

Recenzja Rozprawy Doktorskiej

Imię i Nazwisko autora rozprawy doktorskiej:

mgr Marta Jach-Nocoń

Tytuł rozprawy doktorskiej:

**PROJEKT INNOWACYJNEGO OPROGRAMOWANIA MONITORUJĄCEGO PRACĘ KOTŁA NA
BIOPALIWA STAŁE ZGODNIE Z ZACHOWANIEM NORM ZAWARTYCH W KRAJOWYM
PROGRAMIE OCHRONY POWIETRZA**

Promotor: dr hab. Iwona Jelonek, prof. UŚ

Opiekun pomocniczy: Zygmunt Nocoń

Recenzent: dr hab. inż. Krzysztof Mudryk prof. URK

1. Wartość naukowa rozprawy

a. Oryginalność badań

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska Pani mgr Marty Jach-Nocoń pt. „Projekt innowacyjnego oprogramowania monitorującego pracę kotła na biopaliwa stałe zgodnie z zachowaniem norm zawartych w krajowym programie ochrony powietrza” podejmuje trudny, ciekawy oraz bardzo istotny dla sektora energetycznego temat związany z wykorzystaniem biopaliw stałych w małych instalacjach energetycznych. Wykorzystywanie biopaliw stałych w tym peletów w małych instalacjach grzewczych (indywidualnych) jest nadal przedmiotem dyskusji publicystycznych i także naukowych. Kwestie ekologiczne procesów spalania wszystkich paliw stałych stają się bardzo istotne w polityce krajowej jak i regionalnej.

Dlatego też, prace naukowe, które dostarczają rzetelnych, kompleksowych informacji ściśle związanych z sektorem energetycznym są cennym wkładem w rozwój branży opartej o solidne i zweryfikowane dane doświadczalne.

Praca ta porusza bardzo istotny problem związany ze spalaniem biopaliw stałych w formie peletu przy spełnieniu wymagań normatywnych dotyczących emisji zawartych między innymi w PN-EN 303-5:2012 oraz dyrektywie EcoDesign zgodnie z Rozporządzeniem UE 2015/1189. Utrzymanie na odpowiednim poziomie emisji pyłów, tlenku węgla jak również NOx-ów w procesie spalania peletów drzewnych oraz zielnych, jest bardzo istotne we wdrażaniu polityk ograniczających tzw. niską emisję.

W niniejszej pracy za cel główny postawiono opracowanie oprogramowania sterującego pracą kotła o mocy 25kW zasilanego peletem drzewnym jak i zielnym. Biopaliwa stałe na bazie surowców zielnych spalane w instalacjach małej mocy są nadal pewnym wyzwaniem techniczno-technologicznym dla sektora energetycznego. Rynek

surowców do produkcji biopaliw bardzo w ostatnich latach intensywnie się zmienia, sięgając coraz częściej po surowce z biomasy zielnej, które są bardziej wymagające podczas procesu spalania. Zwiększona zawartość popiołów, niższe temperatury przemian fazowych popiołów jak również zwiększony udział niektórych pierwiastków (N, P, K) sprawia, że przebieg procesu spalania przebiega w innych warunkach niż w przypadku peletów z biomasy drzewnej.

Opracowanie rozwiązań technicznych, pozwalających prawidłowo realizować procesy spalania dostępnych paliw w formie peletu zarówno z biomasy drzewnej jak i zielnej wydaje się być przełomowe w rozwoju bio-energetyki w ograniczaniu wykorzystania paliw kopalnych w tym węgla kamiennego.

Przedstawiona rozprawa doktorska Pani Marty Jach-Nocoń podejmuje niniejszy problem bardzo kompleksowo. Oprócz bardzo szerokiego wprowadzenia w zagadnienia jakościowe biopaliw stałych jak i systemy do ich spalania w pracy podjęto badania od etapu produkcji paliwa poprzez jego spalanie kończąc na wnikliwej analizie produktów tego procesu (spalin). Takie ujęcie zagadnienia pozwala w dużo szerszym zakresie odnosić uzyskane wyniki jak i sformułowane wnioski do zagadnień energetycznych.

Do realizacji założonego celu zaproponowano adekwatne metody badawcze zarówno w skali laboratoryjnej jak i w zakresie analiz uzyskanych danych. W zakresie metod laboratoryjnych zaproponowano badania nowatorskie do których można zaliczyć metodę petrograficzną w analizach jakości stosowanych peletów.

Oceniając zastosowaną metodykę do realizacji postawionych celów należy stwierdzić, że została ona zaproponowana właściwie.

Biorąc pod uwagę postawiony problem badawczy jak również zaproponowaną metodykę można stwierdzić, iż praca ta charakteryzuje się dużą oryginalnością zarówno w zakresie przedmiotu badań jak i formy jej realizacji.

b. Wartość naukowa

Przedstawiona rozprawa doktorska Pani Marty Jach-Nocoń charakteryzuje się klasycznym układem prac naukowo – doświadczalnych. W pierwszej części Doktorantka przedstawiła obszerne wprowadzenie wskazujące na systematyczny rozwój bioenergetyki w kraju jak i na świecie. Przedstawione analizy, komentarze jak i szereg danych w formie grafik zaczerpnięto z adekwatnej bibliografii. Na koniec tego rozdziału przedstawiono uzasadnienie tematu pracy oraz sformułowano problem badawczy. Sformułowano cel główny pracy wraz z celami szczegółowymi oraz postawiono 4 tezy badawcze. Przedstawione uzasadnienie problemu badawczego jest poprawne, a sformułowane cele szczegółowe wraz z przyjętymi tezami wskazują na właściwe przyjęcie metodologii badań.

W dalszej części pracy Doktorantka w Rozdziale 2 wnikliwie przedstawia aspekty dotyczące przepisów i normalizacji dotyczące biopaliw stałych. Rozdział ten przedstawia szczegółowo dokumenty normatywne wraz z wartościami granicznymi

opisujące jakość biopaliw stałych. Przedstawiono również systemy jakościowe funkcjonujące na rynkach europejskich wskazując opracowane klasy jakościowe wraz ze stosowną interpretacją. Doktorantka wnikliwie przedstawiła wymagania jakie muszą być spełnione przy zakwalifikowaniu danego biopaliwa do poszczególnych klas wraz z podaniem dokumentu normatywnego opisującego oznaczenie danej cechy.

W kolejnym 3 rozdziale przedstawiono wykorzystanie biopaliw stałych w różnych sektorach gospodarki. Doktorantka wskazała na znaczenie biopaliw stałych zarówno w energetyce zawodowej jak i ciepłownictwie systemowym poprzez sektor energetyczny indywidualny kończąc na wykorzystaniu w różnych gałęziach przemysłu. Przedstawiono również interpretacje prawne związane z budownictwem w aspekcie wykorzystania biopaliw stałych. To opracowanie wskazuje jednoznacznie na dużą świadomość Doktorantki o znaczeniu biopaliw stałych w gospodarce energetycznej.

W 4 Rozdziale pracy Doktorantka przedstawiła ciekawe zestawienie dotyczące historii rozwoju urządzeń do spalania biopaliw stałych na świecie. Analizy poparte są licznymi danymi literaturowymi co wskazuje na szerokie rozpoznanie tematu urządzeń do spalania biopaliw. W dalszej części przedstawiono wymagania prawne i normatywne stawiane urządzeniom do spalania paliw stałych. Ta część bardzo trafnie wskazuje jakie znaczenie ma podjęta praca doktorska w rozwój bioenergetyki z poszanowaniem środowiska naturalnego. Przedstawiono również zagadnienia teoretyczno-doświadczalne związane z przebiegiem procesów spalania w urządzeniach grzewczych. Omówiono sposoby regulacji i sterowania procesem spalania z odniesieniami do osiągnięć naukowych. Ta część dotycząca monitorowania oraz sterowania procesami spalania wydaje się być dość skromna z uwagi na bardzo dynamiczny rozwój w ostatnich latach urządzeń grzewczych tzw. automatycznych na biopaliwa stałe (w szczególności na pelety).

W kolejnym Rozdziale 5 przedstawiono kluczowe informacje dt. przyjętej metodyki oraz szczegóły związane z materiałem badawczym. Przedstawiono genezę doboru poszczególnych paliw jak i proces jego produkcji.

W tym rozdziale przedstawiono charakterystykę stanowiska badawczego do analizy procesu spalania w kotle z układem automatycznego podawania paliwa. Stanowisko to bazuje na kotle peletowym model FOREST o mocy 25kW. Stanowisko wyposażone jest w układy monitorujące przebieg procesu spalania marki Testo. Stanowisko to stanowi bardzo unikatowe rozwiązanie pozwalające na wnikliwe analizy i doświadczenia związane z procesami spalania w skali pełnowymiarowej. Przedstawiono również przebieg doświadczenia wskazując na istotne elementy procesu związane z doświadczeniem.

Dzięki przeprowadzonym testom procesów spalania oznaczono charakterystykę emisji spalin jak również pozyskano popiół do dalszych analiz.

Analizy laboratoryjne dotyczyły właściwości paliw (peletów drzewnych oraz zielnych) jak również popiołów. W pracy przedstawiono szczegóły metodyczne poszczególnych analiz wraz z wykorzystywaną aparaturą.

Uzyskane wyniki wskazują na dość istotne różnice pomiędzy peletem drzewnym oraz peletami z biomasy zielnej. Właściwości fizyczne peletów drzewnych w ocenie jakościowej są istotnie wyższe w stosunku do peletów zielnych. Podobnie analizując charakterystyczne temperatury topnienia popiołu możemy zauważyć, że popiół z peletów drzewnych charakteryzuje się znacznie wyższymi temperaturami przemian fazowych. Najniższa temperatura tzw. deformacji wynosiła około 1300°C, a w przypadku peletów zielnych wynosiła około 970-1100°C.

Zakres przeprowadzonych analiz laboratoryjnych obejmował wszystkie cechy wymagane ocenie zgodnie z dokumentami normatywnymi wg PN-EN ISO 17225. Doktorantka przy ocenie jakości paliw jak i popiołu dokonała analiz petrograficznych. Analizy te z dostępnej literatury są traktowane jako metody pozwalające bardzo szczegółowo określić zanieczyszczenia występujące w analizowanych próbkach. Opis metodyki pomiaru z uwagi na jej nowatorstwo powinien być bardziej uszczegółowiony w aspekcie dokonywania obliczeń ilościowych. W przypadku publikacji fragmentów pracy należałoby wzbogacić ten fragment o treści dotyczące pomiaru zanieczyszczeń i stosowanych obliczeń. Podobnie dyskusja nad uzyskanymi wynikami powinna być wzbogacona o porównania literaturowe w tym zakresie celem odniesienia się do postawionej tezy nr 2.

Wyniki badań procesu spalania tj. emisji spalin po uzupełnieniu pracy przedstawione zostały bardzo wnikliwie. Przedstawiono emisję spalin na klasycznych ustawieniach dostępnych w rozwiązaniach rynkowych jak i efekty prac badawczych doktorantki. Przedstawione wyniki badań, analizy wskazują jednoznacznie na osiągnięcie założonych celów cząstkowych.

W rozdziale 6 przedstawiono metodykę badań przy opracowywaniu układu sterującego pracą kotła. Przedstawiono opracowany schemat układu monitorującego sterującego pracą kotła, który powstał we współpracy z firmą Tech Sterowniki II. Opracowany układ sterujący umożliwia prowadzenie procesu spalania peletów drzewnych jak również peletów zielnych (oprócz peletów z łydyg tytoniu). Opracowany sterownik stanowi oryginalne osiągnięcie Doktorantki będące wynikiem przeprowadzonych prac badawczych zarówno na etapie przygotowywania paliwa jak i w oparciu o przeprowadzone testy spalania w różnych wariantach nastaw (miedzy innymi czasu przerw i podawania paliwa, mocy nadmuchu, jasności płomienia). Ten rozdział przedstawia sedno pracy bo w oparciu o dotychczas zebrane wyniki umożliwił wypracować optymalne nastawy sterownika gwarantującego uzyskanie emisji spalin na wymaganym poziomie tj. poniżej wartości wskazanych w dokumentach normatywnych. W materiałach uzupełniając do pracy doktorskiej przedstawiono pełną charakterystykę stanowiska jak i szczegółowo opisano tok postępowania podczas realizacji badań. Informacje te są wystarczające celem przeprowadzenia ewentualnych porównań i analiz weryfikacyjnych.

W rozdziale 7 przedstawiono podsumowanie pracy oraz zapisano sformułowane 12 wniosków. Podsumowanie odnosi się do przeprowadzonych

doświadczeń oraz uzyskanych wyników. Sformułowane wnioski wynikają z przeprowadzonych doświadczeń oraz analiz uzyskanych wyników. Można poddać pod pewną dyskusję wnioski nr:

- 2 – wniosek odnosi się do zwiększonej ilości chloru w peletach zielnych ze słomy co może powodować skrócenie żywotności urządzenia grzewczego. Konkluzja wniosku zakłada, że tego typu paliwa są nieopłacalne ze względów ekonomicznych. Takie stwierdzenie we wniosku nr 2 nie ma odniesienia w zakresie pracy ani w prowadzonych analizach. Dlatego też to stwierdzenie powinno mieć charakter polemiki podczas dyskusji nad wynikami a nie stanowić wniosek końcowy.
- 12 – stwierdzenie, że opracowany sterownik może być zastosowany w innych urządzeniach grzewczych celem obniżenia emisji spalin jest pewnym nadużyciem. W pracy nie prowadzono doświadczeń z wykorzystaniem innych kotłów o innej lub podobnej konstrukcji. Dlatego też sformułowanie tego wniosku było nie do końca uzasadnione.

2. **Poprawność redakcyjna rozprawy**

Recenzowana praca doktorska Pani mgr Marty Jach-Nocoń pt. „Projekt innowacyjnego oprogramowania monitorującego pracę kotła na biopaliwa stałe zgodnie z zachowaniem norm zawartych w krajowym programie ochrony powietrza” przedstawiona została w formie manuskryptu. Opracowanie to wraz z załącznikami przedstawione zostało na 202 stronach (170 stron manuskryptu doktorskiego + 32 strony materiałów uzupełniających). Praca posiada klasyczny charakter dla opracowań naukowych opartych o doświadczenia. W pracy zamieszczono 65 tabel (39 w manuskrypcie i 26 w materiałach uzupełniających) oraz 103 rysunki (79 rysunków w manuskrypcie i 24 w materiałach uzupełniających). Zawarte w pracy grafiki są odpowiedniej jakości i przedstawione w odpowiedniej skali. W przypadku tabel można zauważyć pewną niekonsekwencję, część tabel jest przedstawiona w j. angielskim (np. Tabela 1), dwujęzycznie j. angielski i polski (np. Tabela 2) a większość w j. polskim. Celem ujednoczenia formy wskazane byłoby przy ewentualnej publikacji fragmentów pracy ujednoczyć formę.

W formie tabel oraz rysunków (wykresów) przedstawiane były wyniki badań które były najczęściej powielane. Tę uwagę proszę przyjąć jedynie jako dyskusję nad formą prezentacji danych. Może warto wybrać dogodną formę (w zależności od charakteru danych) do zaprezentowania wyników a powielanie tych samych treści w obu formach wydaje się być pewnym „przedobrzeniem”. Praca ogólnie jest dobrze sformatowana ale wydaje się że na etapie przygotowywania do wydruku nastąpiło pewne zniekształcenie w tekście. Występują liczne przesunięcia i nakładki tekstu co utrudnia czytanie oraz obniża wartość estetyczną pracy. Dodatkowo wystąpiły przesunięcia tekstu co spowodowało podzielenie tabel bez odpowiedniego oznaczenia.

W przypadku ponownego redagowania pracy warto dokonać wydruku próbnego części pracy celem zweryfikowania poprawności.

W pracy występują liczne błędy zapisu jednostek w szczególności dotyczących potęgi (m^3 czy też m^2). Są to uchybienia mało istotne lecz wpływające na pogląd pracy. Proszę również zwrócić uwagę na ujednolicenie podczas podawania informacji o dokumentach normatywnych. W pracy występuje kilka wersji, w nielicznych są niepełne informacje. Forma zapisu zestawienia bibliograficznego wymaga również korekty. Należy ujednolicić informacje o autorach jak również uzupełnić pozycje dt. stron internetowych (należy podać przynajmniej stronę główną witryny).

Proszę o ponowne wnikliwe przeanalizowanie odniesień w tekście dt. tabel i rysunków celem wyeliminowania powtórzeń jak w przypadku opisu rysunku 38.

Powyższe uwagi redakcyjne nie umniejszają wartości merytorycznej pracy, jednakże należy dołożyć starań, aby forma wizualna i formalna była zachowana w całym opracowaniu naukowym.

4. Uwagi krytyczne

Recenzowana praca jako manuskrypt doktorski posiada również pewne niedociągnięcia, uchybienia formalne lub zapisy dyskusyjne z recenzentem, spotykane w tego typu pracach naukowych. Poniżej przedstawię kilka uwag, które należy przeanalizować w przypadku wykorzystywania tekstu w dalszych pracach.

1. W zaprezentowanym tytule pracy „Projekt innowacyjnego oprogramowania monitorującego pracę kotła na biopaliwa stałe zgodnie z zachowaniem norm zawartych w krajowym programie ochrony powietrza” stwierdzono, że w ramach pracy zaprojektowano innowacyjne oprogramowanie monitorujące pracę kotła. Po przeanalizowaniu zakresu pracy należy stwierdzić, że projekt dotyczył oprogramowania **monitorująco-sterującego** pracą kotła. Warto to przeredagować celem lepszego przedstawienia zakresu pracy.
2. Jak wskazano wcześniej w recenzji wydaje się konieczne wzbogacenie przeglądu literatury o rozwiązania do monitorowania i sterowania automatycznymi układami do spalania biopaliw. Ten przegląd mógłby wyglądać podobnie jak analiza rozwoju kotłów i pieców do spalania biomasy.
3. Przy prezentacji wyników analiz petrograficznych biomasy jak i popiołów nie przeprowadzono odpowiedniej dyskusji wyników. Warto byłoby porównać uzyskane wyniki z danymi literaturowymi celem wskazania poziomu zanieczyszczeń jaki zaobserwowano w badanych próbkach.

5. Ocena końcowa

Recenzowana rozprawa doktorska Pani mgr Marty Jach-Nocoń pt. „Projekt innowacyjnego oprogramowania monitorującego pracę kotła na biopaliwa stałe zgodnie z zachowaniem norm zawartych w krajowym programie ochrony powietrza”

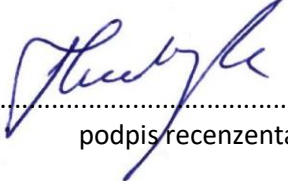
podejmuje bardzo ciekawy, aktualny, a zarazem oryginalny problem możliwości spalania biopaliw stałych w instalacjach małej mocy przy zachowaniu wymogów emisyjności spalin. Praca ma charakter doświadczalny wykorzystując bardzo szeroki i zarazem nowoczesny warsztat aparaturowy co potwierdza nabycie odpowiednich kompetencji do prowadzenia badań naukowych przez Doktorantkę. W pracy wykazano pewne błędy oraz niedociągnięcia, które nie wpływają na oryginalność pracy jak i jej wartość merytoryczną. Przedstawiona praca doktorska wraz z materiałami uzupełniającymi stanowi oryginalne osiągnięcie naukowe wpisując się istotnie w rozwój wiedzy dt. procesów spalania biopaliw stałych.

Uwzględniając powyższe stwierdzenia wskazuję, iż ocena końcowa recenzowanej rozprawy doktorskiej jest w pełni pozytywna.

Dlatego też stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska Pani Marty Jach-Nocoń spełnia warunki określone w ustawie z dnia 20 lipca 2018 roku *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* i wnioskuję do Rady Naukowej Instytutu Nauk o Ziemi Wydziału Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Śląskiego o dopuszczenie Pani mgr Marty Jach-Nocoń do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

16.01.2023r.

.....
data sporządzenia recenzji


.....
podpis recenzenta