

dr hab. inż. Grzegorz Maj, prof. uczelni  
Katedra Energetyki i Środków Transportu  
Wydział Inżynierii Produkcji  
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie  
ul. Głęboka 28, 20-612 Lublin

Lublin, dn. 23.02.2021 r.

## **RECENZJA**

**rozprawy doktorskiej**

**mgr inż. Błażeja Gaze**

*pt. „Redukcja ilości zanieczyszczeń pochodzących  
z konwersji energetycznej odpadów rolniczych”*

wykonanej pod kierunkiem:

prof. dr hab. inż. Leszka Romańskiego oraz prof. dr hab. inż. Marka Kułazyńskiego  
w Zakładzie Odnawialnych Źródeł Energii i Gospodarki Odpadami  
Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu

### **1. Podstawa opracowania recenzji**

Podstawę opracowania stanowi pismo nr IDDD0000.4100.4.2021 z dnia 08.02.2021 r. Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu prof. dr hab. inż. Krzysztofa Pulikowskiego. Podstawę prawną stanowi art. 190 ust. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jedn. Dz. U. 2020 poz. 85 ze zm.).

### **2. Celowość podjęcia tematyki**

Wykorzystanie biopaliw, w tym także pozostałości z produkcji rolniczej, ma na celu obniżenie oddziaływania skutków stosowania paliw kopalnych w sektorze energetyki. Nie mniej jednak podczas energetycznej konwersji biopaliw do środowiska emitowane są także różne szkodliwe związki, których poziom emisji należy redukować. Konieczność redukcji jest wieloaspektowa i wynika m.in. z ochrony zdrowia i środowiska, jak i ustanowionych standardów emisyjnych. Począwszy od Protokołu z Kioto z 1997 roku czynione są międzypaństwowe ustalenia mające przyczynić się do obniżenia emisji gazów cieplarnianych i zahamowania procesów zmian klimatu. Zarówno na poziomie regulacji krajowych, jak i międzynarodowych

daży się rok rocznie do narzucenia coraz to niższych dopuszczalnych poziomów emisji w energetyce w zakresie wprowadzania do atmosfery CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> i innych. Wprowadzona Dyrektywa Wspólnoty Europejskiej zwana Ecodesign ma przyczynić się do osiągnięcia zakładanych ograniczeń w globalnym ociepleniu wynikających z porozumienia paryskiego z 2016 roku. Istotnym aspektem wykorzystania odpadów na cele energetyczne jest zapewnienie pozytywnych efektów środowiskowych w procesach bezpośredniego spalania. Emisja zanieczyszczeń takich jak NO<sub>x</sub>, CO, pył czy zanieczyszczenia organiczne jest ściśle uzależniona od stosowanej technologii spalania, technicznych uwarunkowań realizacji procesu, techniki spalania oraz właściwości fizyczno-chemicznych paliwa.

W problematykę tę doskonale wpisuje się praca mgr. inż. Błażeja Gaze, który dostrzegł konieczność przeprowadzenia kompleksowych badań nad możliwością redukcji zanieczyszczeń z procesu spalania biomasy pochodzenia rolniczego z zastosowaniem zjawiska katalizy heterogenicznej w konstrukcjach kotłów komunalno-bytowych.

Biorąc pod uwagę obszary nierozpoznane w dotychczasowej wiedzy dotyczące wykorzystania katalizatorów heterogennych do redukcji szkodliwych gazów powstających z procesu spalania biomasy pochodzenia rolniczego w kotłach małej mocy, w powiązaniu z koniecznością realizacji celów w zakresie wykorzystania odnawialnych źródeł energii uważam podjętą tematykę badawczą za ważną i aktualną.

### **3. Ogólna charakterystyka pracy**

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska jest pracą o charakterze eksperymentalnym, zawiera 167 stron i podzielono ją na 7 numerowanych rozdziałów, tj.: wprowadzenie, przegląd literatury, cel i zakres pracy, część eksperymentalna, wyniki i dyskusja, wnioski, literatura, ponadto zawiera nienumerowane rozdziały, są to: wykaz skrótów i symboli oraz streszczenie w języku polskim i angielskim. W rozprawie zamieszczono 11 tabel i 79 rysunków.

W pracy umieszczono 193 pozycje literaturowe, w większości (74%) to literatura anglojęzyczna i prezentująca najnowsze osiągnięcia (ok. 20% to pozycje z ostatnich 5 lat). Bibliografia zawiera również wykorzystywane normy i akty prawne. W cytowanej literaturze znajdują się także 2 publikacje Autora. Należy zauważyć, że wykaz literatury jest obszerny i z całą pewnością wystarczający dla poprawnego opracowania badań. Wszystkie cytowane pozycje literaturowe są związane z podjętą w rozprawie problematyką.

Praca zawiera poprawną dla prac naukowych strukturę oraz logiczną w większości wypadków kolejność rozdziałów i podrozdziałów. Została starannie opracowana z zachowaniem

właściwych proporcji zasadniczych jej części. Praca ma generalnie klasyczny układ. Podjęte w pracy badania eksperymentalne mają szeroki zakres, a uzyskane przez Autora wyniki zostały przedstawione czytelnie w postaci tabelarycznej i graficznej. Praca jest spójna i kompleta. Cel pracy został zrealizowany i opisany w różnych częściach pracy. Na końcu pracy Doktorant sformułował wnioski końcowe wynikające z przeprowadzonych badań i analiz.

#### **4. Ocena merytoryczna pracy**

Praca doktorska mgr. inż. Błażeja Gaze stanowi wartościowy i bogaty materiał poznawczy o znacznym potencjale aplikacyjnym. Doktorant jako cel pracy przyjął rozwiązanie problemu badawczego polegającego na opracowaniu układu katalitycznego, zbadaniu i przeanalizowaniu koncepcji selektywnej redukcji katalitycznej tlenków azotu w układzie komory paleniskowej kotła biomasowego małej mocy w perspektywie wymogów normy Ecodesign. Rozprawa została opracowana na podstawie badań własnych Autora, a zakres badań i analiz wskazuje na jego szerokie kompetencje i zaangażowanie. Merytoryczny zakres pracy jednoznacznie świadczy o wysokim poziomie warsztatu naukowego Doktoranta i znajomości poruszanych zagadnień.

Opiniowana praca ma charakter eksperymentalno-praktyczny, a jej zakres jest szeroki i różnorodny, obejmuje zarówno analizę procesów spalania biomasy, aglomeracji ciśnieniowej, preparatyki katalizatorów, badania aktywności katalitycznej, jak i efektywności środowiskowej w aspekcie ekonomicznym. Skorelowanie przeprowadzonych badań i proponowanych technicznych rozwiązań w odniesieniu do ekonomii zastosowania stanowi w mojej ocenie znaczący atut. Doktorant jednocześnie poszerza doczasową wiedzę i rozwiązuje konkretny problem naukowy.

Rozdział 1 pracy zatytułowany „Wprowadzenie” (strony 15-16) stanowi skrótowe wprowadzenie w tematykę poruszanych zagadnień i w ogólnym zarysie przedstawia jej zawartość. Przedstawia genealogię regulacji prawnych w zakresie ochrony środowiska, problematykę antropogenicznego zanieczyszczenia środowiska, a także poziom rozwoju komunalno-bytowych systemów ogrzewania w zakresie efektywnych systemów poprawiających jakość spalin w kotłach małej mocy.

Rozdział 2 „Przegląd stanu wiedzy” (strony 17-65) podzielony jest na 10 podrozdziałów. Doktorant w pierwszym podrozdziale omawia politykę energetyczną Polski i Unii Europejskiej, opisując obowiązujące akty prawne i wynikające z nich obostrzenia, cele i strategię w zakresie rynku energetycznego. W podrozdziale poruszono szereg wprowadzanych polityk

energetycznych, jednakże w mojej ocenie zabrakło odwołania do obowiązującego porozumienia paryskiego, kształtującego na dzień dzisiejszy globalną politykę energetyczną m.in. Unii Europejskiej (Dz.U. 2017 poz. 36). W drugim przedstawia charakterystykę biomasy w aspekcie wykorzystania jako OZE. Charakteryzuje także potencjał biomasy w Polsce, jak i opisuje czynniki decydujące o wzroście znaczenia biomasy w energetyce zawodowej i rozproszonej. W podrozdziale 3 Doktorant opisuje możliwości wykorzystania biomasy na cele energetyczne w różnych systemach spalania i współspalania, skupiając się na charakterystyce parametrów jakościowych jakimi powinna charakteryzować się biomasa jako paliwo oraz rodzajach biomasy stosowanych w energetyce. Metody energetycznej konwersji biomasowych paliw stałych przedstawia w rozdziale 4, gdzie opisuje różne procesy przekształcania tego biopaliwa, wskazując wady i zalety poszczególnych. W podrozdziale 5 przedstawiono konstrukcje i rozwiązania techniczne kotłów małej mocy zasilanych biomasą w różnej postaci asortymentowej. W podrozdziale 6 Doktorant opisał możliwości rolniczego wykorzystania popiołów, pochodzących ze spalania biomasy, wskazując na rolę mikro- i makroelementów zawartych w pozostałym po spalaniu balaście. W podrozdziale 7 omówiono problematykę emisji towarzyszącej procesowi spalania biomasy, wskazując rodzajowość emisji w zależności od typu paliwa i warunków procesu konwersji. Doktorant szczegółowo charakteryzuje szkodliwe substancje zawarte w spalinach po spalaniu biomasy w tym: wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), dioksyny, tlenek węgla, tlenki siarki, czy metale. W osobnym podrozdziale (8) Doktorant skupia się na charakterystyce tlenków azotu z procesu spalania biomasy, jak i na metodach ograniczania ich powstawania i emisji. W podrozdziale 9 w obszerny sposób opisano zjawisko katalizy, w tym budowę katalizatorów, metody impregnacji, a także omówiono rodzaje katalizatorów stosowanych do różnych procesów w ograniczaniu emisji z procesu spalania. W podrozdziale 10 Doktorant opisał problem niskiej emisji w Polsce, wskazując główne jej źródła oraz metody i regulacje prawne, mające ograniczyć poziom emisji szkodliwych substancji z procesu spalania do środowiska.

W rozdziale 3 zatytułowanym „Cel i zakres pracy” (strony 65-66) przedstawiono cel badań, jaki powstał w wyniku przeprowadzonego przeglądu dotychczasowych badań. Autor jako cel pracy zadeklarował „opracowanie układu katalitycznego, zbadanie i przeanalizowanie koncepcji selektywnej redukcji katalitycznej tlenków azotu w układzie komory paleniskowej kotła biomasowego małej mocy w perspektywie wymogów normy Ecodesign.” Cel główny doprecyzowuje 12 celów szczegółowych, z których za najważniejsze uważam:

- budowa stanowiska badawczego wyposażonego w odpowiednie króćce umożliwiające pomiar rozkładu temperatury wewnątrz komory paleniskowej kotła,

- modelowe i doświadczalne określenie rozkładu temperatury w komorze paleniskowej kotła, celem zoptymalizowania lokalizacji katalizatora,
- wykonanie katalizatorów z udziałem jako fazy aktywnej Pt, CuO, TiO<sub>2</sub>, MnO<sub>2</sub> i ich instalacja w komorze paleniskowej kotła biomasowego,
- określenie wpływu spreparowanych katalizatorów na wielkość emisji: CO, NO<sub>x</sub>, PM, LZO, WWA, pochodzącej ze spalania trzech rodzajów biomasy.

Należy zauważyć, że brakuje jasno zarysowanego problemu badawczego pracy, problem ten jest zawarty w dalszych rozdziałach, niestety nie został należycie uwypuklony w części badawczej pracy, co nadałoby pracy charakter uporządkowanego wewnątrznie spójnego dzieła. Uważam to za największy mankament pracy.

Rozdział 4 „Część eksperymentalna” (strony 66-90) przedstawia metodykę badań i składa się z 5 podrozdziałów z kolejnymi podrozdziałami. W 1 podrozdziale Autor przedstawił charakterystykę materiału badawczego w postaci 3 materiałów biomasowych, stanowiących komponenty podstawowe do stworzenia peletów oraz odczynników chemicznych stosowanych w preparatyce katalizatorów. W 2 podrozdziale Autor scharakteryzował użyte metody zastosowane do obliczeń numerycznych, scharakteryzował środowisko pracy i zastosowane modele zjawisk fizycznych. W podrozdziale 3 opisuje zastosowaną metodykę wyznaczania sprawności kotła, wykorzystując w tym przypadku metodę pośrednią. W podrozdziale 4 prezentuje użyte metody i narzędzia do oceny przydatności popiołu po spaleniu biomasy jako nawozu. W podrozdziale 5 opisuje użyte metody do obliczenia efektu ekonomicznego stosowania katalizatorów w odniesieniu zastosowania rozwiązań w domu o powierzchni 100 m<sup>2</sup>, zamieszkiwanego przez 4 osoby.

Rozdział 5 „Wyniki badań i dyskusja” (strony 91-146) zawiera wyniki badań realizowanych według planu przedstawionego w rozdziale czwartym. Rozdział podzielony jest na 6 podrozdziałów zawierających wyniki badań poszczególnych etapów. Wszystkie wyniki badań są przez Doktoranta opisane i wyjaśnione, co przy dużej ilości analizowanych zmiennych wymagało znacznego wysiłku. Na podkreślenie zasługuje dokładna analiza uzyskanych wyników badań. Autor szeroko wyjaśnia otrzymane zależności.

W rozdziale 6 „Wnioski” (strony 146-149) Doktorant na podstawie uzyskanych wyników badań oraz ich analizy sformułował 12 wniosków. Przedstawione we wnioskach spostrzeżenia odnoszą się bezpośrednio do uzyskanych w pracy wyników i korespondują z przedstawionym na początku pracy celem. Autor mógł zawrzeć wskazówki praktycznego zastosowania opracowanych badań, co można bez trudu uczynić na podstawie przeprowadzonych eksperymentów. Podniosłoby to wartość pracy pod względem użytecznym.

## 5. Uwagi szczegółowe

Poniżej zawarłem uwagi krytyczne, które nasunęły się podczas czytania pracy. Należy zaznaczyć, że mają one jednak charakter dyskusyjny i są to uwagi, których uwzględnienie sprawiłoby, że praca nabrałaby przejrzystości, nie umniejszając one natomiast wartości pracy i nie mogą stanowić podstawy do kwestionowania jej wartości.

### Temat pracy:

1. Moim zdaniem poprawnym jest określenie pozostałości rolnicze zamiast odpady rolnicze. Odpady podlegają regulacjom wynikającym z Ustawy o odpadach.

### Wykaz skrótów i symboli:

1. W wykazie ważniejszych oznaczeń, jak i w treści pracy, jednostki miar powinny być zapisane według obowiązującej nomenklatury układu SI.
2. Oznaczenie *Du- współczynnik wytrzymałości granicznej rozdzielający najwyższą klasę paliwa A1 od niższej A2 (durability = 97,5%)*-powinno odwoływać się do wskazania konkretnej normy klasyfikującej pelet do wskazanych klas, ponieważ w obecnej formie jest skrótem myślowym i nie ma żadnego powiązania.

### Przegląd stanu wiedzy:

1. str. 20. Źródło dla rysunku 1 powinno być bardziej aktualne. Wskazując aktualną moc zainstalowaną OZE według udziału źródeł należałoby się powołać na dane nowsze aniżeli 2014 rok.
2. str. 21. Autor prezentuje zarówno potencjał energetyczny biopaliw w Polsce, jak i światowe zapotrzebowanie sektora wytwarzania energii, powołując się na dane z 2006 i 2013 roku. Podczas przyszłej publikacji wyników należałoby zaktualizować te dane i oprzeć się na nowszych doniesieniach.
3. str. 23. Autor wskazuje, że słoma stanowi największą część ogólnej ilości biomasy produkowanej w Polsce, jednakże nie podpira tej tezy żadnym źródłem.
4. str. 24. drugi akapit od dołu: Charakterystykę ogólną tlenku azotu uważam za niepotrzebną z punktu widzenia dysertacji. Jednakże nie jest to mankament merytoryczny.

### Metodyka badań

1. str. 67. Autor nie podał czystości stosowanych odczynników chemicznych (np. cz. czy cz.d.a.). Ponadto Doktorant opisuje w pracy: „*Tlenki nanoszono na powierzchnię nośnika w formie przygotowanego wcześniej roztworu.*” jednakże nie podaje jak przygotowano roztwór. Autor wskazuje także koncentrację substancji aktywnej na powierzchni nośnika w gramach, co w mojej ocenie jest niewłaściwe, gdyż brakuje informacji na jakiej

powierzchni nośnika. Właściwszym określeniem byłoby określenie procentowego udziału wagowego czystego metalu lub fazy aktywnej na nośniku. Doktorant opisuje także: „*W odniesieniu do powierzchni deflektora koncentracja ta odpowiadała 140, 280, 420 i 560 g/m<sup>2</sup> dla CuO, TiO<sub>2</sub>, MnO<sub>2</sub> oraz 0,4, 0,8, 1,2, 1,6 g/m<sup>2</sup> dla katalizatorów platynowych.*”-Czy wskazane wartości odpowiadają powierzchni aktywnej, a jeżeli tak to jak je określono?

2. str. 68 Autor opisuje: „*Cały proces był powtarzany, aż do momentu uzyskania odpowiedniej koncentracji cząstek miedzi na powierzchni nośnika*”. Należy zauważyć, że przy przedstawionym sposobie naniesienia roztworu na deflektor po impregnacji pozostaje w dalszym ciągu Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> a nie metaliczna miedź. Uzyskanie CuO wymaga kalcynacji, co doprowadzi do rozkładu azotanów.
3. str. 70. W rozdziale 4.1.4.2. w zakresie procedury oznaczania wytrzymałości na ścieranie peletów biomasowych odwołano się do niewłaściwej normy (pozycja 182).
4. str. 72. W rozdziale 4.1.5.2. Doktorant powinien podać charakterystykę nośników, pomimo ich komercyjnego zastosowania, co ułatwiłoby zweryfikowanie poprawności preparatyki katalizatora.
5. str. 80. W rozdziale 4.1.9.3. Autor informuje o użyciu chromatografu gazowego do oceny WWA i LZO, z zastosowanymi „odpowiednimi kolumnami kapilarnymi”, jednakże nie podaje rodzajów i parametrów tychże kolumn. Prosiłbym o wyjaśnienie podczas obrony.
6. str. 87. w rozdziale 4.4.2. Doktorant opisuje, że ilość węgla i azotu została określona przy pomocy chromatografii gazowej. Prosiłbym o wyjaśnienie zastosowanej w tym przypadku metodyki.
7. str. 89. We wzorach 14 i 15 nie wyjaśniono wszystkich zmiennych.

### **Wyniki badań**

1. str. 93. Doktorant podaje, że zawartość azotu w badanych paliwach jest najbardziej zróżnicowana (tyczy się to także str. 95: „zbliżona wartość”, str. 102: „...jej zróżnicowanie ze względu na rodzaj spalanego paliwa”). Takie stwierdzenie można wysnuć przy zastosowaniu analizy statystycznej do otrzymanych wyników badań. W pracy brakuje aparatu statystycznego, który pozwoliłby na ocenę wpływu poszczególnych cech na inne czy też wskazać czy występują czy też nie statystycznie istotne różnice czy podobieństwa w uzyskanych wynikach badań pomiędzy surowcami, katalizatorami i innymi badanymi cechami. Podczas publikowania danych z dysertacji sugerowałbym uzupełnienie badań o aparat statystyczny.
2. str. 93 Podpis pod rysunkiem 34 powinien odwoływać się do peletów lub biopaliw a nie ogólnie do paliw. Tyczy się to także analizy danych pod rysunkiem.

3. str. 93. Na rysunku 34 Autor zaznaczył graniczną wytrzymałość. Zapis w obecnej postaci nasuwa pytanie, dlaczego przyjęto taką wartość? Należałoby na rysunku lub w podpisie rysunku wskazać z czego wynika ta wartość.
4. str. 94. Odwołanie do klasy paliw biomasowych (A1) w obecnej formie jest skrótem myślowym. Doktorant powinien w tym miejscu powołać się na konkretną normę, klasyfikującą pelety na wskazane klasy.
5. str. 96. Autor wnioskuje w zakresie zastosowanych nośników, na podstawie analizy chłonności, że: „*oba materiały mogą być zastosowane w preparatyce katalizatorów nanoszonych metodą impregnacji.*”. Czy takie stwierdzenie na bazie oceny jednego parametru jest właściwe i wystarczające?
6. str. 96. W rozdziale 5.2.2. Autor wskazuje, że dokonał oznaczenia m.in. całkowitej powierzchni właściwej metodą porozymetrii rtęciowej (Tabela 6). Należy zauważyć, że zastosowana metoda nie obejmuje średnich porów i małych porów. Na wielkość powierzchni właściwej wpływają przede wszystkim mezopory i mikropory. Zastosowana metoda nie daje takiej możliwości, należałoby wykonać oznaczenie metodą BET. Wskazana wartość jest niedoszacowana, jednak nie wpływa to na przebieg badań.
7. str. 104. Doktorant prezentuje, że katalizatorem o najwyższym wpływie na temperaturę spalania jest katalizator platynowy. Proszę o wyjaśnienie lub wskazanie co może być powodem takiego efektu.
8. str. 109. Autor wskazuje, że najwyższą aktywnością charakteryzuje się katalizator oparty na nanocząsteczkach platyny (tyczy się to także str. 117). W jaki sposób oceniano wielkość cząstek na katalizatorze?
9. W części wynikowej brakuje przeprowadzenia gruntownej dyskusji otrzymanych wyników badań z wynikami otrzymanymi przez innych badaczy. Przeprowadzona dyskusja podniosłaby jeszcze wartość naukową dysertacji. Przed opublikowaniem wyników badań sugeruję przeprowadzić dyskusję otrzymanych wyników badań.

## 6. Ocena formalna pracy

Oceniana praca stanowi oryginalne i samodzielne dzieło twórcze. Treść pracy jest zgodna z tematem podanym w tytule i z zadeklarowanym celem pracy. Zawiera wszystkie elementy, które powinny wejść w skład rozprawy doktorskiej, a przyjęty sposób prezentowania rozważań jest poprawny. Pod względem redakcyjnym praca została napisana starannie i zrozumiałym językiem. W rozprawie występują co prawda drobne błędy literowe szczególnie w końcówkach

wyrazów oraz błędy interpunkcyjne typu brak przecinków lub jego błędne stosowanie (szczegółowe uwagi zostały zaznaczone w tekście pracy) jednak zważywszy na dużą objętość pracy to ilość ich jest niewielka. Pojawiła się również w pracy pewna liczba błędów redakcyjnych, dużej mierze są to jednak błędy powstałe w wyniku przeoczeń na etapie pracy korektorskiej. Niemniej jednak błędy i usterki, należy usunąć przed opublikowaniem tej pracy, wskazuję poniżej kilka przykładów:

1. W spisie treści nie ujęto wykazu ważniejszych skrótów, streszczeń po polsku i po angielsku oraz rozdziału Literatura.
2. str. 20. jest „polski” powinno być „Polski”.
3. str. 21 drugi akapit od dołu: jest „Jest to wartość, która dziesięciokrotnie przekracza ówczesne zapotrzebowanie świata na energię.”-zdanie nie ma odwołania do prezentowanej treści. Zapewne stanowi pozostałość po wcześniejszej wersji.
4. str. 23 dziewiąty wiersz od góry jest: „z sektora przemysłowego moją najczęściej” powinno być „z sektora przemysłowego mają najczęściej”
5. str. 29. pierwszy akapit ostatnie zdanie wymaga korekty interpunkcyjnej.
6. str. 41 trzeci akapit od góry jest „fazie gazowej” powinno być „w fazie gazowej”.
7. str. 46 drugi akapit od góry jest „uniwersalna i może być stosowana” powinno być: „uniwersalne i mogą być stosowane”.
8. str. 49 trzeci akapit od góry jest „burners aut of service” powinno być „burners out of service”
9. str. 52 drugi akapit od dołu drugi wiersz od dołu jest „moniaaku” powinno być „amoniaku”
10. str. 62, 63 przy cytowaniu rozpoczynającym się powołaniem na nazwisko autora pracy, należy za cytowaniem wstawić numer pozycji z bibliografii zgodnie ze sztuką cytowania, np. Irfan i in. [124]....
11. str. 74 na Rys. 23 w opisie rysunku brakuje wyjaśnienia dla numeru 6.
12. Na rysunkach w części wynikowej, dla lepszego zobrazowania i łatwiejszego odczytu podobieństw bądź różnic w mojej ocenie dane powinny być pogrupowane względem biopaliwa tak, aby wszystkie dane dotyczące danego surowca były obok siebie dla różnych cech (np. rys. 42, 43 itp.).
13. str. 134 drugi wiersz od dołu jest „pływa” powinno być „wpływa”.
14. str. 145 trzeci wiersz od dołu jest „zrostu” powinno być „wzrostu”
15. str. 153 zapis pozycji 39 powinien być po polsku, skoro artykuł jest opublikowany w języku polskim.

## 7. Podsumowanie i wniosek końcowy

Opiniowana rozprawa doktorska mgr inż. Błażeja Gaze stanowi oryginalne i samodzielne dzieło twórcze. Tematyka jest aktualna i w dodatku mająca duży potencjał aplikacyjny, a przy tym i rozwojowy. Treść pracy jest zgodna z tematem podanym w tytule i z zadeklarowanym celem pracy. Zawarte w recenzji uwagi nie mają charakteru krytycznego, a jedynie formę wskazówek, które pozwoliłyby na poprawę ocenianej pracy i ewentualne planowanie dalszych badań. Doktorant wykonał dużą liczbę badań stanowiących ważny wkład w rozwiązanie problemu badawczego. Z rozprawy wynika, że mgr inż. Błażej Gaze pogłębił swoją wiedzę oraz umiejętności badawcze i poznał literaturę przedmiotu. Rozprawa spełnia wymóg oryginalnego rozwiązania przez Autora zagadnienia naukowego, a Doktorant wykazała się ugruntowaną wiedzą zarówno w zakresie teoretycznym, jak i technik pomiarowych oraz zdolnością do samodzielnej pracy badawczej.

Biorąc powyższe pod uwagę uważam, że rozprawa doktorska mgr inż. Błażeja Gaze nosząca tytuł: „Redukcja ilości zanieczyszczeń pochodzących z konwersji energetycznej odpadów rolniczych”, spełnia wymagania stawiane tego typu pracom określone w artykule 187 ust. 1 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jedn. Dz. U. 2020 poz. 85 ze zm.) w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Przekładam więc Radzie Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu wniosek o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie, mgr inż. Błażeja Gaze do dalszego etapu, jakim jest publiczna obrona pracy doktorskiej.

Biorąc pod uwagę szeroki zakres pracy oraz znacznie rozbudowane elementy samodzielnie przeprowadzonych badań laboratoryjnych uważam, że Autor wywiązał się z zadania w sposób bardzo dobry. Praca wymagała wiedzy z kilku dyscyplin i szeregu kompetencji zarówno z zakresu analizy procesu ciśnieniowej aglomeracji biomasy, jak i znajomości procesów spalania oraz zagadnień katalizy heterogenicznej. Osiągnięcia badawcze Doktoranta mają również potencjał aplikacyjny. W związku z powyższym uważam, że praca zasługuje na wyróżnienie, o co niniejszym wnoszę.

*Mej Gneja*