

dr hab. inż. Adam Deptuła, prof. PO
Wydział Inżynierii Produkcji i Logistyki
Politechnika Opolska
ul. Ozimska 75, 45-370 Opole
e-mail: a.deptula@po.edu.pl

Opole 24.11.2025

RECENZJA

**osiągnięcia naukowego dr inż. Ireneusza Musiałka w postępowaniu o nadanie stopnia
doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno – technicznych,
w dyscyplinie inżynieria mechaniczna**

1. PODSTAWA OPRACOWANIA

Podstawą opracowania niniejszej recenzji jest Uchwała nr 51/2025 Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Świętokrzyskiej, z dnia 25 września 2025 r., w sprawie powołania komisji habilitacyjnej w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego dr. inż. Ireneuszowi Musiałkowi w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria mechaniczna, podpisana przez Przewodniczącą Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna, dr. hab. inż. Sławomira Błasiaka, prof. Politechniki Świętokrzyskiej.

Recenzję dorobku naukowego, osiągnięć dydaktycznych i organizacyjnych oraz współpracy międzynarodowej dr. inż. Ireneusza Musiałka opracowano na podstawie przesłanej dokumentacji, składającej się z:

- wniosku o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria mechaniczna,
- danych wnioskodawcy,
- kopii dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora,
- autoreferatu przedstawiającego opis kariery zawodowej oraz istotnej aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej, w tym dotyczącej staży naukowych, grantów i publikacji powstałych w wyniku badań w więcej niż jednej jednostce naukowej,
- danych bibliometrycznych,



- kopii dokumentów potwierdzających osiągnięcia naukowe i organizacyjne (w tym dokumentów dotyczących grantów, publikacji i staży),
- wykazu osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna,
- monografii naukowej pt. „Zużycie elektoreologicznej cieczy roboczej podzespołów hydraulicznych”, wydanej przez Wydawnictwo Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach (2024).

Przesłane ww. materiały, w formie elektronicznej, umożliwiły przygotowanie opinii zgodnie z kryteriami zawartymi w art. 219 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U 2024 poz. 1571 z póź.zm.), zgodnie z którym stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która:

1. Posiada stopień doktora;
2. Posiada w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, w tym co najmniej:
 - a) 1 monografię naukową wydaną przez wydawnictwo, które w roku opublikowania monografii w ostatecznej formie było ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. a, lub
 - b) 1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, 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, lub
 - c) 1 zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne lub artystyczne;
3. Wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

W przypadku Habilitanta zastosowanie będą miały **ust. 1, 2a i 3** powołanego przepisu.

2. PODSTAWOWE INFORMACJE O KANDYDACIE

Dr inż. Ireneusz Musiałek urodził się 12 stycznia 1981 r. w Radomiu. Jest absolwentem Politechniki Radomskiej im. Kazimierza Pułaskiego (obecnie Uniwersytet Radomski), gdzie uzyskał tytuł magistra inżyniera w specjalności związanej z mechatroniką.

W dniu 1 października 2009 r. na Wydziale Mechatroniki i Budowy Maszyn Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn, w specjalności mechatronika. Podstawą nadania stopnia była rozprawa doktorska pt. „*Badanie charakterystyk zespolonego sprzęgła hydraulicznego z elektoreologiczną cieczą roboczą*”, przygotowana pod kierunkiem dr. hab. inż. Andrzeja Kęsego, prof. PR, a recenzentami byli prof. dr hab. inż. Wiesław Grzesikiewicz oraz dr hab. inż. Czesław Kundera, prof. PŚk.

Po uzyskaniu stopnia doktora kontynuował działalność naukową i dydaktyczną w środowisku akademickim. Od 2017 r. jest związany z Uniwersytetem Jana Kochanowskiego w Kielcach, a od 2019 r. pracuje w Filii UJK w Sandomierzu, w Samodzielnym Zakładzie Mechatroniki.

Działalność naukowa

Zainteresowania naukowe dr. inż. Ireneusza Musiałka koncentrują się na zagadnieniach mechatroniki i inżynierii mechanicznej, ze szczególnym uwzględnieniem problematyki cieczy elektoreologicznych (ER) i ich zastosowań w podzespołach hydraulicznych maszyn. W swojej pracy badawczej zajmuje się m.in. modelowaniem i sterowaniem sprzęgieł oraz hamulców z cieczami ER i MR, badaniami trwałości cieczy elektoreologicznych, w tym zjawiskami przebicia elektrycznego, a także zastosowaniami technologii druku 3D w wytwarzaniu elementów funkcjonalnych. W ramach działalności naukowo-badawczej brał udział w realizacji licznych projektów krajowych i międzynarodowych, w tym prowadzonych we współpracy z Indian Institute of Technology Bombay, Inha University (Korea Południowa) oraz National Taiwan University of Science and Technology (Tajwan). Współpracuje także z jednostkami Sieci Badawczej Łukasiewicz – w Radomiu i Puławach. Odbił staże naukowe w Polsce i za granicą, m.in. w Laboratorium Reologii Uniwersytetu Radomskiego i w High-Speed 3D Printing Research Center na Tajwanie.

Dorobek publikacyjny Habilitanta obejmuje prace w czasopismach naukowych z list MEiN i Scopus, takich jak *Smart Materials and Structures*, *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, *Applied Sciences*, *Sensors*, *Tribologia* czy *Advances in Science and Technology Research Journal*, a także rozdziały w monografiach naukowych, w tym w wydawnictwie Elsevier (*Encyclopedia of Smart Materials*). Dr inż. Ireneusz Musiałek jest także uczestnikiem konferencji naukowych w kraju i za granicą, członkiem organizacji naukowych – m.in. International Federation for the Promotion of Mechanism and Machine Science (IFTToMM) oraz



SIMP–NOT. Pełni funkcje organizacyjne w strukturach uczelni, m.in. prodziekana Filii w Sandomierzu i członka komisji uniwersyteckich i wydziałowych.

3. OCENA OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO

Przedłożone do oceny osiągnięcie naukowe dr. inż. Ireneusza Musiałka stanowi monografia pt.:

„Zużycie elektoreologicznej cieczy roboczej podzespołów hydraulicznych”

wydana w 2024 roku przez Wydawnictwo Naukowe Sieci Badawczej Łukasiewicz – Instytutu Technologii Eksploatacji w Radomiu. Praca liczy 225 stron i zawiera 9 rozdziałów merytorycznych oraz część wprowadzającą, i bibliografię. Zawiera ponad to 121 rysunków oraz 69 tabel. Monografia ma charakter badawczo-analityczny, łączy wyniki własnych badań eksperymentalnych, analiz teoretycznych oraz opracowań modelowych. Praca jest logicznie uporządkowanym opracowaniem naukowym, w którym Autor kompleksowo przedstawił wyniki badań własnych nad właściwościami i trwałością cieczy elektoreologicznych (*ER*) stosowanych w podzespołach hydraulicznych, w szczególności w sprzęgłach i hamulcach wiskotycznych. Praca podejmuje aktualną i ważną problematykę dotyczącą trwałości oraz procesów zużycia cieczy *ER* w warunkach eksploatacyjnych, uwzględniając zarówno oddziaływanie czynników mechanicznych, jak i elektrycznych.

3.1. Cel i założenia pracy

Celem badań było określenie wpływu zjawisk eksploatacyjnych, w tym przebiegów elektrycznych i obciążeń mechanicznych, na procesy degradacji cieczy *ER* stosowanych jako media robocze w układach hydraulicznych oraz opracowanie procedury optymalizacyjnej doboru cieczy *ER* z uwzględnieniem ich parametrów reologicznych, elektrycznych i wytrzymałościowych. Autor postawił sobie zadanie zbadania zarówno mechanizmów degradacji, jak i możliwości samoregeneracji cieczy *ER*, a także określenia zależności pomiędzy strukturą cieczy a jej właściwościami funkcjonalnymi w zmiennych warunkach pracy.

3.2. Struktura i zawartość monografii

Układ treści monografii jest przejrzysty i konsekwentny. W rozdziale pierwszym autor przedstawia uporządkowaną charakterystykę cieczy elektoreologicznych jako podstawę dalszych rozważań. Omówiono w nim podział na ciecze jednofazowe i dwufazowe, z naciskiem na te drugie, faktycznie stosowane w praktyce. Szczegółowo opisano skład cieczy

dwufazowych: rodzaje materiałów stosowanych na fazę stałą (polimery, skrobia, tlenki metali itp.), rolę cieczy bazowej (głównie oleje silikonowe) oraz dodatków poprawiających efekt elektoreologiczny, w tym wpływ wody na wzrost naprężeń stycznych. Autor podaje typowe zakresy parametrów pracy cieczy *ER* (temperatura, lepkość, maksymalne naprężenia, natężenie pola, prąd upływu), co pozwala osadzić dalsze analizy w realnych warunkach eksploatacyjnych. Istotnym elementem rozdziału jest przedstawienie trzech konkretnych cieczy (LID 3354S, JAE2003, CES 35), które później stanowią bazę badań doświadczalnych. Autor szeroko omawia ich właściwości fizykochemiczne, zasady użytkowania i przechowywania.

W rozdziale drugim autor przedstawił analizę działania pola elektrycznego w cieczach elektoreologicznych jako podstawę zrozumienia mechanizmów ich aktywacji i sterowania. Omówił budowę pola w szczelinach roboczych, wpływ kształtu i geometrii elektrod na jego rozkład oraz związki między natężeniem pola, prądem upływu i naprężeniem stycznym, a także właściwości i wytrzymałość dielektryków wraz z czynnikami sprzyjającymi przebiciom. Uzasadnił stosowanie modeli Newtona i Bingham'a do opisu reologii cieczy *ER* w polu elektrycznym, podkreślając znaczenie prądów upływu i strat cieplnych dla trwałości i stabilności tych cieczy. W zakończeniu rozdziału przedstawił przegląd zjawisk polaryzacji, relaksacji dielektrycznej i efektów częstotliwościowych, istotnych dla dynamiki odpowiedzi cieczy *ER* na zmienne pole.

Rozdział trzeci stanowi logiczne rozwinięcie poprzedniego, analizując obszar rzeczywistych warunków eksploatacyjnych. Autor zidentyfikował czynniki prowadzące do przebiegów elektrycznych w cieczach *ER* – zarówno zupełnych, jak i niezupełnych – oraz omówił ich mechanizmy w dielektrykach gazowych, ciekłych i stałych. Przedstawiono szczegółową klasyfikację przebiegów, ich dynamikę oraz wpływ zanieczyszczeń, wilgotności, temperatury i ciśnienia na ich występowanie. Ważnym elementem są opisy badań własnych nad prototypowymi sprzęgłami i hamulcami z cieczami *ER*, w których zidentyfikowano przyczyny przebiegów i zaproponowano konkretne rozwiązania konstrukcyjne ograniczające ich występowanie.

Rozdział czwarty stanowi jeden z kluczowych fragmentów monografii, poświęcony analizie trwałości i zużycia się cieczy elektoreologicznych w warunkach eksploatacyjnych. Autor precyzyjnie definiuje pojęcie zużycia eksploatacyjnego (w tym tribologicznego), wprowadza pojęcie trwałości i kryterium granicznego zużycia oraz rozróżnia dwa zasadnicze typy zużycia cieczy *ER* – mechaniczne i elektryczne, opisując je m.in. za pomocą ładunku elektrycznego Q i wskaźnika strat energetycznych LDE . Przedstawiono wyniki badań własnych i literaturowych dla sprzęgieł, hamulców i tłumików, ze szczególnym uwzględnieniem zmian momentu

obrotowego, prądu upływu oraz zjawiska pozornej „samoregeneracji” właściwości reologicznych wskutek absorpcji wody. Autor analizuje mechanizmy zużycia, obejmujące destrukcję dielektryków, odmienne zużywanie fazy stałej i ciekłej oraz stopniowe pogarszanie charakterystyk elektoreologicznych, wykazując wpływ długotrwałego działania pola elektrycznego i przebieg na degradację struktury cieczy. Istotnym osiągnięciem jest autorski model ilościowy zużycia cieczy *ER*, integrujący mechanikę płynów, elektrochemię i reologię, co stanowi moim zdaniem ważny wkład w badania nad trwałością cieczy inteligentnych.

W piątym rozdziale autor wprowadza do części eksperymentalnej, przedstawiając charakterystykę dwóch cieczy roboczych: klasycznej *ERF#6* (fazą stałą są kuliste cząstki sulfonowanej żywicy, fazą ciekłą – olej silikonowy) oraz autorskiej, biodegradowalnej cieczy *eERI*, w której zastosowano skrobię ziemniaczaną jako fazę stałą oraz olej z pestek malin z dodatkiem naturalnego antyoksydanta. Omówiono podstawowe właściwości fizykochemiczne i reologiczne cieczy, w tym wpływ zawartości wody i temperatury na ich charakterystyki przepływowe. Podkreślono, że wykorzystanie składników naturalnych w *eERI* ogranicza toksyczność przy zachowaniu wysokiej efektywności reologicznej.

Rozdział szósty stanowi zasadniczy trzon monografii, obejmujący opis badań doświadczalnych zużycia cieczy *ER*. Autor zbudował własne stanowiska do oceny wpływu obciążeń mechanicznych i elektrycznych, z kontrolą pola elektrycznego, częstotliwości przebieg, prędkości przepływu i temperatury, oraz zastosował szeroki zestaw metod badawczych (m.in. pomiary lepkości, gęstości, zawartości wody, rozkładu wielkości cząstek, składu pierwiastkowego i widm *FTIR*). Wyniki wykazały, że kluczowym czynnikiem degradacji cieczy *ER* jest działanie pola elektrycznego i przebieg, prowadzące do zmian struktury cząstek i właściwości reologicznych, przy czym dla cieczy *eERI* dominują zjawiska absorpcji wody i wzrostu lepkości, a dla *ERF#6* – spadek lepkości i naprężeń stycznych bez wyraźnej degradacji chemicznej oleju silikonowego. Autor zaproponował nowe, ilościowe wskaźniki zużycia cieczy *ER*, oparte na analizie różnic w charakterystykach reologicznych i rozkładach cząstek, co umożliwia precyzyjne określenie stopnia degradacji w funkcji czasu i obciążenia. Uzupełnieniem jest uwzględnienie błędów i niepewności pomiarowych, co podnosi wiarygodność wyników i wzmacnia aplikacyjny charakter proponowanej metodyki oceny trwałości cieczy roboczych.

W rozdziale siódmym autor przechodzi od zagadnień materiałowych i eksperymentalnych do kwestii inżynierskich, dotyczących projektowania i sterowania podzespołów hydraulicznych z cieczami elektoreologicznymi. Szczegółowo omówiono konstrukcje sprzęgieł, hamulców, zaworów i tłumików, wskazując na ich złożoność wynikającą z konieczności generowania i

utrzymywania pola elektrycznego w przestrzeni roboczej wypełnionej cieczą *ER*. Autor przedstawił różne konfiguracje elektrod oraz rozwiązania eliminujące przebicia, uwzględniając wpływ geometrii, chropowatości i promienia krawędzi elektrod na lokalne natężenie pola elektrycznego. Autor omówił także metody poprawy odprowadzania ciepła z przestrzeni roboczej oraz konsekwencje niewłaściwego napełnienia układu cieczą (m.in. obecność powietrza powodująca lokalne przebicia). Rozdział zawiera również analizę układów sterowania z wykorzystaniem klasycznych regulatorów *PID* oraz regulatorów ślizgowych (*SMC*) i adaptacyjnych.

Rozdział ósmy stanowi bardzo ważną część monografii, w którym Autor opracował nieliniowy i liniowy model matematyczny cieczy *ER*, opisujący zależności pomiędzy pięcioma zmiennymi decyzyjnymi (udział cząstek ϕ , grubość szczeliny h , wilgotność w , szybkość ścinania γ , temperatura T), a trzema kryteriami eksploatacyjnymi: naprężeniem stycznym τ , napięciem przebicia U_p oraz prądem upływu I_p . Model ten stał się podstawą do stworzenia procedury optymalizacji doboru cieczy *ER*, w której zastosowano metody Monte Carlo i algorytmu genetycznego. Uzyskane wyniki pozwoliły wyznaczyć korzystne kombinacje parametrów roboczych cieczy i sprzęgła, zapewniające kompromis między trwałością, odpornością na przebicia a mocą strat, a analiza błędów potwierdziła poprawność i użyteczność zaproponowanego modelu

Ostatni rozdział ma charakter syntetyzujący i zawiera osiem wniosków podsumowujących wyniki analiz teoretycznych, eksperymentalnych i obliczeniowych. Autor zestawia własne rezultaty z aktualnym stanem wiedzy w inżynierii mechanicznej i mechatronice, wskazując zarówno na nowe aspekty poznawcze, jak i praktyczne implikacje dla projektowania układów hydraulicznych z cieczami *ER*. Podkreśla znaczenie konfiguracji pola elektrycznego prostopadłego do kierunku przepływu, doboru geometrii szczelin oraz warunków pomiaru, a także dwufazowy i wieloczynnikowy charakter procesów zużycia (mechanicznych i elektrycznych). Zwraca uwagę na zjawiska kompensacyjne (m.in. wpływ zawartości wody na naprężenie styczne) oraz pokazuje, że zastosowane procedury optymalizacji doboru cieczy *ER* pozwalają na wyznaczenie korzystnych wartości zmiennych decyzyjnych, zapewniających większą trwałość i bezpieczeństwo pracy podzespołów z cieczami inteligentnymi oraz realny potencjał wdrożeniowy.

Dobór literatury w całej monografii należy ocenić pozytywnie – obejmuje zarówno klasyczne prace z zakresu cieczy inteligentnych, jak i nowsze publikacje eksperymentalne oraz monografie krajowe, a cytowane źródła są realnie wykorzystane przy budowie modelu teoretycznego i metodyki badań.

3.3. Ocena wkładu naukowego

Wkład naukowy dr. inż. Ireneusza Musiałka ma charakter oryginalny, interdyscyplinarny i aplikacyjny, obejmując kompleksowe badania nad trwałością, degradacją i optymalizacją cieczy elektoreologicznych (*ER*) stosowanych w podzespołach hydraulicznych. Osiągnięcie naukowe w postaci przedstawionej do oceny monografii stanowi spójne i całościowe opracowanie problematyki zużycia cieczy *ER* w ujęciu teoretycznym, doświadczalnym oraz obliczeniowym.

Najważniejszy wkład naukowy autora polega na:

- opracowaniu modelu zużycia cieczy elektoreologicznych z uwzględnieniem narażeń mechanicznych i elektrycznych,
- wyodrębnieniu i opisie trzech głównych mechanizmów zużywania cieczy *ER* – summarycznej destrukcji dielektryków, indywidualnego zużycia fazy stałej i ciekłej oraz pogarszania się właściwości reologicznych,
- identyfikacji procesów samoregeneracji cieczy w warunkach eksploatacyjnych, co stanowi oryginalny wkład poznawczy do badań nad cieczami inteligentnymi,
- opracowaniu procedury optymalizacji doboru cieczy *ER*, uwzględniającej wpływ przebiegów elektrycznych oraz parametrów reologicznych i wytrzymałościowych,
- stworzeniu autorskiego modelu matematycznego cieczy *ER*, zdefiniowanego przez pięć zmiennych decyzyjnych (udział cząstek, grubość szczeliny, wilgotność, szybkość ścinania, temperatura),
- zastosowaniu metod Monte Carlo i algorytmu genetycznego w analizie wielokryterialnej, co umożliwiło uzyskanie optymalnych warunków eksploatacyjnych cieczy oraz zwiększenie trwałości podzespołów hydraulicznych.

Autor wprowadził do badań nad cieczami *ER* nowe podejście badawcze, łączące analizę procesów fizykochemicznych z oceną ich skutków funkcjonalnych. Zaproponowana metodyka łączy eksperyment laboratoryjny, badania reometryczne, analizę mikroskopową i modelowanie matematyczne, tworząc narzędzie umożliwiające prognozowanie trwałości cieczy w różnych warunkach eksploatacyjnych. Istotnym elementem dorobku jest również wykazanie, że zjawiska przebicia dielektrycznego i starzenia cieczy *ER* mogą być sterowane poprzez odpowiedni dobór materiałów, parametrów geometrycznych szczelin i warunków elektrycznych, co ma wymiar praktyczny w projektowaniu sprzęgła, hamulców i zaworów wiskotycznych.

Podsumowując, wkład dr. inż. Ireneusza Musiałka obejmuje zarówno opracowanie nowych metod badania i modelowania cieczy *ER*, jak i rozwój podstaw naukowych optymalizacji cieczy

roboczych w układach mechatronicznych, stanowiąc oryginalny dorobek naukowy w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

4. OCENA POZOSTAŁEJ AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ, W TYM AKTYWNOŚCI W WIĘCEJ NIŻ JEDNEJ UCZELNI / INSTYTUCJI NAUKOWEJ

4.1. Współpraca naukowa krajowa i zagraniczna

Dr inż. Ireneusz Musiałek prowadzi aktywną działalność naukową o szerokim zakresie tematycznym i zauważalnym stopniu umiędzynarodowienia. Uczestniczył jako wykonawca w projekcie realizowanym z Indian Institute of Technology w Bombaju (Rapid Development of Impellers of Energy Technology Machines Through Hybrid Manufacturing, 2015–2017), a następnie pełnił już rolę kierownika po stronie polskiej w projekcie z Inha University w Incheon (Design, modeling and experimental testing of devices with intelligent fluids..., 2020–2023).

Obecnie jest uczestnikiem dwóch projektów międzynarodowych realizowanych z National Taiwan University of Science and Technology (High-Speed 3D Printing Research Center). W polsko-tajwańskim projekcie NCBR (Development and Characterization of Copper-infused Titanium Alloys for Advanced Implants Using 3D Printing, 2024–2027) pełni funkcję Key Researcher i kierownika projektu ze strony Uniwersytetu Jana Kochanowskiego. W drugim projekcie (2025–2029), dotyczącym analizy proszków tytanu i miedzi do druku 3D implantów, jest kierownikiem ze strony UJK. W kraju od wielu lat współpracuje z Uniwersytetem Technologiczno-Humanistycznym w Radomiu (projekty dotyczące cieczy magnetycznych i elektroteologicznych oraz projekt w Katedrze Projektowania Maszyn) oraz z Siecią Badawczą Łukasiewicz – Instytutem Technologii Eksploatacji w Radomiu i Instytutem Nowych Syntezy Chemicznych w Puławach, gdzie w latach 2023–2024 kierował projektami w ramach programu *UJK dla Rozwoju Biznesu* dotyczącymi opracowania ekologicznej cieczy elektroteologicznej do zastosowań przemysłowych.

Zakres tej współpracy – obejmujący udział i kierowanie projektami międzynarodowymi, wieloletnią kooperację z ośrodkami krajowymi oraz realizację projektów o potencjale aplikacyjnym – pozwala ocenić współpracę naukową krajową i zagraniczną Habilitanta jako bardzo dobrą.

4.2. Dorobek publikacyjny i dane bibliometryczne

Zestawienie publikacji przedłożone przez Habilitanta pokazuje, że część jego prac została wykonana w ramach badań prowadzonych równolegle w kilku ośrodkach – zarówno krajowych, jak i zagranicznych.



Większość publikacji to wynik współpracy z Uniwersytetem Technologiczno-Humanistycznym w Radomiu. Dorobek publikacyjny Habilitanta obejmuje ponad 25 prac naukowych, w tym artykułów w czasopismach z listy JCR / Scopus oraz rozdziałów w monografiach naukowych. Do najbardziej wartościowych prac należy zaliczyć:

- *Analysis of a Combined Clutch with an Electrorheological Fluid, Smart Materials and Structures*, 2020, IF = 3.585;
- *Mathematical Modelling and Experimental Validation of Hybrid Clutch Combined with Two Modes...*, *Smart Materials and Structures*, 2021, IF = 4.131;
- *Parameter Estimation of Transfer Function of Viscous Clutch...*, *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, 2024, IF = 2.4;
- *Design Optimization of a Hydrodynamic Brake with an Electrorheological Fluid, Applied Sciences*, 2023, IF = 2.679.

Dr inż. Ireneusz Musiałek wykazuje także aktywność w zakresie prezentowania wyników badań na konferencjach naukowych, zarówno krajowych, jak i zagranicznych. Łącznie brał udział w 11 konferencjach naukowych, w tym trzech międzynarodowych.

Z przedłożonych danych bibliometrycznych wynika, że łączny impact factor czasopism, w których publikował dr inż. Ireneusz Musiałek, wynosi 31,73. Według bazy Scopus dorobek Habilitanta obejmuje 50 cytowań w 37 cytujących dokumentach, przy wartości indeksu Hirscha równej 5. W bazie Web of Science odnotowano 44 cytowania (w tym 31 bez samocytowań) oraz indeks Hirscha równy 4; liczba cytujących artykułów wynosi odpowiednio 33, a bez samocytowań – 26. W serwisie ResearchGate wskazano 61 cytowań oraz indeks Hirscha równy 5.

Podsumowując, należy stwierdzić, że mimo obecności kilku wartościowych publikacji w czasopismach z listy JCR / Scopus, ogólny obraz dorobku publikacyjnego i wskaźników bibliometrycznych Habilitanta należy ocenić jako umiarkowany, a miejscami raczej słaby. Praktycznie wszystkie prace mają charakter współautorski, brak jest jednoznacznie wyeksponowanych publikacji jednoautorskich, co utrudnia ocenę w pełni samodzielnego wkładu Habilitanta. Niewielka – jak na okres aktywności naukowej – liczba artykułów w czasopismach z wysokim IF, w połączeniu z ograniczoną liczbą cytowań i relatywnie niskimi wartościami indeksu Hirscha (WoS/Scopus), przekłada się na dość słaby obraz ilościowy i cytowalności tego dorobku. W związku z tym w obszarze dorobku publikacyjnego i jego oddziaływania Habilitant w przyszłości powinien wyraźnie zintensyfikować aktywność.



4.3. Udział w komitetach naukowych i organizacyjnych konferencji

Dr inż. Ireneusz Musiałek bierze udział w pracach komitetów naukowych i organizacyjnych konferencji, zarówno o zasięgu krajowym, jak i międzynarodowym. W autoreferacie wykazał m.in.:

- członkostwo w komitecie naukowym The 11th World Congress of Advanced Materials (Kobe, Japonia),
- członkostwo w komitecie naukowym Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej „Napędy i Sterowania Hydrauliczne i Pneumatyczne” (NSHP 2025) we Wrocławiu,
- funkcję przewodniczącego komitetu organizacyjnego I Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo-Technicznej „Mechatronika w Przemysle i Edukacji” (Gorzyce, 2023),
- członkostwo w komitetach organizacyjnych konferencji (np. II Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna „Mechatronika w Przemysle i Edukacji”, Gorzyce, 2024).

Udział w pracach komitetów naukowych oraz sprawowanie funkcji przewodniczącego komitetu organizacyjnego potwierdzają aktywność Habilitanta w środowisku naukowym i jego zaangażowanie w organizację życia konferencyjnego w obszarze mechatroniki i technik napędowych.

4.4. Członkostwo w organizacjach naukowych oraz udział w stażach

W zakresie formalnej przynależności do środowisk naukowo-technicznych dr inż. Ireneusz Musiałek wykazał:

- członkostwo w International Federation for the Promotion of Mechanism and Machine Science (IFTToMM), Technical Committee for Reliability, Oddział Polski – od 2012 r.,
- członkostwo w SIMP NOT (Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Mechaników Polskich).

Członkostwo w tych organizacjach wpisuje się w profil naukowy Habilitanta (mechanika, mechatronika, napędy) i stanowi standardową, ale oczekiwaną formę aktywności środowiskowej. Habilitant wykazał również krótkoterminowe staże naukowe, bezpośrednio powiązane z jego działalnością badawczą. Odbił 15-dniowy staż w Sieci Badawczej Łukasiewicz – Instytucie Technologii Eksploatacji w Radomiu (16–30.09.2024), dotyczący badań cieczy stosowanych w technice, oraz 15-dniowy staż w Laboratorium Reologii Wydziału Mechanicznego Uniwersytetu Radomskiego (14–28.02.2025), poświęcony badaniom reologicznym cieczy elektoreologicznych. Uczestniczył także w stażu zagranicznym w High-



Speed 3D Printing Research Center, National Taiwan University of Science and Technology w Tajpej (4–12.05.2025), związanym z drukiem 3D struktur implantów ze stopów tytanu.

Tematyka tych staży jest spójna z głównymi kierunkami badań Habilitanta i sprzyja doskonaleniu kompetencji oraz rozwojowi współpracy międzynarodowej, jednak należy podkreślić, że mają one charakter krótkoterminowy i w przyszłości wskazane byłoby wydłużanie tej formy mobilności naukowej.

4.5. Współpraca z otoczeniem społecznym i gospodarczym

Habilitant – mimo braku formalnie wykazanego „dorobku technologicznego” w postaci wdrożeń – utrzymuje regularne kontakty z otoczeniem gospodarczym, głównie w obszarze druku 3D, cieczy inteligentnych oraz elementów maszyn.

Współpraca ta obejmuje m.in.:

- działania na rzecz Radomskiego Klastra Metalowego (2013–2014), w tym organizację spotkań promujących technologie druku 3D w przemyśle,
- doradztwo dla LiuGong Machinery Poland (2017) w zakresie technologii wykonania kół łopatkowych przekładni hydrokinetycznych z proszków aluminium metodą druku 3D,
- udział w rozmowach z KGHM Polska Miedź (2021) dotyczących potencjalnego wprowadzenia proszku miedzi jako materiału do druku 3D,
- wieloletnią współpracę z Siecią Badawczą Łukasiewicz – Instytutem Nowych Syntezy Chemicznych w Puławach oraz Instytutem Technologii Eksploatacji w Radomiu (od 2014 r.) w zakresie projektów badawczych.

Istotnym elementem tej współpracy są także uzyskane i zgłoszone prawa własności przemysłowej:

- patent PL 215 103 B1 – *Sterowane sprzęgło hydrauliczne z cieczą reologiczną* (współautor),
- patent PL 245 561 B1 – *Sprzęgło z cieczą magnetoreologiczną sterowane wirującym polem magnetycznym* (współautor),
- zgłoszenie patentowe (2025) – *Ekologiczna ciecz elektoreologiczna* (współautor).

Patenty te, dotyczące nowatorskich rozwiązań sprzęgieł z cieczami inteligentnymi oraz opracowania ekologicznej cieczy ER, stanowią istotny element dorobku aplikacyjnego Habilitanta i potwierdzają praktyczny wymiar jego badań oraz realne powiązania z otoczeniem społeczno-gospodarczym.



5. DZIAŁALNOŚĆ DYDAKTYCZNA, ORGANIZACYJNA I POPULARYZACJA NAUKI

5.1. Działalność dydaktyczna

Dr inż. Ireneusz Musiałek od wielu lat prowadzi intensywną działalność dydaktyczną głównie na kierunku Mechatronika w PWSZ w Sandomierzu oraz w Filii UJK w Sandomierzu, a także okresowo na Politechnice Radomskiej. Realizował wykłady, ćwiczenia, projekty i seminaria na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych z kluczowych przedmiotów inżynierii mechanicznej i mechatroniki (m.in. mechanika i wytrzymałość, inżynieria wytwarzania, eksploatacja maszyn, mechatronika, robotyka, systemy CAD/CAM, druk 3D), przygotowując również materiały do e-learningu. Był opiekunem praktyk zawodowych studentów mechatroniki (2007–2016), promotorem 32 ukończonych prac dyplomowych oraz recenzentem 25 prac inżynierskich. Pełni funkcję promotora pomocniczego w rozprawie doktorskiej dotyczącej trwałości implantów wytwarzanych technikami przyrostowymi.

Istotnym elementem jego aktywności jest udział w tworzeniu programów studiów – współtworzył dokumentację kierunków Mechatronika oraz Edukacja techniczno-informatyczna, kierował zespołem przygotowującym kierunek Mechatronika o profilu praktycznym i uczestniczył w jego uruchomieniu w Filii UJK. Zaangażowany był także w rozwój bazy laboratoryjnej, w szczególności stanowisk do druku 3D i badań właściwości mechanicznych wydruków.

5.2. Działalność organizacyjna

Dr inż. Ireneusz Musiałek pełnił szereg istotnych funkcji organizacyjnych w macierzystej uczelni. Przez trzy kadencje był prodziekanem ds. ogólnych i pierwszym zastępcą Dziekana Wydziału w Filii UJK w Sandomierzu, a w latach 2017–2018 sprawował funkcję dyrektora Instytutu Technicznego kierunku Mechatronika na Wydziale Zamiejscowym w Sandomierzu. Jest członkiem kilku kluczowych komisji uczelnianych Uniwersytetu Jana Kochanowskiego (Komisja ds. orderów i odznaczeń oraz nagród ministra – 2020–2025, Uniwersytecka Komisja Wyborcza – 2020–2028, Komisja ds. umiędzynarodowienia – od 2024 r.), a także Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej i Zespołu ds. Jakości Kształcenia dla kierunku Mechatronika (od 2019 r.). Prowadzi również aktywność w zakresie organizacji życia naukowego – był przewodniczącym komitetu organizacyjnego I Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo-Technicznej „*Mechatronika w Przemysle i Edukacji*” (Gorzyce, 2023) oraz członkiem komitetów organizacyjnych konferencji NOT „*70 lat Radomskiej Rady FSNT NOT 1951–*



2021” (Radom, 2021) i konferencji „Nowoczesne technologie w służbie cyfrowej szkoły i administracji publicznej” (Radom, 2022).

5.3. Popularyzacja nauki

Habilitant prowadzi systematyczną działalność popularyzującą naukę w obszarze mechatroniki i nowoczesnych technologii. Organizował i współorganizował konkursy dla młodzieży (m.in. konkurs wiedzy o mechatronice, „Supertechnika Regionu”) oraz od 2017 r. współpracuje z Uniwersytetem Dziecięcym przy Filii UJK w Sandomierzu, prowadząc zajęcia i warsztaty z robotyki, druku 3D i informatyki. Wygłaszał wykłady popularyzujące podczas lokalnych wydarzeń (Dni Sandomierza, Radomskie Dni Techniki) oraz występował w mediach regionalnych, prezentując zastosowania mechatroniki i technik przyrostowych w przemyśle. Regularnie uczestniczy w targach branżowych (utrzymanie ruchu, automatyka, druk 3D, napędy i sterowanie), co sprzyja zarówno aktualizacji wiedzy o trendach technologicznych, jak i promocji kierunku Mechatronika oraz kontaktom z przemysłem.

Podsumowując, działalność dydaktyczna, organizacyjna oraz popularyzatorska dr inż. Ireneusza Musiałka jest wieloletnia i dobrze udokumentowana, stąd oceniam pozytywnie.

6. OPINIA KOŃCOWA

Przedmiotem niniejszej recenzji było osiągnięcie naukowe w postaci monografii poświęconej zużyciu cieczy elektroteologicznych w podzespołach hydraulicznych oraz całokształt dorobku naukowego, dydaktycznego, organizacyjnego i popularyzatorskiego dr inż. Ireneusza Musiałka. Przeprowadzona analiza pozwala stwierdzić, że monografia stanowi spójne, oryginalne i w znacznej mierze samodzielne osiągnięcie naukowe. Obejmuje ono zarówno badania teoretyczne, eksperymentalne, jak i obliczeniowe, prowadzące do określenia mechanizmów zużycia cieczy ER , wpływu przebiegu elektrycznego oraz opracowania procedury optymalizacyjnej doboru cieczy roboczych. Wyniki te mają znaczenie dla rozwoju dyscypliny inżynieria mechaniczna, w szczególności w obszarze mechatronicznych układów z cieczami inteligentnymi, i posiadają wyraźny potencjał aplikacyjny.

Pozostała aktywność naukowa i akademicka Habilitanta – obejmująca udział i kierowanie projektami badawczymi, współpracę z ośrodkami krajowymi i zagranicznymi oraz działalność dydaktyczną, organizacyjną i popularyzatorską – zasługuje na ocenę zadowalającą. Odmienne należy ocenić dorobek publikacyjny oraz wskaźniki bibliometryczne, które mają charakter



umiarkowany, miejscami raczej słaby, co wskazuje na potrzebę wyraźnego zintensyfikowania w przyszłości samodzielnej aktywności publikacyjnej i dążenia do zwiększenia oddziaływania cytowań.

Biorąc pod uwagę przede wszystkim wartość naukową przedłożonej monografii, uzupełnioną o całokształt dotychczasowej działalności badawczej, dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzującej naukę, stwierdzam, że przedstawione osiągnięcia dr inż. Ireneusza Musiałka w **stopniu wystarczającym spełniają wymagania** określone w art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U 2024 poz. 1571 z późn.zm.). **Wnoszę zatem o dopuszczenie dr inż. Ireneusza Musiałka do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego w dyscyplinie inżynieria mechaniczna, przewidzianych obowiązującymi przepisami.**

