

prof. dr hab. Anna Kucaba-Piętal
Katedra Inżynierii Lotniczej i Kosmicznej
Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa
Politechnika Rzeszowska im. I. Łukasiewicza
tel.: 178651351, e-mail: anpietal@prz.edu.pl

Rzeszów, 9.12.2025 r.

RECENZJA

w postępowaniu o nadanie
stopnia naukowego doktora habilitowanego
dr. inż. Ireneuszowi Musiałkowi
w dziedzinie: nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna

1. Podstawy formalne przygotowania recenzji

Recenzja została opracowana na podstawie pisma z dnia 2.10.2025 r., sygnatura MAA-521/97/2025 Dyrektora Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Świętokrzyskiej Pana dr. hab. inż. Sławomira Błasiaka, prof. PŚk, zawierającego informację, że zostałam powołana na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym Pana dr. inż. Ireneusza Musiałka.

W dniu 27.10.2025 r. wraz z pismem otrzymałam przesłaną pełną dokumentację postępowania habilitacyjnego zawierającą Autoreferat wraz z załącznikami dokumentującymi osiągnięcia w pracy naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej Kandydata.

Wniosek Kandydata został złożony dnia 2.06.2025 r. Niniejsza recenzja została sporządzona zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa: Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r.: Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2024 r., poz. 1571), Art. 219 ust 1 pkt 2 i 3.

2. Sylwetka Kandydata

Dr. inż. Ireneusz Musiałek uzyskał tytuł magistra inżyniera w zakresie eksploatacji pojazdów i maszyn na Politechnice Radomskiej w 2005 roku. Ukończył też Fakultatywne Studium Pedagogiczne (2006) oraz studia podyplomowe z matematyki (2006) na Politechnice Radomskiej.

W 2009 roku uzyskał on stopień naukowy doktora nauk technicznych na Wydziale Mechatroniki i Budowy Maszyn Politechniki Świętokrzyskiej w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn.

Rozprawa doktorska miała tytuł *Badanie charakterystyk zespolonego sprzęgła hydraulicznego z elektoreologiczną cieczą roboczą*. Promotorem był dr hab. inż. Andrzej Kęsy, prof. PR.

W roku 2012 Kandydat podjął pracę w Państwowej Wyższej Szkole Zawodowej w Sandomierzu, zaś w 2017 roku został zatrudniony na Wydziale Zamiejscowym w Sandomierzu Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach (UJK), gdzie nadal pracuje. Obecnie jednostka ta jest Filią UJK). W dokumentacji Kandydat nie wymienił zajmowanych stanowisk.

3. Charakterystyka i ocena głównego osiągnięcia naukowego

Dr inż. Ireneusz Musiałek jako swoje główne osiągnięcie naukowe stanowiące podstawę postępowania habilitacyjnego (wynikające z art. 219 ust. 1 pkt 2a Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2024 r., poz. 1571)) wskazał autorską monografię: *„Zużycie elektoreologicznej cieczy roboczej podzespołów hydraulicznych”* wydaną w Kielcach w 2024 r. przez Wydawnictwo Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach.

3.1. Ocena formalnych aspektów monografii

Monografia została przygotowana zgodnie ze standardami edytorskimi obowiązującymi w wydawnictwach naukowych. Liczy 225 stron, tekst został podzielony na 9 rozdziałów, cytowana literatura znajduje się na końcu każdego rozdziału, oparta jest na 190 pozycjach bibliograficznych z uwzględnieniem 8 prac pierwszoautorskich Kandydata. Dołączono wykazy ważniejszych oznaczeń oraz tabel i rysunków.

Wśród zasadniczej treści merytorycznej można wyodrębnić trójczłonową strukturę obejmującą część teoretyczną (100 stron), eksperymentalną (65 stron) i aplikacyjną (44 strony). W pierwszej części (rozdz. 1-4) zawarto m.in. kompleksową charakterystykę materiałową i reologiczną cieczy ER oraz szczegółową analizę mechanizmów aktywacji elektrycznej i zjawisk przebiegowych.

Treścią drugiej części (rozdz. 5-6) stanowią badania eksperymentalne i porównawcze dwóch cieczy ER: konwencjonalnej i ekologicznej, uzupełnione o kompleksową analizę zużycia z wykorzystaniem autorskich stanowisk badawczych. Przedstawiono w niej również wyniki dotyczące walidacji metod pomiarowych i opracowania wskaźników oceny stopnia degradacji. W kolejnej części monografii (rozdz. 7-8) zaprezentowane zostały rozwiązania konstrukcyjne i systemy sterowania podzespołów hydraulicznych, jak również zaawansowane procedury optymalizacji doboru cieczy ER z uwzględnieniem przebiegów elektrycznych. Esencję stanowią praktyczne wdrożenia wyników badań teoretycznych i eksperymentalnych. Wnioski ogólne sformułowano w rozdziale 9.

Monografia stanowi spójne, opublikowane osiągnięcie naukowe. Spełnia wymogi objętościowe i formalne dla monografii habilitacyjnych.

3.2. Analiza zasadności podjęcia tematyki badawczej

Ciecze elektro reologiczne obecnie stanowią nową generację płynów roboczych, stosowanych w podzespołach hydraulicznych układów napędowych, sprzęgłach oraz hamulcach wiskotycznych.

W monografii wykazano, że kluczowym a często pomijanym w literaturze czynnikiem wpływającym na trwałość tych cieczy są przebiecia elektryczne. Wprowadzenie go do analizy zużycia stanowi istotne novum w podejściu badawczym. Zasadność podjętej tematyki potwierdza przyjęta metodologia łącząca: zaawansowane badania eksperymentalne z wykorzystaniem nowoczesnych technik analitycznych i badania teoretyczne z opracowaniem modeli matematycznych, jak również ciekawe wnioski wysnute z analizy wyników przeprowadzonych badań. Ustalono, że mechanizmy zużycia tych cieczy roboczych są dychotomiczne: przy braku pola dominuje erozja mechaniczna i starzenie oleju, zaś w polu elektrycznym dochodzi do dodatkowej, złożonej degradacji indukowanej przebieciami i lokalnymi wzrostami temperatury. Stwierdzono, że zastosowanie zaawansowanych procedur optymalizacyjnych, uwzględniających zjawisko przebiecia, umożliwia racjonalny dobór cieczy

3.3. Ocena wkładu osiągnięcia naukowego na rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna

Osiągnięciem naukowym, które nadaje monografii oryginalny charakter jest radykalne poszerzenie paradygmatu badawczego w zakresie oceny trwałości cieczy elektroeologicznych. Podczas gdy dotychczasowe prace koncentrowały się wyłącznie na zużyciu mechanicznym i ściernym, w monografii udowodniono i opisano decydujący wpływ przebiec elektrycznych na degradację tych cieczy. Wprowadzenie tego nowego czynnika stanowi znaczny wkład w rozumienie procesów eksploatacyjnych zachodzących w zaawansowanych układach hydraulicznych.

Kandydat opracował kompleksową, autorską metodykę badawczą, łączącą zaawansowane techniki eksperymentalne, analizę FTIR, badania reologiczne) z modelowaniem matematycznym. Szczególnie cenna jest procedura optymalizacji doboru cieczy ER, wykorzystująca zaawansowane algorytmy (metoda Monte Carlo, algorytmy genetyczne), która stanowi konkretne, gotowe do wdrożenia narzędzie dla inżynierów-projektantów. Takie połączenie badań materiałowych z metodami AI/optimizacyjnymi stanowi nowoczesny kierunek w inżynierii mechanicznej i dowodzi interdyscyplinarnego charakteru osiągnięcia.

Opracowanie szczegółowych wytycznych konstrukcyjnych dla urządzeń z cieczami ER, opartych na wynikach badań, ma bezpośrednie przełożenie na praktykę inżynierską. Wytyczne te, dotyczące geometrii elektrod, doboru materiałów i systemów chłodzenia, pozwalają na projektowanie urządzeń o podwyższonej trwałości i niezawodności, co ma wymierne znaczenie ekonomiczne i technologiczne.

Dodatkowym walorem monografii jest opracowanie i charakterystyka ekologicznej cieczy eER1, co nie tylko poszerza gamę dostępnych materiałów, ale także wpisuje się w najnowsze trendy zrównoważonego rozwoju w inżynierii mechanicznej. W ujęciu szerszym, monografia stanowi istotny

krok w kierunku stosowalności układów z cieczami inteligentnymi, przybliżając ich komercjalizację i szersze zastosowanie w przemyśle, w kontekście Przemysłu 4.0.

W podsumowaniu stwierdzam, że omawiana monografia Kandydata podejmuje tematykę o wysokim stopniu złożoności w oryginalny sposób łącząc zagadnienia reologii, hydrauliki, mechatroniki oraz modelowania matematycznego w spójną, aplikacyjnie ukierunkowaną całość. Wnosi do inżynierii mechanicznej nową wiedzę o trwałości i eksploatacji cieczy elektoreologicznych, rozwija narzędzia eksperymentalne i modelowe służące do ich analizy, a także proponuje rozwiązania o realnych możliwościach aplikacyjnych. Oryginalność ujęcia, samodzielność koncepcyjna oraz szeroki zakres badań uzasadniają ocenę monografii jako znacznego wkładu w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna.

W mojej ocenie osiągnięcie naukowe Kandydata w wystarczającym stopniu spełnia więc warunek Art. 219 ust. 1 pkt 2a Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2024 r., poz. 1571).

4. Istotna aktywność naukowa

4.1. Publikacje

Dorobek publikacyjny Kandydata wg dołączonej dokumentacji Wniosku po doktoracie stanowi 19 artykułów w czasopismach, w tym 12 w czasopismach z listy JCR, 7 rozdziałów w monografiach, 2 raporty oraz monografia. Przed doktoratem opublikował jeden artykuł. Wszystkie prace są wieloautorskie oprócz monografii. Rozdziały zamieszczono w monografiach wydanych przez polskie wydawnictwa uczelniane, oprócz jednej – wydanej przez Elsevier. 2 raporty, których nazwy Kandydat umieścił w dołączonym wykazie publikacji nie zawierają danych bibliograficznych, również ich teksty nie znajdują się w dokumentacji w „*Dokumentach potwierdzających publikacje*”.

Większość artykułów opublikowano w czasopismach międzynarodowych o wysokim IF, głównie z dziedziny inżynierii materiałowej, mechaniki i mechatroniki. Wiodące czasopisma to m.in.: *Smart Materials and Structures*, IF: 3,585-4,131 (4 artykuły), *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, IF: 2,4 (1 artykuł). Cztery artykuły zostały opublikowane w czasopismach MDPI z IF: 3,9-2,679. Tematyka artykułów obejmuje m.in. ciecze elektoreologiczne (ER) i magnetoreologiczne oraz techniki wytwarzania przyrostowego.

W dokumentacji Wniosku niestety nie zamieszczono oświadczeń współautorów artykułów. Zatem o wiodącej roli w powstawaniu wymienionych wyżej prac naukowych Kandydata można wnioskować jedynie na podstawie pierwszeństwa w kolejności wymieniania autorów artykułów. Takich pozycji jest 7: w 5 artykułach oraz w 2 rozdziałach Kandydat jest pierwszym autorem.

Kandydat w dokumentacji odnotował udział w **11** wystąpieniach konferencyjnych, w tym trzech zagranicznych. Nie podano jednakże żadnych odnośników do konferencji, programów konferencji lub streszczeń referatów umożliwiających potwierdzenie tego faktu.

Naukometryczne wskaźniki prac Kandydata mają umiarkowane wartości. Należy jednak pamiętać, że wszystkie publikacje są współautorskimi, w niektórych jest nawet 7 współautorów, więc wartości ww. wskaźników, odzwierciedlające indywidualny wkład Kandydata w powstanie tych prac jest dużo niższy, jednakże pozostaje nieokreślony. Sumaryczny IF czasopism, w których ukazały się publikacje naukowe Kandydata wynosi **31,73**. Wartość Indeksu Hirscha Kandydata w bazie SCOPUS wynosi **5** a w bazie WoS ma wartość **4**. Liczba cytowani wszystkich publikacji w bazie WoS bez samocytowań wynosi **31**.

4.2. Projekty i staże

W świetle informacji dostarczonej w dołączonej dokumentacji Wniosku można stwierdzić, że Kandydata cechuje systematyczna współpraca z licznymi ośrodkami krajowymi i zagranicznymi. Uczestniczył w czterech międzynarodowych projektach; wyróżnić należy tutaj:

- Kierownictwo zakończonego projektu badawczego (2020-2023) pt. *"Design, modeling and experimental testing of devices with intelligent fluids"*, realizowanego w ramach umowy o współpracy naukowej UJK Kielce z Inha University (Korea Południowa), które zaowocowało czterema publikacjami naukowymi.
- Bieżącą aktywną i strategiczną współpracę z National Taiwan University of Science and Technology (NTUST) w trwających długoterminowych, międzynarodowych projektach (lata 2024-2027 oraz 2025-2030). Tematyka obejmuje zaawansowane badania nad materiałami dla implantów drukowanych przestrzennie. Realizowane są w ramach dwustronnych umów o współpracy polsko-tajwańskiej.
- Udział w zakończonym projekcie badawczym z udziałem Indian Institute of Technology in Bombay (2015-2017).

Oprócz współpracy międzynarodowej Kandydat równocześnie rozwijał współpracę z krajowymi instytucjami naukowymi. W latach 2023-2024 pełnił funkcję kierownika projektu „UIK dla Rozwoju Biznesu” pt. *„Urządzenie do badania trwałości cieczy elektroteologicznej...”*, w Sieci Badawczej Łuka-siewicz – Instytucie Technologii Eksploatacji w Radomiu. W tym samym okresie (2023-2024) był głównym wykonawcą projektu *„Opracowanie ekologicznej cieczy elektroteologicznej...”* w Instytucie Nowych Syntezy Chemicznych w Puławach, co zaowocowało trzema publikacjami i zgłoszeniem patentowym.

Jeśli chodzi o staże naukowe Kandydata, to w dokumentacji wymieniono i poświadczono trzy: w Instytucie Technologii Eksploatacji (Radom, Polska) - 15 dni (2024), na Uniwersytecie Technologiczno-Humanistycznym w Radomiu – 15 dni (2025), a trzeci w High-Speed 3D Printing Research Center na Tajwanie (9 dni) . Reasumując - staże obejmują łącznie 39 dni.

Wymieniona współpraca międzynarodowa/międzyuczelniana Kandydata zaowocowała publikacjami. Warto zauważyć, że wszystkie wykazane publikacje to efekt kooperacji, w tym 4 dokumentuje współpracę międzynarodową (Korea). To mocny argument Kandydata w kontekście oceny umiejętności pracy w zespole, również międzynarodowym. Warto podkreślić, że te współprace nie są incydentalne, tylko trwają latami (np. 2015-2027), co świadczy o trwałości relacji naukowych.

Powyższe fakty upoważniają do stwierdzenia, że Kandydat prowadzi aktywną i ciągłą współpracę z wieloma uczelniami i instytucjami badawczymi w Polsce i za granicą (m.in. Korea, Tajwan, Indie). Pełni rolę wykonawcy i kierownika projektów wybranych w konsorcjach międzynarodowych. Jego publikacje są efektem pracy zespołowej z wieloma ośrodkami.

4.3. Ocena aktywności naukowej

Podsumowując, przytoczone fakty pozwalają stwierdzić, że Kandydat wykazuje się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej. Spełnia więc wymagania obowiązującej Ustawy: Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, Art. 219, ust. 1, pkt 3c.

5. Ocena osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzujących naukę

Dr inż. Ireneusz Musiałek posiada znaczący dorobek w zakresie działalności dydaktycznej, organizacyjnej oraz popularyzującej naukę. Od 2012 roku prowadzi zajęcia na kierunku Mechatronika w Filii Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Sandomierzu, wcześniej wykładał również w Filii Politechniki Radomskiej oraz na Wydziale Mechanicznym Politechniki Radomskiej. Prowadził szeroką gamę przedmiotów z zakresu inżynierii mechanicznej, obejmujących m.in. *Systemy CAD/CAM, Robotykę, Obrabiarki CNC, Symulacje komputerowe oraz Laboratoria mechatroniczne*. Opracował na potrzeby e-learningu liczne materiały dydaktyczne i sprawował opiekę nad pracami dyplomowymi (32). Rozwija kompetencje studentów opiekując się kołem naukowym „*Level up*”. Jest promotorem pomocniczym rozprawy doktorskiej z zakresu druku 3D.

W dorobku organizacyjnym Kandydata znajdują się istotne funkcje akademickie. Przez trzy kadencje był Prodziekanem w Filii UJK w Sandomierzu, brał udział w Uczelnianej Komisji Wyborczej (2020-2028) oraz Komisji ds. Jakości Kształcenia. Jest członkiem Rady Programowej kierunku Mechatronika, a także współorganizatorem licznych wydarzeń, takich jak konferencje „*Mechatronika w przemyśle i edukacji*”, czy cykliczne inicjatywy branżowe i popularyzatorskie.

Wykazuje się również dużą aktywnością w upowszechnianiu nauki, prowadząc wykłady, warsztaty i pokazy technologiczne dla szkół, instytucji kultury oraz szerokiego grona odbiorców. Brał udział w wydarzeniach, takich jak: *Warsaw Industry Week* (2024), *Drives Poland*, *International Industrial Maintenance Fair* (2023) czy *Dni Druku 3D* (2020). Ta działalność przyczynia się do promocji mechatroniki i popularyzacji nowoczesnych technologii w regionie.

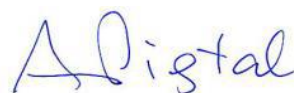
Stwierdzam, że dorobek dydaktyczny, organizacyjny i popularyzatorski Kandydata odpowiada standardom wymaganym w postępowaniu habilitacyjnym.

6. Wniosek końcowy

Mając na uwadze przedstawione wyżej oceny recenzowanego osiągnięcia naukowego *Zużycie elektreologicznej cieczy roboczej podzespołów hydraulicznych* przedstawionego w autorskiej monografii oraz istotnej aktywności naukowej dr. inż. Ireneusza Musiałka, uważam, że Jego Wniosek o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego jest uzasadniony.

Stwierdzam, że osiągnięcie naukowe ujęte w monografii stanowi znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna, spełniając warunek określony w Art. 219, ust. 1, pkt 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r.: *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz.U. z 2024 r., poz. 1571), zaś aktywność naukowa dr. inż. Ireneusza Musiałka jest istotna i spełnia warunek określony w Art. 219, ust. 1, pkt 3 tejże Ustawy.

Biorąc pod uwagę powyższe popieram Wniosek o nadanie Kandydatowi stopnia doktora habilitacyjnego w dyscyplinie inżynieria mechaniczna i wnoszę o przejście do kolejnych etapów postępowania habilitacyjnego przewidzianych w obowiązujące Ustawie.



Prof. Anna Kucaba-Piętal