

Białystok, 1.03.2026 r.

prof. dr hab. inż. Katarzyna Ignatowicz
Politechnika Białostocka
Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku
ul. Wiejska 45, 15-351 Białystok
email: k.ignatowicz@pb.edu.pl
tel. 602817778

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Wojciecha Walczaka
nt *Opracowanie i wdrożenie modułowego systemu filtracji wody*
dla naturalnych stawów kąpielowych
wykonanej w Uniwersytecie Przyrodniczym w Lublinie
pod kierunkiem Promotora dr hab. inż. Artura Serafina, prof. uczelni
Promotora pomocniczego prof. dr hab. inż. Tadeusza Siwca

1. Przedmiot recenzji

Przedmiotem recenzji jest praca doktorska Pana mgr inż. Wojciecha Walczaka nt. *Opracowanie i wdrożenie modułowego systemu filtracji wody dla naturalnych stawów kąpielowych* wykonanej w Uniwersytecie Przyrodniczym w Lublinie pod kierunkiem Promotora rozprawy dr hab. inż. Artura Serafina, prof. uczelni oraz Promotora pomocniczego prof. dr hab. inż. Tadeusza Siwca w dziedzinie nauki inżynierijno-techniczne w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Rozprawa doktorska została zrealizowana w ramach V edycji programu „Doktorat Wdrożeniowy”, finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, umowa nr DWD/5/0334/2021 z dnia 29.10.2021 r. Opiekunem pomocniczym z ramienia zakładu był inż. Mirosław Zalewski – firma Mirosław Zalewski MONT-SAN.

2. Podstawa formalna recenzji

Podstawą formalną recenzji jest pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka prof. dr hab. Krzysztofa Józwiakowskiego z dnia 7 stycznia 2026

roku oraz umowa o dzieło zawarta pomiędzy: Uniwersytetem Przyrodniczym w Lublinie, reprezentowanym przez Rektora UP w Lublinie, w imieniu którego działa Prorektor ds. Kadr prof. dr hab. Andrzej Marczuk, a prof. dr hab. inż. Katarzyną Ignatowicz, na opracowanie recenzji rozprawy doktorskiej mgr inż. Wojciecha Walczaka.

3. Podstawa prawna recenzji

Recenzję sporządzono zgodnie z wymaganiami stawianymi w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571, z późn. zm.).

Zgodnie z Art. 187 Ustawy:

1. Rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie albo dyscyplinach oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej.
2. Przedmiotem rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej albo oryginalne dokonanie artystyczne.
3. Rozprawę doktorską może stanowić praca pisemna, w tym monografia naukowa, zbiór opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych, praca projektowa, konstrukcyjna, technologiczna, wdrożeniowa lub artystyczna, a także samodzielna i wyodrębniona część pracy zbiorowej. Powinna być opatrzona streszczeniem w języku angielskim.

4. Recenzja

Praca ma formę maszynopisu w postaci książki, prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka oraz zawiera oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, w związku z czym stwierdzam, że spełnia wymogi formalne zapisane w Ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym.

Praca doktorska *Opracowanie i wdrożenie modułowego systemu filtracji wody dla naturalnych stawów kąpielowych* jest pracą badawczą i wdrożeniową przygotowaną w oparciu o cykl czterech spójnych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w recenzowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym oraz wniosku patentowego, których tematyka daje się wpisać w zakres reprezentowany przez tytuł osiągnięcia naukowego:

A1

Walczak W. (60%), Serafin A. (25%), Siwiec T. (15%). Natural swimming ponds as an application of treatment wetlands - a review. *Water* 15.10 (2023):1878 DOI: 10.3390/w15101878

Impact Factor: **3,0**

Punkty MNiSW: 100

Punkty Autora 60

A2

Walczak W. (55%), Siwiec T. (30%), Serafin A. (15%). Analiza procesów filtracyjnych na złożach mineralnych stosowanych w filtrach naturalnych stawów kąpielowych. *Instal* (2024) DOI 10.36119/15.2024.6.6

Impact Factor: **0** Punkty MNiSW: 70 Punkty Autora 38,5

A3

Walczak W. (55%), Serafin A. (25%), Siwiec T. (20%). Comparative analysis of phosphorus removal efficiency from water on selected filter beds for use in the natural swimming pond filtration systems. *Journal of Ecological Engineering* 26.6 (2025) DOI 10.12911/22998993/201975

Impact Factor: **1,5** Punkty MNiSW: 100 Punkty Autora 38,5

A4

Walczak W. (55%), Serafin A. (20%), Siwiec T. (15%), Mielniczuk J. (5%), Szczurowska A. (5%). Analysis of the functional efficiency of a prototype filtration system dedicated for natural swimming ponds. *Water* 17.19 (2025):2816 DOI: 10.3390/w17192816

Impact Factor: **3,0** Punkty MNiSW: 100 Punkty Autora 55,0

A5

Walczak W. (50%), Serafin A. (50%), Wniosek Patentowy: Modułowy układ filtracyjny do wody o niskim stopniu zanieczyszczenia, nr P.452443 (WIPO ST 10/C PL452443)

Publikacje charakteryzują się łącznym IF wynoszącym 7,5 i łączną punktacją Ministerstwa Nauki wynoszącą 340 pkt. (Komunikat Ministra Nauki z dnia 5 stycznia 2024 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych) Prace opublikowane zostały w wydawnictwach naukowych MDPI (dwa artykuły) oraz *Journal of Ecological Engineering* i *Instal* (po jednej pracy).

Praca doktorska *Opracowanie i wdrożenie modułowego systemu filtracji wody dla naturalnych stawów kąpielowych* jest pracą badawczą, eksperymentalną i wdrożeniową. Składa się z dwóch podstawowych części, a mianowicie części teoretycznej (Wstępu) opartej na aktualnej literaturze związanej z tematyką rozprawy, części doświadczalnej prezentującej badania własne Autora oraz części wdrożeniowej. Praca zajmuje 89 stron plus 108 stron kopii publikacji oraz wniosku patentowego i załączników. W treści pracy znajduje się wstęp, problem naukowy, hipotezy i cele badawcze, metodyka badań, wyniki badań wraz z dyskusją, i wnioski, opis wdrożenia, spis treści, literatury, informacje

dotatkowe oraz załączniki prezentujące opublikowane prace autora. Literatura wykorzystana przy realizacji pracy to 57 publikacji krajowych i zagranicznych pochodzących głównie z lat 2001-2024. Pojawiły się także pozycje, będące ikonami omawianych zagadnień, z lat 1958, 1981 czy z lat 90-tych.

4.1. Celowość podjęcia tematu

Temat rozprawy doktorskiej został trafnie dobrany i wpisuje się w najnowsze trendy badań w obszarze dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

W kontekście rozwiązań proekologicznych, naturalne stawy kąpielowe (ekobaseny), stały się atrakcyjną, korzystną alternatywą dla konwencjonalnych basenów, charakteryzującą się wysokimi walorami krajobrazowymi. Ekobaseny są sztucznymi zbiornikami wodnymi, które funkcjonują w oparciu o naturalne procesy przyrodnicze. W najprostszej formie zbiornik taki składa się z nieckii stawowej wypełnionej wodą, wyłożonej wysoce trwałym materiałem hydroizolacyjnym i wykończonej grubym żwirem, czy płytami kamiennymi. Funkcjonalnie taki obiekt podzielony jest na dwie strefy: strefa regeneracji - płytka, obsadzona roślinnością wodną, sprzyja szybkiemu podgrzaniu wody i uzyskaniu skutecznej filtracji wody oraz strefa rekreacyjno-kąpielowa – głęboka, wykorzystywana użytkowo. Strefa regeneracyjna zbudowana jest z podłoża ułożonego z odpowiednich minerałów (filtra), w którego dolnej części znajduje się drenaż rozprowadzający filtrowaną wodę, natomiast w górnej części rosną odpowiednio wyselekcjonowane rośliny (makrofity). Całość jest zalana wodą o wspólnej powierzchni z częścią kąpielową stawu. Warstwa złoża filtracyjnego z roślinami pełni funkcję filtra bagienno-roślinnego, w którym zatrzymywane są zanieczyszczenia. Uzdatanianie wody układu wiąże się z aktywnie funkcjonującym ekosystemem opartym na konkurencji pokarmowej glonów i makrofitytów strefy regeneracyjnej oraz repozytorowych właściwościach samych roślin wyższych. Bardzo istotna jest także biologiczna, chemiczna i fizyczna sorpcja związków biogennych w złożu filtra roślinnego, na którą składa się sprawność sorpcyjna minerału i potencjał czynnościowy mikro organicznego biofilmu.

Kluczowym elementem determinującym proces eutrofizacji w zbiornikach wodnych, wpływając na wartości wielu innych parametrów jakościowych wody jest głównie fosfor. Nawet niewielkie stężenia fosforu mogą być główną przyczyną masowego pojawu glonów i sinic, co pogarsza organoleptyczne i fizyczno-chemiczne parametry wody, niosąc za sobą potencjalne ryzyko dla zdrowia użytkowników. Wiele metod rekultywacji zbiorników wodnych ma zatem na celu modyfikację obiegu tego pierwiastka, czego efektem ma być jego stężenie poniżej wartości progowej dla produkcji pierwotnej ekosystemu wodnego rzędu 0,01 mg P/L.

Przy podwyższonych wartościach stężenia związków biogennych w wodzie, przy zaobserwowaniu negatywnych następstw eutrofizacji zbiornika niezbędna staje się konieczność

usunięcia nadmiaru fosforu przy wykorzystaniu systemów filtracyjnych z wysokosprawnym adsorbentem. Pozwala to uzyskać parametry użytkowe wody kąpielowej na poziomie norm niemieckich dedykowanych dla ekobasenów

Filtracja na materiałach mineralnych, będąca kluczowym elementem tych systemów, opiera się na wykorzystaniu porowatych materiałów, zdolnych do adsorpcji zanieczyszczeń, ze szczególnym uwzględnieniem fosforu. Typowymi adsorbentami mogą być m. in. naturalne substancje węglowe (węgiel drzewny, antracyt, półkoks, węgiel brunatny lub kamienny) i specyficzne grupy minerałów (mieszanki: biozamonit, bioporif), zeolity, czy występujące w przyrodzie materiały gliniane.

Sprawność adsorpcyjna fosforu dla większości materiałów mineralnych nie ma jednak właściwej weryfikacji dla systemów uzdatniania wody w naturalnych stawach kąpielowych. Analiza istniejących na rynku rozwiązań technologicznych filtracji wody w ekobasenach wskazuje na brak systemowych rozwiązań dedykowanych obiektom tego typu. Oferowane produkty to najczęściej adaptacje technologii stosowanych w oczkach wodnych, które są trudne w montażu, eksploatacji i modernizacji, a także generują wysokie koszty. Jedną z kluczowych ich wad jest brak modułowości umożliwiającej łatwą i selektywną konserwację poszczególnych komór. Konieczność czyszczenia lub regeneracji złoża mineralnego wymaga zazwyczaj całkowitego wyłączenia obiegu wody w systemie, co negatywnie wpływa na efektywność działania biocenozy i potencjał samooczyszczania stawu oraz stan filtra biologicznego w systemie.

Rozwiązanie problemów technologicznych systemu uzdatniania wody w naturalnych stawach kąpielowych przy zastosowaniu wysokosprawnego materiału filtracyjnego stanowi podstawę realizacji rozprawy doktorskiej nt. *Opracowanie i wdrożenie modułowego systemu filtracji wody dla naturalnych stawów kąpielowych*.

4.2. Ogólne omówienie rozprawy

Praca doktorska *Opracowanie i wdrożenie modułowego systemu filtracji wody dla naturalnych stawów kąpielowych* jest pracą badawczą i wdrożeniową przygotowaną w oparciu o cykl czterech spójnych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w recenzowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym oraz wniosku patentowego.

Wymienione prace opublikowano w latach 2023-2025, jako oryginalne artykuły naukowe, za które łączna liczba punktów, określona na podstawie listy Ministra Nauki wynosi 340, a IF = 7,5. We wszystkich publikacjach doktorant jest pierwszym autorem. Wszystkie prace zostały przygotowane wspólnie z Promotorem oraz Promotorem pomocniczym. Wkład merytoryczny doktoranta obejmował opracowanie hipotez, koncepcji oraz metodyki badawczej, udział w badaniach, analizę i dyskusję wyników, jak również przygotowanie manuskryptów oraz ich edycję po recenzji. Na podkreślenie zasługuje fakt, iż Doktorant

podał swój procentowy udział w powstaniu poszczególnych prac. Jest on znaczący i wynosi od 50 do 60%.

W rozprawie doktorskiej opracowanej przez mgr inż. Wojciecha Walczaka postawiono następująco problem naukowy: popularność inwestycji dotyczących proekologicznych naturalnych stawów kąpielowych wymaga opracowania dedykowanych, wysokoefektywnych systemów uzdatniania wody użytkowej, o zweryfikowanej wysokiej sprawności funkcjonalnej, tak pod względem budowy, właściwości adsorpcyjnych fosforu, jak i pielęgnacji i obsługi serwisowej.

Przyjmując wyżej wymieniony problem naukowy za punkt wyjścia, doktorant sformułował następujące hipotezy badawcze:

- odpowiednia prędkość filtracji jest głównym parametrem wpływającym na sprawność usuwania fosforu dla zweryfikowanego w laboratoryjnym eksperymencie kolumnowym, wysokoefektywnego filtra mineralnego w warunkach funkcjonowania naturalnego stawu kąpielowego;
- trwałość materiałowa i specyfikacja techniczna decydująca o modułowości i multiplikacji systemowej nowo zaprojektowanych komór filtracyjnych (układy równoległe i szeregowy), oraz nowatorskie systemy regulacji zaworowej stanowią rozwiązanie, które może być dedykowane dla naturalnych stawów kąpielowych;
- kompaktowy, prototypowy system uzdatniania wody oparty na modułowych komorach filtracji z wkładami: mechanicznym, wysokosprawnym - mineralnym i biologicznym, wraz ze specyficznym osprzętem wykazuje wysoką sprawność oczyszczania wody w zróżnicowanych warunkach użytkowania naturalnych stawów kąpielowych.

Doktorant, aby udowodnić postawione hipotezy, przedstawił następujące cele pracy badawczej:

1. Celem naukowym badań była analiza funkcjonowania prototypowego systemu uzdatniania wody ze zweryfikowaną sprawnościowo i pod względem kinetyki przepływu adsorbentem mineralnym i typowymi wkładami: mechanicznym i biologicznym oraz określonych parametrów filtracji dla pełnowymiarowego naturalnego stawu kąpielowego typu II. Uzyskane wyniki odniesiono do jego cech biocenotycznych i mikrobiologicznych, świadczących o interakcji funkcjonalnej systemu TWs strefy regeneracyjnej stawu i zastosowanych rozwiązań technologicznych.
2. Celem wdrożeniowym badań było opracowanie technologii i specyfikacji technicznej oraz wdrożenie wysokosprawnego, prototypowego systemu uzdatniania wody, zbudowanego z modułowych, multiplikatywnych komór filtracyjnych z wkładami: mechanicznym,

mineralnym i biologicznym, wraz z osprzętem, z możliwością ich wybiórczego wyłączania w oparciu o innowacyjny system zaworowy.

Ponadto Doktorant założył sześć celów szczegółowych.

Rozwiązanie problemu naukowego, weryfikacja hipotez i wypełnienie celów badań wiązały się ze szczegółowym przeszukaniem internetowych materiałów źródłowych, publikacji naukowych oraz realizacją trzech zadań eksperymentalnych i zadania projektowego, które opisano w pracy oraz publikacjach naukowych doktoranta:

- kolumnowego eksperymentu laboratoryjnego w celu wyboru materiału mineralnego spełniającego przyjęte wstępne kryteria rynkowe (dostępność, niski koszt zakupu, potencjał użytkowy) i funkcjonalne (sprawność usuwania fosforu, brak uwalniania jonów oraz pozytywnie zweryfikowane analizy kinetyki przepływu - średnice zastępcze, efekt przyścienny i przepływ laminarny) [A2; A3];
- eksperymentu terenowego przeprowadzonego dla trzech mało powierzchniowych obiektów imitujących ekobaseny w celu określenia efektywnej prędkości filtracji dla systemu uzdatniania z wybranym uprzednio wysokosprawnym adsorbentem mineralnym, na podstawie wartości biologicznych, fizycznych i chemicznych parametrów wody [A4];
- eksperymentu terenowego przeprowadzonego dla pełno wymiarowego naturalnego stawu kąpielowego typu II pod pełnym obciążeniem użytkowym, w celu analizy efektywności pracy prototypowego systemu uzdatniania wody dla wybranej efektywnej prędkości filtracji [A4; A5]; oraz
- opracowania i realizacji projektu lekkiej, innowacyjnej, modułowej i multiplikatywnej komory filtracyjnej o wysokiej trwałości, jako podstawy budowy prototypowego systemu uzdatniania wody z selektywną regulacją pracy dla ekobasenów [A4; A5].

Kwerenda źródeł internetowych, kart produktów oraz publikacji naukowych dotyczących dostępnych rynkowo materiałów adsorpcyjnych pozwoliły Doktorantowi na wybór trzech minerałów filtracyjnych spełniających wstępne warunki eksperymentu laboratoryjnego. Materiały te zostały wybrane w celu określenia ich potencjału użytkowego w systemach uzdatniania wody w ekobasenach. Trzy wybrane materiały to: zmodyfikowana opoka (Rockfos®), żelazny granulat (Sulfur E) oraz grys wapienny.

W celu realizacji badań kinetyki przepływu wody przez ośrodek porowaty oraz efektywności adsorpcji fosforu dla wybranych materiałów filtracyjnych, w ramach kolumnowego eksperymentu laboratoryjnego, zaprojektowano stanowisko badań składające się z trzech kolumn filtracyjnych. W każdej z nich umiejscawiano złożę badanego minerału, które poddawane było badaniom analitycznym.

Zgodnie z założeniami funkcjonalnymi dla dedykowanych systemów filtracji w ekobasenach (lekkość, trwałość, modułowość, odporność na warunki atmosferyczne, odporność na obciążenia gruntu, wody i konstrukcji pomostu opartego na modułach) według wskazówek Doktoranta przy współudziale specjalistycznej firmy JFC zaprojektowano prototyp modułowej komory filtracyjnej. Do tego celu użyto programu Pro Engineer Creo 3.0, a powstały projekt modułu sprawdzono czy spełnia zadane warunki w Ansys Workbench metodą elementów skończonych (MES). Analizę przeprowadzono dla modułu wykonanego z polietylenu metodą formowania rotacyjnego, przy grubości ścianki 10 mm i po symulacji całkowitego obciążenia pochodzącego od gruntu i parcia wód powierzchniowych. Wyniki potwierdziły prawidłowość projektową, brak wad konstrukcyjnych i wytrzymałość znacznie powyżej minimalnej, z wysokim współczynnikiem bezpieczeństwa, co daje perspektywę na długą żywotność produktu. Na podstawie zaprojektowanych rozwiązań wykonano prototyp komory filtracyjnej zgodnie z opracowaną specyfikacją, który posłużył do testowania sprawnościowego systemu uzdatniania wody w eksperymentalnym naturalnym stawie kąpielowym. Możliwość selektywnego wyłączania modułu komory filtracyjnej bez konieczności zamknięcia cyrkulacyjnego obiegu wody w całym kilkumodułowym systemie uzyskano przy zastosowaniu nowatorskiego rozwiązania technologicznego, które jest przedmiotem wniosku patentowego o numerze P.452443 (WIPO ST 10/C PL452443) złożonego do Urzędu Patentowego RP.

W celu przeprowadzenia eksperymentu terenowego dla określenia efektywnej prędkości filtracji systemu uzdatniania wody z wybranym wysokosprawnym adsorbentem mineralnym, na terenie prywatnej posesji (miejscowość Radzymin pod Warszawą, Poland) zbudowano trzy zbiorniki wodne w skali 1:10 w stosunku do średniej wielkości naturalnego stawu kąpielowego (150 m²). Staw użytkowany był kąpielowo (1-4 osób) w zależności od warunków pogodowych i decyzji użytkowników, w szczególności od końca maja do końca września 2024 r. oraz od końca maja do lipca 2025 r. spełniając założenie zmiennych warunków siedliskowych - pogoda i intensywność użytkowania.

Uzyskane wyniki badań z długotrwałych pomiarów poddano analizie i dyskusji. Dzięki temu potwierdzono założone hipotezy badawcze oraz zrealizowano cel naukowy i wdrożeniowy. Pozytywnie zweryfikowano hipotezę badawczą dotyczącą wpływu odpowiedniej prędkości filtracji na sprawność usuwania fosforu dla wysokoefektywnego materiału adsorpcyjnego. Pozytywnie zweryfikowano funkcjonalność prototypowego, modułowego systemu uzdatniania wody z prędkością filtracji 5m/h, dla naturalnego stawu kąpielowego typu II. Progresywne wyniki adsorpcji fosforu (przy wpracowywaniu się złoża) dla zróżnicowanych warunków użytkowania ekobasenu powiązane z zaletami budowy i pracy systemu potwierdziły wysoką sprawność oczyszczania wody. Pozwoliło to na pozytywne zweryfikowanie hipotezy badawczej dotyczącej możliwości wykorzystania zastosowanych rozwiązań technologicznych jako dedykowanych dla naturalnych stawów kąpielowych.

4.3. Uwagi krytyczne i dyskusyjne o charakterze merytorycznym

Z formalnego punktu widzenia praca jest napisana poprawnie i starannie. Nie mam istotnych zastrzeżeń redakcyjnych, choć doktorant nie uniknął drobnych potknięć stylistycznych. Nie obniża to oczywiście wartości pracy. Ponieważ podstawą ubiegania się o stopień doktora jest cykl recenzowanych i opublikowanych prac naukowych nie będę ponownie recenzowała załączonych publikacji. Nasuwają mi się jednak pewne uwagi i pytania dyskusyjne o charakterze merytorycznym:

1. Jak zmienność składu chemicznego (szczególnie zawartości CaO, Fe oraz Al_2O_3) w poszczególnych partiach materiałów wpływa na ich rzeczywistą zdolność sorpcyjną fosforu oraz stabilność parametrów wody (np. pH) w warunkach pracy laboratoryjnej i eksploatacyjnej?
2. Czy dostępne są wyniki długoterminowych badań dotyczących trwałości, pojemności sorpcyjnej oraz możliwości regeneracji materiałów (Rockfos®, Sulfur E, grys wapienny) w systemach uzdatniania wody, szczególnie w kontekście ich zastosowania w ekobasenach?
3. Na rys. 10 podał Pan wykres zmienności efektywności usuwania fosforu w funkcji czasu filtracji oraz początkowego stężenia roztworu dla poszczególnych materiałów. Czy obserwowane maksima sprawności wskazują na istnienie optymalnego czasu pracy złoża?
4. W jakim stopniu spadek chłonności sorpcyjnej (ładunku zatrzymywanego fosforu w kolejnych dobach) świadczy o wyczerpywaniu się pojemności sorpcyjnej złoża oraz jakie są implikacje tego zjawiska dla częstotliwości wymiany lub regeneracji materiału filtracyjnego?
5. W jakim stopniu obserwowany wzrost efektywności adsorpcji fosforu w drugim sezonie badań (efekt „wpracowywania się” złoża) wynikał z właściwości mineralnego złoża Rockfos®, a w jakim z rozwoju procesów biologicznych zachodzących w komorze filtracyjnej?
6. Czy długotrwała alkalizacja wody spowodowana wysokim pH materiału filtracyjnego wpływa na stabilność biocenozy stawu kąpielowego oraz na zgodność parametrów wody z normami FLL w warunkach wielosezonowej eksploatacji?
7. Na ile stwierdzone korelacje między temperaturą, natlenieniem (OS), pH oraz stężeniem fosforu P_{total} wskazują na dominujący wpływ procesów biologicznych nad procesami sorpcyjnymi w kształtowaniu jakości wody po filtracji?

4.4. Ocena rozprawy pod kątem wymogów art. 187 Ustawy o szkolnictwie wyższym

Praca ma formę maszynopisu w postaci książki, prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka i zawiera oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Określono celowość podjęcia tematu oraz cel, który należało osiągnąć. Sformułowano tezę badawczą, która w trakcie postępu doświadczeń została zweryfikowana. Doktorant zaplanował

kompleksowo i przeprowadził bardzo duży zakres prac badawczych a uzyskane wyniki przedstawił w postaci licznych tabel i rysunków, przeanalizował i skonfrontował z istniejącym stanem wiedzy, a także wykonał eksperyment będący wdrożeniem praktycznym.

5. Wniosek końcowy

Uważam, że rozprawa doktorska mgr inż. Wojciecha Walczaka jest cennym opracowaniem, w którym osiągnięto główne założenia pracy i rozwiązano problem naukowy. Doktorant wykazał się odpowiednim przygotowaniem teoretycznym i praktycznym, znajomością współczesnej literatury dotyczącej tematu pracy oraz umiejętnością planowania i prowadzenia badań. Autor pokazał, że potrafi właściwie wykonać zamierzone prace eksperymentalne oraz prawidłowo i wnikliwie zinterpretować uzyskane wyniki badań, a także wykonać prototyp oraz wdrożenie. Tematyka i zakres rozprawy doktorskiej jest ściśle związany z ważnym problemem, który dotyczy rozwiązywania problemów technologicznych systemu uzdatniania wody w naturalnych stawach kąpielowych przy zastosowaniu wysokosprawnego materiału filtracyjnego. Biorąc po uwagę informacje zaprezentowane powyżej stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Wojciecha Walczaka pt. *Opracowanie i wdrożenie modułowego systemu filtracji wody dla naturalnych stawów kąpielowych* spełnia warunki obowiązującej Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571, z późn. zm.), art. 187, dotyczące ubiegania się o stopień naukowy doktora w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Dlatego wnioskuję o przyjęcie rozprawy doktorskiej mgr inż. Wojciecha Walczaka i dopuszczenie jej do publicznej obrony przed Radą Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka w Uniwersytecie Przyrodniczym w Lublinie.

prof. dr hab. inż. Katarzyna Ignatowicz