

Kraków, dnia 24.06.2019 r.

dr hab. Krzysztof Chmielowski, prof. UR
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji
Katedra Inżynierii Sanitarnej i Gospodarki Wodnej
Al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków
tel. 698-611-964
e-mail: k.chmielowski@ur.krakow.pl

RECENZJA

rozprawy doktorskiej **mgr inż. Marka Kolasińskiego**
**pt. „ Model energetyczno-ekonomiczny stosowania kofermentacji
biogazowej w oczyszczalniach ścieków”**

1. Podstawa opracowania

Zlecenie Dziekana Wydziału Inżynierii Środowiska i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu – Pana Prof. UPP dr. hab. inż. Jerzego Bykowskiego, nr WISGP-4000-15/2019 z dnia 03.06.2019 r.

2. Ogólne omówienie rozprawy

W ramach recenzowanej rozprawy doktorskiej Autor opracował otwarty model energetyczno-ekonomicznego stosowania kofermentacji biogazowej w oczyszczalniach ścieków, dla trzech różnej wielkości oczyszczalni. Ponadto Autor w rozprawie doktorskiej potwierdził zasadność stosowania modelu na podstawie badań laboratoryjnych oraz w skali technicznej.

Doktorant w ramach rozprawy doktorskiej zrealizował zadania badawcze, w ramach których:

- określił potencjał energetyczny substratów w procesie monofermentacji, dla różnych wielkości oczyszczalni ścieków,
- określił stopień redukcji masy wybranych kosubstratów, podczas fermentacji,
- opracował model energetyczno-ekonomiczny,
- wykonał analizę modelu na podstawie danych rzeczywistych.

Praca doktorska Pana mgr inż. Marka Kolasińskiego została podzielona na 8 zasadniczych rozdziałów (plus spis literatury, spis tabel, spis rycin). Po spisie treści Autor zamieścił wykaz ważniejszych oznaczeń.

Pierwszy rozdział „Wstęp” stanowi dwustronicowe wprowadzenie czytelnika we właściwą tematykę. Drugi rozdział "Analiza zagadnienia w świetle literatury" stanowi swoisty przegląd literaturowy dotyczący poruszanej przez Doktoranta tematyki. Rozdział został podzielony przez Autora na dwa podrozdziały, w których odpowiednio opisuje zagadnienia dotyczące podstaw związanych z powstawaniem osadów ściekowych oraz fermentacją metanową. Układ tego rozdziału jest poprawny i logiczny. W znacznej części tego rozdziału Autor powołuje się na literaturę zagraniczną oraz krajową. Rozdział ten jest zajmuje 10 stron maszynopisu, co stanowi około 10% całej pracy. Literatura wykorzystana przez Autora rozprawy doktorskiej świadczy o jego zaangażowaniu w poszukiwaniu dostępnych źródeł, co z kolei pozwoliło na przejrzyste nakreślenie problemu, który zamierza rozwiązać.

Rozdział trzeci dotyczy celu i zakresu pracy. Autor przedstawia w nim problem naukowy, który zawarł w pracy doktorskiej: jaka powinna być kombinacja substratów i parametrów instalacji, która pozwoli na wysokowydajną i ekonomicznie opłacalną produkcję biogazu, przy zastosowaniu osadów ściekowych i kosubstratów zewnętrznych?

Doktorant, jako cel pracy doktorskiej podjął się opracowania otwartego modelu energetyczno-ekonomicznego stosowania kofermentacji biogazowej w oczyszczalniach ścieków, dla trzech różnej wielkości oczyszczalni, a także potwierdzenie jego zasadności na podstawie badań laboratoryjnych oraz w skali technicznej.

Doktorant swój cel naukowy osiągnął poprzez: określenie potencjału energetycznego substratów w procesie monofermentacji, dla różnych wielkości oczyszczalni ścieków, określenie stopnia redukcji masy wybranych kosubstratów, podczas fermentacji, opracowanie modelu energetyczno-ekonomicznego, analizę modelu na podstawie danych rzeczywistych.

W kolejnym, czwartym rozdziale Autor przedstawił metodykę badań. Rozdział ten został bardzo starannie przygotowany, jego układ jest czytelny i nie budzi wątpliwości. Metodyka badań przedstawiona w pracy jest odpowiednia i pozwoliła Autorowi na zrealizowanie postawionych celów badawczych. Rozdział ten składa się z 2 zasadniczych części dotyczących: modelu energetyczno-ekonomicznego oraz badania procesu fermentacji. Bardzo szczegółowo został opisany przez Doktoranta model energetyczno-ekonomiczny, gdzie Autor przedstawia analizy energetyczne, nakłady inwestycyjne przychody, koszty oraz metodę oceny opłacalności. Rozdział ten składa się z 26 stron maszynopisu. Należy podkreślić bogatą

podbudowę literaturową rozdziału, co potwierdza przygotowanie doktoranta do prowadzenia badań. Metodyka badawcza została opisana i przedstawiona poprawnie.

Rozdział piąty (wyniki badań), jest jednym z najważniejszych rozdziałów w rozprawie doktorskiej i stanowi on o wartości naukowej pracy. W moim odczuciu rozdział ten powinien się nazywać wyniki badań i ich analiza ponieważ, Doktorant dokonuje w nim swoistej analizy zebranego materiału. Rozdział ten składa się z 13 stron maszynopisu, co stanowi ponad 13% objętości pracy. Rozdział piąty został podzielony na jeden podrozdział, w którym Autor przedstawił badanie wydajności fermentacyjnej oraz dokonuje interpretacji uzyskanych wyników. W moim odczuciu rozdział ten mógłby być połączony z rozdziałem numer 6 (Model energetyczno-ekonomiczny). Zarówno materiał zawarty w rozdziale 5 jak i 6 stanowi największe osiągnięcie Doktoranta. Proponuje przy przygotowaniu manuskryptu do druku uwzględnić ta uwagę, pozwoli to zwiększyć czytelność pracy.

W szóstym, ponumerowanym rozdziale Doktorant dokonał opracowania modelu energetyczno-ekonomicznego dla trzech wybranych oczyszczalni ścieków (mała, średnia i duża). Rozdział ten składa się z 24 stron maszynopisu i podobnie jak rozdział 5 stanowi o wartości pracy. W pierwszej kolejności Doktorant dokonuje charakterystyki obiektów badań, a następnie przedstawia modele energetyczno-ekonomiczne dla poszczególnych obiektów.

Autor analizę opłacalności poszczególnych działań przeprowadził przy wykorzystaniu metody DCF. Jako wskaźniki decyzyjne przyjął wartość NPV oraz zdyskontowany okres zwrotu nakładów (DPBP). Doktorant analizy wykonał przy następujących założeniach metodycznych:

- analiza w cenach netto,
- okres szczegółowej prognozy - 15 lat,
- analiza w cenach zmiennych, dynamika inflacji 2,3% rocznie,
- stawka podatku od nieruchomości 2,0 % od wartości budowli,
- stawka podatkowa – 19 %,
- wzrost wynagrodzeń – 2,5 %.

Rozdział 7 to dyskusja wyników badań. Rozdział ten składa się z 2 stron i zawiera najważniejsze informacje uzyskane przez Autora podczas realizacji rozprawy doktorskiej. Dyskusja jest zrobiona w sposób odpowiedni, dzięki czemu potencjalny czytelnik może w przejrzysty sposób uzyskać informacje dotyczące najważniejszych dokonań Doktoranta. Dyskusja została dokonana w oparciu o dostępną literaturę związaną z przedmiotem badań.

Na podstawie prowadzonych badań i ich analizy Doktorant opracował modelu energetyczno-ekonomiczny stosowania kofermentacji w instalacjach biogazowych

funkcjonujących lub planowanych do budowy w oczyszczalniach ścieków. Autor w weryfikacja działania modelu w analizowanych przypadkach wykazał duże możliwości wzrostu wytwarzania energii jak i potencjał do redukcji kosztów i generalnie zwiększenia pozytywnego bilansu ekonomicznego oczyszczalni.

Na podstawie przeprowadzonych badań Doktorant w przedmiotowej pracy opracował kompletny model ekonomiczno-energetyczny, umożliwiający w sposób kompleksowy przeanalizowanie wyników finansowych podejmowanych działań, przy uwzględnieniu założeń rzeczywistych. Na uwagę zasługuje fakt, że opracowany w niniejszej pracy doktorskiej model, nie ogranicza się tylko do prostej analizy wrażliwości ale pozwala na analizę scenariuszy wielu wariantów z uwzględnieniem wielu zmiennych.

Ostatni ósmy rozdział stanowią wnioski, które zostały sformułowane przez Autora pracy na podstawie przeprowadzonych badań. Na podstawie sformułowanych wniosków Autor rozprawy doktorskiej odpowiedział na problem postawiony w celu pracy. Na podstawie przeprowadzonych symulacji Autor wykazał, że zbudowany model energetyczno-ekonomiczny pozwala na konfigurację dowolnych substratów dostępnych w danej lokalizacji - tak, aby wspomagać decyzję inwestora, w zakresie najlepszej wydajności energetycznej oraz uzyskania najbardziej efektywnego bilansu ekonomicznego planowanej inwestycji. Doktorant sformułował odpowiedzi na postawiony problem naukowy (jaka powinna być kombinacja substratów i parametrów instalacji), dla założenia NPV równe 0 poniżej 10 roku eksploatacji i 100% zabezpieczenia własnych potrzeb energetycznych oczyszczalni ścieków. Doktorant wykazał m.in. dla analizowanego przypadku małej oczyszczalni ścieków gdzie przeanalizował fermentację samych osadów ściekowych wytwarzanych na obiekcie oraz stwierdził, że aby NPV był równy 0 w maksymalnie 10 roku eksploatacji, najlepszym wariantem będzie, zastosowanie następującej proporcji substratów: całkowita ilość powstających osadów ściekowych, 500 Mg/rok odpadów tłuszczowych, 445 Mg/rok odpadów mleczarskich, 46 Mg/rok odpadów piekarniczych. W podobny sposób Doktorat przedstawił rozwiązania dla średniej i dużej oczyszczalni ścieków. Ważnym osiągnięciem Doktoranta jest wykazanie, że w przypadku kofermentacji należy każdorazowo przeprowadzić badania laboratoryjne wydajności metanowej substratów z uwagi na ich bardzo dużą zmienność i rozbieżności w stosunku do danych literaturowych. Należy podkreślić, że uzyskane przez Doktoranta wyniki mają duży potencjał wdrożeniowy i mogą być wykorzystane w skali technicznej na rzeczywistych obiektach.

Rozprawa doktorska obejmuje 90 stron spójnego tekstu oraz 11 stron, na których zawarto spis literatury, spis rycin i spis tabel. W tekście rozprawy doktorskiej znajduje się 49 tabel i

21 rysunków. Literatura obejmuje 125 pozycji, z których 47 pozycji stanowi prace obcojęzyczne (głównie w j. angielskim).

Na podstawie przeprowadzonych badań Doktorant w sposób poprawny odpowiedział na problem postawiony w celu pracy. Wnioski są rzetelne i wynikają z przeprowadzonych prac badawczych. Należy dążyć do kontynuowania badań w tym zakresie na innych obiektach, co pozwoli w przyszłości wykorzystać wyniki w praktyce.

Doktorant odpowiedział na sformułowane w celu pracy tezy badawcze:

- zastosowanie zewnętrznych substratów organicznych, w procesie fermentacji metanowej osadu ściekowego, pozwala na zwiększenie produkcji biogazu, a w konsekwencji poprawia bilans ekonomiczny inwestycji,
- opracowany model energetyczno-ekonomiczny, pozwala na szerokie możliwości prowadzenia analiz porównawczych, zarówno przy uwzględnieniu analizy wrażliwości jak również przy szerokim spektrum analizy scenariuszy,
- zastosowanie wybranych kosubstratów nie wpływa istotnie na zwiększenie ilości suchej masy osadu pofermentacyjnego, a w konsekwencji nie zmienia ekonomicznego uzasadnienia inwestycji.

3. Uwagi krytyczne i dyskusyjne o charakterze merytorycznym i edytorskim

Recenzent po zapoznaniu się z rozprawą doktorską ma następujące uwagi:

1. W pracy zdarzają się liczne niedociągnięcia interpunkcyjne, które na etapie druku manuskryptu należy poprawić.
2. Na stronie 3 Autor zamieścił wykaz ważniejszych oznaczeń, słowo "wykaz" jest pogrubione a pozostała część zdania nie - uważam, że należy to ujednoczyć. Ponadto po każdym z oznaczeń należy postawić przecinek a za ostatnim elementem kropkę.
3. Autor przedstawiając wykaz symboli i oznaczeń powinien umieścić tam wszystkie tego typu elementy (brakuje np. M_{pp} , C_{pp} , PRZ_{sz} itp.). Przed oddaniem pracy do publikacji należy to uszczegółowić, zwiększy to czytelność pracy.
4. W pracy na końcu wierszy zdarzają się tzw. „sieroty i wdowy” uważam, że docelowo należy je pousuwać.
5. Brak tabulacji przy niektórych akapitach.
6. Na stronie 17 Autor przedstawia rycinę nr 1 a w tekście powołuje się na rycinę 2 - należy to skorygować.
7. W moim odczuciu Doktorant pisząc wnioski z pracy, w pierwszej kolejności powinien odnieść się do odpowiedzi na postawione w pracy tezy. Odpowiedzi te są we

wnioskach jednak powinny być one zawarte w pierwszej kolejności a dalej powinny być przedstawione wnioski pochodne. Autor może to poprawić przed oddaniem pracy do druku.

8. Na jakiej podstawie Autor przyjął η_t we wzorze (5) na poziomie 0,44 (czy były w tym zakresie prowadzone jakieś badania czy została ta wartość przyjęta arbitralnie).
9. Przy wyliczaniu składowych w poszczególnych wzorach pracy Autor po każdej składowej powinien postawić przecinek a po ostatniej pozycji kropkę (uwaga ta dotyczy całej pracy).
10. Na rycinach np. 6 -11 na osi X jest dni a powinno być doby.

Powyższe uwagi mają charakter edycyjny i nie wpływają znacząco na merytoryczną wartość pracy, którą oceniam wysoko.

W tym miejscu chciałem zadać Panu Doktorantowi kilka pytań:

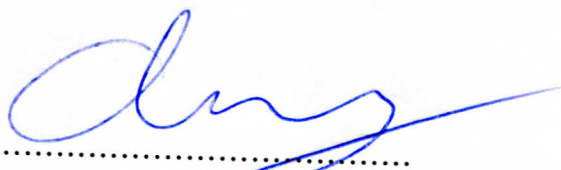
- w jaki sposób zamierza przenieść wyniki badań uzyskane w trakcie realizacji pracy doktorskiej do skali technicznej (np. na inne obiekty),
- jak by sformułował warunki eksploatacyjne do potencjalnych eksploatorów oczyszczalni w terenie, aby w pełni wykorzystać opracowany model energetyczno-ekonomiczny,
- model jest ukierunkowany na wykorzystanie w biogazowniach pracujących przy oczyszczalniach ścieków, czy to możliwe i ewentualnie jak bardzo należałoby zmodyfikować model, by wykorzystać go do obliczeń dla biogazowni rolniczych,
- na ile elastycznie model umożliwia przewidywanie zmian cen energii elektrycznej i pozyskiwanych kosubstratów.

4. Wniosek końcowy

Według opinii Recenzenta, rozprawa doktorska mgr inż. Marka Kolasińskiego jest wnikliwym i cennym opracowaniem podjętego problemu badawczego. Doktorant osiągnął zamierzony cel pracy. Autor rozprawy doktorskiej wykazał się odpowiednim przygotowaniem teoretycznym i praktycznym. Wykazał się znajomością współczesnej literatury dotyczącej tematu pracy oraz umiejętnością planowania i prowadzenia badań naukowych. Autor pokazał, że potrafi właściwie wykonać zamierzone cele badawcze oraz prawidłowo i wnikliwie zinterpretować uzyskane wyniki badań. Pan Marek Kolasiński ubiega się o stopień naukowy doktora w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, dyscyplinie: inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Biorąc pod uwagę zaprezentowaną powyżej pozytywną ocenę osiągnięć Doktoranta stwierdzam, że Jego praca pt. „**Model energetyczno-ekonomiczny stosowania kofermentacji biogazowej w oczyszczalniach ścieków**” spełnia warunki obowiązującej ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. (Dz. U. Nr 65, poz. 595). Dlatego wnioskuję o jego przyjęcie jako rozprawy doktorskiej i dopuszczenie mgr inż. Marka Kolińskiego do publicznej obrony przed Radą Wydziału Inżynierii Środowiska i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.

Kraków, dnia 24.06.2019 r.



.....
dr hab. inż. Krzysztof Chmielowski, prof. UR