

RECENZJA

ROZPRAWY DOKTORSKIEJ MGR.INŻ. JUSTYNY GÓRKI P.T. „WPLYW ZASTOSOWANIA OSADÓW Z UZDATNIANIA WODY NA PROCES STABILIZACJI BEZTLENOWEJ OSADÓW ŚCIEKOWYCH”

Recenzowana praca doktorska została wykonana w Katedrze Technologii Środowiskowych Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Krakowskiej im. Tadeusza Kościuszki. Promotorem pracy jest Prof.P.K. dr hab.inż. Małgorzata Cimochoicz – Rybicka.

Podstawą formalną recenzji jest uchwała Rady Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Krakowskiej z dn. 20.03.2019r przekazania mi w piśmie Dziekana Wydziału Pana Prof. P.K dr hab.inż. Stanisława M. Rybickiego, a także Umowa o Dzieło zawarta między Dziekanem Wydziału a w.w.

OCENA TEMATU I TREŚCI ROZPRAWY

Rozprawa doktorska mgr inż. Justyny Górki jest ciekawym i wnikliwie rozwiązaniem przykładem eksperymentu z tematyki naukowej o istotnym znaczeniu dla rozwoju współczesnych systemów technologicznych zintegrowanej gospodarki osadowej oczyszczalni ścieków i zakładów uzdatniania wody.

We wstępnej części rozprawy Autorka słusznie klasyfikuje podjęty temat do obszaru prac i problemów naukowych związanych z koncepcją gospodarki cyrkulacyjnej działającej w obiegu zamkniętym minimalizującej wytwarzanie odpadów. Ta redefinicja tradycyjnej koncepcji rozwoju gospodarki w aspekcie kryteriów środowiskowych, ekonomicznych i energetycznych, odniesiona do gospodarki komunalnej znajduje odzwierciedlenie w propozycji Autorki wykorzystania osadów z uzdatniania wód powierzchniowych jako rodzaju substratu – reagentu w procesie fermentacji metanowej osadów ściekowych. W tym też kontekście podjęty przez doktorantkę temat spełnia zarówno **kryterium obiektywnej ważności** jako mający znaczenie dla rozwoju zarówno technologii oczyszczania wody jak i ścieków oraz **kryterium aktualności** określone

spodziewanymi efektami i korzyściami m.in. w zakresie odzysku biogazu możliwego do wykorzystania w procesie kogeneracji. **Oceniając w pełni pozytywnie trafność wybranej tematyki badawczej** w aspekcie jej walorów poznawczych i utylitarnych, należy podkreślić, iż cele pracy jakie postawiła sobie doktorantka zostały sformułowane jasno i jednoznacznie.

Treść rozprawy składa się z 7 rozdziałów, bibliografii, streszczenia, spisu tabel, rysunków i fotografii, wykazu ważniejszych skrótów, razem 173 strony tekstu w tym 36 rysunków, 57 tabel i 6 fotografii. Spis literatury, obejmuje 144 pozycje w zdecydowanej większości najnowsze i anglojęzyczne. Rozprawa doktorska została napisana według ogólnie przyjętego klasycznego układu logicznie powiązanych ze sobą części i rozdziałów o właściwych proporcjach objętościowych. Konstrukcja treści pracy charakteryzuje się prostotą, przejrzystością i zwartością tekstu, poprawnością terminologii oraz estetyką ujęć graficznych. Poszczególne rozdziały pracy tworzą układ hierarchiczny i wynikowy, stanowiąc przejaw logiki rozumowania w jej realizacji. Przegląd literatury przedmiotowej i zagadnień naukowych zawarty w **teoretycznej części pracy** posiada charakter syntetycznej monografii naukowej wprowadzającej do badań własnych Autorki i stanowiący jej merytoryczną podbudowę.

Zasadnicza-doświadczalna część pracy jest częścią opisową badań własnych Autorki obejmującą 90 stron tekstu pracy, co stanowi właściwą proporcję w stosunku do jej części teoretycznej (45stron) Należy podkreślić iż znaczna objętość rozprawy określona 173 stronami maszynopisu nie przeczy twierdzeniu o zwartości jej tekstu, ale wynika z kompletności elementów treściowych pracy, prezentujących jej kompleksowy i metodyczny charakter, w tym także z ilości zrealizowanych zadań i procedur eksperymentalnych. W części doświadczalnej pracy Autorka przedstawia:

- **konceptje planu eksperymentów**, w tym zakres i warunki realizacji doświadczeń, charakterystykę badanych osadów, metodykę stosowanych procedur i testów technologicznych, pomiarów fizykochemicznych i analitycznych oraz aparaturę doświadczalną głównie z zakresu fermentacji i odwadniania osadów,
- **wyniki badań i ich interpretacje** w sekwencji zgodnej z przyjętym planem eksperymentów, obejmujące prezentacje oraz interpretacje wyników doświadczeń, opartą na istniejącym stanie wiedzy technologicznej oraz wykorzystaniu metod statystycznych,
- **podsumowanie i wnioski** prezentując w nich aspekty poznawcze i aplikacyjne rozprawy, w tym elementy nowości naukowej

Z analizy tematu i treści rozprawy wynika pełna zgodność postępowania badawczego doktorantki z metodologią badań naukowych gwarantujących właściwy dobór, układ i poprawność czynności doświadczalnych zwyczajowo oczekiwanych i stawianych pracom doktorskim.

OCENA MERYTORYCZNA ROZPRAWY, UWAGI SZCZEGÓŁOWE

Rozprawa doktorska mgr inż. Justyny Górki jest wynikiem Jej obszernych studiów i kilkuletnich eksperymentów nad złożonym zagadnieniem współfermentacji osadów ściekowych z osadami z uzdatniania wody. Zdaniem recenzenta badania doświadczalne w tej tematyce w takim zakresie i ujęciu w jakim to przedstawiła doktorantka nie mają pierwowzorów we współczesnych piśmiennictwie naukowym. Należy podkreślić, iż staranne studia literaturowe doktorantki wskazują na Jej bardzo dobre przygotowanie do tego trudnego tematu, w tym również na pełną świadomość problemów i trudności eksperymentalnych jakie mogą wystąpić podczas jego realizacji.

Merytoryczną jakość rozprawy dokumentują:

- **hipotezy badawcze** jednoznacznie sformułowane o istotnym znaczeniu dla rozwoju technologii zintegrowanej gospodarki osadowej osadów ściekowych z osadami z uzdatniania wody,
- **plan badań**, który w całościowym ujęciu przedstawia oryginalny schemat struktury realizacji eksperymentów, w szczególności sekwencyjno-wieloetapowy harmonogram serii doświadczalnych,
- **interpretacje wyników i wnioskowanie**, obejmujące weryfikacje hipotez, ustalanie przyczyn stwierdzonych zależności oraz kierunki dalszych badań

W ocenie merytorycznej pracy należy zwrócić uwagę na jej **metodologiczną jakość** klasyfikującą tę pracę do **doświadczalnego studium przypadku** w którym Autorka w sposób gruntowny bada w skali laboratoryjnej współfermentację metanową mieszaniny osadów oraz ich podatność na odwadnianie w zakresie różnych proporcji osadów z uzdatniania wody i przefermentowanych osadów ściekowych, pobieranych z urządzeń technicznych oczyszczalni ścieków i zakładu uzdatniania wody. Badania współfermentacji prowadzone metodą porcjową-testów respirometrycznych polegały na wywoływaniu w kolejnych seriach doświadczalnych przebiegu tego procesu w ściśle określonych i poddanych kontroli wartościach zmiennych i parametrów procesowych. Osiągnięcia badawcze pracy zostały wykazane dla warunków realizacji eksperymentów określonych m.in. składem i właściwościami osadów z oczyszczalni ścieków Kraków „Płaszów” o technologii 3 – stopniowego systemu Bardenpho oraz osadów powstających w zakładzie uzdatniania „ Raba” w Dobrzycach, stosującym m.in procesy koagulacji, sedymentacji i filtracji pospiesznej. **Twierdzenie o uniwersalnym charakterze wyników rozprawy i ich sprawdzalności w innym miejscu i czasie** bazuje na **podobieństwie technologicznym** wszystkich oczyszczalni ścieków stosujących 3- stopniowy system Bardenpho i zakładów uzdatniania wody powierzchniowej opartej na procesach koagulacji domieszek wody, sedymentacji i filtracji pospiesznej. Należy podkreślić, iż przedstawione technologie oczyszczania wody i ścieków są powszechnie stosowane zarówno w Polsce jak i na świecie, stąd też wynika **wartość i uniwersalność wyników pracy.**

Mocną stroną pracy w aspekcie kryteriów metodycznych jest:

- **oparcie planów eksperymentów na współczesnych, teoretycznie dobrze ugruntowanych i sprawdzonych metodach badawczych**, zapewniających racjonalny dobór oraz merytoryczną poprawność zastosowanych testów, technik i analiz fizycznochemicznych oraz procedur pomiarowych
- **kompleksowość badań** realizowanych w okresie 3- letnim w szeregu seriach doświadczalnych w szerokim zakresie analiz i pomiarów parametrów chemicznych, fizykochemicznych oraz technologicznych zarówno próbek osadów z uzdatniania wody jak i mieszaniny osadów przed i po procesie współfermentacji w tym objętości powstającego biogazu oraz parametrów podatności osadów na odwadnianie
- **interpretacja wyników eksperymentów** ukierunkowana na weryfikację sformułowanych hipotez, polegająca na wykazaniu ich prawdziwości przez zebranie możliwie dużej liczby pomierzonych parametrów empirycznych potwierdzających te hipotezy; interpretacja dokonana przez Autorkę jest działaniem interdyscyplinarnymi wieloetapowym, będącym merytoryczną i statystyczną analizą tych wyników, opartą na istniejącym stanie wiedzy w zakresie różnych dyscyplin, w wyniku której dochodzi Ona do prawdziwości postawionych hipotez.

Do zasadniczych poznawczych i aplikacyjnych osiągnięć pracy należy zaliczyć wykazanie:

- istniejących możliwości pozytywnego oddziaływania osadów z uzdatniania wody powierzchniowej na proces przeróbki osadów ściekowych, w zakresie produkcji biogazu oraz na ich podatność na odwadnianie, w warunkach ich wspólnej przeróbki,
- istnienia ekstremum, określonego maksymalnym wzrostem produkcji gazu fermentacyjnego w procesie przeróbki mieszaniny osadów ściekowych z 30% udziałem osadów z uzdatniania wody powierzchniowej obliczonym względem ich smo; w tym kontekście uważam, iż przyjęte przez doktorantkę kryterium maksymalnego wzrostu produkcji biogazu jest na obecnym etapie badań najbardziej trafnym kryterium oceny optymalnego udziału osadów z uzdatniania wody w mieszaninie z osadami ściekowymi poddany procesowi przeróbki,
- korzystnego wpływu osadów z uzdatniania wody powierzchniowej na poprawę właściwości filtracyjnych mieszaniny tych osadów z osadami ściekowymi przefermentowanymi oraz pogorszenia się właściwości filtracyjnych mieszaniny tych osadów po procesie ich wspólnej fermentacji;
- celowości zastosowania dezintegracji ultradźwiękowej, a w szczególności termicznej osadów z uzdatniania wody powierzchniowej, jako metody intensyfikującej produkcje biogazu w procesie ich wspólnej fermentacji z osadami ściekowymi.

Interesujące wartości poznawcze do istniejącego stanu wiedzy w zakresie właściwości fazy stałej osadów z uzdatniania wody powierzchniowej wnoszą także wyniki:

- analiz składu pierwiastkowego, w szczególności zawartość metali ciężkich,
- badań składu fazowego, w tym obecność szeregu związków chemicznych w strukturach krystalicznych,
- pomiarów parametrów struktury porowatej, w szczególności powierzchni właściwej oraz średnica i objętość porów.

Wartościowym osiągnięciem poznawczym rozprawy ukierunkującym perspektywę dalszych działań, o charakterze metodycznym są w moim przekonaniu także sugestie Autorki dotyczące oceny wpływu i wykorzystania jako dodatkowego kryterium także mikroskładników obecnych w osadach z uzdatniania wody (np. niektórych metali ciężkich) jako substancji stymulujących proces stabilizacji beztlenowej osadów ściekowych, wraz z badaniami zależności między aktywnością metanogenną biomasy, a stężeniem mikroorganizmów metanogennych.

Do uwag o charakterze dyskusyjnym w tym edytorskich należy zaliczyć:

- str. 4 – w spisie treści rozdział 4 zatytułowano „Tezy pracy badawczej” natomiast na str. 69 rozdział 4 ma tytuł „Tezy rozprawy doktorskiej”
- str 52/53 w podrozdziale 3.3.2. Teoria filtracji Autorka stwierdza (str 53) „W modelowaniu filtracji przyjmuje się założenie o nieściśliwości osadu”, które jednak w odniesieniu do osadów ściekowych i osadów z uzdatniania wody nie jest ścisłe; dla osadów nieściśliwych opór właściwy nie zależy od ciśnienia, natomiast w osadach ściśliwych, do których zalicza się osady ściekowe i osady z uzdatniania wody, opór właściwy będzie wzrastał ze wzrostem ciśnienia, stąd też filtracje osadów ściśliwych charakteryzuje zarówno opór właściwy jak i współczynnik ściśliwości :
- str 62 wiersz 2 od góry jest „... mikrocząsteczek i cząstek fazy stałej” , powinno być: „ makrocząsteczek i cząstek fazy stałej”
- str 62 wiersz 3 od góry jest „ ... cząsteczkami i mikrocząsteczkami ‘’ , powinno być „...cząstkami i makrocząsteczkami ‘’
- w pracy stosowano termin „produkcja wody” (np. str 155 wiersz 12 od dołu) powinno być oczyszczanie wody lub uzdatnianie wody .

Przedstawione uwagi w niczym nie obniżają ani osiągnięć ani poziomu pracy , a jedynie powinny być uwzględnione w przyszłych publikacjach

WNIOSEK KOŃCOWY

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Justyny Górki pt „Wpływ zastosowania osadów z uzdatniania wody na proces stabilizacji beztlenowej osadów ściekowych” **w świetle kryteriów jakości merytorycznej stoi na wysokim poziomie naukowym** wnosząc nowe wartości poznawcze i użytkowe do istniejącego stanu wiedzy, w tym również do metodyki badań. **Praca jest oryginalnym osiągnięciem Autorki w pełni zasługującym na wyróżnienie.** Praca ta stanowi indywidualny wkład Autorki w rozwój Inżynierii Środowiska w zakresie Technologii Oczyszczania Ścieków oraz Gospodarki Osadowej. Doktorantka zaprezentowała w niej bardzo dobrą znajomość teoretycznych zagadnień związanych z tematem rozprawy wykazując równocześnie umiejętność samodzielnego planowania i prowadzenia badań naukowych. Upoważnia to mnie do zaproponowania przyjęcia rozprawy doktorskiej mgr inż. Justyny Górki przez Radę Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Krakowskiej i dopuszczenia jej do publicznej obrony. Rozprawa ta spełnia warunki wymagane ustawą z 14.03.2003 r o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki.

