



Zachodniopomorski  
Uniwersytet Technologiczny  
w Szczecinie

**WYDZIAŁ TECHNOLOGII I INŻYNIERII CHEMICZNEJ**

prof. dr hab. inż. Rafał Rakoczy  
tel. 91 449 43 32  
email: rrakoczy@zut.edu.pl

Szczecin, 12.12.2024 r.

### **Recenzja**

**rozprawy doktorskiej Pana mgr. inż. Michała Hyrycza  
nt. „Analiza procesu odwadniania osadu z oczyszczalni ścieków”  
wykonanej pod kierunkiem naukowym  
promotora Pana prof. dra hab. inż. Marka Ochowiaka  
i opiekuna pomocniczego Pani mgr inż. Moniki Pielach**

#### **1. Podstawa wydania opinii**

Podstawą wydania opinii o rozprawie doktorskiej Pana mgra inż. Michała Hyrycza jest pismo Pani Dziekan Wydziału Technologii Chemicznej i przewodniczącej Rady Dyscypliny Nauki Chemiczne prof. dr hab. inż. Ewy Kaczorek z dnia 8 października 2024 r. (przesyłkę z rozprawą doktorską otrzymałem w dniu 15.10.2024 r.).

Recenzowana rozprawa doktorska Pana mgra inż. Michała Hyrycza została zrealizowana na Wydziale Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej pod kierunkiem Pana prof. dra hab. inż. Marka Ochowiaka oraz opiekuna pomocniczego Pani mgr inż. Moniki Pielach. Postępowanie w sprawie nadania stopnia doktora prowadzone jest w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki chemiczne.

Rozprawa doktorska została wykonana w ramach Programu Doktorat Wdrożeniowy Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego realizowanego w latach 2020-2024 (Umowa nr DWD/4/23/2020).

#### **2. Treść i zakres rozprawy doktorskiej**

W ocenie przedłożonej do recenzji rozprawy doktorskiej wzięto pod uwagę oryginalność i nowatorski charakter zrealizowanych badań, zasadność podjęcia tematyki badawczej, metodykę badań, dobór użytych metod oraz technik badawczych, jak również interpretację uzyskanych wyników oraz ich dyskusję w odniesieniu do aktualnego stanu wiedzy. Ponadto uwzględniono również osiągnięcia naukowe Pana mgra inż. Michała Hyrycza.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska, realizowana w ramach programu Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego pt. „Doktorat wdrożeniowy”, porusza kluczowe zagadnienia technologiczne dla przedsiębiorstwa Aquanet S.A. z siedzibą w Poznaniu. Firma zajmuje się zbiorowym zaopatrzeniem w wodę i odprowadzeniem ścieków. Głównym celem pracy doktorskiej jest analiza procesu odwadniania osadów z oczyszczalni ścieków w celu określenia parametrów wpływających na ich odwodnienie. Uzyskane wyniki zostały wykorzystane do opracowania wytycznych dla spółki wodociągowo-kanalizacyjnej i pozwoliły na zmniejszenie masy osadów ściekowych.



www.wtiich.zut.edu.pl

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie  
Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej  
al. Piastów 42, 71-065 Szczecin  
tel.: 091 434 30 86, faks: 091 449 46 36, e-mail: wtiich@zut.edu.pl



Zachodniopomorski  
Uniwersytet Technologiczny  
w Szczecinie

**WYDZIAŁ TECHNOLOGII I INŻYNIERII CHEMICZNEJ**

Osady ściekowe stanowią układ dyspersyjny o słabej podatności do zagęszczania i odwadniania. W praktyce do tego celu stosuje się metody konwencjonalne polegające na zastosowaniu flokulantów oraz niekonwencjonalne metody kondycjonowania osadów ściekowych z użyciem produktów odpadowych. Zmniejszenie ich ilości jest kluczowe dla funkcjonowania przedsiębiorstw wodociągowo-kanalizacyjnych, dlatego poszukiwanie nowych sposobów odwadniania osadów ściekowych może przyczynić się do oszczędności środków finansowych. Jest to zasadniczy problem tego typu spółek, stąd też tematyka podjęta przez Doktoranta jest w pełni zasadna.

Całość rozprawy ujęto redakcyjnie w jedenastu rozdziałach o zróżnicowanej objętości i różnym znaczeniu dla wartości pracy. Do dysertacji dołączono streszczenie w języku polskim i angielskim oraz rozdział związany z charakterystyką osiągnięć naukowych Doktoranta.

Układ pracy nie odbiega od standardowo przyjętych form tego typu opracowań naukowych. Doktorant przyjął trójczłonową strukturę koncepcji redakcyjnego ujęcia tematu. W pracy wyróżniono: analizę literaturową zagadnienia; część badawczą wraz z omówieniem uzyskanych wyników oraz podsumowanie i wnioski. W pierwszej części dysertacji Doktorant przedstawił technologię odwadniania osadów ściekowych, metody poprawy „odwadnialności” osadów oraz metody oceny efektywności flokulantów stosowanych. Kolejna część pracy Pana mgr. inż. Michała Hyrycza jest poświęcona metodyce oraz uzyskanym rezultatom i ich dyskusji. Ostatni rozdział zawiera podsumowanie oraz wnioski końcowe.

Rozprawa doktorska Pana mgra inż. Michała Hyrycza liczy 168 stron tekstu z licznymi rysunkami, tablicami i wykresami (od strony 156 do 168 podano szczegółowo dorobek naukowy Doktoranta). Przedstawiona do recenzji praca doktorska jest obszerna oraz porusza wiele wątków, które stanowią zainteresowania naukowe Doktoranta oraz zespołu badawczego kierowanego przez Pana prof. dra hab. inż. Marka Ochowiaka. W mojej ocenie w pracy zostały mocno zaakcentowane luki badawcze oraz w sposób jasny przedstawione hipotezy badawcze, które są związane z problemami, celami i pytaniami badawczymi, zdefiniowanymi w oparciu o identyfikację problematyki rozprawy na podstawie literatury przedmiotu oraz problemów związanych z problemami eksploatacyjnymi przedsiębiorstwa. Należy podkreślić, że przedstawiony przez Doktoranta plan badawczy jest oryginalny oraz w pełni realizuje założony cel pracy.

## **2. Ocena merytoryczna rozprawy – uwagi ogólne**

Recenzowana rozprawa doktorska poświęcona jest opracowaniu rozwiązania technologicznego pozwalającego na zmniejszenie kosztów prowadzenia procesu odwadniania osadów ściekowych i ich zagospodarowania w instalacjach przedsiębiorstwa Aquanet S.A. W ramach dysertacji Doktorant zdecydował się na poruszenie dwóch zagadnień badawczych, polegających na analizie wpływu dawek flokulantów, jak również czasu przetrzymania osadów w warunkach tlenowych i beztlenowych na zmienność uzyskiwanego stopnia odwodnienia osadów ściekowych.

Stwierdzam, że Pan mgr inż. Michał Hyrycz zrealizował program badawczy, pozwalający na uzyskanie wyników potwierdzających zasadność określonego w rozprawie celu. Rezultaty otrzymane z wykorzystaniem zaawansowanych metod badawczych i technik eksperymentalnych uznają za istotny wkład w rozwój prac badawczych związanych z aspektami technologicznymi procesu odwadniania osadów ściekowych. Na uwagę zasługuje fakt, że uzyskane wyniki mają duże znaczenie praktyczne i dzięki temu mogą zostać wdrożone w przedsiębiorstwie.



[www.wtiich.zut.edu.pl](http://www.wtiich.zut.edu.pl)

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie  
Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej  
al. Piastów 42, 71-065 Szczecin  
tel.: 091 434 30 86, faks: 091 449 46 36, e-mail: [wtiich@zut.edu.pl](mailto:wtiich@zut.edu.pl)



Po ocenie rozprawy doktorskiej uważam, że istota osiągnięć Doktoranta polega na:

1. Opracowaniu rozwiązania technologicznego pozwalającego na zmniejszenie kosztów prowadzenia procesu odwadniania osadów ściekowych dedykowanego dla przedsiębiorstwa Aquanet S.A.
2. Określeniu zależności pomiędzy wybranymi parametrami procesu technologicznego (m. in. używanymi flokulantami) i uzyskiwaną suchą masą osadu odwodnionego oraz jakością powstających odcieków.
3. Opracowaniu wytycznych zwiększenia efektywności energetycznej przedsiębiorstw wodno-kanalizacyjnych z uwzględnieniem niewykorzystanego potencjału energetycznego zawartego w odwodnionych osadach nadmiernych w procesie produkcji biogazu.

### **3. Ocena strony formalnej rozprawy – uwagi szczegółowe**

Praca posiada elementy nowości, natomiast pomimo tego, że czyta się ją z zainteresowaniem, nie jest wolna od niedostatków koncepcji redakcyjnej. Ze względu na różnorodność i znaczenie uwag szczegółowych zostały zestawione one w dwóch grupach. W pierwszej grupie podano uwagi o charakterze formalno-porządkowym. W pracy doktorskiej Pana mgr. inż. Michała Hyrycza można zauważyć niedociągnięcia w tej materii; wypunktowano je poniżej:

1. W pracy doktorskiej można znaleźć błędy stylistyczne, które nie wpływają na odbiór opisanego materiału badawczego. Doktorant stosuje branżowy żargon do określenia specyficznych zjawisk funkcjonujących w przedsiębiorstwach wodociągowo-kanalizacyjnych. W takich opracowaniach powinno się ograniczyć stosowanie tego typu zwrotów.
2. Na rysunku 2. Doktorant mógłby przedstawić dane związane z masą części stałych w taki sposób, dzięki któremu wyraźnie byłoby widać dane związane z masą.
3. Na rysunkach 3. i 5. rozrzut punktów powinien być przedstawiony z zastosowaniem linii trendu (zastosowano linie łączące punkty przedstawiające dane). Na rys. 4. Doktorant przedstawił tylko rozrzut punktów.
4. W pracy doktorskiej brakuje spisu stosownych symboli.
5. Brak podania jednostek przy równaniach (2-9) oraz jednostki dla symbolu  $R$  (równanie 10).
6. Brak przedstawienia np. na rys. 70., 72-74., 83., 87-91., 93-96. zależności aproksymujących uzyskane wyniki (w innych przypadkach Doktorant stosował opis matematyczny w celu opisanego rozrzutu punktów pomiarowych lub obliczeniowych).
7. W tabeli 29. Doktorant zastosował symbol  $H$ , który nie został wyjaśniony.
8. Dane na rysunkach 114.115. powinny być opisane za pomocą np. linii trendu.

W drugiej grupie uwag zestawiono zastrzeżenia o charakterze merytorycznym. W tym przypadku oczekuję wyjaśnień stanowiska Doktoranta podczas publicznej obrony pracy doktorskiej.

1. Proszę o wyjaśnienie, na jakiej podstawie Doktorant zaproponował równanie (1) stosowane do „porównania kosztów prowadzenia procesu”. Czy jednostki stosowane w tej zależności są poprawnie zdefiniowane? Podobną uwagę mam do równania (25).



2. Proszę o podanie klucza doboru parametrów i wskaźników zaprezentowanych w tabeli 3. oraz wyjaśnienie zastosowania współczynnika korelacji Pearsona (Doktorant założył liniowość między zmiennymi losowymi).
3. Doktorant na str. 80 podał informację, że „(...) wzrost stosunku ładunku suchej masy osadu wstępnego do osadu nadmiernego był dodatnio skorelowany ze stratą przyprażeniu osadu przefermentowanego (...)”. Proszę o wyjaśnienie, czy były prowadzone obliczenia, które potwierdzają tę korelację?
4. Doktorant do opisu rozrzutu punktów eksperymentalnych i obliczeniowych zastosował w części badawczej zależność liniową. Proszę o wyjaśnienie, czy innego typu zależności nie mogły być stosowane do opisu danych zaprezentowanych w części badawczej dysertacji.
5. Na stronie 100. Doktorant podał następującą informację: „Analiza danych nie wykazała silnej korelacji pomiędzy uzyskanymi oporami właściwymi filtracji, a jonowością i masą cząsteczkową badanego polimeru”. Proszę o wyjaśnienie – wykonanie jakiego typu testów pozwoliło na sformułowanie tego wniosku?
6. W tabelach 25. i 27. można zauważyć dane, które wskazują na dużą wartość oporu właściwego filtracji. Z czego może wynikać zmienność tego parametru w tak szerokim zakresie?
7. Na podstawie jakiego testu statystycznego Doktorant uznał, że parametr „obciążenie hydrauliczne” został pominięty w opracowaniu zależności (35)?

Na zakończenie oceny należy wspomnieć o dorobku naukowym Pana mgra inż. Michała Hyrycza. Obejmuje on współautorstwa 7. artykułów naukowych, 25. rozdziałów w monografiach, 24. posterów i 8. komunikatów zaprezentowanych na konferencjach krajowych i zagranicznych, udział w 2. projektach badawczych finansowanych w ramach Horizon 2020 i POLNOR 2019.

#### 4. Wniosek końcowy

Stwierdzam, że rozprawa doktorska Pana mgra inż. Michała Hyrycza spełnia wymagania formalne i zwyczajowe w odniesieniu do prac doktorskich oraz odpowiada wymogom ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” (Dz.U. 2018 poz. 1668) z późniejszymi zmianami. Zwracam się zatem do Rady Naukowej Dyscypliny Nauki Chemiczne na Politechnice Poznańskiej o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie Doktoranta do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Dokument  
podpisany przez  
prof. dr hab. inż.  
Rafał  
Rakoczy; Dziekan  
WTiCh ZUT w  
Szczecinie  
Data: 2024.12.12  
22:42:23 CET