

OCENA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Edyty Wrzeńskiej-Jędrusiak pt. " Mieszanie substratów w reaktorach fermentacyjnych biogazowni"

Z rozwojem cywilizacyjnym zwiększa się zapotrzebowanie na energię. Tradycyjne zasoby energetyczne, głównie paliwa kopalne (węgiel, ropa naftowa, gaz ziemny) wyczerpują się, a ich użycie powoduje wzrost zanieczyszczenia środowiska naturalnego, głównie gazami cieplarnianymi. Dlatego też na znaczeniu zyskują odnawialne źródła energii (OZE), które są nieszkodliwe dla otaczającego środowiska. Odnawialne źródła energii stanowią grupę powszechnie dostępnych niekopalnych surowców energetycznych, powstających samoistnie w powtarzających się naturalnych procesach przyrodniczych. Charakteryzują się one brakiem negatywnego wpływu na środowisko naturalne.

W Instytucie Technologiczno Przyrodniczym w Poznaniu prowadzone są w ostatnich latach intensywne prace nad pozyskiwaniem i wykorzystaniem biogazu jako czynnika energetycznego. Tematyka realizowanych prac badawczych może służyć jako merytoryczne i bardzo obszerne motto do pracy doktorskiej Pani mgr inż. Edyty Wrzeńskiej-Jędrusiak, którą otrzymałem do recenzji.

Zakres prac badawczych dotyczący technologii rozproszonych układów agroenergetycznych, wykorzystujących odnawialne źródła energii dominuje od szeregu lat w działalności Zakładu Odnawialnych Źródeł Energii Instytutu Technologiczno Przyrodniczego w Poznaniu w którym jest zatrudniona Pani mgr inż. Edyta Wrzeńska-Jędrusiak. Prace nad pozyskiwaniem biogazu z surowców rolniczych skłoniły Panią mgr inż. Edytę Wrzeńską-Jędrusiak do realizacji zadań badawczych, które złożyły się na pracę doktorską. Praca ta wykonana została pod kierunkiem Prof. dr hab. inż. Andrzeja Myczki.

Temat, którym zajęła się Doktorantka – „Mieszanie substratów w reaktorach fermentacyjnych biogazowni” - należy uznać za jak najbardziej trafny i aktualny. Praca dotyczy oceny wpływu sposobu mieszania substratów na ilość wytwarzanego biogazu i jego skład.

Układ recenzowanej pracy jest typowy dla rozprawy doktorskiej; zawiera wykaz stosowanych skrótów, terminologię, wstęp, przegląd literatury, cel badań, materiały i metodykę badań, wyniki przeprowadzonych badań, dyskusję, wnioski oraz bibliografię. Na końcu rozprawy zamieszczono załącznik zawierający jednoczynnikową analizę wariancji dla rodzaju mieszania w reaktorach, spis tabel i rysunków. Szczególnie godnym uwagi jest zebranie na początku

rozprawy licznie używanych skrótów, co w znaczny sposób ułatwia czytelnikowi śledzenie poszczególnych części rozprawy doktorskiej.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Edyty Wrzesińskiej-Jędrusiak obejmuje 87 stron opracowanego wydruku komputerowego, w tym 16 zestawień tabelarycznych, 39 rysunków, 9 fotografii oraz 69 pozycji piśmiennictwa, bardzo aktualnych w większości pochodzących z ostatnich lat.

Realizacja badań została poprzedzona analizą danych literaturowych. Na wstępie dokonano krótkiego omówienia aspektów prawnych związanych z odnawialnymi źródłami energii uwzględniających postanowienia:

- a) Trzeciej Sesji Konferencji Stron Konwencji w Kioto,
- b) Przyjętego przez Radę Ministrów (6 marca 2018 roku) projektu nowelizacji ustawy o odnawialnych źródłach energii.
- c) dokumentów strategicznych takich jak: Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju (SOR), Krajowy Plan Działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych (KPD) tzw. „action plan” oraz projekt Polityki Energetycznej Polski do roku 2030 (PEP 2030).
- d) Zawarte w Dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych.
- e) Zawarte w Rozporządzeniu Ministra Energii z dnia 22 sierpnia 2017
- f) Określone w strategii Krajowej Mapy Drogowej Odnawialnych Źródeł Energii dla Polski do 2020 roku.

Ponadto w części literaturowej recenzowanej pracy podano definicje oraz omówiono wytwarzanie biogazu w tym biogazu rolniczego w świetle obowiązujących przepisów i aktów prawnych. Omawiając biogazownie rolnicze podano uwarunkowania i parametry wytwarzania biogazu w biogazowniach rolniczych. Jednocześnie wykazano rolę sposobu mieszania jako ważnego parametru produkcji biogazu w odniesieniu do konstrukcji komór fermentacyjnych. Dokonany przegląd literaturowy pokazuje dużą swobodę i wnikliwość analizowania wyselekcjonowanego piśmiennictwa. Zacytowana literatura stworzyła podstawy do lepszego zrozumienia uzyskiwanych wyników i pozwoliła na ich pełniejszą interpretację.

W części doświadczalnej Doktorantka starała się wyjaśnić takie zagadnienia badawcze jak:

- Wpływ rodzaju mieszania i użytych zmian interwałów mieszania na wydajność i skład biogazu w badanych reaktorach.
- Wpływ rodzaju mieszania i użytych zmian interwałów mieszania dla jednoczesnych zmian HRT na wydajność i skład biogazu w badanych reaktorach.

Badania były realizowane w skali wielkolaboratoryjnej, w dwóch reaktorach o pojemności czynnej 75 dm³ wyposażonych w dwa odmienne systemy mieszania:

- a) z mieszadłem łopatkowym o zakresie obrotów do 47 rpm
- b) z pompą o wydajności 57 obr./min.

Badania prowadzone były w warunkach fermentacji metanowej w stałej temperaturze 37°C. Dla każdego reaktora przyjęto trzy częstości mieszania: bazową, krótszą i dłuższą częstość mieszania określoną przez Doktorantkę.

Uzyskane wyniki badań zostały poddane analizie statystycznej z zastosowaniem tzw. podejścia wielowymiarowego, które pozwoliło na jednoczesne przeanalizowanie wpływu rodzaju mieszania oraz częstości mieszania i HRT na wydajność biogazu i jego składników: metanu, siarkowodoru, tlenu i ditlenku węgla.

Doktorantka zastosowała wybrane wielowymiarowe techniki, takich jak korelacja kanoniczna, główne składniki, czynnik, klaster i analizy dyskryminacyjne. Wszystkie obliczenia zostały wykonane przy użyciu SAS Enterprise Guide 5.1 i SAS 9.3.

W oparciu o przyjętą metodologię badań doktorantka uzyskała interesujące wyniki odnośnie dziennej produkcji biogazu i jego składu w funkcji sposobu i częstości mieszania przy różnym czasie przebywania substancji czynnej w fermentatorze (HRT).

Przyjęta metodologia umożliwiła zaobserwowanie istotnego wpływu częstości mieszania, HRT i rodzaju mieszania na produkcję biogazu. Szczególną uwagę zwraca wpływ przyjętego systemu mieszania na produkcję metanu i uzysk siarkowodoru. Nie obserwowano wpływu analizowanych parametrów na wielkość stężenia ditlenku węgla i tlenu.

W konkluzji autorka pracy stwierdza, że istotny wpływ na dobową wydajność biogazu ma zastosowanie pompy jako sposobu mieszania substratów w odniesieniu do mieszania z udziałem mieszadła łopatkowego.

Doktorantka stwierdziła w pracy, że hydrauliczny czas retencji ma istotny wpływ na wydajność biogazu, w tym metanu, ditlenku węgla oraz siarkowodoru. Najwyższe wartości dobowej produkcji biogazu uzyskała przy HRT 9. Doktorantka stwierdziła, że rodzaj mieszania ma istotny wpływ zarówno na dobową produkcję biogazu jak i na tworzenie się ditlenku węgla, tlenu i siarkowodoru. Reasumując zastosowanie mieszania substratu za pomocą pompy, okazuje się korzystniejsze dla dobowej produkcji biogazu.

Wyniki pracy zostały opracowane niezwykle starannie i zebrane w postaci tabelarycznej oraz przedstawione na rysunkach. Zobrazowanie głównych wyników w formie graficznej wraz z ich słownym opisem ułatwia czytelnikowi zrozumienie podstawowych przesłanek pracy doktorskiej.

Doktorantka wykazała, trafny dobór cytowanego piśmiennictwa i potrafiła krytycznie ustosunkować się do uzyskanych rezultatów w świetle dostępnej literatury. Omówienie jest wyczerpujące i dowodzi dużej dojrzałości naukowej mgr inż. Edyty Wrzesińskiej-Jędrusiak.

Należy podkreślić, że Doktoranta dokonała szereg nowych obserwacji wzbogacających istotnie współczesną wiedzę o biogazie.

Rozprawę wieńczy pięć ważnych wniosków przedstawionych w formie opisowej, które odzwierciedlają w pełni przeprowadzone przez Doktorantkę badania.

Ogromnym plusem recenzowanej pracy, jest doprowadzenie ścieżki realizowanych badań do punktu przedwdrożeniowego.

Przedstawione przez Doktorantkę cele badawcze zostały w pełni zrealizowane, co świadczy z jednej strony o dobrze zdefiniowanych celach, a także o dużej umiejętności planowania badań naukowych przez Panią mgr inż. Edytę Wrzesińską-Jędrusiak.

Niemniej jednak nasuwa się pytanie, czy zastosowanie pompy jako sposobu mieszania nie wpłynęło na rozdrobnienie substratu, a przez to na wzrost ilości składników biogazu. Analizy składu biogazu nie zawsze bilansują się do 100 % (np. dane zawarte w Tab. 6). W niektórych przypadkach niezidentyfikowane ilości dochodzą do kilku procent. W pracy nie opisano, czy były dokonywane pomiary zawartości wodoru w biogazie, co ułatwiłoby głębszą interpretację mechanizmu metanogenezy.

Reasumując, oceniam rozprawę Pani mgr inż. Edyty Wrzesińskiej-Jędrusiak bardzo wysoko, zarówno pod względem poznawczym, jak i praktycznym. Układ rozprawy jest przejrzysty. Temat pracy jest bardzo aktualny a jego omówienie w pełni wyczerpujące. Przedstawiona w pracy prezentacja wyników jest logiczna. Rozprawa napisana jest poprawną polszczyzną. Drobne uwagi redakcyjne przekazałem osobiście Doktorantce. Są one na tyle drobne, że nie posiadają wpływu na moją ocenę. Na podstawie przedstawionej do recenzji pracy uważam, że Doktorantka jest w pełni przygotowana do prowadzenia prac badawczych.

Stwierdzam, że przedłożona do oceny praca doktorska Pani mgr inż. Edyty Wrzesińskiej-Jędrusiak pt. "Mieszanie substratów w reaktorach fermentacyjnych biogazowni" spełnia wszystkie wymagania stawiane rozprawom doktorskim określone przez Ustawę o Stopniach i Tytule Naukowym z dnia 18 marca 2011.

Mam więc zaszczyt przedłożyć Wysokiej Radzie Instytutu Technologiczno Przyrodniczemu moją pozytywną ocenę rozprawy wraz z wnioskiem o dopuszczenie Pani mgr inż. Edyty Wrzesińskiej-Jędrusiak do dalszych etapów przewodu doktorskiego.



Dr hab. inż. Marek Kulażyński