

Bytom 06.09.2019r.

**Prof. dr hab. inż. Czesława Rosik-Dulewska, członek koresp. PAN.**

Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN/Uniwersytet Opolski

### **Recenzja rozprawy doktorskiej**

**mgr inż. Anny Kamińskiej**

***pt. Efektywność części biologicznej systemu mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów komunalnych***

#### **Uzasadnienie celowości podjęcia tematu badawczego**

Poza ustawą o odpadach wymagania dla instalacji do mechaniczno-biologicznego przetwarzania (MBP) zamieszanych odpadów komunalnych zostały określone w Dokumencie referencyjnym BAT dla przemysłu przetwarzania odpadów (sierpień 2006 roku), zgodnie z którymi instalacja MBP musi ulepszyć proces przetwarzania m.in. poprzez: stosowanie w pełni zamkniętych bioreaktorów, unikanie warunków beztlenowych w trakcie przetwarzania tlenowego poprzez kontrolowanie fermentacji i dostawy powietrza (przy użyciu stabilizowanego obwodu powietrza) wraz z dostosowaniem napowietrzania do rzeczywistej działalności biodegradacyjnej, efektywne gospodarowanie wodą, termiczne izolowanie sufitu hali degradacji biologicznej w procesach tlenowych, zapewnienie jednolitego materiału wsadowego, redukcja emisji związków azotu poprzez zoptymalizowanie wskaźnika C:N, recykling wód procesowych lub błotnistych pozostałości w ramach procesu tlenowego w celu całkowitego uniknięcia emisji do wody. W przypadku generowania ścieków należy je oczyścić w celu osiągnięcia wartości wymienionych w BAT. W kontekście powyższego problematyka badań w zakresie podniesienia efektywności części biologicznej systemu mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów komunalnych wpisuje się w aktualne potrzeby.

## Ogólna charakterystyka rozprawy

Treść przedstawionej do recenzji rozprawy ujęta została w 6. merytorycznych rozdziałach umieszczonych na 95 stronach tekstu, opatrzonych streszczeniem w j. polskim i angielskim, spisem piśmiennictwa, rysunków i tabel.

Wykaz cytowanego w pracy piśmiennictwa to 98 pozycji, w tym .... artykułów i monografii, .... aktów prawnych, .... dokumentacji, .... pozycji to strony www. W cytowanej literaturze dominują pozycje z lat .... ok. ...%, z lat .....%. Ok. .... % całości literatury stanowią pozycje zagraniczne....uzupełnię...

## Analiza i ocena merytoryczna rozprawy

W pracy opisano badania technologiczne stabilizacji frakcji < 80 mm reszkowych odpadów komunalnych oraz kompostowania odpadów zielonych i kuchennych zbieranych selektywnie w MBP przeprowadzone w skali technicznej w 3-stopniowym systemie do stabilizacji tlenowej typu Biodegma, który składał się z: modułu do intensywnej stabilizacji/kompostowania, pryzm dojrzewających napowietrzanych oraz pryzm końcowego dojrzewania.

Autorka postawiła sobie cel badań jako: *"... ocena efektywności biologicznej stabilizacji frakcji < 80 mm wydzielonej z reszkowych odpadów komunalnych oraz kompostowania odpadów kuchennych i zielonych zebranych selektywnie, w warunkach technicznych instalacji ZUO Elbląg..."*.

Dla realizacji powyższego celu przeprowadziła:

- analizę składu morfologicznego i wielkościowego frakcji < 80 mm poddawanej tlenowej stabilizacji,
- dobór parametrów technologicznych stabilizacji frakcji < 80 mm,
- dobór parametrów technologicznych kompostowania bioodpadów zbieranych selektywnie,
- analizę składu morfologicznego i wielkościowego oraz wskaźników stabilności frakcji < 80 mm po tlenowej stabilizacji,
- analizę wskaźników stabilności bioodpadów zbieranych selektywnie.

Trochę niespotrzeżenie na końcu części teoretycznej pojawiają się hipotezy badawcze, a są nimi:

- *liczba przerzuceń odpadów oraz długość fazy napowietrzania w systemie 2-stopniowym stabilizacji wpływają na stopień ustabilizowania frakcji biodegradowalnej wydzielonej mechanicznie z resztkowych odpadów komunalnych,*
- *wykorzystanie wielostopniowego kompostowania bioodpadów zbieranych selektywnie zwiększa stopień recyklingu organicznego,*
- *system 2-stopniowej tlenowej stabilizacji resztkowych odpadów komunalnych może funkcjonować w centrach recyklingu jako technologia wytwarzania materiału do dalszego wykorzystania technikami odzysku.*

Dwie pierwsze tezy są logiczne i stanowią potwierdzenie wymagań dla prawidłowego procesu biochemicznego (kompostowania), natomiast nie bardzo wyczuwam intencje zapisu .... *wytwarzania materiału do dalszego wykorzystania technikami odzysku...*

Rozdział 1.1. to przegląd i analiza literatury. W części przeglądu literatury jest jednak wiele uchybień. Rozdział jest zwarty, ale mało logiczny, trochę powtórek, urwanych myśli, literówek i np. brak analizy wymogów stawianych MBP.

Cel i zakres pracy opisany poprawnie, nie budzi zastrzeżeń.

Metodyka (rozdz.3), w tym: opis obiektu (3.1) oraz instalacji do stabilizacji tlenowej (3.2) przygotowano poprawnie. W opisie organizacji trochę niedokończonych myśli, jak np. ...*Odpady z modułu wykorzystywano do formowania pryzmy w stosunku 1:1 (?), w tab. 4 nawadnianie 12-36 m<sup>3</sup>, w jakim czasie?* Pozostały opis dość czytelny. Podrozdziały 3.4. to analiza morfologiczna i wielkościowa, 3.5. metody fizyko-chemiczne, 3.6. metody obliczeniowe oraz 3.7. analiza statystyczna to podrozdziały w zdecydowanej większości poprawnie przygotowane.

Rozdział 4. to wyniki badań, które omawiane są jako:

- analiza warunków środowiskowych i technicznych części biologicznej instalacji MBP,
- analiza efektywności stabilizacji tlenowej frakcji <80 mm resztkowych odpadów komunalnych w testowanych warunkach technologicznych ...to bardzo istotna analiza, nie tylko z punktu widzenia badań, ale i praktyki. Wyznaczanym parametrem efektywności stabilizacji tlenowej, jak i kompostowania była szybkość biodegradacji, która (średnio) wynosiła 2,6745 mg O<sub>2</sub>/g s.m.·d (± 0,8), przy średniej wartości początkowej AT<sub>4</sub> we frakcji < 80 mm 65,24 mg O<sub>2</sub>/g s.m. (± 6,7) i stężeniu AT<sub>4</sub> w stabilizacie 10,86 mg O<sub>2</sub>/g s.m. ( ±

3,48). Najwyższą szybkość biodegradacji (4.48 mg O<sub>2</sub>/g s.m.·d) w prowadzonych badaniach uzyskano w systemie 2-stopniowym stabilizacji tlenowej frakcji < 80 mm wydzielonej z odpadów resztkowych (8 tyg.). W systemie 3 stopniowym, wydłużenie procesu do 10 tygodni nie spowodowało wzrostu szybkości biodegradacji (średnia szybkość biodegradacji to 2,89 mg O<sub>2</sub>/g s.m.·d.), ale wprowadzenie nawadniania odpadów w module powoduje wzrost prędkości biodegradacji (do 3,31 mg O<sub>2</sub>/g s.m.·d), w porównaniu do średniej, jaką uzyskano przy zastosowaniu jednokrotnego nawadniania stabilizowanej masy. Innym potwierdzeniem dotychczasowego stanu wiedzy jest fakt, że tak w systemie 2<sup>o</sup>- jaki i 3<sup>o</sup> szybkość biodegradacji analizowanej frakcji ze zmieszanych odpadów resztkowych istotnie korelowała z ilością powietrza dostarczanego do modułu i przyzmy, natomiast końcowa ilość frakcji biodegradowalnej w stabilizacie (AT4) istotnie korelowała z intensywnością napowietrzania w przyzmy;

- charakterystyka morfologiczna i wielkościowa stabilizatu, przeprowadzona właściwie,
- analiza warunków operacyjnych kompostowania bioodpadów zbieranych selektywnie, (mieszanka odpadów kuchennych i zielonych). W technologii 3<sup>o</sup> Biodegma (przy założeniach: czas procesu - 9 tyg., dostawa powietrza do modułu i przyzmy to 324 m<sup>3</sup>/h, przerwy 0,8 h/h, jednokrotne nawadnianie) uzyskano warunki termofilowe/higienizacja. W systemie 3 stopniowym (przy stosunku odpadów kuchennych : odpadów zielonych = 1:15) szybkości biodegradacji wynosiła 2.97 mg O<sub>2</sub>/g s.m.·d. Uzyskane wartości szybkości biodegradacji wskazują, że kompostowanie przebiega z podobną szybkością jak stabilizacja tlenowa frakcji < 80 mm, co wg Autorki wynika z udziału odpadów roślinnych na poziomie 18% i papieru 10,81% w odpadach wydzielonych mechanicznie z odpadów zmieszanych (dominacja odpadów, których głównym składnikiem są lignocelulozy);
- analiza biologicznej stabilizacji 2<sup>o</sup> i 3<sup>o</sup> odpadów resztkowych w instalacji ZUO w Elblągu oraz
- wpływ wskaźników i parametrów technologicznych stabilizacji tlenowej frakcji < 80 mm.

Dyskusja (rozdział 5.) prowadzona jest dość rozsądnie, z wykorzystaniem przedstawionej w spisie literatury. Podsumowanie (rozdział 6.) jest praktycznie bliski statusu wniosków.

Istotne dla praktyki spostrzeżenia ....*Część biologiczna instalacji MBP wymaga zmian w funkcjonowaniu by sprostać wymaganiom BAT. Dotyczy to zwłaszcza wpływu na środowisko w zakresie konkluzji BAT 39, która wymaga segregacji strumieni gazów*

odlotowych czyli rozdzielenia całkowitego strumienia gazów odlotowych na strumienie gazów odlotowych o wysokiej zawartości substancji zanieczyszczających i strumienie gazów odlotowych o niskiej zawartości substancji zanieczyszczających. Wymagana jest również recyrkulacja gazów odlotowych o niskiej zawartości substancji zanieczyszczających w procesie biologicznym, po którym następuje oczyszczanie gazów odlotowych dostosowane do stężenia substancji zanieczyszczających.

#### Wybrane uwagi:

-str 30.... Najbardziej charakterystycznymi odorantami ze stabilizacji tlenowej ZUO w Elblągu są limonen i siarczek dimetylu...(czym to tłumaczy ?)

Str 31... Odcieki powstające w modułach podczas fazy intensywnej stabilizacji tlenowej są zbierane przez rynny napowietrzające...(?)

Str 32.... Stężenia związków organicznych wyrażonych wartością ChZT w odciekach z modułów zmieniały się od 18200 do 68590 mg ChZT/dm<sup>3</sup>(średnio 43965 mg ChZT/dm<sup>3</sup>), BZT<sub>5</sub> od 9123 do 46920 mg BZT<sub>5</sub>/dm<sup>3</sup> (śr. 25 284 mg BZT<sub>5</sub>/dm<sup>3</sup>). Przy otrzymanym stosunku ChZT/BZT<sub>5</sub> w odciekach z modułów do tlenowej stabilizacji 1,46- 2,02 średnia (1,79) niewiele mówi, a może mediana bo opinia, że odcieki mogą być oczyszczane metodami biologicznymi jest nie pewna, szczególnie przy wysokim stężeniu zawiesiny ogólnej.

Str 34 ...zadaszonych membraną...(?)

Str 36...> 60 mm może mylić, lepiej pisać 60-80....

Str 36... napisano, że *...Zgodnie z definicją przyjęto, że frakcję biodegradowalną stanowią odpady spożywcze pochodzenia roślinnego, odpady organiczne inne, odpady spożywcze pochodzenia zwierzęcego, odpady papieru i tektury oraz odpady materiałów tekstylnych...*taki podział nie współgra z definicją bioodpadów, odpadów ulegających biodegradacji itd...

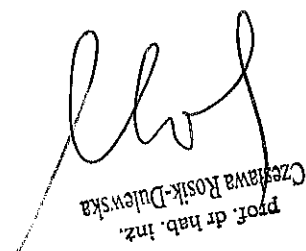
Str 39...inną rozważaną koncepcją kompostowania bioodpadów zbieranych selektywnie są zamknięte reaktory żelbetowe, zespoleonych (niezrozumiałe?) w jeden budynek...

#### **Podsumowanie**

Drobne uwagi, spostrzeżenia a także osiągnięcia przedstawiłam szczegółowo powyżej. W świetle tego uważam, że rozprawa doktorska mgr inż. **Anny Kamińskiej pt. *Efektywność części biologicznej systemu mechaniczno-biologicznego przetwarzania***

**odpadów komunalnych** zawiera wyniki badań, które można uznać jako oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, a także istotne w zakresie aplikacyjnym, tym samym wskazuję na spełnienie wymagań jakie ustawowo stawia się rozprawom doktorskim. Pani **mgr inż. Anna Kamińska** posiada ogólną wiedzę teoretyczną z zakresu gospodarki odpadami (dyscyplina inżynieria środowiska...???)nie wiem jaka dyscyplina i nauki..??), a jakość i poprawność przeprowadzonych badań na omawianym obiekcie, wraz z interpretacją, można uznać za umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

W tej sytuacji przedkładam wniosek o dopuszczenie **mgr inż. Anny Kamińskiej** do publicznej obrony, po przyjęciu przez Radę Wydziału Nauk o Środowisku Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, zgodnie z wymaganiami przedstawionymi w *Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki* z dnia 14.03.2003 r. (Tekst jednolity Dz.U. z 2014 poz. 1852 ze zm.) oraz w *Rozporządzeniu MNiSW w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora* z dnia 30 stycznia 2018 roku (Dz.U. poz. 261 &19 ust.3).



prof. dr hab. inż.  
Czestawa Rosik-Dulewska