

Prof. dr hab. inż. Stanisław Szwaja
Katedra Maszyn Ciepłych,
Wydział Inżynierii Mechanicznej,
Politechnika Częstochowska
Tel. +48 34 32050524,
e-mail: stanislaw.szwaja@pcz.pl

28/11/2025

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Łukasza Józefowicza p.t. „Metoda automatycznego i bezinwazyjnego pobierania próbek biologicznych do wykrywania patogenów w akwakulturze”

1. Podstawa recenzji

Podstawą do opracowania recenzji było pismo W10/RDND07/186/2025 z dnia 8.10.2025 roku sygnowane przez prof. dra hab. inż. Zbigniewa Gronostajskiego, Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna Politechniki Wrocławskiej, w którym zwraca się z prośbą o wykonanie recenzji rozprawy doktorskiej mgr inż. Łukasza Józefowicza zatytułowanej „Metoda automatycznego i bezinwazyjnego pobierania próbek biologicznych do wykrywania patogenów w akwakulturze”.

2. Uwagi ogólne – tytuł, struktura pracy, piśmiennictwo

Praca została napisana pod kierunkiem pani dr hab. inż. Anny Janickiej, prof. uczelni, oraz pani dr inż. Katarzyny Pali sprawujących funkcje odpowiednio promotora i opiekuna pomocniczego w postępowaniu doktorskim.

Praca została napisana w języku polskim na łącznie 123 stronach i zawiera dziewięć tematycznych rozdziałów a ponadto: streszczenie, spis rysunków i tabel oraz wykaz literatury. Chronologicznie Doktorant dokonał wprowadzenia w problematykę akwakultur i uzasadnienia konieczności badania środowiska hodowli pod względem występowania patogenów. Tym sposobem uzasadnił celowość swojej pracy badawczej i omówił zakres proponowanych zadań badawczych. Następnie Doktorant przedstawił poszczególne zadania badawcze oraz omówił wyniki i opracował konkluzje z nich wynikające. W rozdziale podsumowującym całość swojej pracy naukowej Doktorant przedstawił końcowe wnioski. Pod względem struktury praca zawiera wszystkie niezbędne elementy jak następuje: problem badawczy, cele szczegółowe, metodykę badawczą, opisy stanowisk badawczych, wyniki badań oraz podsumowanie.

Odnosnie tytułu można polemizować czy pobór próbek miał być faktycznie bezinwazyjny, skoro następuje pobór wody z obiektu badanego i tym samym naruszenie równowagi ilościowej w badanym obiekcie. Ponadto, odnośnie automatycznego

sterowania, w pracy nie znaleziono żadnej informacji o schemacie tegoż automatycznego sterowania. Tym niemniej po wstępnym rozpoznaniu pracy, można przyjąć, że tytuł odzwierciedla problematykę badawczą poruszaną w tej pracy.

Odnosnie piśmiennictwa, praca napisana jest poprawnie pod względem gramatycznym i stylistycznym. Zawarte treści są zrozumiałe i jednoznacznie komunikatywne. Aczkolwiek zauważa się pewne braki i niedociągnięcia jak następuje:

- błąd ortograficzny w wyrazie „wyhylenie”.
- Wyraz „próbkiowanie” moim zdaniem został użyty niefortunnie, ponieważ kojarzy się z przetwarzaniem analogowo-cyfrowym.
- Testy API (Tab.26) zawierają szereg oznaczeń, których nigdzie nie wyjaśniono. Można było przynajmniej zamieścić krótkie opisy w rozdziale „Spis skrótów i oznaczeń”.
- strona 19, cyt.: *wodą o wysokiej czystości ($<20 \mu S/cm$)*. Jest to sformułowanie niepoprawne. Przedstawiona jednostka jest jednostką przewodności elektrycznej a nie czystości wody.
- Jednostką ciśnienia jest „bar” a naprężeń „MPa” a nie „Bar” i „Mpa” jak stosowano w pracy (np. Tab.7).
- W tytule rozdziału 4.2 zamiast wyrazu „przedstawienie” lepiej było użyć „wykaz”.
- Tab.11 – nie „wytrzymałość na rozciąganie” ale granica wytrzymałości ...
- Strona 77, medium jest ciekłe a nie płynne.
- Rys. 36, nie powinno być „korelacja” a „zależność”.
- Rys. 37, jeśli na opisach osi podaje się jednostkę (tu „%”) to nie należy podawać jednostki przy liczbach na podziałce osi.
- Rys. 84 i 87, pomiar prawdopodobnie dotyczył nadciśnienia a nie ciśnienia jak to napisał Doktorant.
- Tytuł "Podsumowanie rozdziału" mógł być po prostu „Podsumowaniem”, bo wiadomo, że dotyczy konkretnego rozdziału.

Podsumowując, praca ta zawiera wszystkie niezbędne elementy typowe dla rozprawy naukowej i dlatego strukturę pracy oceniłem pozytywnie nie wnosząc istotnych zastrzeżeń.

3. Ocena merytoryczna pracy – uzasadnienie podjęcia tematyki badawczej, cel, tezy i zakres pracy, metodyka badawcza, wyniki badań

Uzasadnienie podjęcia tematyki badawczej

Mgr inż. Łukasz Józefowicz w swej rozprawie doktorskiej podjął się opracowania metody poboru próbek wody z akwakultury celem oceny skażenia bakteriologicznego danej akwakultury opartej o system recyrkulacji wody. Problem badawczy przedstawiony przez Doktoranta jest powiązany bezpośrednio z wielkoskalową hodowlą organizmów wodnych na potrzeby produkcji żywności, a zatem jest to problem ważny. Wielkoskalowa hodowla ryb, glonów i tzw. „owoców morza” na potrzeby wyżywienia ludzkości powinna być obwarowana bardzo restrykcyjnymi uregulowaniami gwarantującymi pozyskiwanie tzw. „zdrowej żywności”. Technologie hodowli oparte o recyrkulacyjne systemy akwakulturowe są odpowiedzią na duże zapotrzebowanie na żywność tego rodzaju. Doktorant stwierdził, że technologie hodowli oparte o systemy recyrkulacyjne umożliwiają intensywną produkcję organizmów wodnych przy



Katedra Maszyn Ciepłych

ul. Armii Krajowej 21, 42-201 Częstochowa

tel. +48 34 325 05 07, e-mail: sekretariat.kmc@pcz.pl

<https://wim.pcz.pl/wimii/katedry/katedra-maszyn-cieplych>

minimalnym zużyciu zasobów wodnych i ograniczonym wpływie na środowisko naturalne, co stanowi kolejny argument za stosowaniem tych technologii na cele produkcji żywności. Zatem, technologie te jak i metody kontroli w zakresie skażenia bakteriologicznego środowiska, w którym żyją hodowane organizmy wodne powinny być traktowane priorytetowo. Wychodząc z takiego założenia, przeprowadzenie badań w podjętej przez Doktoranta problematyce badawczej jest uzasadnione.

Cel i zakres pracy

Doktorant w ramach opracowywanej metody automatycznego i bezinwazyjnego pobierania próbek biologicznych prawidłowo sformułował cel główny oraz dwa cele szczegółowe. Trzeci cel szczegółowy oznaczony jako 1.2 jest taki sam jak cel główny (1). Zakres pracy został zdefiniowany przez cel główny, a zatem prace dotyczące opracowania sposobów dezynfekcji, regulacji przepływu wody, metody poboru wody i transportu próbek do laboratorium oraz sposób zateżniania próbek są uzasadnione. Doktorant w tym celu wykonał stanowiska badawcze, opracował metodykę pomiarów, wykonał pomiary oraz poddał je gruntownej interpretacji a następnie wyciągnął wnioski.

Metodyka badawcza

Mgr inż. Łukasz Józefowicz przeprowadził badania eksperymentalne w zakresie oceny sposobu i środków do dezynfekcji, wytrzymałości mechanicznej materiałów do budowy urządzeń do poboru i zateżniania próbek, pomiaru strat energii pompowania i pomiaru przepływu ciepła pomiędzy otoczeniem i pojemnikiem przechowującym próbki. Analizę teoretyczną za pomocą metody objętości skończonych zastosował do oceny filtracji bakterii na membranie. Chociaż Doktorant nie zamieścił odrębnego rozdziału omawiającego metodykę prowadzenia badań eksperymentalnych, wykonywania pomiarów oraz modelowania numerycznego, to jednakże w treści podrozdziałów można doszukać się informacji związanych z metodyką badawczą. Zatem, w zakresie oceny metodyki badawczej zastosowanej przez Doktoranta nasuwają się następujące uwagi i zapytania:

- a) stężenia podawano w odniesieniu do czasu (jednostka mg/L/h). Czy jest to prawidłowe podejście, bo w innym miejscu Doktorant podaje stężenie w mg/L?
- b) Dla różnych substancji dezynfekujących podawano różne wartości stężenia, w mg/L, bez podawania ich relacji do miar toksyczności np. względem dawki śmiertelnej LD50 a jedynie opisywano jako stężenia wysokie lub niskie, co przy uwzględnieniu różnych substancji dezynfekujących charakteryzujących się różnym stopniem toksyczności nie daje miarodajnych wyników.
- c) Strona 19. cyt.: *...odporność organizmów na stężenia poniżej 150 mg/L/h*. Czy wartości stężeń można oceniać pod kątem ich oddziaływania na organizm żywy czy ważniejsza jest dawka danej substancji? Czy w tym przypadku jednostka mg/L/h jest poprawna?
- d) Strona 30, cyt.: *Sprawdzane były cztery metody dezynfekcji, każda z nich wykazała, że są one w stanie w odpowiedni sposób zdezynfekować powierzchnie płytek*. W rozdziale 3 Doktorant przedstawił wyniki różnych sposobów dezynfekcji. W dwóch przypadkach w jednej próbce na 9 zrealizowanych

wykazano skażenie bakteriologiczne (Tab. 2 i 5). Stwierdzenie, że dana metoda dezynfekcji jest równie dobra jak ta z nadtlenkiem wodoru moim zdaniem jest wątpliwe.

- e) Czy odchylenie standardowe można zastosować do populacji liczącej 5 próbek (Tab.7 i kolejne)?
- f) Strona 44, cyt.: *Żadna z próbek wykonana z materiału EPDM nie uległa zerwaniu podczas eksperymentu, dlatego zaprezentowane zostały tylko wyniki wytrzymałości na rozciąganie.* Lepszym rozwiązaniem byłby pomiar granicy sprężystości lub plastyczności.
- g) Odnosnie oceny degradacji/deformacji opisanej w rozdziale 4.6. Wnioski oparte o wizualizację wydają się być nieobiektywne. Czy stosowano jakiekolwiek wskaźniki liczbowo oceniające tę wielkość, ponieważ Doktorant napisał (cyt.) *... deformacje struktury są względnie duże w porównaniu z pozostałymi próbkami.* oraz (cyt.) *Eksperyment wykazał, że niektóre metody dezynfekcji mają znaczący wpływ na degradację powierzchni materiałów, ...*
- h) W rozdziale 5 Doktorant badał wpływ sposobu regulacji natężenia przepływu na straty energii w układzie pompowym zależnie od zastosowanego zaworu. Ten rozdział wydaje się być zbędny w pracy ze względu na znikome różnice w stratach energii dla badanych przypadków. Dobór zaworu w takim przypadku powinien być dokonany w oparciu o cenę. Wniosek dotyczący wyższości zaworu gilotynowego nad zaworem kulowym jest mocno przesadzony, tym bardziej gdy uwzględni się niepewność pomiarową w opracowanej metodzie. Tym niemniej, sama metodyka badawcza dla oceny strat energii jest poprawna i nie budzi zastrzeżeń. Wszelkie wątpliwości zostałyby usunięte, gdyby Doktorant zamieścił przedziały niepewności pomiarowej na wykresach przedstawionych na rysunku 37.
- i) Podobnie jak w przypadku (h) badania eksperymentalne mające na celu zbadanie wpływu temperatury zewnętrznej na temperaturę próbek (rozdział 7.3.2) są zbędne. Przepływ ciepła w takim relatywnie prostym przypadku można było wyznaczyć z analizy numerycznej w stosowanym przez Doktoranta programie Ansys-Fluent.

Podsumowując, zastosowana metodyka badawcza jest poprawna a eksperymenty w oparciu o tę metodykę zostały przeprowadzone prawidłowo. Doktorant szczegółowo opisał wykonane stanowiska badawcze i przebieg prowadzonych eksperymentów, co daje przesłanki o zadowalającej wiarygodności otrzymanych wyników.

Wyniki badań

Wyniki badań zamieszczano każdorazowo po opisie metodyki i stanowiska w rozdziałach dotyczących prac eksperymentalnych i teoretycznych. Wyniki z badań eksperymentalnych można podzielić na dwie kategorie:

- wyniki liczbowe,
- wyniki obrazowe.

W przypadku wyników liczbowych nasuwa się wątpliwość odnośnie oceny niepewności pomiarowych za pomocą odchylenia standardowego. Natomiast w przypadku wyników w postaci obrazów, ich ocena według recenzenta jest subiektywna, ponieważ nie zastosowano żadnych kryteriów mogących być podstawą do oceny liczbowej ewentualnie oceny jakościowej wynikającej z analizy porównawczej.



Katedra Maszyn Ciepłych

ul. Armii Krajowej 21, 42-201 Częstochowa

tel. +48 34 325 05 07, e-mail: secretariat.kmc@pcz.pl

<https://wim.pcz.pl/wimii/katedry/katedra-maszyn-cieplych>

Przykładowo, brak komentarza lub wyjaśnienia co mogło być przyczyną obecności skażenia bakteriologicznego w wynikach pokazanych w Tab. 2 i 5. Z drugiej strony, wyniki uzyskane z poprawnie przyjętej metodyki badawczej można uznać za wiarygodne i wykorzystać je do opracowywania równie wiarygodnych wniosków.

Mocna strona pracy

Mocną stroną pracy jest bez wątpienia opracowanie całościowo metody poboru próbek, poczynając od metody dezynfekcji, projektu urządzenia do poboru próbek i projektu pojemnika transportowego do przechowywania próbek oraz metody zateżniania materiału biologicznego. Opracowana metoda jak i urządzenia wykonane przez mgr inż. Łukasza Józefowicza stanowią materiał do dalszych prac mających na celu zaimplementowanie tych rozwiązań do technologii hodowli organizmów wodnych w obiektach RAS.

Na podstawie zakresu prac badawczych oraz uzyskanych wyników stwierdzam, że tematyka naukowa przedstawiona w rozprawie doktorskiej mgr inż. Łukasza Józefowicza mieści się w zakresie dyscypliny naukowej **inżynieria mechaniczna**.

4. Ocena pracy

Uznano, że mgr inż. Łukasz Józefowicz prawidłowo podszedł do postawionego sobie wyzwania badawczego i opracował je na poziomie wystarczającym do uznania tego osiągnięcia jako pracę doktorską. Na ocenę pracy składają się cząstkowe oceny wiedzy i umiejętności Doktoranta oraz oryginalności w rozwiązaniu problemu badawczego. Zatem, ocenie poddano wartości naukowe według następujących kryteriów:

Ocena zasobów wiedzy Doktoranta

Doktorant wykazał się wiedzą w dyscyplinie inżynieria mechaniczna jak również wiedzą znaczącą wykraczającą poza tę dyscyplinę, co było niezbędne do przeprowadzenia analizy teoretycznej jak również badań eksperymentalnych a następnie do interpretacji wyników badań i prawidłowego wnioskowania.

Ocena umiejętności Doktoranta do samodzielnego prowadzenia pracy naukowej

Mgr inż. Łukasz Józefowicz posiada umiejętności niezbędne do samodzielnego prowadzenia badań naukowych. Potwierdzeniem jest opracowanie projektów i budowa stanowisk badawczych oraz prawidłowe podejście w zakresie rozpoznania problemu badawczego, zdefiniowanie celów badawczych, opracowanie metodyki badawczej i przeprowadzenie badań.

Ocena oryginalności rozwiązania problemu badawczego

Doktorant podjął się rozwiązania problemu dotyczącego zautomatyzowanego i bezinwazyjnego poboru próbek z akwakultury RAS. Stwierdzam, zaproponowana metoda poboru próbek ma cechy oryginalności w skali kraju.

5. Wniosek końcowy

Wskazane w recenzji krytyczne uwagi nie mają służyć dyskwalifikacji pracy doktorskiej mgra inż. Łukasza Józefowicza, ale mają wskazać słabe strony tej pracy i zmotywować Doktoranta do zintensyfikowania swoich zainteresowań naukowych jak również do pracy w zakresie potencjalnego wdrożenia zaproponowanego rozwiązania technologicznego. Dlatego zamieszczone uwagi krytyczne nie zmieniają mojej oceny, która dla całości pracy jest oceną pozytywną.

Moim zdaniem, Doktorant posiada umiejętności do samodzielnego prowadzenia eksperymentu naukowego jak również wnioskowania, w tym do prowadzenia samodzielnej pracy naukowej na poziomie akceptowalnym dla przewodu doktorskiego.

Reasumując stwierdzam, że rozprawa doktorska mgra inż. Łukasza Józefowicza w dyscyplinie inżynieria mechaniczna spełnia warunki stawiane pracom doktorskim zgodnie z Ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668 z późn. zm.).

Niniejszym wnoszę o kontynuowanie postępowania w przewodzie doktorskim pana mgra inż. Łukasza Józefowicza.

