji zagadnienia. Poprawność językowa Autoreferatu w zakresie omówienia osiągniętych wyników prac naukowych budzi zastrzeżenia. Tekst zawiera nieścisłości i błędy językowe, z których szczególnie rażące są błędy terminologiczne (w tym również z zakresu metrologii), np. wielokrotne mylenie pojęć: wielkość i wartość, błąd i odchyłka, pomiar i wynik pomiaru, funkcyjny i funkcjonalny, tworzenie i wytwarzanie, proces (technologiczny), operacja i etap procesu. Pojawiają się również sformułowania rodzaju „wartość chropowatości”, „badałem pięć różnych materiałów” w kontekście badań odchyłek kształtu i falistości powierzchni po toczeniu, co powoduje, że opisy nie są klarowne. W tekście Autoreferatu w j. angielskim, w trakcie tłumaczenia, część błędów została skorygowana.

Pomimo uwag uważam, że zaprezentowane dokonania przedstawione w opiniowanym osiągnięciu, stanowią istotny wkład do dyscypliny *inżynieria mechaniczna*.



---

## **5. Ocena aktywności naukowej oraz dorobku w zakresie działalności dydaktycznej oraz popularyzatorskiej**

### **5.1. Działalność naukowa**

Zgodnie z załączoną dokumentacją całościowy dorobek naukowy dra inż. Pawła Zmarzęgo po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych, poza opisanym osiągnięciem, obejmuje 36 publikacji naukowych (w tym 1 w czasopiśmie występującym w bazie JCR, 4 rozdziały w monografiach w j. polskim lub j. angielskim, 2 artykuły pokonferencyjne indeksowane w bazie Web of Science, 10 artykułów w j. angielskim, 10 artykułów w j. polskim, 9 publikacji w materiałach konferencyjnych), z czego 6 to publikacje samodzielne, pozostałe to publikacje współautorskie, przy czym wkład Habilitanta w 12 z nich wynosi 50 lub więcej procent. Sumaryczna punktacja MNiSW wynosi 748 punktów. Liczba punktów liczona zgodnie z udziałem procentowym autorów wynosi 160. Sumaryczny impact factor, liczony wg listy Journal Citation Reports zgodnie z rokiem opublikowania liczony z uwzględnieniem udziału procentowego wynosi 7,8, całkowity zaś 13,06.

Należy dodać, że w ostatnich miesiącach, już po opracowaniu dokumentacji do oceny dorobku habilitacyjnego, ukazały się 3 kolejne artykuły współautorstwa Kandydata w czasopismach występujących w bazie JCR. Zaktualizowane dane bibliometryczne pochodzą z dnia 25.11.21 r.

- Liczba cytowań według Web of Science na podstawie 16 publikacji (na dzień 25.11.2021 r.) wynosi 148 (95 bez autocytowań) w 95 (80) artykułach. Indeks Hirscha wg tej bazy wynosi 9.
- Dane według bazy Scopus prezentują się następująco: liczba cytowań na podstawie 22 publikacji wynosi 148 w 101 artykułach, indeks Hirscha 8.

**Wyniki te w naukach technicznych o charakterze aplikacyjnym należy uznać za dobre i wystarczające do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego.**

W ogólnym ujęciu dorobek publikacyjny Kandydata obejmuje łącznie 42 publikacje.

Pozytywnie należy ocenić uznanie Habilitanta w oczach środowiska naukowego, czego wynikiem jest powierzenie mu wykonania recenzji. Według podanych danych jest to 27 wykonanych recenzji publikacji w czasopismach znajdujących się w bazie JCR.

W pozostałym dorobku naukowym dr. inż. P. Zmarzęgo ocenianym w postępowaniu habilitacyjnym należy zauważyć udział w projektach badawczych. Był lub jest współwykonawcą w 6 krajowych grantach NCN lub NCBiR, w dwóch z tych projektów pełnił również funkcję kierownika. Był również autorem 2 ekspertyz



---

dla przedsiębiorstw krajowych. Kandydat jest członkiem 5 komitetów redakcyjnych i naukowych czasopism. Ponadto otrzymał 5 nagród za działalność naukową.

Podsumowując ocenę dorobku naukowo-badawczego stwierdzam, że w mojej ocenie, dr inż. P. Zmarzły powiększył swój dorobek po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych, co zgodnie art. 219 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478) może stanowić podstawę do ubiegania się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego w dyscyplinie *inżynieria mechaniczna*.

### **5.2. Działalność organizacyjna, dydaktyczna, popularyzatorska, patenty i współpraca z przemysłem**

Działalność organizacyjna, dydaktyczna i popularyzatorska Habilitanta obejmuje:

- udział w komitetach organizacyjnych 2 konferencji;
- członkostwo w 3 międzynarodowych i krajowych organizacjach i towarzystwach;
- promotorstwo 24 prac dyplomowych inżynierskich i 14 prac dyplomowych magisterskich;
- prowadzenie zajęć w 3 uczelniach zagranicznych w ramach programu ERASMUS;
- autorstwo lub współautorstwo 9 patentów lub wzorów użytkowych;
- współpraca z 5 przedsiębiorstwami z sektora gospodarczego z terenu województwa świętokrzyskiego;

### **5.3. Podsumowanie**

Podsumowując, oceniam pozytywnie aktywność naukową oraz dorobek w zakresie pozostałej działalności zawodowej Kandydata. Dr inż. Paweł Zmarzły jest uznanym ekspertem w dziedzinie pomiarów falistości powierzchni w warunkach przemysłowych. Dał się poznać w lokalnym sektorze gospodarczym oraz w środowisku naukowym, jako członek komitetów redakcyjnych i rad naukowych wielu czasopism.





---

## 6. Wniosek końcowy

Podsumowując ocenę osiągnięcia naukowego i dorobku dr inż. Pawła Zmarzęłego,  
stwierdzam, że:

- przedstawione osiągnięcie naukowe nt. „Koncepcja wykorzystania falistości powierzchni do oceny dziedziczności technologicznej i eksploatacyjnej części maszyn” zawiera oryginalny wkład do dyscypliny *inżynieria mechaniczna*,
- Habilitant ma wystarczający dorobek naukowy opublikowany w czasopismach krajowych i zagranicznych oraz szereg prezentacji swoich prac na konferencjach międzynarodowych,
- jest On uznanym specjalistą w reprezentowanej specjalności naukowej.

W podsumowaniu stwierdzam, że całokształtu dorobku dra inż. Pawła Zmarzęłego spełnia kryteria określone w art. 219 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478) i uzasadnia nadanie mu stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie *inżynieria mechaniczna* przez Radę Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Świętokrzyskiej.

Małgorzata Poniatońska

