

Zielona Góra, 22.04.2025 r.

dr hab. inż. Sylwia Myszograj, prof. UZ
Uniwersytet Zielonogórski
Instytut Inżynierii Środowiska
ul. Z. Szafrana 15, 65-246 Zielona Góra
e-mail: S.Myszograj@iis.uz.zgora.pl

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Łukasza Pasonia

pt.: *Zastosowanie alg prokariotycznych i eukariotycznych do wspomagania procesu oczyszczania ścieków komunalnych*
wykonanej pod kierunkiem
promotor: dr hab. inż. Ewy Stańczyk-Mazanek prof. PCz
na Wydziale Infrastruktury i Środowiska Politechniki Częstochowskiej

PODSTAWA OPRACOWANIA

Podstawą wykonania recenzji jest pismo z dnia 19.03.2025 r. od Prodziekana ds. Nauki Wydziału Infrastruktury i Środowiska Politechniki Częstochowskiej, Pana dr hab. inż. Pawła Mirka, prof. PCz.

Otrzymałam dokumentację wraz z rozprawą doktorską autorstwa Pana mgr inż. Łukasza Pasonia pt.: *Zastosowanie alg prokariotycznych i eukariotycznych do wspomagania procesu oczyszczania ścieków komunalnych*. Pan Łukasz Pasoń uzyskał tytuł magistra 2.10.2001 r. kończąc studia na kierunku metalurgia (w zakresie pieców przemysłowych i ochrony środowiska) na Wydziale Metalurgii i Inżynierii Materiałowej Politechniki Częstochowskiej oraz 20.09.2013 r. na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie na kierunku Biotechnologia (w specjalności Biotechnologia drobnoustrojów). Z przedłożonej dokumentacji wynika, że kandydat nie ubiegał się uprzednio o nadanie stopnia doktora. W 2020 r. rozpoczął studia w Szkole Doktorskiej w dyscyplinie naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka. Jest autorem/współautorem 17 artykułów naukowych, aktywnie uczestniczył w konferencjach.

ZASADNOŚĆ PROBLEMATYKI PODJĘTEJ W ROZPRAWIE

Zastosowanie alg w oczyszczaniu ścieków komunalnych to innowacyjna, zrównoważona technologia, która może wspomóc klasyczne procesy biologicznego oczyszczania, przyczyniając się do optymalizacji ich efektywności i tworzenia wartościowych produktów ubocznych. Doktorant podjął działania w celu określenia efektywności usuwania związków azotu i fosforu ze ścieków komunalnych z wykorzystaniem wybranych gatunków mikroalg prokariotycznych (*Cyanophyta*) i eukariotycznych (*Chlorophyta*) oraz możliwości pozyskania biomasy. Wykazał, że algi mogą stanowić alternatywę dla klasycznych metod usuwania pierwiastków biogennych ze ścieków komunalnych, a uzyskana biomasa może pełnić rolę surowca wykorzystywanego np. na cele energetyczne. Barwniki roślinne takie, jak chlorofil czy karotenoidy pozyskane z biomasy alg, przy zachowaniu odpowiedniego poziomu czystości mikrobiologicznej i chemicznej, mogą także być pozyskiwane do celów przemysłowych.

Pomimo licznych zalet związanych z wykorzystaniem alg w oczyszczaniu ścieków komunalnych, takich jak wysoka skuteczność usuwania związków biogenych, możliwość odzysku cennych surowców czy niski wpływ na środowisko, metoda ta nie jest jeszcze powszechnie stosowana na skalę techniczną. Przyczyną są przede wszystkim techniczne, technologiczne i ekonomiczne ograniczenia, takie jak potrzeba utrzymania specyficznych warunków hodowli, właściwy dobór gatunków, wysokie koszty energii związane z oświetleniem i napowietrzaniem, a także konieczność zapewnienia kontroli biologicznej systemu. W związku z tym zagadnienie optymalizacji technologii algowych, zarówno pod względem efektywności procesu oczyszczania, jak i możliwości integracji z istniejącymi systemami oczyszczania ścieków, pozostaje aktualnym i intensywnie rozwijanym kierunkiem badań. Istotnym aspektem tych badań jest również poszukiwanie odpornych, wysoko wydajnych gatunków alg, które mogłyby funkcjonować w warunkach rzeczywistych oczyszczania ścieków komunalnych.

Oceniając rozprawę doktorską w zakresie zasadności podjęcia tematu badawczego stwierdzam, że praca doskonale wpisuje się w aktualne trendy naukowych badań środowiskowych, a także poszukiwań rozwiązań aplikacyjnych. Jej wyniki mogą przyczynić się do rozwoju nowoczesnych metod oczyszczania ścieków, które będą skutecznie przeciwdziałać degradacji ekosystemów wodnych oraz wspierać zrównoważone gospodarowanie zasobami naturalnymi. Recenzowana praca dotyczy ważnego środowiskowo zagadnienia.

STRUKTURA I OCENA MERYTORYCZNA ROZPRAWY

Rozprawa doktorska Pana mgr inż. Łukasza Pasonia pt.: *Zastosowanie alg prokariotycznych i eukariotycznych do wspomagania procesu oczyszczania ścieków komunalnych* stanowi tekst zawarty na 229 stronach, uzupełniony 137 rysunkami i 130 tabelami oraz spisem 233 cytowanych pozycji bibliograficznych.

Zakres rozprawy doktorskiej w części teoretycznej obejmuje: streszczenia w języku polskim i angielskim, tekst główny (55 str.) podzielony na *Wprowadzenie* i 5 podrozdziałów: *Systematyka mikroalg i ich właściwości biologiczne*, *Mikroalgi w inżynierii środowiska, przemyśle i biotechnologii*, *Możliwość wykorzystania mikroalg w procesie oczyszczania ścieków i spalin*, *Przegląd instalacji do hodowli mikroalg*, *Problemy z zastosowaniem mikroalg w praktyce*.

W drugiej zasadniczej części rozprawy Autor przedstawił kolejno rozdziały (174 str.): *Cel i zakres pracy*, *Materiał badawczy*, *Metodyka badawcza*, *Metodyka opracowania wyników badań*, *Wyniki badań*, *Dyskusja wyników*, *Wnioski* oraz spis bibliografii.

Układ rozprawy doktorskiej jest prawidłowy, chociaż przy tak znacznej ilości rysunków i tabel właściwe byłoby sporządzenie ich spisów.

W podrozdziale pierwszym zatytułowanym *Systematyka mikroalg i ich właściwości biologiczne* Doktorant odniósł się do taksonomii mikroalg, z nawiązaniem do wyjaśnienia pojęć *algi* i *glony*. Opisał klasyfikację alg prokariotycznych oraz eukariotycznych ze wskazaniem różnych źródeł literaturowych oraz scharakteryzował grupy taksonomiczne, m.in. w zakresie ich budowy, formy, barwników i występowania.

W obszernym podrozdziale drugim pt. *Mikroalgi w inżynierii środowiska, przemyśle i biotechnologii* Doktorant zamieścił informacje dotyczące możliwości wykorzystania alg, m.in. do produkcji biogazu, biopaliw ciekłych, biowodoru, w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym i rolnictwie.

W kolejnym podrozdziale *Możliwość wykorzystania mikroalg w procesie oczyszczania ścieków i spalin* Doktorant opisał technologie wykorzystujące mikroalgi w oczyszczaniu ścieków komunalnych,

z przemysłu rolno-spożywczego, innych ścieków przemysłowych z uwzględnieniem głównie usuwania metali ciężkich oraz usuwania CO₂ ze spalin.

W części *Przegląd instalacji do hodowli mikroalg* Doktorant odniósł się do kluczowych aspektów efektywnej hodowli alg. Systemy hodowli mikroalg można podzielić na dwie główne grupy: systemy otwarte i systemy zamknięte, prowadzone w różny sposób z uwzględnieniem specyficznych preferencji środowiskowych hodowanych gatunków. Syntetycznie wskazał i opisał parametry techniczne oraz czynniki wpływające na efektywność hodowli mikroalg, m.in. oświetlenie, rodzaj przepływu, sposób dostarczania pożywki i CO₂/napowietrzania, system kontroli temperatury.

Podsumowaniem zagadnień opisanych w części teoretycznej jest ostatni podrozdział obejmujący problemy z zastosowaniem mikroalg w praktyce. Doktorant opisał wady i ograniczenia stosowania tej technologii, a także możliwości jej optymalizacji i kontroli. Jako najważniejsze wyzwania w rozwoju technologii hodowli mikroalg oraz ich późniejszego wykorzystania wymienił:

- podniesienie produktywności mikroalg w hodowlach na wolnym powietrzu,
- zmniejszenie ryzyka wprowadzenia do hodowli drapieżnych pierwotniaków,
- optymalizację systemów dozowania CO₂,
- ograniczenie zmian temperatury oraz parowania wody,
- obniżenie kosztów budowy bioreaktorów hodowlanych oraz odzyskiwania alg z zawiesiny hodowlanej,
- obniżenie kosztów energii zużywanej na mieszanie, napowietrzanie, nawożenie, zbiór oraz osuszanie biomasy,
- zwiększenie wydajności wykorzystania pożywki przez mikroalgi,
- zmniejszenie negatywnego wpływu na środowisko, np. poprzez recykling wody wykorzystywanej w hodowli mikroalg.

Uważam, że opracowanie części teoretycznej wykazuje umiejętność Doktoranta do poszukiwania i systematyzowania wiedzy naukowej, w oparciu o przegląd literatury przedmiotu. Zebrane informacje stanowią dobre wprowadzenie do części badawczej, podkreślają zasadność podjęcia badań. Autor rozprawy właściwie dobrał literaturę, korzystał z różnych źródeł (opis części teoretycznej w oparciu o 147 poz. literaturowych), potrafi syntetycznie porównywać i zestawiać dane.

Niektóre uwagi ogólne do części teoretycznej:

1. W wykazie skrótów podano np. ChZT i COD (j. ang.), należałoby ujednolicić zapis pozostawiając w tekście wyłącznie skrót w odniesieniu do języka polskiego.
2. Zasadnym i bardziej czytelnym byłoby włączenie treści podrozdziału *Możliwość wykorzystania mikroalg w procesie oczyszczania ścieków i spalin* do podrozdziału *Mikroalgi w inżynierii środowiska, przemyśle i biotechnologii*. Opisane technologie należy uznać również za rozwiązania dedykowane inżynierii środowiska.
3. Wymienione nazwy gatunkowe zwyczajowo należy pisać kursywą, nie wszędzie zastosowano tę zasadę.
4. W różnych miejscach tekstu wykorzystano nietechniczne wyrażenia i zwroty, np. *ogromne ilości ścieków, przy poszczególnych stężeniach ścieków w pożywce, RLM - realna liczba mieszkańców, produkcji substancji wykorzystywanych w oczyszczalniach, ogromne ilości paliw konwencjonalnych, redukcja azotu i fosforu w ujęciu zmniejszenia stężenia*.
5. Str. 19 - 20, bardzo chaotyczny i niespójny opis faz procesu fermentacji metanowej.
6. Stosowanie zapisu zawiesiny/zawiesina w tabelach (np. 4 i 9) zamiast zawiesina ogólna, oraz zamiennie azotany i azotyny zamiast azotany (V) i (III), brak jednostek przy wartościach parametrów.

Następną część pracy, stanowią rozdziały dotyczące przedstawienia tez i celów pracy, wyników badań i ich dyskusji oraz wniosków końcowych. Ta część pracy uzupełniona jest opracowaniem graficznym wyników badań i analiz: rysunkami oraz tabelami.

Tezy rozprawy doktorskiej:

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

Cele naukowe pracy:

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.

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

Doktorant sformułował również problem badawczy, jednak jest on powtórzeniem zapisów tez i celów pracy, nie wnosi żadnej dodatkowej informacji.

Pierwsza teza pracy jest oczywista, jasno wynika z bardzo dobrze wykonanego przez Doktoranta przeglądu literatury i innych prac badawczych. Mało zasadna jest więc weryfikacja założeń już powszechnie udowodnionych w innych badaniach. Podobną uwagę mam do celu użytkowego, udowodniono już nawet w zastosowaniach tej technologii w praktyce, nie tylko w badaniach naukowych, że *zastosowanie mikroalg w ciągu technologicznym może wpłynąć na wzrost efektywności procesu oczyszczania ścieków komunalnych i umożliwić pozyskanie biomasy*.

Należy więc uznać, że nowością w badaniach prowadzonych przez Doktoranta była weryfikacja tezy 2 i postawienie celu naukowego 2, opierających się na poszukiwaniu optymalnego składu gatunkowego mikroalg wykorzystywanych do oczyszczania ścieków komunalnych, zwłaszcza w zakresie usuwania związków azotu i fosforu.

Opis części badawczej Doktorant rozpoczyna od przedstawienia materiału badawczego i zakresu badań. Do przygotowania roztworów hodowlanych wykorzystał surowe ścieki z oczyszczalni ścieków komunalnych w mieście powiatowym liczącym około 300 tys. mieszkańców. Ścieki pobierane były przed osadnikiem wstępnym bezpośrednio przed sporządzeniem roztworów hodowlanych. W każdej z próbek ścieków surowych Doktorant analizował podstawowe parametry: azot ogólny, fosfor ogólny, odczyn, zawiesinę ogólną oraz ogólny węgiel organiczny. Szczepy mikroalg eukariotycznych i prokariotycznych wykorzystane w badaniach pochodziły z Kolekcji Kultur Glonów Bałtyckich, działającej przy Uniwersytecie Gdańskim oraz z Kolekcji Alg przy Uniwersytecie w Pradze. Trzy mikroalgi (*Chlorella sorokiniana*, *Oscillatoria lutea*, *Arthrospira platensis*) pozyskane zostały we własnym zakresie przez Doktoranta i dokonano ich identyfikacji. Badania wykonał dla trzydziestu gatunków mikroalg z 27 rodzajów: było to dziewiętnaście gatunków alg eukariotycznych z gromady zielenic (*Chlorophyta*) oraz jedenaście gatunków cyjanobakterii (*Cyanophyta*). Wyboru dokonał na podstawie dostępnej literatury oraz kierując się opinią biologów zajmujących się izolacją i prowadzeniem kolekcji alg, z których były pozyskiwane. Doktorant szczegółowo scharakteryzował

poszczególne szczepy mikroalg. Wykonane fotografie mikroskopowe mikroalg (rys. od 5 do 34) powinny być umieszczone jako katalog w załącznikach do pracy.

Do hodowli mikroalg Doktorant wykorzystał trzy bioreaktory rurowe (o poj. 2 l) wykonane z przepuszczającego światło widzialne tworzywa sztucznego firmy Aqua Medic, wyposażone w system napowietrzania. Bioreaktory umieszczono na ścianie w pozycji pionowej. Bioreaktory oświetlano czterema lampami fluorescencyjnymi firmy Osram/Biolux (18W), imitującymi pełne widmo światła słonecznego w zakresie widzialnym. Schemat procedury badawczej Doktorant czytelnie przedstawił na schemacie (rys. 37).

Opracowanie statystyczne wyników badań obejmowało wyznaczenie mediany, wartości maksymalnej, minimalnej, średniej, kwartyli 1 i kwartyli 3 oraz wariancji w zbiorach danych: skuteczność usuwania jonów azotanowych (V), azotanowych (III), amonowych i fosforanowych (V). Doktorant wyznaczył współczynnik korelacji Pearsona pomiędzy przyrostem biomasy alg (przyrost gęstości optycznej), a zmianami stężenia badanych wskaźników.

Otrzymane wyniki badań wraz z dyskusją Doktorant przedstawił na 127 stronach maszynopisu w rozdziale piątym i szóstym. Mam znaczące zastrzeżenie do sposobu prezentacji wyników badań. W rozdz. 5 Doktorant zestawiał w tabelach od 11 do 105 wartości analizowanych parametrów: gęstości optycznej 663 nm, stężenia azotanów (V) i (III) (azotu przeliczonego z formy jonowej?), jonów amonowych (azotu amonowego?), jonów fosforanowych (V) (fosforu przeliczonego z formy jonowej?) oraz przedstawił je równocześnie na rysunkach od 40 do 134. Przedstawienie wyników badań w takiej formie stanowi 94 kolejne strony, na których powtórzono dane: są w tabeli i powyżej na rysunku. Nie są spójne opisy wartości: pod rysunkami Doktorant podaje, że dotyczą zmian stężenia jonów, a w tabeli dla tych samych wartości zmian stężenia azotu i fosforu przeliczonych z odpowiedniej formy. Przyjęta prezentacja wyników badań jest nieczytelna, utrudnia analizę danych, które w tak dużej ilości jako dane źródłowe powinny być umieszczone w załączniku na końcu pracy, a w treści głównej tylko zestawienia/rysunki przykładowe oraz pokazujące zestawienia zbiorcze.

W następnej kolejności po 94 stronach tabel i rysunków, czytelnik zapoznaje się z jedną stroną tekstu (str.197) i następnie danymi zmian parametrów w roztworach hodowlanych zestawionymi w 20 tabelach, na 3 rysunkach (gęstość optyczna) i ponownie w 4 tabelach (127-130) (16 stron).

W dyskusji wyników badań Doktorant wykazał, że spośród dziewiętnastu gatunków alg eukariotycznych z gromady zielenic (*Chlorophyta*) piętnaście wykazało się zdolnością wzrostu w pożywkach zawierających ścieki komunalne, natomiast spośród alg prokariotycznych zaliczanych do cyjanobakterii (*Cyanophyta*), tylko cztery z jedenastu przeżyły do 15 dnia hodowli.

Należy podkreślić, że jak wykazał Doktorant, niektóre z badanych gatunków do tej pory nie były rozważane w literaturze przedmiotu jako potencjalnie możliwe do wykorzystania do wspomagania procesów oczyszczania ścieków komunalnych. Można tutaj wymienić zielenice: *Muriella terrestris*, *Coelastrella oocystiformis*, *Dictyosphaerium sp.*, *Chloroidium laureanum*, *Coenochloris mucosa*. Natomiast w przypadku cyjanobakterii były to: *Rivularia*, *Synechocystis*, *Pseudanabaena*, *Geitlerinema* i *Phormidium*.

Doktorant potwierdził, że algi eukariotyczne osiągają wyższe przyrosty biomasy wykorzystując substancje odżywcze zawarte w ściekach komunalnych. Ustalił wysoką przydatność do wspomagania procesu oczyszczania ścieków najczęściej stosowanych do tego celu mikroalg z rodzajów *Chlorella*, *Desmodesmus*, *Haematococcus*, *Scenedesmus*, *Chlamydomonas*. Największą skuteczność powyżej 80% w usuwaniu azotanów (V) wykazano dla *Scenedesmus acutus*, *Scenedesmus bifidus* i *Chlamydomonas sp.*, natomiast w przypadku azotu amonowego ponowną efektywność wykazano dla *Chlamydomonas sp.*, *Chlorella fusca*, *Desmodesmus sp.*, *Monoraphidium contortum*, *Coelastrella oocystiformis*, *Haematococcus sp.*, *Chlorella vulgaris* i *Coelastrella oocystiformis*. Jony fosforanowe były najskuteczniej usuwane (powyżej 80%) przez *Chlorella vulgaris*, *Chlorella sorokiniana*, *Coelastrella*

oocystiformis, *Monoraphidium contortum*, *Scenedesmus bifidus*, *Haematococcus* sp., *Scenedesmus bifidus*, *Muriella terrestris* i *Monoraphidium contortum*.

Pomimo pozytywnej oceny poziomu merytorycznego rozprawy, zasadnym jest zgłoszenie uwag, które nie wpływają na końcową ocenę pracy, lecz wymagają komentarza i wyjaśnień od Autora, jak również mogą być wykorzystane np. w przyszłych publikacjach/pracach naukowych:

1. cyt. *W kolejnym etapie badań, jako źródło pierwiastków biogenych do wzrostu mikroalg zastosowano ścieki komunalne surowe w dawkach 4%, 8% oraz 16%. Miało to na celu symulację częściowo oczyszczonych ścieków odprowadzanych do wód powierzchniowych.* (str. 4)

oraz

... do ... bioreaktora rurowego dodawano ścieki komunalne w ilości 4%, 8% i 16% w przeliczeniu na pełną jego objętość użyteczną, a następnie uzupełniano wodą do objętości 2 l. Rozcieńczenia te miały za zadanie symulować oczyszczone ścieki komunalne zgodnie z aktualnym pozwoleniem wodno-prawnym dla oczyszczalni z której pobierano próbki. Według powyższego pozwolenia maksymalna ilość azotu ogólnego w ściekach po procesie oczyszczania nie powinna przekraczać 15% stężenia początkowego, a stężenie fosforu ogólnego powinno być poniżej 1 mg/dm³ (str. 94).

Proszę o wyjaśnienie stwierdzenia *... symulację częściowo oczyszczonych ścieków odprowadzanych do wód powierzchniowych*. Jakie uwarunkowania umożliwiają w praktyce odprowadzanie „częściowo oczyszczonych ścieków” i w jakim zakresie, czy i w jakim ujęciu wg Doktoranta jest to zjawisko powszechne, aby symulować takie warunki w badaniach naukowych?

Jaki związek ma to stwierdzenie z podaniem w metodyce *... symulować oczyszczone ścieki komunalne zgodnie z aktualnym pozwoleniem wodno-prawnym dla oczyszczalni z której pobierano próbki?* Proszę również o weryfikację warunków pozwolenia wodno-prawnego oczyszczalni (zwłaszcza w zakresie związków azotu: *nie powinna przekraczać 15% stężenia początkowego*) w kontekście założonych w metodyce i uzyskanych w badaniach wartości parametrów w ściekach stanowiących pożywkę dla mikroalg. W tabeli 9 podano wartości parametrów w ściekach surowych. Początkowe wartości tych parametrów w tzw. roztworze hodowlanym, odnajdujemy dopiero w tabelach od 107 do 122 (str. 198), odpowiednio np. dla azotanów (V) od 6,904 mg/dm³ (udział ścieków surowych 4%) do 31,551 mg/dm³ (udział ścieków surowych 16%).

Uznaję za niewłaściwe i niepoprawne podawanie udziału ścieków surowych w roztworze pożywkowym jako *stężenie ścieków komunalnych 4, 8 i 16%*.

2. W pracy nie podano warunków optymalnych dla wzrostu alg opisanych udziałem C:N:P i nie powiązano uzyskanych efektów wzrostu alg z rzeczywistą zawartością biogenów i związków węgla organicznego w roztworach pożywkowych. Proszę o przedstawienie takiego porównania.
3. Proszę o przeredagowanie i przedstawienie wniosków głównych tak, aby jasno potwierdzały weryfikację postawionych tez badawczych.

4. Proszę o doprecyzowanie wniosku 13, w kontekście mniejszej wrażliwości alg eukariotycznych na *substancje potencjalnie szkodliwe* zawarte w ściekach komunalnych (zdefiniowanie substancji szkodliwych).

WNIOSEK KOŃCOWY

Recenzowana rozprawa mgr inż. Łukasza Pasonia pt.: *Zastosowanie alg prokariotycznych i eukariotycznych do wspomagania procesu oczyszczania ścieków komunalnych* stanowi wartościowy wkład w rozwój badań nad problemem nowoczesnych i innowacyjnych metod oczyszczania ścieków komunalnych. Doktorant wykazał się wystarczającym poziomem wiedzy teoretycznej, wysokim poziomem kompetencji badawczych, umiejętnością samodzielnego formułowania i rozwiązywania problemów naukowych. Warsztat metodyczny zaproponowany przez Doktoranta był odpowiedni dla realizacji celów pracy, odpowiadający współczesnym standardom badań w tej dziedzinie.

Stwierdzam, że rozprawa doktorska Pana mgr inż. Łukasza Pasonia pt. *Zastosowanie alg prokariotycznych i eukariotycznych do wspomagania procesu oczyszczania ścieków komunalnych* spełnia wymagania formalne w odniesieniu do prac doktorskich i odpowiada wymogom Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. 2018 r. poz. 1668) z późn. zmianami (Dz. U. 2024 poz. 1571 z dnia 11 września 2024). Rozprawa doktorska posiada walory oryginalności naukowej, ma znaczenie dla rozwoju dyscypliny naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka oraz jest oparta na poprawnie opracowanej i przeprowadzonej procedurze badawczej.

W związku z powyższym oceniam rozprawę pozytywnie i wnoszę o przyjęcie rozprawy doktorskiej oraz dopuszczenie Pana mgr inż. Łukasza Pasonia do dalszych etapów postępowania przewidzianych w przewodzie doktorskim.

Sylvia Mysiołek