

Zabrze, 24/08/2022r.

Prof. dr hab. inż. Jarosław Zuwała
Z-ca Dyrektora Instytutu ds. Badań i Rozwoju

RECENZJA

Rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Joanny WNOROWSKIEJ
pt. „*Badania wybranych właściwości paliw w celu wypełnienia założeń gospodarki
obiegu zamkniętego*”

Promotor rozprawy: dr hab. inż. Sylwester Kalisz, prof. PŚ

1. Wprowadzenie

Podstawą formalną opracowania recenzji jest umowa o dzieło zawarta pomiędzy Politechniką Śląską a autorem niniejszej recenzji. Recenzja przygotowana jest w oparciu o uchwałę Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka z dnia 23.06.2022 r., Ustawę *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z 2018 r., poz. 1668, z późn. zm.) z dnia 20 lipca 2018 r. oraz Ustawę *o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki* (Dz. U. z 2012, z późn. zm.) z dnia 14 marca 2003 r.

Recenzja opracowana jest na podstawie otrzymanej w dniu 14.07.2022 r. rozprawy doktorskiej, stanowiącej opracowanie zwarte.

2. Ogólna ocena rozprawy wraz z uwagami krytycznymi

W bieżącym punkcie dokonam zwięzłego podsumowania treści rozprawy oraz ocenię prawidłowość wyboru jej tematyki.

2.1 Zakres rozprawy

Przedłożona do recenzji praca poświęcona jest problematyce kształtowania właściwości paliw formowanych (peletów) z biomasy oraz paliwa alternatywnego, jakim jest odpad z rozbiórki samochodów (ang. ASR), którego nie można ponownie wykorzystać w procesie produkcyjnym. Dla tego celu stosuje się dodatki pochodzenia mineralnego – haloizyt i kaolin. W efekcie ich wpływu, Doktorantka spodziewa się zmniejszenia skali problemów eksploatacyjnych związanych z energetycznym wykorzystaniem tego materiału oraz redukcji obciążeń środowiskowych związanych z emisją metali ciężkich do powietrza (parametry spalin) i gleby (skład roztworów powstających w efekcie wmywania składników z ubocznych produktów spalania deponowanych na składowiskach).

Realizowane przez Doktorantkę badania uzyskały wsparcie finansowe w ramach projektów badawczych finansowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (międzynarodowy projekt: „Zaawansowana obróbka wstępna i charakteryzacja biomasy dla efektywnej produkcji energii elektrycznej i ciepła”) oraz Fundację Nauki Polskiej (krajowy projekt: „Optymalizacja procesu spalania i waloryzacja ubocznych produktów spalania dla wypełnienia założeń gospodarki o obiegu zamkniętym”) co jest potwierdzeniem rangi i istotności analizowanej oraz rozwijanej tematyki.

Rozważania zawarte w rozprawie opierają się na wynikach analiz właściwości fizykochemicznych badanych paliw naturalnych (biomasa), paliwa wytworzonego z pozostałości rozbiórki samochodów (ang. ASR), badaniach peletyzacji, analizie termogravimetrycznej i modelach kinetycznych, badaniach z wykorzystaniem laboratoryjnych (piec muflowy) i eksperymentalnych stanowisk badawczych (pozioma i pionowa komora spalania – dla odwzorowania warunków spalania w palenisku rusztowym i pyłowym). W przeprowadzonej dyskusji otrzymanych wyników duży nacisk położony został na określenie możliwości wpływu dodatku kaolinu i haloizytu do biomasy oraz paliwa odpadowego na retencję metali ciężkich w ubocznych produktach ich spalania oraz na efektywność zmniejszania potencjalnego zagrożenia eksploatacyjnego, będącego konsekwencją korozji chlorowej.

Tytuł pracy jest zwięzły i informuje o jej tematyce, która mieści się w problematyce dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Uzasadnienie wyboru tematu znajduje się w rozdziale #1 *Wprowadzenie*.

Rozprawę Doktorantka zawarła na 157 stronach tekstu zasadniczego. Praca jest obszerna i bogata w liczne formy graficzne, zawiera wykaz najważniejszych oznaczeń, spisy tabel i ilustracji a także wymagane obowiązkowymi przepisami streszczenia w języku polskim i angielskim. Podzielono ją na sześć numerowanych rozdziałów z czego zasadniczą część pracy zawarto w rozdziałach #I ÷ #V, rozdział #VI zawiera wnioski, po których przedstawiono stosunkowo obszerną bibliografię. Obejmuje ona 223 pozycje, cytowane źródła są aktualne, przeważający udział cytowanych prac pochodzi z ostatnich lat, ponadto duża część raportów i dokumentów opublikowana została w roku wydania pracy doktorskiej. Zarówno dominujący udział pozycji obcojęzycznych (głównie publikacje naukowe i raporty) jak również ich aktualność świadczą o bardzo dobrym rozpoznaniu przez Doktorantkę nie tylko bieżącego światowego dorobku naukowego w zakresie merytorycznym przedmiotu rozprawy ale także utrzymywaniu bieżącej wiedzy w zakresie obowiązujących norm czy regulacji prawnych. W wykazie literatury Doktorantka umieściła pięć pozycji, których jest współautorką i na które powołała się w pracy. Odwołania do przedstawionych w bibliografii pozycji literaturowych mają pełne uzasadnienie wynikające z treści rozprawy. Sposób oznaczenia cytowań źródeł literatury jest poprawny i zgodny ze stylistyką stosowaną w naukowej literaturze technicznej, aczkolwiek w przypadku części norm [173-188] zabrakło informacji o miejscu i dacie ich publikacji.

W rozdziale #1 *Wprowadzenie* Autorka zwięźle omawia ogólny kontekst pracy jakim jest gospodarka o obiegu zamkniętym i kwestię energetycznego wykorzystania nienadających się do dalszego wykorzystania paliw z odpadów. W rozdziale pojawiają się paliwa naturalne (biomasa), paliwa alternatywne oraz paliwa niskiej jakości. Ponieważ *paliwo niskiej jakości* jest w odróżnieniu od *paliwa alternatywnego* nieokreślone poprzez zapisy legislacyjne bądź normy, zabrakło mi tutaj informacji z uwagi na jakie parametry Autorka definiuje ten rodzaj paliwa i jakie wartości parametrów przyjętych do oceny przyjmuje się jako wartości graniczne. W rozdziale zasygnalizowano także problemy eksploatacyjne, jakie mogą występować w przypadku spalania paliw niskiej jakości, do których zaliczone zostały: korozja chlorowa oraz osadzanie się cząstek popiołu lotnego na powierzchniach wymiany ciepła układu paliwo-powietrze-spaliny.

Kolejny rozdział #2 zawiera *Opis stanu badań* i dotyczy aspektów produkcji paliw formowanych (peletów) z biomasy. Autorka skupia się na określeniu wpływu rozmiaru cząstek biomasy na przebieg procesu peletyzacji oraz na analogicznego wpływu zawartości wilgoci. Dokonuje też przeglądu literatury dotyczącego badań laboratoryjnych biomasy z wykorzystaniem technik termogravimetrycznych (TGA). Omawia stosowane modele kinetyczne służące określeniu parametrów kinetycznych rozkładu

termicznego biomasy. W dalszej części rozdziału uwaga poświęcona została kwestii procesom korozji powierzchni ogrzewalnych komór paleniskowych wraz z oceną wpływu dodatków paliwowych na tworzenie się osadów zanieczyszczających. Autorka stwierdza m.in., że w literaturze brak jest informacji nt. oceny oddziaływania dodatków glinokrzemianowych (kaolin, haloizyt) na KCl w stanie stałym z wykorzystaniem analizy TGA oraz pogłębionych badań technikami SEM i EDS. W dalszej części rozdziału pojawia się anonsowany w tytule pracy wątek GOZ. Doktorantka skupia się tutaj na odpadach stanowiących pozostałości z rozdrabniaczy samochodowych (ang. ASR) i analizuje omawiane w literaturze sposoby ich zagospodarowania, wyróżniając metody termiczne. Jako że w efekcie wykorzystania procesów termochemicznych do zagospodarowania części tych odpadów powstają substancje szkodliwe, omówiono mechanizmy przechodzenia metali ciężkich ze stanu stałego w stan lotny (aspekty kinetyczne) a także kwestię koniecznej oceny składu roztworu powstającego w efekcie wymywania substancji szkodliwych ze składowanych materiałów pochodzenia odpadowego.

Kolejny rozdział #3 to *Cel, zakres i teza pracy*. Autorka określa cel jako „*wykonanie badań polegających na zastosowaniu glinokrzemianowych dodatków paliwowych w celu eliminacji problemów eksploatacyjnych i środowiskowych podczas termicznej konwersji paliw stałych niskiej jakości*”.

Tak sformułowany cel w zasadzie wskazuje główny nurt badawczy pracy, który jest doprecyzowany poprzez wskazanie jej zakresu:

- wykonanie charakterystyki paliw stałych niskiej jakości pod kątem ich wykorzystania w recyklingu energetycznym, tj. w procesie spalania,
- optymalizacja procesu spalania paliw biomasowych za pomocą dodatków ukierunkowanych na obniżenie niekorzystnych procesów występujących podczas spalania paliw niskiej jakości,
- identyfikacja struktury wewnętrznej peletów z addytywem oraz wpływu zawartości wilgoci przed procesem peletyzacji na produkt końcowy,
- porównanie charakterystyki glinokrzemianowych dodatków paliwowych (analiza termiczna, tlenkowa, SEM-EDS),
- badania wpływu dodatków paliwowych na reakcje z chlorkiem potasu zachodzące podczas spalania,
- zastosowanie idei GOZ w termicznej konwersji pozostałości z rozdrabniaczy samochodów (ASR),
- badania wpływu glinokrzemianowych dodatków paliwowych na retencję metali ciężkich podczas termicznej konwersji ASR.

W tym rozdziale postawione zostają także tezy pracy:

- glinokrzemianowe dodatki paliwowe można bezpiecznie stosować w zadaniach optymalizacji procesów spalania paliw niskiej jakości na każdym etapie tego procesu,
- glinokrzemianowe dodatki paliwowe podczas reakcji z chlorkiem potasu powodują powstanie bardziej stabilnych związków, które ograniczają zjawisko korozji wysokotemperaturowej kotłów,
- zastosowanie glinokrzemianowych dodatków paliwowych jest skutecznym sposobem retencji metali ciężkich w popiołach dennych,
- kondycjonowanie paliw dodatkami glinokrzemianowymi pozwala zagospodarować UPS zgodnie z założeniami GOZ.

Cel przyjęty w pracy nosi elementy nowości naukowej (zidentyfikowano lukę badawczą) oraz ma charakter użyteczny. Na tym etapie zauważyć można, że układ pracy zgodny jest z tradycyjnym układem prac mających cechy rozpraw doktorskich, gdzie zwyczajowo przedstawienie analizy stanu wiedzy w temacie rozprawy ma miejsce przed określeniem celu, ewentualnie tezy i zakresu pracy. W takim (klasycznym) układzie widoczne jest w sposób jednoznaczny, z czego wynika przyjęty cel pracy oraz zakres prac planowanych do jego realizacji.

W rozdziale #4 pt. *Metodologia prowadzenia badań* Doktorantka określa planowane do zastosowania w pracy surowce (słoma, miskantus, biomasa zielna – w formie peletów) oraz opisuje przeprowadzone badania, które były skupione m.in. na określeniu rozkładu wielkości cząstek wewnątrz peletów oraz wpływu zawartości wilgoci surowca na wytworzony pelet. Badania prowadzone były na czystej biomase oraz biomase z dodatkiem analizowanych addytywów. Wytworzone pelety poddano badaniom wytrzymałości mechanicznej. Drugą grupę badań stanowiły analizy prowadzone z wykorzystaniem technik termogravimetrycznych – analogicznie jak wcześniej analizowano surowiec czysty oraz z dodatkiem testowanych glinokrzemianów (w udziale 4% wagowo). W kolejnym etapie (4.3) skomponowano mieszanki KCl + glinokrzemiany, które poddawano następnie rozkładowi termicznemu w temperaturze ok 1100°C w celu odwzorowania warunków procesu spalania zachodzącego w kotle energetycznym. Dla tego celu wykorzystano piec muflowy oraz pyłową komorę badawczą.

W dalszej kolejności (4.4) Doktorantka skupiła uwagę na paliwach odpadowych (ASR) w aspekcie oceny emisji metali ciężkich do powietrza i ich akumulacji w ubocznych produktach spalania. Zakresy badań opisywane w powyższych rozdziałach 4.3 i 4.4 dotyczą odmiennych surowców, wykorzystywane są także częściowo odmiennie stanowiska badawcze. Zabrakło mi tutaj nieco informacji wprowadzającej, gdzie Autorka wskazałaby na odmienność podejścia do biomasy oraz paliwa odpadowego (ASR) i tę odmienność uzasadniła. W dalszej części rozdziału 4 wskazana została metodologia eksperymentów (opis badań z wykorzystaniem stanowiska eksperymentalnego – pieca rurowego oraz badania wymywalności metali ciężkich z popiołów).

Rozdział #5 zawiera *Wyniki badań*, gdzie zbiorczo omówiono uzyskane w trakcie realizacji poszczególnych cząstkowych etapów badań wyniki:

- badania struktury wewnętrznej peletów z addytywem: wykazano, że dodatek haloizytu w udziale 2-4% nie wpływa negatywnie na rozkład wielkości cząstek wewnątrz peletów, co istotne jest z punktu widzenia zastosowania tych paliw w kotłach pyłowych;
- badania wpływu zawartości wilgoci w surowcach wejściowych do peletowania na produkt końcowy: optymalna zawartość wilgoci powinna wynosić 25-30%;
- z punktu widzenia eksploatacyjnego, korzystna jest peletyzacja surowca pierwotnego z dodatkami glinokrzemianowymi;
- analiza termogravimetryczna paliw z dodatkami: glinokrzemianowe dodatki paliwowe do paliw stałych o niskiej jakości nie mają wpływu na przebieg procesów termicznego rozkładu mieszanek w atmosferze powietrza;
- badania wpływu dodatków paliwowych na rozkład KCl: z wykorzystaniem analizy SEM-EDS wykazano pozytywny wpływ wyrażający się spadkiem zawartości Cl wraz ze wzrostem ilości dodatku;
- badania w skali półtechnicznej z wykorzystaniem haloizytu w oparciu o skład popiołu lotnego oraz dennego: zawartość KCl w mieszaninie ma istotny wpływ na zwiększanie tempa osadzania się popiołu, które jest także zależne od zawartości haloizytu, ponadto haloizyt obniża zawartość chloru w popiele dennym oraz w próbce popiołu lotnego pobranego z sondy depozytywnej,
- retencja metali ciężkich: dodatek haloizytu wpływa bardziej korzystnie na zatrzymywanie w popiele dennym niektórych metali ciężkich w procesie termicznej konwersji ASR w porównaniu do kaolinu,
- badania wymywalności: oba dodatki mają korzystny wpływ na ilość wymywanych w roztworach wodnych metali ciężkich, najkorzystniejsze parametry pod względem zawartości metali ciężkich osiągnięto przy zawartości 2% haloizytu.

W rozdziale #6 Autorka dokonuje zebrania wniosków cząstkowych, formując *wnioski końcowe*. Oprócz ich podsumowania wskazuje na konieczność prowadzenia dalszych badań eksperymentalnych ukierunkowanych na:

- opracowanie bilansu chloru dla mieszanin paliwowych dodatek+KCl oraz pogłębionych badań popiołu;
- opracowanie bilansu metali ciężkich.

Podsumowując stwierdzam, że sposób w jaki Doktorantka sformułowała w oparciu o przeprowadzone sumiennie analizy literaturowe cel pracy a także zastosowała w trakcie realizacji pracy elementy nowości naukowej (analizę wpływu wybranych dodatków stałych na retencję metali ciężkich w popiele dennym i lotnych a także ich wymywalność w roztworze wodnym) był właściwy i doprowadził w konsekwencji do poprawnego zaplanowania badań, które zostały przeprowadzone i opisane w pracy.

Zakres pracy zaplanowany dla realizacji postawionego celu głównego uznaję na tym etapie za wystarczający.

2.2 Ocena prawidłowości wyboru tematu

W obliczu transformacji energetycznej gospodarki Unii Europejskiej ukierunkowanej m.in. na dekarbonizację sektora wytwarzania energii, rola biomasy pozostaje bardzo istotna. Dla sektora energetycznego, który będzie w nadchodzących latach coraz bardziej niż ma to miejsce obecnie wykorzystywał paliwa nisko i zeroemisyjne, poprawa efektywności ekonomicznej poprzez zastosowanie paliw obciążonych zerowym współczynnikiem emisji CO₂, pozyskiwanymi jako produkty odpadowe stanie się bardzo ważnym zagadnieniem. Wielkoskalowe wykorzystanie biomasy wiąże się jednak z ryzykiem wystąpienia problemów eksploatacyjnych wynikających z jej składu chemicznego. Sposobem na zmniejszenie prawdopodobieństwa ich wystąpienia są dodatki paliwowe – m.in. haloizyt i kaolin, które analizuje Doktorantka.

Termiczne przetwarzanie odpadów nienadających się do dalszego wykorzystania (rozważane w pracy ASR) ukierunkowane na odzysk energii jest istotnym elementem gospodarki o zamkniętym obiegu. Także w tym przypadku dodatki paliwowe mogą przyczynić się do eliminacji części niekorzystnych zjawisk towarzyszących temu procesowi, takim jak emisja metali ciężkich do powietrza oraz ich migracja do wód powierzchniowych będąca efektem wymywania ze zgromadzonych na składowiskach popiołów lotnych.

Biorąc pod uwagę powyższe, uważam, że temat rozprawy doktorskiej mgr inż. Joanny Wnorowskiej został wybrany prawidłowo a całość podjętej pracy choć uwarunkowana w większości zamierzeniami o charakterze stricte utylitarnym zawiera istotne elementy nowości naukowej.

3. Analiza treści rozprawy wraz z uwagami krytycznymi

W poniższym rozdziale recenzji skupię uwagę na zagadnieniach naukowych samodzielnie rozwiązanych przez Doktorantkę oraz dyskusji prawidłowości rozważań, uzyskanych wyników i wniosków oraz na uwagach i wątpliwościach, które nasunęły mi się przy pisaniu recenzji. Na końcu zamieszczonej analizy odniosę się do oryginalności i wskażę na główne walory rozprawy.

3.1 Zagadnienia naukowe i utylitarne rozwiązane samodzielnie przez Doktorantkę

Po przeprowadzeniu analizy treści rozprawy stwierdzam, że postawiony przez Doktorantkę cel główny pracy został zrealizowany.

Do **najważniejszych zagadnień naukowych** rozwiązanych przez Nią samodzielnie zaliczam:

- krytyczne przeanalizowanie dużej liczby dostępnych pozycji literatury (w przeważającej części zagranicznej) dotyczących aspektów energetycznego wykorzystania biomasy, w tym zastosowanie dodatków paliwowych,
- badania struktury wewnętrznej peletów z dodatkami oraz ocena parametrów peletów w funkcji zawartości dodatków,

- analiza paliw z dodatkami przeprowadzona z wykorzystaniem technik TGA,
- ocena efektów interakcji paliwowych dodatków glinokrzemianowych z KCl,

Za **najistotniejsze** elementy pracy w aspekcie praktycznym uważam natomiast:

- ocena jakościowa peletów z biomasy oraz dodatków paliwowych przy zmiennych udziałach procentowych,
- ocena wpływu dodatków paliwowych na retencję metali ciężkich w ubocznych produktach spalania ASR oraz w roztworze wodnym z ich wymywania,
- wyznaczenie optymalnych z punktu widzenia maksymalnej retencji w popiele dennym metali ciężkich przy zastosowaniu haloizytu,
- wykazanie korzystniejszych parametrów dodatku haloizytu w porównaniu do dodatku kaolinu w odniesieniu do rozkładu KCl (biomasa) oraz spalanie ASR.

3.2 Prawdliwość rozważań, uzyskanych wyników i wniosków oraz uwagi krytyczne

Treść rozprawy dowodzi, że Doktorantka bardzo dobrze znajduje się w przedmiotowej problematyce. Nie stwierdzam w tym zakresie żadnych uchybień i oceniam Jej znajomość przedmiotu zagadnienia - w tym przygotowanie zawodowe i naukowe – pozytywnie.

Przyczynę do podjęcia pogłębionej dyskusji naukowej stanowią natomiast zagadnienia, które zamieszczam poniżej, z prośbą o odniesienie się do nich w trakcie obrony pracy:

1. Str. 21: czy wspomniane określenie *paliwa niskiej jakości* ma związek z parametrami i właściwościami paliw definiowanych w tzw. uchwałach antysmogowych, Ustawie z dnia 25 sierpnia 2006 r. o systemie monitorowania i kontrolowania jakości paliw czy Rozporządzeniu Ministra Energii z dnia 27 września 2018 r. w sprawie wymagań jakościowych dla paliw stałych?
2. Str. 27: jakie udziały biomasy w mieszance paliwowej mogą stanowić o tym, iż proces spalania takiego paliwa będzie można określić jako „duże współspalanie”?
3. Str. 41: w jakich jednostkach wyrażono porowatość (60-70)?
4. Str. 47: jakie przesłanki zdecydowały o wyborze technologii spalania rusztowego oraz pirolizy dla zagospodarowania ASR?
5. Str. 67: zależność (4.1) umożliwia określenie wartości wytrzymałości mechanicznej peletów – jakie jej wartości osiągnięto dla rozważanych w pracy materiałów?
6. Str. 75: w paliwach naturalnych takich jak biomasa chlor występuje w związkach nieorganicznych (w tym KCl) natomiast w paliwach odpadowych głównie w formie organicznej. Czy (a jeżeli tak to jaki) może mieć to wpływ na interakcje paliwowe z dodatkami glinokrzemianowymi?
7. Str. 77: proszę uprzejmie o szersze omówienie opisu opracowanej „*metody określania zapotrzebowania na dodatki w oparciu o zawartość chloru*”.
8. Str. 83: czy w zależności (4.6) chodziło o intensywność osadzania, %?
9. Str. 84 czy poboru prób na potrzeby wykonania analiz właściwości fizykochemicznych rozważanych w pracy materiałów ASR prowadzono zgodnie z normą PN-EN ISO 21645:2021-09 Stałe paliwa wtórne - Metody pobierania próbek (określającą metody pobierania próbek stałych paliw wtórnych, na przykład z zakładów produkcyjnych, z dostaw lub z zapasów. Obejmuje metody ręczne i mechaniczne)?
10. Str. 89: czy zdaniem Doktorantki elementem oceny bilansowej chloru w procesie termicznego przetwarzania (por. *Metodologia eksperymentu*) nie powinny być badania spalin na zawartość dioksyn, których prekursorem jest właśnie chlor?

Podkreślić należy, że wskazane powyżej uwagi i komentarze nie umniejszają wartości naukowej i oraz aspektów użytecznych pracy. Zaplanowany zakres pracy został zrealizowany a postawiony cel został osiągnięty. Praca jest bardzo starannie zredagowana, napisano ją dobrym językiem.

3.3 Oryginalność i główne walory rozprawy

Doktorantka planując i realizując szeroki zakres badań analitycznych i laboratoryjnych uzyskała obszerny materiał służący ocenie przydatności dodatków paliwowych (kaolin i haloizyt) jako składnik peletów z biomasy roślinnej a także przy ich wykorzystaniu w procesie spalania odpadów reszkowych typu ASR.

Zakres zrealizowanych prac stanowi Jej oryginalny dorobek a wyniki uzyskane w trakcie realizacji pracy dostarczają ważnych wniosków naukowych i użytecznych, które mogą być przydatne na etapie komponowania paliw kompozytowych (biomasa + dodatek) pochodzenia naturalnego bądź wspomagać działania zmierzające do redukcji obciążeń środowiskowych instalacji spalających paliwa odpadowe.

Uzyskany w trakcie realizacji pracy materiał jest bardzo interesujący, czego potwierdzeniem są publikacje w renomowanych czasopismach z listy JCR. Z pewnością jest on wart dalszej popularyzacji poprzez np. prezentowanie uzyskanych wyników jako publikacji w innych czasopismach naukowych a także poprzez referaty wygłaszane na konferencjach z obszaru paliw i energii oraz techniki kotłowej.

4. Wnioski końcowe

Na podstawie przedstawionej mi do recenzji rozprawy doktorskiej, biorąc pod uwagę przedstawione wcześniej uwagi i spostrzeżenia **stwierdzam, że przedstawiona przez Panią mgr inż. Joannę Wnorowską rozprawa pt. „Badania wybranych właściwości paliw w celu wypełnienia założeń gospodarki o obiegu zamkniętym” spełnia w całości określone w Art. 13.1 przywołanej w pkt. 1 Ustawy warunki i wymagania stawiane rozprawom doktorskim.**

Rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, wykazuje ogólną wiedzę teoretyczną Doktorantki w dyscyplinie naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, dowodzi także Jej umiejętności samodzielnego planowania i prowadzenia badań.

Wobec powyższych faktów wnioskuję do Wysokiej Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka o Jej dopuszczenie do dalszych etapów postępowania o nadanie stopnia doktora.

