

Recenzja

rozprawy doktorskiej magistra Stanisława Derehajły
pt. „Efekty energetyczne i ekologiczne rolniczych instalacji biogazowych
i ich wpływ na środowisko”

1. Ogólne dane o pracy

Recenzowana rozprawa doktorska została wykonana w Instytucie Technologiczno-Przyrodniczym – Państwowym Instytucie Badawczym w Falentach, pod kierunkiem promotora prof. dr hab. inż. Wacława Romaniuka i promotora pomocniczego dr hab. inż. Grzegorza Wałowskiego, prof. ITP-PIB.

Rozprawa doktorska mgr Stanisława Derehajły obejmuje 109 stron tekstu druku komputerowego formatu A4. W treści rozprawy zestawiono 27 tabel, które zostały zamieszczone w rozdziałach obejmujących analizę stanu zagadnienia w świetle literatury, informacje o realizacji badań i wyniki badań. W treści pracy uwzględniono 60 rysunków prezentujących schematy (w tym stanowiące opracowania własne), fotografie obiektów badań (biogazowni wraz z infrastrukturą), a także wykresy ilustrujące zależności między wybranymi czynnikami / parametrami, które mierzono w badaniach własnych. Znaczny udział w grupie rysunków zamieszczonych w pracy stanowią wykresy ilustrujące wyniki analizy statystycznej z uwzględnieniem obliczonych wskaźników porównawczych.

W rozdziale Literatura zestawiono 149 pozycji, w tym publikacji zwartych, artykułów naukowych i popularno-naukowych, materiałów konferencyjnych, raportów z badań, biuletynów branżowych, zbiorów specjalistycznych norm i standardów z obszaru związanego z podjętym tematem. Cytowane w pracy publikacje są opracowaniami autorów polskich i zagranicznych, w języku polskim, angielskim i niemieckim. W zbiorze materiałów wykorzystanych do przygotowania przeglądu stanu zagadnienia dominują teksty w formie drukowanej, z pewnym udziałem materiałów pochodzących z witryn internetowych firm, instytucji państwowych, w tym ośrodków doradztwa rolniczego i instytucji badawczych. Zestawienie bibliograficzne obejmuje publikacje z szerokiego przedziału czasowego, począwszy od 1982 r., kończąc zaś na artykułach wydanych w bieżącej dekadzie. Materiały wykorzystane z witryn internetowych pochodzą z okresu kilku ostatnich lat. W zestawie publikacji w rozdziale Literatura przytoczono dwa artykuły opracowane przez Kandydata.

Podjęty przez Doktoranta temat rozprawy mieści się w dziedzinie nauk inżyniersko-technicznych, w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Rozwinięte w rozprawie doktorskiej zagadnienia związane z oceną funkcjonowania rolniczych instalacji biogazowych wpisują się w obszar energetyki. W obszarze energetyki został podjęty nurt naukowo-badawczych rozważań skupiających się na ocenie pozyskiwania energii ze źródeł niekonwencjonalnych. W tym współcześnie kluczowym dziale energetyki wykorzystującej źródła odnawialne, jako alternatywa dla kopalnianych źródeł energii pochodzących z górnictwa, Autor rozprawy doktorskiej zidentyfikował ważne powiązania rolniczych instalacji biogazowych ze środowiskiem i inżynierią środowiska. Użytkowanie obiektu technicznego – biogazowni w systemie produkcji energii stanowi rozwinięcie racjonalnego podejścia do zagadnień inżynierii środowiska, służąc zachowaniu środowiska przyrodniczego w zrównoważonym stanie. Tym samym tematyka rozprawy doktorskiej prezentuje komplementarne ujęcie głównych obszarów wiedzy mieszczącej się w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

2. Celowość i uzasadnienie podjęcia tematu

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska stanowi wartościowy wkład w doskonalenie wiedzy na temat wybranych aspektów oceny rolniczych instalacji biogazowych. W szerokim spektrum badań rolniczych instalacji biogazowych ważne miejsce zajmuje podejmowanie szczegółowych analiz identyfikujących specyfikę produkcji biogazu. Produkcja biogazu ma wносить wkład w zrównoważony rozwój i generowanie zasobów energii w skali gospodarstw lub innych jednostek działających w sferze zasilania w energię. Osiągnięcie tak postawionego celu jest jednak uwarunkowane dokładnym poznaniem systemu produkcji biogazu i jego specyficznych cech. W takie właśnie poznanie specyficznych cech produkcji biogazu wpisuje się recenzowana rozprawa doktorska.

Podejmując się ambitnego zadania związanego z analizą rolniczych instalacji biogazowych, Autor w precyzyjny sposób nakreślił szeroki horyzont problemów wynikających z oceny energetycznych i ekologicznych efektów produkcji biogazu w powiązaniu z oddziaływaniem na środowisko naturalne.

Wbrew pozorom, produkcja biogazu nie jest związana jedynie z prostym zestawieniem odpowiednio dobranego wyposażenia technicznego (biogazowni), substratu i urządzeń generujących prąd elektryczny. Istnieje potrzeba rozpoznania czynników decydujących o sprawności działania biogazowni, sprawności wykorzystania energii pochodzącej z biogazu, inte-

rakcji biogazowni ze środowiskiem naturalnym, uwzględniając aspekt zrównoważonego zagospodarowaniu pofermentu. Te kwestie zostały rozwinięte w opiniowanej pracy doktorskiej.

Uzasadnieniem podjęcia tematu związanego z oceną energetycznych i ekologicznych efektów użytkowania rolniczych instalacji biogazowych jest potrzeba dążenia do zrównoważonego rozwoju energetyki lokalnej na bazie dostępnych zasobów surowców pochodzenia organicznego. Zasoby te stanowią ogromny potencjał do zagospodarowania. Jak wskazał Autor rozprawy doktorskiej, w poszczególnych regionach świata powstaje coraz więcej organicznych odpadów komunalnych, generowanych w efekcie codziennej działalności człowieka. W krajach o wysokim poziomie rozwoju, z łącznej masy produkowanych odpadów ponad 30% stanowią odpady spożywcze i zielone. W krajach o niższym poziomie rozwoju, odsetek odpadów organicznych może przekraczać 50% łącznej masy odpadów. Do rozwiązania pozostaje zatem problem zagospodarowania odpadów organicznych w sposób bezpieczny dla środowiska naturalnego i równocześnie sprzyjający osiągnięciu korzyści energetycznych. Wobec tak sformułowanego problemu istotną opcją pozostaje wykorzystanie biogazowni i ich rozpowszechnienie w rolniczej przestrzeni produkcyjnej. Tym bardziej, jeśli w praktyce dostępne są różne materiały biologiczne, które nadają się jako substrat do biogazowni. Są to nie tylko odpady komunalne i pochodzące z przemysłu, ale również surowce pochodzenia roślinnego i nawozy naturalne pozyskiwane w obszarze rolnictwa. Dlatego kluczową kwestią pozostaje rozwijanie badań nad doborem substratów zasilających biogazownie, odpowiednio do możliwych do osiągnięcia efektów energetycznych, które zostały wymienione w tytule rozprawy doktorskiej.

Dostęp do materiałów biologicznych nadających się do zasilania biogazowni nie jest równoznaczny z osiągnięciem wysokiej wydajności fermentacji i równocześnie wysokiej efektywności konwersji biomasy na gaz (metan). Materiały różnią się wartością energetyczną, składem i właściwościami. To potwierdza specyfikę produkcji metanu, a w następnym etapie energii i złożoność podejmowanej tematyki oceny energetycznych efektów działania rolniczych instalacji biogazowych, które rozwinięto w rozprawie doktorskiej.

Złożoność zagadnień związanych z produkcją metanu w biogazowni potwierdzają kierunki szczegółowych badań i obserwacji zmierzających do oceny wpływu na efektywność produkcji biogazu takich czynników jak: obróbka wstępna substratu i metody jej przeprowadzenia, łączenie różnych grup substratów (na ogół wzajemnie uzupełniających się), dobór określonych grup i odmian roślin do ich wykorzystania w produkcji biogazu. Jak trafnie wskazał Autor rozprawy doktorskiej, do istotnych kwestii decydujących o złożoności funkcjonowania rolniczych instalacji biogazowych i ich ocenie zalicza się lokalizację obiektów

przeznaczonych do produkcji biogazu. Z lokalizacją wiąże się dostępność materiałów wsadowych do komory fermentacyjnej, dostępność sieci elektroenergetycznej i odległość od obszarów zurbanizowanych; ta ostatnia kwestia przekłada się na potencjalną uciążliwość – ze względu na hałas i zapach – dla mieszkańców większych skupisk ludności. Planowanie produkcji biogazu wymaga tym samym uwzględnienia zbioru wielu czynników technicznych, technologicznych, organizacyjno-logistycznych, ekonomicznych, społecznych, środowiskowych i innych o różnej skali trudności ich spełnienia. To tym bardziej potwierdza konieczność dysponowania wszechstronną wiedzą przy podejmowaniu przez Autora tematu rozprawy doktorskiej z zakresu rolniczych instalacji biogazowych z uwzględnieniem oceny efektów energetycznych i ekologicznych.

Przewijająca się w nurcie rozważań merytorycznych pracy (analizie aktualnego stanu zagadnienia) złożoność oceny rolniczych instalacji biogazowych znalazła swoje odzwierciedlenie w zestawieniu i omówieniu czynników wpływających na energetyczne i ekologiczne efekty produkcji biogazu. Ocena rolniczych instalacji biogazowych w aspekcie energetycznym i ekologicznym skłania do rozwinięcia kwestii wymagań technologicznych (w tym związanych z utrzymaniem jednolitej masy fermentacyjnej i równomiernego rozkładu temperatury w substracie), technicznych (wyposażenia w pracujące w odpowiednim trybie mieszadła, pompy, urządzenia pomiarowe i sterujące, zmniejszające udział piany i pełniące funkcje automatycznych zabezpieczeń, a także generatory energii elektrycznej) i związanych z utrzymaniem odpowiedniego odczynu pH substratu i jego równowagi chemicznej. Nie mniej ważne pozostaje zagospodarowanie pofermentu, z uwzględnieniem zasad ochrony środowiska. Te aspekty stanowią o komplementarnym podejściu do produkcji biogazu z rolniczych instalacji biogazowych, a także produkcji energii elektrycznej i innych form energii, które uwzględniono w rozprawie doktorskiej.

Uzasadnieniem podjęcia tematyki rolniczych instalacji biogazowych, ich efektów energetycznych, ekologicznych i związanych z oddziaływaniem na środowisko naturalne są liczne korzyści wynikające z funkcjonowania rozpatrywanej grupy obiektów. Na korzyści wskazał Autor rozprawy doktorskiej, podkreślając rolę biogazowni rolniczych w zapewnieniu bezpieczeństwa energetycznego regionu, a w szerszej skali – kraju, w efekcie rozwoju energetyki rozproszonej. Produkcja biogazu sprzyja lepszemu wykorzystaniu dostępnych zasobów nawozów naturalnych w gospodarstwach z produkcją zwierzęcą i masy roślinnej w gospodarstwach z użytkami zielonymi o ograniczonym wykorzystaniu na cele paszowe. Budowa biogazowni rolniczych stanowi o możliwym tworzeniu i rozwoju regionalnego rynku zbytu substratów przeznaczonych do fermentacji metanowej. Środowiskowy aspekt spalania biogazu

wyraża się ograniczeniem emisji dwutlenku siarki i tlenków azotu do atmosfery w przeliczeniu na jednostkę wytwarzanej energii. Pośrednio emisję szkodliwych gazów do atmosfery zmniejsza się również w efekcie wykorzystania gnojowicy i obornika jako substratu do biogazowni zamiast bezpośredniego rozprowadzania nawozów na polu. Nawozy naturalne, w tym szczególnie gnojowica, po ich wykorzystaniu w procesie produkcji biogazu, stanowią w formie pofermentu cenny materiał do nawożenia, o właściwościach sprzyjających wykorzystaniu składników pokarmowych przez rośliny. Kluczowe korzyści wynikające z użytkowania rolniczych instalacji biogazowych identyfikuje się przede wszystkim w sferze stabilnej dostępności do wytwarzanej we własnym gospodarstwie energii elektrycznej, którą przeznaczają się również na sprzedaż. Ciepło pochodzące z biogazowni może stanowić źródło ogrzewania budynków i wkład energii cieplnej do realizacji różnych procesów technologicznych w gospodarstwie, w tym suszenia i ogrzewania obiektów ogrodniczych (szklarni, tunelów). Korzyści wynikające z budowy i użytkowania rolniczych instalacji biogazowych wpisują się w korzyści społeczno-ekonomiczne i spełnienie priorytetów rozwoju energetycznego, szczególnie na terenach prowadzących produkcję rolniczą. Autor rozprawy doktorskiej, niezależnie od wskazania korzyści związanych z budową i użytkowaniem rolniczych instalacji biogazowych, w uzasadniony sposób podniósł również kwestie barier (technicznych, społecznych, ekonomiczno-prawnych i organizacyjnych), a także zagrożeń towarzyszących budowie i pracy biogazowni rolniczych. Takie podejście do prezentacji problemów produkcji energii na bazie rolniczych instalacji biogazowych potwierdza potrzebę poszukiwania dróg zrównoważonego rozwoju energetyki lokalnej i w taki właśnie rozwój wpisuje się obszar badań objętych tematem rozprawy doktorskiej.

Dokładne rozpoznanie (na podstawie analizy aktualnego stanu zagadnienia w świetle piśmiennictwa) zbioru czynników stanowiących o energetycznej i ekologicznej ocenie rolniczych instalacji biogazowych pozwoliło Doktorantowi na wskazanie niedostatecznie rozpoznanych obszarów (luki) wiedzy i badań związanych z produkcją biogazu i jego transformacją na energię elektryczną. Takim obszarem wiedzy w przypadku działania biogazowni jest jakość wytwarzanego prądu elektrycznego.

Ważną przesłanką potwierdzającą celowość podjęcia badań przez Doktoranta była możliwość połączenia aspektów naukowo-poznawczych, wyrażanych wynikami porównawczych badań pracy biogazowni i jakości wytwarzanego prądu elektrycznego z praktycznymi możliwościami wykorzystania wyników badania do sformułowania zaleceń poprawiających jakość wytwarzanego prądu, co stanowi o poszerzeniu użyteczności charakteru formułowanych wniosków końcowych podsumowujących pracę.

Spostrzeżenia wynikające z przeglądu dotychczasowych badań i analiz skłoniły Doktoranta do sformułowania problemu badawczego na podstawie trzech pytań, a następnie podjęcia uzasadnionego zadania badawczego zmierzającego do określenia przesłanek rozwoju gospodarstw z rolniczymi instalacjami biogazowymi w kontekście doskonalenia efektywności ekonomicznej, warunków środowiskowych i czynników stanowiących o perspektywie zrównoważonego rozwoju.

Aktualnie pojawia się potrzeba dostępu do szczegółowych wyników pracy instalacji biogazowych w gospodarstwach, w tym oceny jakości prądu elektrycznego wytwarzanego z udziałem generatorów zasilanych biogazem. Potrzeba informacji dotyczących jakości prądu elektrycznego wynika chociażby z problemów na rynku energii, związanych z zagospodarowaniem nadmiaru energii elektrycznej pochodzącej z niekonwencjonalnych źródeł. Jeśli nadmiar energii ma podlegać eksportowi, to istotne pozostaje zapewnienie, aby parametry prądu elektrycznego spełniały określone wymagania jakości prądu. W tym kontekście podjęty temat pracy i uzyskane wyniki badań mogą stanowić cenne źródło praktycznej wiedzy dotyczącej uwarunkowań produkcji prądu elektrycznego odpowiedniej jakości.

Podjęta przez magistra Stanisława Derehajłę tematyka energetycznych i ekologicznych aspektów oceny rolniczych instalacji biogazowych w powiązaniu z wpływem na środowisko naturalne jest w pełni uzasadniona. Wychodząc naprzeciw potrzebom poszukiwania odpowiedzi na nurtujące środowisko rolnicze problemy, do których nawiązano przy formułowaniu problemu badawczego w formie trzech pytań, rozprawa wnosi zarówno poznawczy jak i użytkarny wkład w rozwój wiedzy w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

3. Merytoryczna ocena pracy

Logiczną wartość pracy oceniam pozytywnie. Rozwinięte w poszczególnych rozdziałach treści są spójne i stanowią kompendium wiedzy z zakresu użytkowania rolniczych instalacji biogazowych, co pogłębiono wynikami własnych badań Autora rozprawy doktorskiej.

Postawiony w rozprawie cel naukowy, z uwzględnieniem celów cząstkowych uważam za w pełni uzasadnione. Zakres pracy został ujęty w logicznym układzie, inspirującym do systematycznego podejścia badawczego.

Naukowy cel rozprawy, związany z określeniem efektu energetycznego biogazowni rolniczych został przez Doktoranta umiejętnie powiązany ze sformułowaniem wyodrębnionych zadań cząstkowych dotyczących przedstawienia wpływu biogazowni rolniczych na jakość energii elektrycznej zasilającej gospodarstwo, oddziaływania biogazowni rolniczych na

emisję dwutlenku węgla do atmosfery oraz zmiany składu chemicznego gnojowicy w efekcie procesu fermentacji.

Sformułowany w rozprawie cel i zakres badań podkreślają powiązania realizowanej tematyki z dyscypliną „inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka”. Potwierdzeniem takich powiązań jest zbiór podstawowych obiektów badawczych (biogazowni) wraz z wyposażeniem przeznaczonym do konwersji metanu na energię elektryczną, oceniana jakość energii elektrycznej (pochodzącej z niekonwencjonalnego źródła energii jako alternatywy dla konwencjonalnego źródła energii – węgla) i wpływ produkcji biogazu na stan środowiska naturalnego.

Rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Problem naukowy, wynikający z przeglądu stanu wiedzy w obszarze podstawowych elementów procesu technologicznego zachodzącego w biogazowniach rolniczych został przez Autora sformułowany w sposób jasny i logiczny. Trzy pytania odzwierciedlające problem naukowy nie budzą wątpliwości pod względem poprawności wyrażanych intencji, stanowiąc przesłankę poszukiwania odpowiedzi poszerzających dotychczasową wiedzę z zakresu powiązań produkcji biogazu / energii elektrycznej z doskonaleniem ekonomicznej efektywności gospodarstwa, poprawą warunków środowiskowych i osiągnięciem zrównoważonego rozwoju gospodarstwa.

Zaproponowana w pracy metodyka badań została przedstawiona w relatywnie krótki sposób, w jednym akapicie. Opis podejmowanych zadań badawczych powiązано z ideowym schematem etapów realizacji badań. W rozdziale obejmujących metodyczne aspekty badań nie przedstawiono zależności do wyznaczenia wskaźników oceny działania biogazowni i produkcji energii elektrycznej. Wzory, w tym te do obliczania podstawowych parametrów statystyki opisowej zostały podane w rozdziale Realizacja badań. W mojej opinii rozdział Metodyka badań można było opracować w powiązaniu z informacjami przedstawionymi w rozdziale Realizacja badań, uwzględniając wspólny tytuł dla rozpatrywanych kwestii badawczych. W Metodyce badań można było podać więcej szczegółów dotyczących chemicznej oceny substratu i pofermentu, uwzględniając zasady pobierania próbek (czas pobierania próbek, ich liczba i przygotowanie do oceny) i laboratoryjne badania próbek.

Bezpośrednie badania przeprowadzono na bazie odpowiednio dobranych, dwóch obiektów – biogazowni zlokalizowanych w gospodarstwach rolnych w województwie podlaskim. Bezpośrednio w pracy nie znalazłem informacji, w jakim okresie były prowadzone badania. Informacje na temat okresu zbierania danych można znaleźć jedynie na wykresach ilustrujących przebieg rozpatrywanych zmian. W przypadku biogazowni nr 1 zarejestrowany okres badań obejmuje czas jednego miesiąca, począwszy od 8 września 2022 r. Poza tym,

wartościowym byłoby podanie, dlaczego do badań zostały wybrane biogazownie położone w regionie podlaskim.

Wiarygodność zgromadzonych i poddanych opracowaniu wyników badań gwarantowała odpowiednio dobrana specjalistyczna aparatura pomiarowa, tj. analizator jakości zasila-
nia, którego charakterystykę przedstawiono w wyodrębnionej tabeli.

Do przedstawienia wyników badań wykorzystano elementy statystyki opisowej, w tym medianę, wariancję, odchylenie standardowe, współczynnik zmienności, skośność i kurtozę.

Kolejne etapy pracy prezentujące wyniki badań rozwinięto z uwzględnieniem szczegól-
owej dyskusji i spostrzeżeń, zaś cała praca została podsumowana trzema rozbudowanymi
wnioskami, stanowiącymi odpowiedź na trzy pytania wchodzące w zakres sformułowanego w
rozprawie problemu badawczego. Za szczególnie cenne należy uznać podejście Doktoranta do
wyjaśniania zaobserwowanych anomalii w pracy badanych biogazowni, a także formułowanie
propozycji rozwiązania problemów. Analizując wyniki badań, Doktorant w wielu obszarach
rozważań zaproponował racjonalne rozwiązania prowadzące do osiągnięcia oszczędności w
procesie obsługi biogazowni rolniczych.

Na tle pozytywnych ocen rozprawy nie sposób pominąć pewnych uwag, a także zau-
ważonych niedociągnięć i usterek, w tym o charakterze formalnym, które wymagałyby wyja-
śnienia i uzupełnienia.

W egzemplarzu pracy otrzymanym do zrecenzowania nie znalazłem streszczenia w ję-
zyku polskim i angielskim, a także słów kluczowych, co wymaga uzupełnienia ze względu na
wymagania baz danych i możliwość identyfikacji pracy przez czytelników potencjalnie zain-
teresowanych dostępem do prezentowanych wyników badań.

W strukturze rozprawy zostały uwzględnione dwa podpunkty 6.1.1 i dwa podpunkty
6.2.1, co można uznać za niedopatrzenie, którego nie skorygowano na etapie końcowej wery-
fikacji struktury pracy.

W mojej opinii, rozdziały Metodyka badań i Realizacja badań można było połączyć w
jeden rozdział: Materiały i metodyka badań.

W niektórych miejscach pracy można było lepiej dobrać słowa do przedstawienia roz-
patrywanych kwestii merytorycznych. Przykładowo, na stronie 5 Autor napisał: „Zastosowa-
nie fermentacji metanowej w odpadach organicznych jest coraz bardziej atrakcyjne ...”. Za-
miast słowa „atrakcyjne” warto było użyć innego pojęcia, np. „uzasadnione”. Na stronie 9 jest
sformułowanie „reżim żywienia”. Słowo „reżim” można było zastąpić innym pojęciem. Na tej
samej stronie (str. 9) zostało użyte sformułowanie „konstrukcja i warunki procesu fermenta-
cji”. Nie wiem, o jaką konstrukcję chodzi i czy słowo „konstrukcja” może dotyczyć procesu

fermentacji. Na stronie 20 Autor napisał „pokusa inwestycji ...”; w mojej opinii, zamiast słowa „pokusa” można było dobrać inne pojęcie, które byłoby bardziej adekwatne do rozważań podejmowanych w pracy naukowej. Na stronie 35 Doktorant napisał: „Parametry mierzalne analizatorem jakości zasilania”. Przyznam, że słowo „mieralne” jest niewłaściwie dobranym sformułowaniem do kontekstu zdania. Może chodzi o „mierzone”? Na stronie 97, zamiast pojęcia „... nawozów sztucznych” można było napisać „... nawozów mineralnych”.

Z drugiej strony warto podkreślić, że Autor ogranicza używanie słowa „wady” przy ocenie budowy i pracy biogazowni rolniczych, a w to miejsce uwzględnia „bariery i zagrożenia”, co lepiej oddaje problemy do rozwiązania w analizie obiektów przeznaczonych do produkcji biogazu.

W niektórych miejscach tekstu rozprawy Autor w niewłaściwy sposób używa pojęć „ilość” i „liczba”.

Na stronie 10 Autor, charakteryzując jedną z odmian kukurydzy, napisał o plonie suchej jak i mokrej masy. Chciałbym zapytać o interpretację „mokrej masy”, bo takiej nie znalazłem w dostępnej literaturze.

W przypadku wzorów 1.1 i 1.2 warto było podać jednostkę, w których wyrażono objętość komory fermentacyjnej i pojemność zbiornika na masę pofermentacyjną. Oczywiście te jednostki można sobie wyznaczyć na podstawie zestawienia danych, jednak dla pełnego przekazu informacji, warto dokładnie opisywać poszczególne wzory.

Autor uwzględnił w tekście pracy (str. 14-15) pojęcia „psychrofilowa” i „mezofilowa”. W literaturze przedmiotu znane są również sformułowania „psychrofilna” i „mezofilna”; w mojej opinii te właśnie pojęcia powinny być używane przy prezentacji zagadnień związanych z procesem fermentacji w biogazowni.

W Tabeli 4.1 Autor, charakteryzując parametr „prędkość obrotowa” i „prędkość obrotowa znamionowa” podał jednostkę „rpm”. Jest to jednostka „obr./min”, ale napisana w języku angielskim, co wymagałoby skorygowania.

W tekście pracy (str. 14) Autor scharakteryzował pracę mieszadeł sformułowaniem: „pracujące w trybie interwałowym lub ciągłym”. O ile ciągły tryb pracy jest łatwy do zinterpretowania, o tyle warto byłoby wyjaśnić interpretację interwałowego trybu pracy, albo użyć innego pojęcia – zamiennika dla słowa „interwałowy”.

W opisie planowanych do przedstawienia wskaźników statystyki opisowej Doktorant wymienił wraz z podaniem odpowiednich wzorów obliczeniowych (str. 38): średnią arytmetyczną, medianę, odchylenie standardowe, rozstęp i współczynnik zmienności. Natomiast w przykładowej Tabeli 6.9 (str. 55) zostały wymienione: mediana, wariancja, odchylenie stan-

dardowe, współczynnik zmienności, skośność i kurtoza. W mojej opinii, w części metodycznej powinny zostać wymienione wszystkie wskaźniki statystyki opisowej, wykorzystane do przedstawienia wyników badania. W powiązaniu z medianą podaje się również minimalną i maksymalną wartość danego wskaźnika, dlatego niezależnie od rozstępu, w zestawieniu wskaźników powinny znaleźć się również: minimum i maksimum. W niektórych tabelach (np. 6.14-6.17) wartości minimalne i maksymalne zostały podane, jednak w połączeniu z wartością średnią. Dobrze byłoby podać w tych tabelach medianę. W mojej opinii, komentarze w tekście do niektórych tabel i rysunków powinny zostać nieco zweryfikowane. Przykładowo, w odniesieniu do rysunku 6.8 Doktorant napisał w tekście: „Zestawienie wyników analizy statystycznej ...”, gdy tymczasem na rysunku zostały zestawione wyniki pomiarów.

W niektórych tabelach z wynikami badań zostały podane ujemne wartości rozpatrywanych wskaźników. Warto byłoby wyjaśnić – na bazie teorii i praktyki – znaczenie ujemnych wartości danych wskaźników. W niektórych tabelach zostało uwzględniono oznaczenie L_1 , L_2 i L_3 . Warto byłoby podać istotę tych oznaczeń.

W pracy warto byłoby ujednoczyć niektóre pojęcia. Przykładowo, w tabeli na stronie 37 został wymieniony wskaźnik migotania światła, zaś na stronie 50 Doktorant posługuje się zwrotem: wskaźnik krótkookresowej uciążliwości migotania światła, a na stronie 51: wskaźnik długookresowej uciążliwości migotania światła. Czy te pojęcia oznaczają to samo? Poza tym występują dwa oznaczenia: P_{st} i P_{lt} . Czym one się różnią?

Rysunek 6.11 ilustruje „Procentowy udział poszczególnych harmonicznych ...”. Chciałbym zapytać, co było bazą (punktem odniesienia) do wyznaczenia procentowego udziału? Nie mogłem tego znaleźć w pracy.

W tabeli 6.10 zestawiono wyniki korelacji wartości parametrów jakości energii. O analizie korelacji nie podano jednak żadnych informacji / założeń w Metodycie badań (str. 26-27), co wymagałoby uzupełnienia w tej części pracy.

Rozwijając wątek statystyczny, chciałbym zapytać: Jaki program statystyczny został wykorzystany do opracowania statystyki opisowej oraz narysowania wykresów? Zabrakło mi tej informacji w pracy doktorskiej.

Na rysunku 5.2 została wymieniona wielkość (przepływ) z dokładnością do 15 miejsc po przecinku. Czy w tym miejscu była potrzeba podawania liczby z tak dużą dokładnością?

Rysunek 5.3 jest mało czytelny, jeśli nie podano na nim etykiet danych. Na niektórych rysunkach, przykładowo 6.1-6.3 na osiach rzędnych nie podano nazwy zmiennej zależnej, a tylko jednostkę. Co prawda rysunki zostały zatytułowane, jednak w mojej opinii ten sposób podejścia nie jest wystarczający do identyfikacji osi y. W podpisach do niektórych rysunków

(np. 7.2-7.6) Autor pisze: „Zależność ...”. W mojej opinii warto było uniknąć słowa „Zależność” i po prostu napisać: „Zmiany ...”.

Na stronie 70 Doktorant zwrócił uwagę na niestabilność pracy biogazowni. Myślę, że taka obserwacja byłaby doskonałą przesłanką do opracowania / zaproponowania własnego wskaźnika oceny negatywnych aspektów pracy biogazowni.

Wyniki badań własnych warto było skonfrontować z wynikami badań innych autorów w przedmiotowym zakresie rozwijanej wiedzy.

Przydałoby się uwzględnić zestawienie skrótów / akronimów użytych w pracy, co ułatwiłoby identyfikację wybranych pojęć w treści pracy, w tabelach i na rysunkach.

Jednocześnie treść pracy i podjęte dociekania nasuwają szczegółowe pytania, dotyczące chociażby przyjętych założeń badawczych. W jaki sposób wyniki badania przedstawionego w pracy doktorskiej można przełożyć na oczekiwane zmiany rozpatrywanych wskaźników oceny, w tym oceny jakości energii elektrycznej w miesiącach reprezentujących różne pory roku, a tym samym różne temperatury zewnętrzne? Z opisu osi odciętych na niektórych rysunkach wynika czas gromadzenia danych na przełomie lata i jesieni, co ogranicza szerszą analizę powiązań wyników badania z porą roku.

Innym pytaniem, jakie nasuwa się w efekcie lektury pracy doktorskiej i analizy przeprowadzonych badań jest następująca kwestia: W jaki sposób zapewnić ciągłość dostaw odchodów od przeżuwaczy, w tym gnojowicy do komory fermentacyjnej biogazowni w gospodarstwach utrzymujących bydło w systemie pastwiskowym, w okresie kilku miesięcy w roku?

W opisie stężenia siarkowodoru (str. 41) podano w tekście jednostkę [mg/m^3], natomiast na rysunku 5.5 stężenie siarkowodoru (H_2S) w komorze fermentacyjnej zostało zapisane (na osi rzędnych) w jednostkach [ppm]. Proszę o komentarz do porównania tych dwóch jednostek stężenia rozpatrywanego związku chemicznego. Proszę również o wyjaśnienie jednostek w przypadku sformułowania użytego na str. 42, z którego wynika, że „... poziom biogazu powinien być utrzymywany w przedziale ... cm”. Jak zinterpretować podaną jednostkę – [cm]? Ponadto chciałbym zapytać o interpretację jednostki, tj. [%] w odniesieniu do pojęcia „wydajność biogazowni”.

W trzecim wniosku końcowym (str. 98) Doktorant wskazał, że zrealizowane instalacje biogazowe wpłynęły na zrównoważony rozwój gospodarstwa. Chciałbym poprosić o rozwinięcie kwestii, na czym polega zrównoważony rozwój gospodarstwa w powiązaniu z produkcją biogazu.

Wymienione usterki i niedociągnięcia nie zmieniają mojej pozytywnej oceny rozprawy, jednakże warto, by zostały zweryfikowane w przypadku publikacji wyników badań.

4. Podsumowanie

Reasumując chciałbym stwierdzić, że przedłożona przez magistra Stanisława Derehajłę rozprawa doktorska stanowi wartościowe podejście do oceny efektów pracy rolniczych instalacji biogazowych. Równocześnie rozprawa wnosi wiele cennych informacji poznawczych i użytkowych do tematyki doskonalenia produkcji biogazu, a na tej podstawie energii elektrycznej. Świadczy to o dobrym opanowaniu problematyki przez Doktoranta i umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowo-badawczej.

5. Wniosek końcowy

Moja końcowa ocena rozprawy doktorskiej magistra Stanisława Derehajły pt. „Efekty energetyczne i ekologiczne rolniczych instalacji biogazowych i ich wpływ na środowisko” jest pozytywna. Ocena rozprawy upoważnia do stwierdzenia, że spełnia ona wymagania stawiane rozprawom doktorskim, określone w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 roku poz. 742 ze zm.). Rozprawa jest samodzielnym dorobkiem naukowym w zakresie istotnego dla nauki i praktyki problemu energetycznych i ekologicznych efektów działania rolniczych instalacji biogazowych w powiązaniu z ich wpływem na środowisko naturalne, zaś jej Autor wykazał się teoretyczną i praktyczną wiedzą w zakresie tematu i umiejętnościami metodycznego podejścia do badań naukowych, a także samodzielnego prowadzenia pracy naukowej w obszarze inżynierii środowiska, górnictwa i energetyki.

Biorąc pod uwagę powyższe stwierdzenia stawiam wniosek o przyjęcie rozprawy doktorskiej i dopuszczenie magistra Stanisława Derehajły do jej publicznej obrony.


/Marek Gaworski/