

prof. dr hab. inż. Marcin Zieliński
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
Wydział Geoinżynierii
Katedra Inżynierii Środowiska
ul. Warszawska 117
10-720 Olsztyn
tel. 89 523 41 24, 725 993 010
e-mail: marcin.zielinski@uwm.edu.pl

Olsztyn, 15.05.2025 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Łukasza Pasonia pt.

„Zastosowanie alg prokariotycznych i eukariotycznych do wspomagania procesu oczyszczania ścieków komunalnych”

1. PODSTAWA FORMALNA PRZYGOTOWANIA RECENZJI

Podstawę formalną sporządzonej recenzji stanowiło pismo Prodziekana do spraw nauki Wydziału Infrastruktury i Środowiska Politechniki Częstochowskiej Pana dr hab. inż. Pawła Mirka, prof. PCz z dnia 19.03.2025 r., w którym zostałem poproszony o wykonanie recenzji rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Łukasza Pasonia zatytułowanej „Zastosowanie alg prokariotycznych i eukariotycznych do wspomagania procesu oczyszczania ścieków komunalnych”.

Recenzję opracowano zgodnie z zapisami Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668) na podstawie otrzymanego egzemplarza rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Łukasza Pasonia.

W zakres niniejszej recenzji wchodzi ocena, czy rozprawa doktorska spełnia określone w ustawie kryteria, a także ocena układu rozprawy doktorskiej, w tym informacje o jej poszczególnych częściach składowych, ocena zastosowanego piśmiennictwa, wskazanie oraz ocena celu pracy, wskazanie oraz ocena zastosowanych metod badawczych, ocena części rozprawy doktorskiej dotyczącej omówienia wyników badań, informacje dotyczące praktycznego zastosowania uzyskanych wyników badań, informacja o nieprawidłowościach, które pojawiły się w ocenianej

rozprawie doktorskiej, ocena, czy rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, ocena, czy rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

2. PODSTAWOWE DANE O KANDYDACIE

Pan mgr inż. Łukasz Pasoń ukończył w 2001 roku studia jednolite magisterskie na Wydziale Metalurgii i Inżynierii Materiałowej Politechniki Częstochowskiej w specjalności Piece przemysłowe i ochrona środowiska, broniąc pracę pt.: „Redukcja szkodliwych produktów spalania poprzez równoczesne zastosowanie reburningu i recyrkulacji spalin” (promotor dr inż. Lech Szecówka). Dodatkowo Pan mgr inż. Łukasz Pasoń ukończył w 2011 roku studia licencjackie na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym Akademii im. Jana Długosza na kierunku Biotechnologia. Temat jego pracy licencjackiej brzmiał: „Jednostkowe procesy chemiczne stosowane przy otrzymywaniu środków leczniczych” (promotor dr Grażyna Matusiak). Kolejnym etapem nauki było uzyskanie w 2013 r. na tej samej uczelni tytułu magistra w specjalności Biotechnologia. Temat pracy magisterskiej: „Potencjalnie chorobotwórcze bakterie występujące u wybranych gadów hodowanych w niewoli” (promotor prof. Piotr Krupa).

W roku 2013 Pan mgr inż. Łukasz Pasoń rozpoczął studia doktoranckie na Politechnice Częstochowskiej na specjalności Inżynieria środowiska. Studiów tych nie ukończył, w dostarczonej dokumentacji brak szczegółowych informacji o zaawansowaniu realizacji doktoratu i powodach jego przerwania.

Od 2020 r. Pan mgr inż. Łukasz Pasoń jest uczestnikiem Szkoły Doktorskiej w dyscyplinie Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Częstochowskiej.

3. OCENA OGÓLNEGO UKŁADU PRACY, ZASTOSOWANEGO PIŚMIENICTWA ORAZ CELU PRACY

Rozprawa doktorska Pana mgr inż. Łukasza Pasonia pt. „Zastosowanie alg prokariotycznych i eukariotycznych do wspomagania procesu oczyszczania ścieków komunalnych” jest pracą badawczą i składa się z dwóch podstawowych części, a mianowicie części teoretycznej opartej na literaturze związanej z tematyką rozprawy oraz części badawczej prezentującej badania własne Autora. Praca zajmuje łącznie 243 strony, w tym część teoretyczna wraz z celem i streszczeniem pracy – 58 strony, część badawcza wraz z dyskusją wyników, wnioskami i spisem literatury – 185 stron. W treści pracy znajduje się streszczenie (w języku polskim i angielskim), wykaz symboli

i skrótów, a następnie wprowadzenie uzasadniające podjęcie tematyki badań. Część teoretyczną podzielono na pięć podrozdziałów: 2.1. Systematyka mikroalg i ich właściwości biologiczne; 2.2. Mikroalgi w inżynierii środowiska, przemyśle i biotechnologii; 2.3. Możliwość wykorzystania mikroalg w procesie oczyszczania ścieków i spalin; 2.4. Przegląd instalacji do hodowli mikroalg; 2.5. Problemy z zastosowaniem mikroalg w praktyce. Następnie w pracy postawiono cel i zakres pracy. W dalszej kolejności w części badawczej zaprezentowano szczegółową metodykę badawczą, prezentując materiały stosowane w badaniach, metody badawcze oraz metodykę opracowania wyników badań. Kolejne rozdziały to oddzielnie przedstawione omówienie wyników, a następnie ich dyskusja. Pracę kończą wnioski. Dodatkowo zamieszczono spis literatury obejmujący 233 pozycje.

Stwierdzam, że przyjęty układ pracy doktorskiej jest prawidłowy. Przedstawione do recenzji opracowanie zawiera wszystkie niezbędne i konieczne elementy ułożone w prawidłowym i sensownie skonstruowanym ciągu. Właściwie zarysowano problem badawczy, przedstawiono podstawy teoretyczne przydatne do jego rozwiązania, a następnie sformułowano cele badawcze. W części badawczej praca ma typowy układ z obszerną prezentacją metodyki, wyników badań oraz ich dyskusji wraz z wnioskami. Ogólny układ pracy doktorskiej Pana mgr inż. Łukasza Pasonia nie budzi zastrzeżeń.

Spis literatury liczy 233 pozycje umieszczone zgodnie z kolejnością pojawiania się w treści rozprawy. Na tę długą listę składają się zarówno publikacje naukowe z czasopism anglojęzycznych, jak i liczne pozycje krajowe, w tym podręczniki i czasopisma popularnonaukowe. Doktorant wielokrotnie odnosi się również do stron internetowych, aktów prawnych, norm krajowych i europejskich.

Dobór i prezentację pozycji literaturowych należy ocenić pozytywnie. Cytowane pozycje właściwie odnoszą się do treści doktoratu. Za niedociągnięcie w pracy naukowej uważam powoływanie się na strony internetowe z wiedzą popularną, podczas gdy literatura ściśle naukowa w danym zakresie jest bardzo bogata (na przykład informacje na temat ścieków komunalnych).

Celami badawczymi, który postawił sobie Doktorant, były:

1. *Wykazanie przydatności wybranych gatunków mikroalg prokariotycznych i eukariotycznych do wspomagania procesu oczyszczania ścieków komunalnych.*
2. *Wykazanie, czy istnieją istotne różnice pomiędzy badanymi gatunkami mikroalg w zakresie ich przydatności do procesu oczyszczania ścieków komunalnych.*

3. *Celem utylitarnym pracy było udowodnienie, że zastosowanie mikroalg w ciągu technologicznym może wpłynąć na wzrost efektywności procesu oczyszczania ścieków komunalnych i umożliwić pozyskanie biomasy.*

Celom pracy towarzyszą również postawione dwie tezy:

1. *Istnieje możliwość wykorzystania mikroalg w procesach oczyszczania ścieków do usuwania pierwiastków biogenych oraz pozyskiwania biomasy.*
2. *Istnieje możliwość zwiększenia efektywności oczyszczania ścieków komunalnych dzięki optymalnemu doborowi wykorzystywanych gatunków mikroalg oraz optymalizacji procesu.*

Zdefiniowany przez Doktoranta problem badawczy to *próba określenia przydatności badanych grup organizmów fotoautotroficznych zaliczanych do mikroalg prokariotycznych i eukariotycznych w procesie oczyszczania ścieków komunalnych z pierwiastków biogenych: azotu i fosforu. Istotne jest określenie różnic między poszczególnymi gatunkami mikroalg w zakresie ich możliwości wzrostowych w roztworze hodowlanym z dodatkiem ścieków komunalnych oraz ich odporności na znajdujące się w nich zanieczyszczenia i możliwości późniejszego zastosowania na szerszą skalę w inżynierii środowiska.*

W mojej opinii postawione przez Doktoranta dwa cele badawcze odnoszą się właściwie do jednego zagadnienia i nie było konieczności jego rozdzielania. Uważam, że Doktorant mógł ograniczyć się do pierwszego punktu. Odnosząc się do postawionych tez badawczych należy zauważyć, że w przypadku tezy pierwszej w literaturze przedmiotu odnaleźć można bardzo dużo informacji na temat możliwości wykorzystania mikroalg w procesach oczyszczania ścieków do usuwania pierwiastków biogenych. Doktorant we wstępie teoretycznym przytacza wiele takich przykładów. Ta teza ma więc charakter zbyt ogólny i oczywisty, niewymagający weryfikacji w świetle już dostępnej wiedzy. Natomiast w przypadku tezy drugiej dopisek o optymalizacji procesu wykracza poza zakres zrealizowanych prac i moim zdaniem należałoby go pominąć.

Pomimo uwag uważam, że rozprawa stanowi logiczną całość, co potwierdza umiejętności Pana mgr inż. Łukasza Pasonia w zakresie formułowania celów badań i planowania procesu badawczego. Praca zawiera wszystkie niezbędne elementy wymagane dla rozpraw doktorskich. Ogólna ocena rozprawy doktorskiej w tym zakresie jest pozytywna.

4. OCENA ZASTOSOWANYCH METOD BADAWCZYCH ORAZ OMÓWIENIA WYNIKÓW BADAŃ

Zastosowane metody badawcze zostały obszernie opisane z wyszczególnieniem używanych materiałów, zastosowanych metodyk analitycznych oraz procedur hodowlanych. Opisano również wykorzystane narzędzia statystyczne. Doktorant podzielił prace badawcze na dwie części: badania wstępne oraz badania właściwe. W ocenianej dokumentacji brak bliższych informacji o przebiegu i wynikach badań wstępnych. Można zakładać, że posłużyły one do zaprojektowania doświadczenia badań właściwych. Jednak brak w tym zakresie bliższych informacji. Przykładowo, badania wstępne miały posłużyć do wyznaczenia optymalnej intensywności napowietrzania, natomiast w badaniach właściwych nie wspomniano, z jaką intensywnością napowietrzano reaktory. Pewne niedociągnięcia w opisie zastosowanej metodyki badawczej, jak na przykład brak informacji o temperaturze barwowej zastosowanego źródła światła, należy skorygować na etapie ewentualnej publikacji wyników doktoratu. Nie wpływają one na całościową pozytywną ocenę przyjętych metod badawczych. Przyjęte metody badawcze były adekwatne do postawionych celów i umożliwiły weryfikację tez naukowych. Niestety należy zauważyć, że zakres analityczny zrealizowanych badań był dość ograniczony. Poza analizami fizykochemicznymi brak szerszej analityki. Nawet w ramach posiadanego warsztatu można było pokusić się o analizy czystości hodowli na koniec każdego cyklu badawczego. Drugą wątpliwością, która pojawia się w kontekście ocenianej metodyki badań, są zastosowane parametry technologiczne hodowli. Należy przypuszczać, że były one zbliżone dla wszystkich badanych gatunków mikroalg. Czy w takim razie nie należało na etapie projektowania badań już wstępnie dokonać selekcji w oparciu o znane przecież parametry jak optimum temperaturowe czy wymagany skład medium hodowlanego?

Pomimo pewnych niedociągnięć uważam, że badania zostały prawidłowo zaplanowane, w sposób przemyślany dobrano narzędzia badawcze oraz przyjęto metody obliczeniowe i weryfikacyjne.

Omówienie wyników badań przeprowadzono w sposób konsekwentny i metodyczny, dla kolejnych badanych rodzajów mikroalg opisano zmiany zawartości biomasy (na podstawie gęstości optycznej), stężenia azotanów(V) i azotanów(III), jonów amonowych oraz fosforanowych(V). Analiza statystyczna polegała na wyznaczeniu współczynników korelacji Pearsona pomiędzy wzrostem gęstości optycznej zawiesiny hodowlanej a stężeniem badanych jonów. Przy zasadniczo pozytywnej ocenie przeprowadzonego omówienia wyników pojawiają się pewne wątpliwości. Po pierwsze, nie widzę celowości prezentowania dokładnie tych samych wyników w formie wykresu

oraz tabeli. Po drugie, w tabeli 105 prezentującej wydajność wzrostu badanych mikroalg poprzez pomiary zawartości suchej masy podano wartości przyrostu suchych mas po 15 dniach hodowli wraz z wartością średnią łącznie dla wszystkich pomiarów. Za niepotrzebne powtarzanie tych samych wyników uznaję również rysunki 135-137, które prezentują przyrost gęstości optycznej roztworów. Te same wyniki były już prezentowane w tabelach 123-125, niecelowe było więc ich powtarzanie.

Niezależnie od stwierdzonych niedociągnięć w zakresie omówienia wyników oceniam tę część pracy pozytywnie; omówienie zostało przeprowadzone adekwatnie do uzyskanych wyników z zastosowaniem narzędzi statycznych.

5. PRAKTYCZNE ZASTOSOWANIE WYNIKÓW BADAŃ

Tematyka badań Pana mgr inż. Łukasza Pasonia wiąże się z zagadnieniami optymalizacji hodowli mikroglonów, co z uwagi na ogromny potencjał tych organizmów wpisuje się w nurt badań nad szeroko pojmowaną biogospodarką. W swojej pracy Doktorant skupił się na ocenie potencjału zastosowania mikroglonów w oczyszczaniu ścieków komunalnych. Możliwość wykorzystania biomasy mikroglonów w gospodarce jest ogromny. Możliwe są aplikacje związane z energetyką odnawialną i produkcją szeregu typów biopaliw od stałych przez ciekłe po gazowe. Możliwa jest produkcja żywności na potrzeby człowieka oraz paszy dla zwierząt. Mikroglony mogą być źródłem białek, tłuszczu i cukrów, a także długiego szeregu specyficznych substancji, na przykład witamin czy barwników naturalnych. Istnieje również szereg potencjalnych zastosowań w inżynierii środowiska związanych z oczyszczaniem ścieków, bioindykacją środowiskową czy sekwestracją ditlenku węgla ze spalin. Z uwagi na olbrzymią różnorodność mikroglonów, ich potencjał biochemiczny i rodzaje szlaków metabolicznych, możliwości zastosowania glonów w życiu człowieka są stale odkrywane i poszerzane.

Niemniej pomimo dużego zaangażowania badawczo-rozwojowego nadal brakuje rozwiązań technologicznych i technicznych pozwalających na ekonomicznie opłacalną masową produkcję biomasy mikroglonów. W nurt tych badań wpisuje się przedstawiona do recenzji praca doktorska Pana mgr inż. Łukasza Pasonia. Praktyczny aspekt wykorzystania wyników ocenianej pracy wiąże się przede wszystkim z wykazaniem, które z badanych szczepów mikroglonów mają potencjał do praktycznego wykorzystania przy zastosowaniu ścieków jako taniej opcjonalnej pożywki. W tym kontekście należy docenić aplikacyjny charakter podjętych prac.

6. UWAGI/PYTANIA

- Doktorant wyjaśnił, że przyjęte rozcieńczenia ścieków surowych (4%, 8%, 16% objętości reaktorów stanowiły ścieki surowe) miały odzwierciedlać ścieki oczyszczone na odpływie z oczyszczalni. Przyjęte różne rozcieńczenia miały symulować zmienność jakości ścieków. Rodzi się proste pytanie, dlaczego po prostu nie wykorzystano w badaniach ścieków oczyszczonych. Skoro ścieki surowe wykorzystane w badaniach też obciążone były zmiennością, to przekładała się ona na jakość roztworów startowych, można było więc zastosować wprost ścieki oczyszczone.
- W jakim stopniu rozruch każdej z hodowli wpływał na uzyskane wyniki? Czy porównano wstępnie choćby takie proste zmienne jak wymagane warunki abiotyczne dla poszczególnych rodzajów glonów jak temperatura hodowli czy optymalna długość fali i temperatura barwowa światła. Skoro w całym eksperymencie te warunki były niezmiennie, to może już te czynniki były limitujące dla hodowli, a niekoniecznie pożywka w formie ścieków?
- W pracy zabrakło odniesienia obserwowanych stężeń zanieczyszczeń w badanych mediach hodowlanych do wymaganej jakości ścieków oczyszczonych. Uważam, że wartościowe byłoby również uzupełnienie wyników o bilans biogenów z podaniem współczynników wykorzystania azotu i fosforu w przeliczeniu na przyrastającą biomase.
- Uważam, że rys. 25 nie przedstawia *Arthrospira platensis*. Jest to popularna sinica o wydłużonym spiralnym kształcie, a zdjęcie z pewnością nie prezentuje tego organizmu.

7. ORYGINALNE ROZWIĄZANIE PROBLEMU BADAWCZEGO

Wyzwanie badawcze, którego podjął się Pan mgr inż. Łukasz Pasoń, było zadaniem trudnym. Docenić je należy szczególnie w kontekście ogromu prac związanych z przeprowadzeniem tak licznych hodowli mikroalg (19 rodzajów alg eukariotycznych i 11 rodzajów alg prokariotycznych). Przyjęta metodyka badawcza niewątpliwie jest autorskim i oryginalnym podejściem Doktoranta do zagadnienia. Prawidłowo rozpoznano problem badawczy, postawiono cele i hipotezy, a następnie przeprowadzono zaplanowany eksperyment. Uważam, że rozprawa niewątpliwie stanowi oryginalne rozwiązanie problemu badawczego, jakim było określenie przydatności badanych grup organizmów fotoautotroficznych zaliczanych do mikroalg prokariotycznych i eukariotycznych w procesie oczyszczania ścieków komunalnych.

8. WNIOSKI KOŃCOWE

Pan mgr inż. Łukasz Pasoń zainteresował się ważnymi zagadnieniami związanymi z przydatnością mikroalg prokariotycznych i eukariotycznych w procesie oczyszczania ścieków komunalnych. Przedstawione wyniki badań należy uważać za cenne i aktualne z punktu widzenia rozwoju tego zakresu inżynierii środowiska. Doktorant wykazał się wiedzą teoretyczną w tej dyscyplinie ze szczególnym uwzględnieniem szeroko pojętej technologii hodowli glonów. Zaprezentował umiejętność samodzielnego formułowania problemów naukowych oraz zaplanowania badań prowadzących do ich rozwiązania, wraz z przedstawieniem wyników i ich interpretacją.

Uważam, że przedłożona do oceny praca doktorska Pana mgr inż. Łukasza Pasonia spełnia wymagania stawiane rozprawie doktorskiej określone w art. 187 ust.1-3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce i tym samym wnioskuję do Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Częstochowskiej o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

Marcin Dzielniński