

Dr hab. inż. Tadeusz Pająk, prof. AGH
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki
Katedra Systemów Energetycznych i Urządzeń Ochrony Środowiska
E-mail: pajak@agh.edu.pl

Kraków, dnia 23.06.2025 r.

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Michała Laskowskiego

pt.: „*Badanie wykorzystania mikrosieci jako wysp energetycznych integrujących prosumentów, producentów i odbiorców przy wykorzystaniu inteligentnej infrastruktury sieciowej*”

Promotor rozprawy doktorskiej:

Prof. dr hab. inż. Jan Kiciński, dr h.c. mult.

1. Podstawa i aspekty formalne opracowania recenzji

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr. inż. Michała Laskowskiego pt.: „*Badanie wykorzystania mikrosieci jako wysp energetycznych integrujących prosumentów, producentów i odbiorców przy wykorzystaniu inteligentnej infrastruktury sieciowej*” opracowana została na podstawie umowy o dzieło nr 5.05/D/1 zawartej w dniu 5 maja 2025 r. pomiędzy Instytutem Maszyn Przepływowych Polskiej Akademii Nauk w Gdańsku a autorem niniejszej recenzji. Przedmiotowa umowa jest następstwem odpowiedniej decyzji Rady Naukowej IMP PAN, która w ramach swoich kompetencji określonych Statutem IMP PAN przeprowadza przewody doktorskie oraz nadaje stopnie naukowe doktora i doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna. Tym samym w ramach recenzji powyższej rozprawy doktorskiej przedstawiona zostanie, zgodnie z wymaganiami art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. 2024 poz. 1571 z późn. zm.), ocena ogólnej wiedzy teoretycznej oraz umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej Doktoranta w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

Promotorem niniejszej rozprawy jest prof. dr hab. inż. Jan Kiciński. Dr h.c. mult, reprezentujący Centrum Badawcze PAN KEZO, O5/Z2 - Zakład Energetyki Rozproszonej i OZE Instytutu Maszyn Przepływowych Polskiej Akademii Nauk w Gdańsku.

Autor niniejszej recenzji, zgodnie z ogólnie przyjętymi zwyczajami dotyczącymi wykonania przedmiotowej recenzji oświadcza, że posiada odpowiednie kwalifikacje, wiedzę i doświadczenie do profesjonalnego wykonania recenzji, a w szczególności:

- wykonanie przedmiotu umowy leży w granicach jego możliwości i nie istnieją żadne przeszkody natury technicznej i prawnej uniemożliwiające w całości wykonanie przedmiotu umowy,
- nie jest współautorem prac naukowych Kandydata do stopnia doktora,
- nie uczestniczył, ani nie uczestniczy wspólnie z Kandydatem do stopnia doktora w zespołach badawczych, realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych,
- nie prowadził wspólnie z Kandydatem do stopnia doktora prac naukowych w instytucjach naukowych,
- nie sporządzał recenzji w innych postępowaniach o awans naukowy Kandydata do stopnia doktora oraz nie pełnił w nich funkcji promotora lub promotora pomocniczego,
- nie zachodzą inne okoliczności określone w art. 245 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (Dz. U. z 2023 r. poz. 775 ze zm.), które skutkowałyby niemożnością wykonania przedmiotu umowy.

2. Sylwetka naukowa Doktoranta

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska jest zwięźczeniem studiów doktoranckich Doktoranta zrealizowanych w trybie wdrożeniowym, w latach 2018 ÷ 2024 w Instytucie Maszyn Przepływowych PAN w Centrum Badawczym KEZO. Doktorant jest absolwentem Politechniki Warszawskiej, Wydziału Inżynierii Produkcji gdzie w roku 2015 ukończył studia pierwszego stopnia, a w roku 2017 studia magisterskie ze specjalnością Inżynieria Produkcji Zglobalizowanej, która zapewne stworzyła asumpt do analizowanej w rozprawie doktorskiej inżynierii inteligentnej produkcji energii elektrycznej w mikrosystemie wypowym.

Od września 2015 roku, a zatem bezpośrednio po zakończeniu studiów inżynierskich, jest związany zawodowo z GK PGE, obejmując kolejne istotne stanowiska po kierownictwo w projekcie megainwestycji GK PGE związanej z magazynowaniem energii elektrycznej, z udziałem także w pracach Komitetu Rozwoju Biznesu i Innowacji GK PGE, w tym z opracowywaniem strategii wykorzystania wodoru.

Doktorant wykazuje także aktywność naukową. Jest współautorem publikacji; *The impact of electrification of heating on the power grid for a selected area microgrids*, wydanej w prestiżowym czasopiśmie Archives of Thermodynamics DOI [10.24425/ather.2023.149716](https://doi.org/10.24425/ather.2023.149716). Brał aktywny udział w konferencjach naukowych o tematyce wysoko zbieżnej z problematyką swojej rozprawy doktorskiej, głównie organizowanych przez KEZO IMP PAN. Ukończył kilka istotnych dla profilu zawodowego kursów i otrzymał stosowne certyfikaty.

Tak przedstawiona sylwetka naukowa Doktoranta, o dynamicznym rozwoju zawodowym i istotnych akcentach naukowych, bardzo dobrze wpisuje się w podjętą tematykę i cel rozprawy doktorskiej oraz jej wdrożeniowy charakter.

3. Ogólna charakterystyka rozprawy doktorskiej

Recenzowana praca doktorska mgr. inż. Michała Laskowskiego pt.: *„Badanie wykorzystania mikrosieci jako wysp energetycznych integrujących prosumentów, producentów i odbiorców przy wykorzystaniu inteligentnej infrastruktury sieciowej”* została zredagowana na 191 stronach w 8 rozdziałach. Praca zawiera łącznie 24 tabele systematycznie numerowane oraz podobnie numerowanych 77 rysunków. Ponadto w rozprawie zamieszczono wymagane streszczenia w języku polskim i angielskim oraz wykaz ważniejszych oznaczeń i symboli. Istotnym atutem pracy doktorskiej jest przywołanie 82 publikacji bezpośrednio związanych z tematyką oraz celem rozprawy. Edycyjnie praca doktorska nie budzi zastrzeżeń. Całość jest poprawnie wydrukowana i oprawiona.

Charakterem swoim przedmiotowa rozprawa stanowi studium teoretyczno-empiryczne, szczegółowo zorientowane w newralgicznym dla transformacji energetycznej obszarze generacji rozproszonej oraz autonomicznych struktur sieciowych. Zauważalny od paru lat dynamiczny rozwój odnawialnych źródeł energii (OZE), a także postępująca decentralizacja systemu elektroenergetycznego oraz rosnące wymagania w zakresie bezpieczeństwa i niezawodności zasilania stanowią dla Doktoranta zasadnicze przesłanki do poszukiwania nowych paradygmatów w projektowaniu i sterowaniu lokalnymi systemami dystrybucji energii ze źródeł prosumenckich. Tym samym można już na wstępie uznać, że przedłożona do recenzji rozprawa prezentując kompleksowe i oryginalne w swojej postaci podejście do problematyki optymalizacji mikrosystemów elektroenergetycznych jest odpowiedzią na tak scharakteryzowane wyzwania. Trudno także na wstępie nie podkreślić empirycznego i użytecznego charakteru rozprawy, co dla Doktoranta przedstawiającego jej wyniki w finale realizacji tzw. „doktoratu wdrożeniowego” ma bardzo istotne znaczenie, w tym, podkreślane przez art. 187.2. przedmiotowej Ustawy (Dz. U. 2024 poz. 1571 z późn. zm.), poprzez zaprezentowanie oryginalnego rozwiązania w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych wdrażanych w sferze gospodarczej.

4. Ocena merytorycznej zawartości rozprawy

W swoim wstępie (**rozdz. 1.**) Doktorant prezentując syntetyczny przegląd literatury i stanu wiedzy w dziedzinie mikrosieci elektroenergetycznych omawia strukturę krajowych sieci elektroenergetycznych, z uwzględnieniem hierarchii napięć (wysokie, średnie, niskie) oraz zasad funkcjonowania systemów przesyłowych i dystrybucyjnych. Prezentuje dalej wytwórców energii elektrycznej na różnych poziomach napięć, wskazując na różnorodność źródeł – od konwencjonalnych elektrowni po rozproszone jednostki generacji. Kluczową dla celów rozprawy częścią tego rozdziału jest definicja mikrosieci, rozumianych jako lokalnych systemów zdolnych do autonomicznej pracy (tzw. tryb wyspowy), co zwiększa niezawodność dostaw, redukuje straty transmisyjne i wspiera integrację OZE. Doktorant słusznie podkreśla, że dogłębna analiza ewolucji rynku energii – od modelu w pełni scentralizowanego do hybrydowego, z rosnącą rolą rynków lokalnych i prosumeryzmu – jest niezbędna do

zbudowania realistycznych, prezentowanych w kolejnych rozdziałach rozprawy modeli ekonomicznych oraz sformułowania wybranych zadań optymalizacyjnych w zakresie optymalnego doboru źródeł wytwórczych wraz z opracowaniem algorytmów pracy projektowanego mikroukładu opartego o dwusekcyjną magistralę. **W zakończeniu tego rozdziału Doktorant odwołuje się do jednego z najistotniejszych walorów rozprawy wskazując, że dla badanego mikrosystemu testowego zostały zainstalowane w 2022 roku odpowiednie urządzenia pomiarowe u ponad 260 lokalnych odbiorców energii elektrycznej, co pozwala zauważyć nie tylko skalę założonego planu badań, ale także poprzez tak dużą ich reprezentatywność wynikającą stąd wysoką wiarygodność otrzymanych wyników badań.**

W **rozdziale 2**, Doktorant szczegółowo prezentuje obszar badań – Gminę Miastkowo, wiejską jednostkę administracyjną o rozproszonej zabudowie, co determinuje specyficzne wyzwania energetyczne. Wybór lokalizacji uzasadnia jej reprezentatywnością dla typowych obszarów wiejskich wraz z brakiem redundancji w zasilaniu. Prezentuje dalej dane demograficzne, strukturę sieciową (8 stacji SN/nN o mocy umownej 3853 kW) oraz charakterystykę energetyczną, w tym obecność 10 prosumentów, ze szczególnym uwzględnieniem głównego odbiorcy, jakim jest tartak, generujący szczytowe zapotrzebowanie przekraczające 600 kW_e. Zużycie energii elektrycznej w ujęciu miesięcznym przedstawiono na licznych rysunkach autorstwa Doktoranta, co pozwoliło zidentyfikować wzorce konsumpcji i emisje związane z obecnym systemem zasilania. Doktorant rozpoznał w ten sposób realia energetyczne gminy Miastkowo, co było kluczowe dla właściwego zaprojektowania mikrosieci dostosowanej do lokalnych potrzeb. Rozdział ten jest ponadto bogaty w szereg danych liczbowych, definicji 18-tu mikroźródeł, rodzajów magazynów energii cieplnej i elektrycznej i graficznych ilustracji potwierdzających bardzo dobrą znajomość przedmiotu podjętej przez Doktoranta rozprawy.

Rozdział 3 szczegółowo charakteryzuje obszar badanej mikrosieci, prezentuje kryteria wyboru lokalizacji w tym opis gminy Miastkowo, jej oddziaływanie na jakość powietrza poprzez analizę emisji poszczególnych zanieczyszczeń, a w konkluzji wskazuje wybraną do badań część wsi Miastkowo, na terenie której powstanie przedmiotowa mikrosieć zdolna do samodzielnego zaopatrywania w energię elektryczną 261 odbiorców, których obecnie eksploatowane instalacje prosumenckie są lub będą przyłączone do tej sieci. Jest to kolejne bardzo istotne, opracowane i poparte własnymi analizami przez Doktoranta, założenie w aspekcie osiągnięcia przyjętego celu rozprawy.

W **rozdziale 4** Doktorant syntetycznie przedstawia teoretyczne podstawy optymalizacji działania zaproponowanego w rozprawie mikrosystemu elektroenergetycznego celem wskazania optimum; struktury zainstalowanej mocy, pojemności zasobników energii elektrycznej, produkcji energii elektrycznej, przepływu mocy z i do zasobników energii poprzez sieć dystrybucyjną. Rozróżnia optymalizację dynamiczną (dostosowanie w czasie rzeczywistym do zmiennych warunków zapotrzebowania i produkcji) oraz statyczną

(długoterminowe planowanie konfiguracji systemu) w zarządzaniu mikrosiecią, wskazując, że optymalizacja dynamiczna jest kluczowa dla pracy wyspowej, a statyczna wspiera strategiczne decyzje inwestycyjne. Tym samym Doktorant potwierdza dobrą znajomość procedur optymalizacyjnych, jakie zamierza wykorzystać w kolejnym etapie swojej rozprawy. Obszerny **rozdział 5** otwiera zasadniczą część badawczą rozprawy definiując na wstępie cel oraz zasadniczą tezę rozprawy.

Wiodący cel pracy brzmi:

opracowanie i weryfikacja symulacyjna nowej, kompleksowej metody optymalizowania struktury i pracy mikrosystemu elektroenergetycznego, zorientowanej na jednoczesną minimalizację dwóch kluczowych wskaźników: krańcowego kosztu energii elektrycznej oraz śladu węglowego, przy bezwzględnym zachowaniu ciągłości zasilania i zaspokojeniu potrzeb odbiorców. Realizację tak zdefiniowanego celu oparto na autorskim, zaawansowanym narzędziu obliczeniowym Doktoranta, nazwanym Microgrid Design and Simulation (MDS).

Natomiast zasadnicza teza rozprawy została następująco sformułowana:

możliwe jest skuteczne zaprojektowanie i zweryfikowanie techniczne funkcjonowania mikrosystemu elektroenergetycznego AC/DC, zdolnego do pracy wyspowej, przy użyciu autorskiego narzędzia MDS. Narzędzie to, wykorzystując odpowiednio zbudowane algorytmy optymalizacyjne, ma na celu minimalizację krańcowego kosztu energii i śladu węglowego. Ponadto Doktorant stawia hipotezę, że jakość wyników uzyskanych za pomocą MDS jest porównywalna z innymi zaawansowanymi metodami optymalizacji dynamicznej.

Opracowanie przez Doktoranta własnego, modularnego narzędzia obliczeniowego (Microgrid Design and Simulation) uznać należy za wiodące osiągnięcie zaprezentowane w rozprawie, zarówno pod względem naukowej oryginalności jak cech użytkowych tego narzędzia. Składa się ono z trzech zintegrowanych programów, co pozwala na kompleksowe podejście do rozwiązania postawionego problemu badawczego: od doboru komponentów, przez symulację operacyjną, po analizę sieciową. W rozdziale tym szczegółowo przedstawiono architekturę narzędzia, modele matematyczne poszczególnych komponentów (źródeł OZE, magazynów, odbiorów), funkcje celu oraz zdefiniowano 13 warunków ograniczających wyznaczenie optymalnych stanów pracy mikrosystemu. **Rozdział ten kolejny raz potwierdza nie tylko bardzo dobrą znajomość podjętego problemu badawczego, ale także wskazuje na oryginalne rozwiązanie postawionego problemu badawczego przy wykorzystaniu opracowanego przez Doktoranta własnego i oryginalnego narzędzia badawczego.**

W **rozdziale 6** Doktorant szczegółowo przedstawia i analizuje zaprojektowany, zbilansowany oraz zoptymalizowany mikrosystem Miastkowo, prezentując i analizując schematy blokowe dla ośmiu trybów pracy mikrosieci, w tym np. tryb wyspowy, czy przy udziale wsparcia KSE, co jest dowodem kompleksowego podejścia do zagadnień sterowania i automatyki. Definiuje również warunki konieczne do bezударowego przejścia w wyspowy tryb pracy, bez

naruszenia parametrów jakościowych energii elektrycznej, co ma również podstawowe znaczenie praktyczne. Dla każdego trybu Doktorant opisuje algorytmy sterowania urządzeniami, określając warunki pracy wyspowej bez wpływu na jakość energii (np. stabilność napięcia, częstotliwości) osiągając w ten sposób zasadniczy od strony praktycznej cel wykonalności mikrosieci w założonej i zbadanej lokalizacji.

Wyniki przedstawione w rozdziałach 6 i 7, w sposób jednoznaczny potwierdzają słuszność przyjętych przez Doktoranta założeń. Przeprowadzone całoroczne symulacje pozwoliły na optymalny dobór technologii i mocy urządzeń wytwórczych (farmy fotowoltaiczne, turbiny wiatrowe) oraz zasobników magazynujących, zdolnych do zbilansowania lokalnego zapotrzebowania. Szczegółowa analiza pracy systemu w interwałach 15-minutowych dla dni krytycznych (najwyższe zapotrzebowanie) wykazała, jak dynamicznie poszczególne elementy systemu reagują na zmiany obciążenia i generacji, utrzymując stabilność systemu.

Przedstawione przez Doktoranta wyniki dowodzą, że uwzględniając scenariusze szczytowe maksymalne obciążenie elementów projektowanej sieci nie przekracza 12%, co jest technicznym dowodem na poprawność i bezpieczeństwo zaproponowanego rozwiązania. Taki wynik potwierdza, że zaprojektowana i zoptymalizowana przez Doktoranta mikrościeć nie tylko zapewni energię elektryczną, ale także wysoką niezawodność pracy, nie stwarzając zagrożenia dla infrastruktury. Ostatecznym dowodem na skuteczność metody była analiza matematyczna krańcowego kosztu energii.

Decydującym argumentem poprawności założeń projektu i optymalizacji mikrosystemu Miastkowo jest wykazanie, że energia elektryczna produkowana w ramach tej mikrosieci może osiągnąć koszt na poziomie 0,92 zł/kWh, w porównaniu do kosztu zakupu energii z KSE na poziomie 0,99 zł/kWh. To dowodzi jednocześnie że w określonych warunkach techniczno-ekonomicznych, inwestycja w lokalną, opartą na OZE mikrościeć, jest nie tylko rozwiązaniem odpowiadającym współczesnym wyzwaniom klimatycznym i zwiększającym lokalne bezpieczeństwo energetyczne, ale również w pełni uzasadnionym ekonomicznie.

5. Uwagi krytyczne i pytania

Uważna lektura uwag i komentarzy przedstawionych w ramach przeglądu poszczególnych rozdziałów rozprawy doktorskiej, przytoczonych odnośnie jej naukowego, badawczego oraz użytecznego charakteru wyraźnie wskazuje, że nie ma tam miejsca na istotne uwagi krytyczne, wobec szeregu pozytywnych spostrzeżeń i ocen odnotowanych w aspektach merytorycznych przez autora niniejszej recenzji. Drobne usterki edycyjne – tzw. literówki, nie mają znaczenia wobec nienagannej szaty graficznej rozprawy.

W zakończeniu merytorycznych i użytecznych aspektów niniejszej oceny pracy doktorskiej celowym wydaje się postawić kilka pytań skierowanych do Doktoranta, które nasuwają się po szczegółowej lekturze Jego rozprawy:

- czy zaprojektowana i zoptymalizowana mikrosieć może bez istotnych zmian lub z jakimi istotnymi zmianami zostać zaadaptowana dla innej lokalizacji, innej gminy wiejskiej o innej strukturze OZE i wielu innych parametrach i uwarunkowaniach,
- jak dalece zaprojektowany mikrosystem „odporny” jest na niewykluczone zmiany legislacyjne w zakresie polityki klimatycznej, OZE, systemu ETS i innych uwarunkowań, których zmiany/nowelizacje nie są wykluczone na poziomie KE UE,
- jak przedstawia się strona ekonomiczna tak szeroko zakrojonego projektu budowy mikrosystemu, jego optymalizacji i wdrożenia. Kto i w jakiej orientacyjnie wysokości będzie w stanie ponieść koszty inwestycyjne takiego oryginalnego projektu,
- czy zdaniem Doktoranta opracowane w rozprawie algorytmy, przeprowadzony proces optymalizacji wielu zdefiniowanych zadań może w bliskiej perspektywie przejąć AI, a jeśli tak, to w jakim zakresie?

6. Podsumowanie recenzji, zasadnicze konkluzje, wnioski końcowe

Przedstawiona w ramach niniejszej recenzji analiza zawartości rozprawy doktorskiej oraz wyników jej badań pozwala sformułować następujące zasadnicze konkluzje:

- Doktorant bazując na kryteriach kosztowych i środowiskowych zrealizował zasadniczy cel swojej pracy, wskazując optymalną dla przyjętych założeń i uwarunkowań mikrosieć Miastkowo,
- jednoznacznie udowodnił przyjętą tezę badawczą potwierdzając że opracowane i zaimplementowane w autorskim narzędziu MDS (Microgrid Design and Simulation) algorytmy optymalizacyjne mogą stanowić skuteczne i wiarygodne rozwiązanie do projektowania oraz weryfikacji technicznej i ekonomicznej mikrosystemów elektroenergetycznych niskiego napięcia, zdolnych do pracy wyspowej,
- udowodnienie założonej tezy przeprowadzone zostało przez Doktoranta poprzez ściśle i logicznie skonstruowany plan badawczy oparty na precyzyjnie opracowanych modelach matematycznych, które wiernie odwzorowały pracę komponentów mikrosieci i pozwoliły na kwantyfikację kosztów i emisji,
- jednym z najbardziej znaczących osiągnięć Doktoranta, o istotnym walorach naukowych i użytecznych, jest implementacja własnego funkcjonalnego, autorskiego narzędzia MDS, które zintegrowało opracowane modele i algorytmy, umożliwiając przeprowadzenie złożonych obliczeń.
- opracowane narzędzie MDS wykorzystując empiryczne dane obciążeniowe i wiarygodne dane pogodowe wykazało swoje funkcjonalne walory poprzez realistyczne studium przypadku mikrosystemu dla Gminy Miastkowo, wykazując jednocześnie istotny potencjał techniczny i ekonomiczny mikrosieci, jednocześnie udowadniając, że dzięki właściwemu doborowi OZE i zasobników energii, możliwe jest dynamiczne bilansowanie popytu i podaży w skali lokalnej,

- ostatecznie konkludując należy podkreślić, że przedłożona do recenzji praca doktorska prezentuje dojrzałe, kompleksowe i interdyscyplinarne podejście do jednego z najważniejszych wyzwań technologicznych w aspekcie zmian klimatu, a jej wyniki potwierdzają oryginalne naukowo i użytkowo walory widoczne w opracowanej przez Doktoranta rozprawie.

Połączenie wzajemnie powiązanych metod badawczych, zdefiniowanych zadań optymalizacyjnych oraz zbudowanie odpowiednich algorytmów, a przede wszystkim wykorzystanie własnego narzędzia – Microgrid Design and Simulation (MDS) – jest zdaniem recenzenta dowodem profesjonalnego podejścia Doktoranta do osiągnięcia zdefiniowanego celu badawczego i udowodnienia postawionej tezy rozprawy. Raz jeszcze należy podkreślić, że osiągnięcie celu rozprawy doktorskiej jak i udowodnienie jej tezy zostało zrealizowane przez Doktoranta z uzyskaniem wielu naukowo oryginalnych i użytkowo/wdrożeniowo wartościowych efektów.

Nie ulega wątpliwości, że tematyka niniejszej rozprawy bardzo dobrze wpisuje się w profil Instytutu Maszyn Przepływowych Polskiej Akademii Nauk w Gdańsku, poszerzając już wybitny dorobek IMP PAN w zakresie projektów i optymalizacji systemów energetycznych opartych na OZE.

Biorąc pod uwagę wszystkie aspekty opracowanej recenzji przedmiotowej rozprawy doktorskiej i jej powyżej podsumowane walory należy sformułować dwa najistotniejsze wnioski końcowe:

- zasadniczy wniosek stwierdzający, że rozprawa doktorska mgr. inż. Michała Laskowskiego pt.: *„Badanie wykorzystania mikrosieci jako wysp energetycznych integrujących prosumentów, producentów i odbiorców przy wykorzystaniu inteligentnej infrastruktury sieciowej”* spełnia wszelkie wymagania określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2024 poz. 1571 z późn. zm.) i tym samym, jako recenzent tej rozprawy przedkładam wniosek do Rady Naukowej Instytutu Maszyn Przepływowych Polskiej Akademii Nauk w Gdańsku o jej przyjęcie i dopuszczenie mgr. inż. Michała Laskowskiego do dalszego procedowania o nadanie stopnia naukowego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie: inżynieria mechaniczna,
- uwzględniając wyżej przytoczone ponadprzeciętne wyniki oraz walory w zakresie naukowej i użytkowej oryginalności przedstawionej do recenzji rozprawy doktorskiej należy również sformułować wniosek o wyróżnienie tej rozprawy.