

dr hab. inż. Krystyna Malińska, prof. PCz,
Politechnika Częstochowska
Wydział Infrastruktury i Środowiska
Katedra Sieci i Instalacji Sanitarnych
ul. Brzeźnicka 60A, 42-200 Częstochowa
email. krystyna.malinska@pcz.pl

Częstochowa, 15.08.2021 r.

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Pana mgr inż. Pawła Stępnia pt. „Identyfikacja parametrów kinetycznych toryfikacji paliw formowanych z odpadów”

Promotor: prof. dr hab. inż. Andrzej Białowiec

Promotor pomocniczy: dr inż. Piotr Manczarski

1. Podstawa formalna opracowania recenzji

Podstawą formalną opracowania niniejszej recenzji jest pismo Pana Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Warszawskiej prof. dra hab. inż. Tomasza Wiśniewskiego o nr RND-IŚgiE-40/2021 z dnia 15 czerwca 2021 r. Do pisma dołączono egzemplarz rozprawy doktorskiej stanowiącej opracowanie zwarte wraz z wersją elektroniczną.

Recenzja została przygotowana w oparciu o Ustawę z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r., poz. 1668, z późn. zm.) oraz art. 13 ust. 1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789 z późn. zm.) z uwagi na fakt, że przewód doktorski był wszczęty przed dniem 30 kwietnia 2019 r.

Po zapoznaniu się z treścią rozprawy doktorskiej mgr inż. Pawła Stępnia pt. „Identyfikacja parametrów kinetycznych toryfikacji paliw formowanych z odpadów” stwierdzam, że może być ona zakwalifikowana do dyscypliny naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

2. Sylwetka doktoranta

Pan mgr inż. Paweł Stępień uzyskał tytuł magistra w roku 2016 na Politechnice Wrocławskiej. Jest laureatem programu Diamentowy Grant (2015) Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (obecnie Ministerstwo Nauki i Edukacji), w ramach którego realizował badania pt. „Modelowanie i identyfikacja parametrów procesu toryfikacji odpadów organicznych”. Otrzymał również grant badawczy w ramach programu Preludium 14 Narodowego Centrum Nauki (2017), który pozwolił na realizację projektu badawczego pt. „Bilans energetyczny

niskotemperaturowej pirolizy odpadów organicznych”. Pan mgr inż. Paweł Stępień odbył dwumiesięczny staż naukowy w Iowa State University, USA w ramach programu PROM (2019).

Zgodnie z aktualnie dostępnymi informacjami Pan mgr inż. Paweł Stępień jest współautorem 19 publikacji naukowych (opublikowanych w latach 2017-2021, w 9 publikacjach jest pierwszym autorem), m.in. w takich wiodących czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym jak *Waste Management, Energies, Pyrolysis, Waste and Biomass Valorization, Sustainability* czy *Materials*. Warto podkreślić, że część z tych publikacji jest rezultatem współpracy naukowej z innymi krajowymi i zagranicznymi instytucjami naukowymi.

Pan mgr inż. Paweł Stępień aktywnie działał na rzecz Studenckiego Koła Naukowego Odnawialne Źródła Energii „BioEnergia”.

Za swoje dokonania naukowe, w szczególności za badania nad pozyskaniem paliwa alternatywnego z odpadów komunalnych, został wyróżniony w kategorii „nauka” w plebiscycie „30 Kreatywnych Wrocławia” (2018).

3. Charakterystyka i ocena rozprawy

3.1. Zakres rozprawy

Praca doktorska mgr inż. Pawła Stępnia została przygotowana pod kierunkiem Pana prof. dra hab. inż. Andrzeja Białowca i pod opieką Pana dra inż. Piotra Manczarskiego.

Rozprawa dotyczy zagadnień związanych z kinetyką procesu toryfikacji paliw formowanych z odpadów komunalnych. W pracy Doktorant podjął się identyfikacji parametrów technologicznych i kinetycznych procesu toryfikacji paliwa formowanego z odpadów. W oparciu o wyniki przeprowadzonych badań zaproponował model matematyczny do estymacji energochłonności procesu toryfikacji oraz zmian masy produktu oraz model matematyczny dla instalacji toryfikacji.

Tytuł rozprawy jest jasno określony i odpowiada jej treści. Poruszone w rozprawie zagadnienia mieszczą się w problematyce dyscypliny inżynieria środowiska, energetyka i górnictwo. Uzasadnienie wyboru tematyki badań Autor przedstawił w rozdziale 1. *Wstęp* oraz 2. *Przegląd literatury* wskazując na ważny problem związany z paliwami formowanymi z odpadów oraz identyfikując luki w aktualnym stanie wiedzy.

Rozprawa została napisana na 255 stronach. Zawiera 8 numerowanych rozdziałów, streszczenie w języku polskim i języku angielskim, wykaz skrótów, spis treści oraz spis rysunków, spis tabel oraz załączniki. Spis wykorzystanej literatury zawiera artykuły popularno-naukowe (6 pozycji), prace naukowe obejmujące artykuły naukowe w czasopismach polskich i zagranicznych, wydawnictwa monograficzne i materiały konferencyjne (245 pozycji), przepisy prawne (14 pozycji), raporty statystyczne (12 pozycji), normy (9 pozycji) oraz źródła internetowe (34 pozycji). Warto podkreślić, że wśród cytowanych prac naukowych blisko 60%

zostało opublikowanych w ostatnich 5 latach. Dominują publikacje z wiodących czasopism o zasięgu międzynarodowym. W wykazie literatury Doktorant zawarł również 9 współautorskich publikacji (8 publikacji, w których jest pierwszym autorem; publikacje, m.in. w takich czasopismach jak *Energies*, *Pyrolysis*, *Waste and Biomass Valorization*, *Sustainability*, *Waste Management*). Wykorzystana literatura w pełni związana jest z treścią pracy.

W początkowym rozdziale, tj. *1. Wstęp* Doktorant zawarł krótkie wprowadzenie do przedmiotu rozprawy oraz przedstawił główny cel pracy i hipotezy badawcze.

Rozdział 2. *Przegląd literatury* przedstawia aktualny stan wiedzy dotyczący otrzymywania paliw formowanych z odpadów, w szczególności omówiona została nomenklatura, wymagania stawiane paliwom tego typu oraz technologie ich wytwarzania. Należy podkreślić, że Doktorant trafnie zidentyfikował i szczegółowo omówił problemy związane z produkcją i zagospodarowaniem paliw formowanych z odpadów, wskazując na bariery logistyczne i technologiczne. Na tej podstawie zaproponował rozwiązanie jakim jest wykorzystanie procesu toryfikacji jako wstępnej waloryzacji paliw formowanych z odpadów, który pozwoliłby m.in. na uzyskanie jednorodnych parametrów paliwowych oraz podniesienie wartości opałowej tych paliw. W dalszej części tego rozdziału Doktorant szczegółowo omawia technologie przetwarzania paliw formowanych z odpadów oraz metody ich zagospodarowywania. Zwraca również uwagę na aktualny stan prawny dotyczący procesu toryfikacji i otrzymanych w tym procesie produktów, jednocześnie wskazując na konieczność wprowadzenia regulacji prawnych w tym zakresie. Następnie omówione zostały modele matematyczne procesu toryfikacji wraz ze szczegółowym opisem równań matematycznych kinetyki procesu toryfikacji, procesów termodynamicznych oraz energetycznych. Należy podkreślić, że analiza aktualnego stanu wiedzy w oparciu o cytowane źródła literaturowe została przeprowadzona w sposób staranny i szczegółowy. Na podstawie dokonanego przeglądu literatury Doktorant w rozdziale *1. Wstęp* sformułował cel pracy i hipotezy badawcze oraz określił zakres pracy formułując 5 zadań badawczych (przedstawionych w rozdziale 3. *Materiały i metody*).

W rozdziale 3. *Materiały i metody* Doktorant przedstawił plan badań z jasno określonymi zadaniami badawczymi (1-5) i harmonogramem pracy. Zawarł opisy dotyczące materiałów użytych do badań (tj. paliwo formowane z odpadów, odpady kuchenne, guma, karton, tekstylia, odpady wielomateriałowe – *tetrapack*, papier, drewno, tworzywa sztuczne, mieszanka M1 i mieszanka M2), procedur poboru i przygotowania próbek do badań, procedur badawczych i metod obliczeniowych – w tym statystycznych – wykorzystanej aparatury, procedury produkcji karbonizatu (3 czasy trwania toryfikacji, 4 szybkości narostu temperatury i 6 wartości temperatury). Następnie Doktorant przedstawił opis modelu matematycznego dla cząstki paliwa formowanego z odpadów oraz opis modelu dla instalacji.

Rozdział 4. *Wyniki* zawiera uzyskane przez Doktoranta wyniki realizacji określonych w rozdziale 3. *Materiały i metody* zadań badawczych. Doktorant przedstawił szczegółową analizę właściwości badanych materiałów oraz właściwości karbonizatów otrzymanych po toryfikacji paliwa formowanego z odpadów. W tym rozdziale Doktorant zawarł również wyniki charakterystyki termogravimetrycznej oraz charakterystyki wymiany ciepła badanych

materiałów. Następnie zostały przedstawione wyniki modelowania matematycznego dla cząstki paliwa formowanego z odpadów oraz modelowania matematycznego dla instalacji.

W rozdziale 5. *Dyskusja* Doktorant szczegółowo omówił uzyskane wyniki badań odnosząc je do danych literaturowych. Warto podkreślić, że wyniki analizy właściwości fizyko-chemicznych badanych materiałów (takie jak: zawartość wilgoci, zawartość materii organicznej i popiołu, gęstość właściwa i nasypowa, zawartość pierwiastków C, H, N, S i O, ciepło spalania i wartość opałowa) stanowią uzupełnienie dotychczasowego stanu wiedzy dotyczącej różnych grup morfologicznych wchodzących w skład paliwa formowanego z odpadów. W dalszej części rozdziału Doktorant omówił właściwości fizyczno-chemiczne karbonizatów otrzymanych z paliwa formowanego z odpadów. Porównując rozpatrywane właściwości badanego paliwa i otrzymanego karbonizatu stwierdzono, że w wyniku toryfikacji badanego paliwa formowanego z odpadów otrzymano karbonizat o wyższych wartościach ciepła spalania i wartości opałowej oraz wyższej gęstości nasypowej. Stwierdzono również, że toryfikacja paliwa formowanego z odpadów pozwala na uzyskanie wysokoenergetycznego paliwa i umożliwia lepsze jego magazynowanie. Dalej omawiana jest charakterystyka termogravimetryczna badanych materiałów, która pozwoliła na potwierdzenie postawionej przez Doktoranta tezy, że *energia aktywacji rozkładu materii organicznej przyjmuje wyższe wartości w przypadku paliw formowanych z odpadów złożonych głównie z frakcji biodegradowalnej odpadów komunalnych i polimerów węglowodorowych, niż w przypadku paliw formowanych z odpadów pochodzących z biomasy lignocelulozowej*. Na podstawie przeprowadzonej analizy charakterystyki wymiany ciepła w wyniku rozkładu materii organicznej oraz przemian międzyfazowych Doktorant potwierdził tezę, że procesy endotermiczne dominują nad procesami egzotermicznymi. Następnie Doktorant omawia wyniki modelowania matematycznego dla cząstki paliwa formowanego z odpadów wskazując, że zaproponowany model pozwala na estymację energochłonności procesu toryfikacji oraz zmiany masy po procesie toryfikacji. Jednocześnie stwierdza, że zaproponowany model nie pozwala na predykcję wartości ciepła spalania karbonizatu. W ostatniej części tego rozdziału Doktorant omawia wyniki modelowania matematycznego dla instalacji rozpatrując przypadek dla instalacji bez recyrkulacji karbonizatu i instalacji z recyrkulacją karbonizatu.

Rozdział 6. *Podsumowanie* stanowi omówienie głównych rezultatów badań wraz z rekomendacjami co do zastosowań otrzymanych wyników oraz prowadzenia dalszych badań.

W rozdziale 7. *Wnioski* Doktorant na podstawie przeprowadzonych badań przedstawił poprawnie sformułowane wnioski, które odnoszą się do najważniejszych rezultatów przedstawionych w rozprawie. W mojej opinii Doktorant zrealizował przyjęty w rozprawie cel, zrealizował wskazane zadania badawcze i udowodnił przyjęte tezy badawcze.

Rozdział 8. *Literatura* został omówiony we wcześniejszej części recenzji.

Rozprawę kończy spis rysunków i spis tabel.

3.2. Ocena wyboru tematu

Poruszony w rozprawie temat toryfikacji paliw formowanych z odpadów jako metody wstępnej waloryzacji tych paliw jest zagadnieniem nowym i stanowi odpowiedź na aktualne jak i przyszłe potrzeby praktyki gospodarki odpadami komunalnymi. Obecnie obserwuje się wzrost masy odpadów zagospodarowywanych w procesach termicznego przekształcania i zgodnie z danymi statystycznymi przewiduje się, że w najbliższych latach taka tendencja będzie się utrzymywać. Związane jest to m.in. z wprowadzonymi politykami dotyczącymi odzysku energii z odpadów, wymaganiami prawnymi oraz koniecznością zapewnienia gospodarki o obiegu zamkniętym. Doktorant podjął się badań nad toryfikacją paliw formowanych z odpadów, w szczególności identyfikacji parametrów kinetycznych, co jest zadaniem ambitnym chociażby ze względu na złożoność zagadnienia i specyfikę odpadów komunalnych.

Z tego względu uważam, że temat rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Pawła Stępnia został wybrany prawidłowo i jest odpowiedzią na aktualne problemy związane z otrzymywaniem i zagospodarowaniem paliw formowanych z odpadów. Podjęte przez Doktoranta badania nad wykorzystaniem toryfikacji do waloryzacji paliw formowanych z odpadów są ważne z punktu widzenia praktyki gospodarczej, a uzyskane przez Doktoranta wyniki uzupełniają aktualny stan wiedzy w zakresie badań procesu toryfikacji paliw formowanych z odpadów. Zaproponowany model matematyczny pozwala na ocenę energochłonności procesu toryfikacji paliw formowanych z odpadów i zmiany ich masy na podstawie zadanych parametrów procesu.

Warto wskazać, że za zasadnością wyboru tematu przemawia fakt, iż prace naukowo-badawcze realizowane przez Doktoranta w pracy doktorskiej zostały objęte dofinansowaniem w ramach otrzymanych przez Doktoranta grantów (z programów: Diamentowy Grant i Preludium 14 NCN).

3.3. Nowatorstwo pracy i aspekt praktyczny

Za nowatorskie w pracy należy uznać:

- kompleksowe ujęcie problemu związanego z zagospodarowaniem paliwa formowanego z odpadów komunalnych,
- wykorzystanie toryfikacji jako metody waloryzacji paliwa formowanego z odpadów komunalnych w celu polepszenia jego parametrów, a w szczególności wartości opałowej,
- kompleksowe podejście do identyfikacji parametrów kinetycznych procesu toryfikacji odpadów organicznych,
- zaproponowany model matematyczny, który pozwala na określenie energochłonności procesu toryfikacji oraz zmian masy produktu na podstawie składu morfologicznego oraz parametrów procesu toryfikacji (tj. temperatury i czasu trwania procesu).

Uzyskane przez Doktoranta w trakcie realizacji badań wyniki są interesujące i z punktu widzenia aktualnego stanu wiedzy będą stanowić ważny wkład w zakresie badań procesu toryfikacji paliw formowanych z odpadów.

Na szczególną uwagę zasługuje aspekt praktyczny rozprawy oraz znaczenie dla gospodarki odpadami otrzymanych przez Doktoranta wyników. W mojej opinii najistotniejsze elementy

pracy o znaczeniu praktycznym i aplikacyjnym dotyczą możliwości zastosowania toryfikacji jako wstępnej metody waloryzacji paliw formowanych z odpadów w celu polepszenia ich właściwości oraz wartości opałowej przed dalszym wykorzystaniem energetycznym. Jednakże wykorzystanie toryfikacji w praktyce, jak wskazuje Doktorant w swoich rekomendacjach, będzie wymagało przeniesienia skali procesu z laboratoryjnej do półtechnicznej i technicznej oraz przeprowadzenie testów na innych paliwach formowanych z odpadów. Zaproponowane modele matematyczne mogą znaleźć zastosowanie w praktyce do określania energochłonności i masy produktu otrzymanego w wyniku toryfikacji. Warto zwrócić uwagę na kompleksowe podejście do zaproponowanego rozwiązania, w tym przeprowadzone modelowanie dla instalacji do toryfikacji z recyrkulacją i bez recyrkulacji karbonizatu, które m.in. pozwala na określenie wydajności energetycznej i ekonomicznej procesu, tak istotnych z punktu widzenia zastosowania praktycznego.

4. Uwagi merytoryczne i kwestie dyskusyjne

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska świadczy o dużej wiedzy teoretycznej i praktycznych umiejętnościach Doktoranta w zakresie planowania i realizacji eksperymentów badawczych, wykonywania analiz laboratoryjnych, modelowania matematycznego procesów termicznych oraz analizy i interpretacji otrzymanych wyników.

W mojej opinii za najbardziej wartościowy wkład będący rezultatem realizacji prac naukowo-badawczych przedstawionych w niniejszej rozprawie uważam:

- zidentyfikowanie i szczegółowe omówienie problemów związanych z otrzymywaniem i zagospodarowaniem paliw formowanych z odpadów,
- zaproponowanie i zweryfikowanie modelu matematycznego dla cząstki paliwa formowanego z odpadów, który pozwala na estymację energochłonności procesu oraz zmian masy produktu na podstawie znanego składu morfologicznego paliwa oraz temperatury i czasu procesu,
- sformułowanie wniosków i rekomendacji co do dalszych prac związanych z uzupełnieniem przedstawionego modelu matematycznego dla cząstki paliwa formowanego z odpadów o moduł, który pozwoli na określenie parametrów kinetycznych i technologicznych w procesie chłodzenia.

W tej części recenzji pozwalam sobie na przekazanie wybranych uwag i komentarzy, które należy traktować jako porządkowe, oraz pytań i wątpliwości, które nasunęły się podczas czytania rozprawy:

- W rozdziale 1. *Wstęp*, w części 1.1. *Geneza i przedmiot rozprawy* zabrakło mi bardziej szczegółowego uzasadnienia wyboru tematyki badań.
- W mojej opinii zasadnym byłoby wyodrębnienie pkt. 1.2. *Cel i hipotezy badawcze* jako osobnego rozdziału i umieszczenie go po rozdziale 2. *Przegląd literatury*, w którym to rozdziale Doktorant przedstawia problem i wskazuje luki w aktualnym stanie wiedzy. W rozdziale z celami i hipotezami warto byłoby również podać zakres pracy (określony zadaniami badawczymi 1-5 omówionymi w rozdziale 3. *Materiały i metody*).

- W rozdziale 3. *Materiały i metody*, w pkt. 3.2.7. *Produkcja karbonizatu z paliwa formowanego z odpadów* Doktorant powołuje się na opis metody przedstawiony we współautorskiej publikacji (Stępień i Białowiec, 2018), niemniej jednak zawarcie np. graficznego przedstawienia stanowiska badawczego do produkcji karbonizatu w rozprawie mogłoby być przydatne dla czytelnika.
- Pytanie nr 1. w nawiązaniu do stwierdzenia na str. 69: (...) *brak jest regulacji prawnych dotyczących definicji procesu toryfikacji odpadów komunalnych z instalacji do ich przetwarzania oraz nazewnictwa produktu uzyskanego z procesu. Spowodować to może zahamowanie rozwoju tej technologii oraz daje możliwość klasyfikacji procesu na różny sposób. Konieczne jest zatem uregulowanie prawne tych nieścisłości.* Jakie w opinii Doktoranta ustawodawca powinien wprowadzić uregulowania aby umożliwić rozwój tej technologii?
- Pytanie nr 2. w nawiązaniu do informacji zawartej na str. 80, że *próbkę ogólną do badań o masie 250 kg pobrano na samym końcu linii technologicznej do produkcji paliwa formowanego z odpadów w listopadzie 2015 roku.* Jakie jest uzasadnienie dla pory (tj. jesień), w której pobrano próbkę do badań i jak może sezonowość wpłynąć na skład morfologiczny paliwa formowanego z odpadów, a tym samym na jego właściwości?
- Pytanie nr 3. w nawiązaniu do informacji podanej na str. 86: *Produkcja karbonizatów z paliwa formowanego z odpadów przeprowadzono w 6 wariantach temperaturowych od 200 do 300°C (interwał 20°C), przy trzech czasach zatrzymania 20, 40, 60 minut dla każdej z temperatur.* Dlaczego przyjęto takie warianty?
- Pytanie nr 4. Czy otrzymany karbonizat z paliw formowanych z odpadów może znaleźć inne zastosowania niż na cele energetyczne? Czy Doktorant przeprowadził analizę innych niż opisane w rozprawie właściwości karbonizatów otrzymanych w badanych warunkach procesu toryfikacji?

5. Uwagi edytorskie

W tej części recenzji pozwalam sobie na wskazanie pewnych niedociągnięć edytorskich, które dostrzegłam podczas czytania rozprawy. Jednocześnie podkreślam, że przedstawione poniżej wybrane uwagi nie mają wpływu na merytoryczną wartość pracy, a jedynie mają na celu wskazanie tych niedociągnięć, których można uniknąć w przyszłości.

- Błędy językowe, literowe i inne, np.:
 - str. 21 – jest: *W Polskim ustawodawstwie (...)*, powinno być *W polskim ustawodawstwie (...)* (Słownik Języka Polskiego PWN);
 - str. 186 – w tekście użyto sformułowania (...) *co w przypadku wykonywanych badań znalazło pokrycie*, lepiej np. *znalazło potwierdzenie*;
 - str. 192 – w tekście użyto sformułowania *Z uzyskanych wyników wynika (...)*, lepiej np. *rezultatów*;

- str. 197 – w tekście użyto kolokwialnego sformułowania *ciuchy bawełniane* w odniesieniu do tekstyliów;

- str. 211 – w tekście użyto sformułowania *niska różnica*, lepiej np. *nieznaczna różnica*;

W tekście rozprawy występują liczne błędy literowe (tzw. literówki) oraz interpunkcyjne (z uwagi na ich liczbę pozwolę sobie nie podawać przykładów).

- Uwagi dotyczące stosowanych terminów, skrótów, oznaczeń, itp.

- str. 11 – skrót z wyjaśnieniem C_{pw} – *ciepło właściwe wody* został umieszczony dwukrotnie w wykazie skrótów, ciepło właściwe przyjęło się oznaczać małą literą *c*;

- str. 12 – skrót z wyjaśnieniem E_w – *ciepło niezbędne do podgrzania wody zawartej w odpadzie* został umieszczony dwukrotnie w wykazie skrótów;

- str. 12 – w tekście jest: *charukarbonizatu*, powinno być albo *charu*, albo *karbonizatu*;

- str. 13 – masa np. substratu jest oznaczona jako M_s , podczas gdy masa toryfikatu oznaczona jest jako m_b (brak konsekwencji), przyjęło się oznaczać masę małą literą;

- str. 43, str. 46 – w tekście, str. 47 w Tabeli 2.6., str. 61 Rys. 2.16 stosowany jest termin *char*, w innej części pracy występuje termin *karbonizat* – czy te terminy stosowane są wymiennie?

- str. 77 – w równaniu 2.65 brakuje litery *C* w formule $CH_xO_y(s)$.

- Inne niedociągnięcia edytorskie, np.:

- str. 43 Rys. 2.11, str. 81 Rys. 3.1., str. 87 Rys. 3.2., str. 102 Rys. 3.5., str. 140 Rys. 4.14. – mała czytelność rysunków.

6. Wnioski końcowe

Podsumowując, w mojej opinii rozprawa doktorska będąca przedmiotem tej recenzji, stanowi nowatorskie rozwiązanie problemu naukowego, świadczy o dużej wiedzy i umiejętnościach Doktoranta w zakresie planowania i realizacji badań naukowych. Na szczególne podkreślenie zasługuje praktyczny charakter rozprawy i aplikacyjność uzyskanych rezultatów, a także sformułowane przez Doktoranta rekomendacje dotyczące prowadzenia dalszych prac naukowo-badawczych ukierunkowanych na rozwój technologii toryfikacji paliw formowanych z odpadów.

Biorąc pod uwagę powyższe, uważam, że niniejsza rozprawa doktorska ma znaczący wkład w dyscyplinę inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Zatem stwierdzam, że rozprawa doktorska Pana mgr inż. Pawła Stępnia pt. „Identyfikacja parametrów kinetycznych toryfikacji paliw formowanych z odpadów” spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim określone w art. 13 ust. 1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789 z późn. zm.).

W związku z powyższym wnioskuję do Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Warszawskiej o dopuszczenie Pana mgra inż. Pawła Stępnia do dalszych etapów postępowania doktorskiego i publicznej obrony pracy.

Po zapoznaniu się z przedłożoną rozprawą doktorską oraz znaczącym dorobkiem naukowym Doktoranta wnoszę aby uznać rozprawę doktorską za wyróżniającą się.

