

dr hab. inż. Grzegorz Klekot, prof. uczelni
Politechnika Warszawska
Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych

Warszawa, 09.09.2026 r.

Recenzja

**rozprawy doktorskiej mgr. inż. Sachina Poudela
pt. „Scale Bridging Computational and Data-Driven Design
of Microstructures in Multicomponent Alloys
for Advanced Functional Materials”**

(„Łączące skalę obliczeniową i oparte na danych
projektowanie mikrostruktur w stopach wieloskładnikowych
dla zaawansowanych materiałów konstrukcyjnych”)

Podstawy formalne opracowania recenzji:

Recenzję pracy doktorskiej mgr. inż. Sachina Poudela opracowano zgodnie z uchwałą Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Śląskiej z dnia 15 lipca 2026 roku.

1. Uwagi o wyborze tematyki pracy

Mnogość maszyn i urządzeń technicznych we współczesnym świecie ułatwia pracę i poprawia komfort życia ludzi. Wielkoskalowa produkcja przemysłowa generuje potrzebę optymalizacji wyrobów ukierunkowaną na konkretne walory użytkowe. Nowoczesne materiały konstrukcyjne są niezbędne do tworzenia produktów lekkich, wytrzymałych, bezpiecznych i niezawodnych; postulat zapewnienia racjonalnych kosztów wytwarzania i eksploatacji ściśle wiąże się z właściwościami materiałowymi.

Trudno zatem przecenić rolę kształtowania własności fizycznych materiałów inżynierskich w aspekcie doskonalenia obiektów technicznych.

Uważam, że tematyka pracy jest aktualna, a badania nad modelowaniem materiałów konstrukcyjnych na potrzeby konkretnych elementów i struktur mają znaczenie naukowe i użyteczne.

2. Charakterystyka pracy

Przedstawiona do oceny praca liczy 216 stron. Główna część merytoryczna to liczący 37 stron tekstu łącznie z rysunkami, tabelami i bibliografią autoreferat, oraz 143 stronicowy załącznik zawierający cykl 7 artykułów opublikowanych w renomowanych czasopismach naukowych. Pozostałe elementy to: strona tytułowa, dedykacja, podziękowania, streszczenia w języku angielskim i polskim, lista autorskich publikacji głównych i uzupełniających, opis wkładu Doktoranta w poszczególne publikacje, lista osiągnięć naukowych, spis treści, lista rysunków, lista tabel, lista skrótów, oraz 19 deklaracji współautorów prac.

W pierwszym rozdziale autoreferatu zatytułowanym „Wprowadzenie” Autor przedstawia filozofię symulacyjnego projektowania materiałów konstrukcyjnych o własnościach ukierunkowanych na konkretne zastosowania inżynierskie, sygnalizuje trzy kierunki badań (stopy metali, materiały piezoelektryczne, litowe ogniwa elektrochemiczne).

Rozdział drugi opracowany z wykorzystaniem przeglądu literatury zawiera informacje dotyczące metod modelowania zaawansowanych materiałów funkcjonalnych stosowanych na elementy i zespoły składające się ze stopów wieloskładnikowych, ceramiki piezoelektrycznej i polimerów oraz interfejsów baterii na bazie litu.

W trzecim rozdziale Doktorant zaprezentował jako cel pracy opracowanie metodologii obliczeniowej łączącej modelowanie zjawisk fizycznych z modelami bazującymi na danych w zadaniu wsparcia projektowania elementów i urządzeń o założonych własnościach: mechanicznych (stopy wieloskładnikowe), elektromechanicznych (ceramika piezoelektryczna), elektrochemicznych (trwałość i niezawodność baterii).

Zagadnieniom projektowania zaawansowanych materiałów funkcjonalnych przez syntezywanie rozważań mikrostrukturalnych uwzględniających wiązania atomowe, oddziaływania międzycząsteczkowe, termiczne, elektromechaniczne z obliczeniami metodą elementów skończonych i uczeniem maszynowym poświęcony jest rozdział

czwarty. Rozdział ten jest swego rodzaju przewodnikiem po współautorskich artykułach naukowych Doktoranta, zawierających wyniki badań.

Tytuł „Wnioski i przyszła praca” odzwierciedla zawartość ostatniego, piątego rozdziału. Autor przedstawił tu podsumowanie uzyskanych efektów oraz kierunki dalszych badań.

Istotną częścią rozprawy jest cykl siedmiu tematycznie powiązanych artykułów opracowanych z udziałem Doktoranta opublikowanych w renomowanych czasopismach naukowych (załącznik A), stanowiący udokumentowanie osiągnięcia naukowego. Cztery publikacje dotyczą stopów wieloskładnikowych, dwa artykuły obejmują problematykę materiałów piezoelektrycznych, natomiast w jednym artykule zawarto rozważania nad rolą dendrytów w nowej generacji baterii litowo-jonowych.

3. Ocena pracy

Praca ma charakter wielodyscyplinarny, obejmuje problematykę mieszczącą się w dziedzinach nauk ścisłych i przyrodniczych oraz inżynierjno-technicznych. Zakwalifikowanie pracy do dyscypliny inżynieria mechaniczna wynika ze stosowania przez Doktoranta metod i modeli typowych dla obszaru inżynierii mechanicznej oraz z możliwości wykorzystania uzyskanych rezultatów w zagadnieniach dotyczących konstruowania maszyn i urządzeń mechanicznych.

Uważam, że praca mieści się w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

Układ rozprawy jest logiczny, szczególnie uzasadniony dokumentowaniem rezultatów uzyskiwanych na kolejnych etapach prac artykułami naukowymi opublikowanymi w latach 2024-2026. Kopie tych siedmiu tematycznie powiązanych publikacji (załącznik A) podkreślają dobitnie spektakularne efekty zrealizowanych badań.

Przedstawiony przegląd literaturowy odzwierciedla aktualny stan wiedzy, nawiązuje do dotychczasowych badań związanych z problematyką rozprawy prowadzonych w ośrodkach zagranicznych i krajowych. Wybór literatury przedstawiony przez Autora za trafny, a sposób cytowania za poprawny, świadczący o umiejętności posługiwania się materiałem bibliograficznym. Podkreślić należy również bardzo obszerną bibliografię wszystkich siedmiu artykułów (załącznik A).

Autor jako główny cel rozprawy wskazał opracowanie i zastosowanie metod obliczeniowych łączących modelowanie oparte na fizyce z predykcją bazującą na

danych. Osiągnięcie tak sformułowanego celu wymagało opracowania koncepcji platformy integrującej modelowanie czasowo-przestrzenne, która umożliwi działania na wielu poziomach: od skali atomowej poprzez strukturę materiału do gotowego elementu lub urządzenia. Doktorant wykorzystał różne narzędzia obliczeniowe, między innymi bazujące na teorii funkcjonału gęstości, metodzie elementów skończonych, modelowaniu opartemu na dostępnych danych; zastosował szeroko rozumiane uczenie maszynowe z elementami sztucznej inteligencji.

Autoreferat został zakończony poprawnym podsumowaniem i wskazaniem kierunków rozwojowych; zaakcentowano zasadność integralnej realizacji procesu optymalizacji materiałów konstrukcyjnych, elementów, urządzeń i struktur.

Zrealizowano cel pracy, a opracowana metodyka ma znaczenie naukowe i użytkowe, stanowiąc wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna.

Działania przedstawione w pracy oceniam pozytywnie pod względem merytorycznym i metodycznym. Autor zaprezentował interesujące podejście do problematyki kształtowania materiałów konstrukcyjnych, a osiągnięte rezultaty otwierają nowe perspektywy badaczom i konstruktorom.

Wysokie walory podkreślają dołączone artykuły, które po uzyskaniu pozytywnych recenzji opublikowano w renomowanych czasopismach naukowych.

4. Szczegółowe uwagi krytyczne

Po lekturze pracy nasuwają się następujące pytania:

- Dlaczego nie zamieszczono przykładu ilustrującego kolejne operacje realizowane podczas doboru materiału konstrukcyjnego do konkretnego zastosowania (krok po kroku)?
- Jaki można zweryfikować poprawność rezultatów uzyskiwanych metodami obliczeniowo-symulacyjnymi? Czy badano własności rzeczywistych obiektów wykonanych według opracowanej metodyki?
- Jeden z artykułów (P-VI) nie jest dostępny pod wskazanym DOI. Jaki jest status tej publikacji?

5. Uwagi o stronie edytorskiej rozprawy

Praca pod względem edytorskim została opracowana starannie. Niewielki rozmiar czcionki na niektórych rysunkach odrobinę obniża ich czytelność (na przykład rys. 1.2 a), lecz nie utrudnia odbioru całej pracy.

6. Wnioski końcowe

Zasygnalizowane wątpliwości nie obniżają pozytywnej całościowej oceny pracy. Uważam, że całość przedstawiona do recenzji jest wartościowe pod względem poznawczym i użytkowym, zawiera nowatorskie podejście do kształtowania własności materiałów konstrukcyjnych.

Mgr inż. Sachin Poudel wykazał się umiejętnością sformułowania i samodzielnego rozwiązania problemu naukowego, jakim jest opracowanie spójnej koncepcji kształtowania własności materiałów konstrukcyjnych metodami obliczeniowymi łączącymi wielopoziomowe czasowo-przestrzenne modelowanie zjawisk fizycznych z wnioskowaniem bazującym na danych. Właściwie zaplanował i zrealizował badania symulacyjne, a uzyskane rezultaty wykorzystał do poprawnego formułowania wniosków. Doktorant wykazał, że w obszarze dyscypliny inżynieria mechaniczna ma wystarczający zasób wiedzy i umiejętności.

Stwierdzam, że recenzowana rozprawa mgr. inż. Sachina Poudela „Scale Bridging Computational and Data-Driven Design of Microstructures in Multicomponent Alloys for Advanced Functional Materials” spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim przez art. 187 ust. 1 i 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U.2024 r. poz. 1571) i może zostać dopuszczona do publicznej obrony.

Wnioskuje również o wyróżnienie recenzowanej rozprawy doktorskiej.

Uzasadnieniem jest cykl siedmiu tematycznie powiązanych artykułów naukowych (sumaryczny IF: 61,9; łącznie 970 punktów MNiSW) w renomowanych czasopismach. Doktorant jest pierwszym autorem czterech publikacji z udziałem powyżej 50% oraz autorem korespondencyjnym trzech kolejnych.

Dr hab. inż. Grzegorz Klekot, prof. PW