

Kielce, 18 grudnia 2013 r.

Opinia

na temat pracy doktorskiej mgr inż. Grzegorza Spurka p.t. „System pozyskiwania stałych paliw wtórnych ulegających biodegradacji do termicznego przekształcania w piecach cementowych”

1. Podstawa formalna opinii

Opinię przygotowano na podstawie pisma Dziekana Wydziału Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki, prof. Lidii Dąbek - z dnia 20 listopada 2013 r., nr ID-283/13 – zlecającego wykonanie opinii.

Praca została przedłożona w formie zwartej, oprawionej.

2. Ogólna charakterystyka pracy

Przedstawiona do oceny praca, podzielona jest na 7 głównych rozdziałów, zajmuje objętość 142 stron, ponadto 91 stron stanowią załączniki, których łącznie jest aż 11. Wyniki pracy Autor zestawił w 38 tabelach i na 76 wykresach. Spis literatury obejmuje 194 pozycje, wśród których 53 stanowią publikacje obcojęzyczne.

Na wstępie Autor nakreślił ogólnie problem, scharakteryzował tezy i cele pracy. W rozdziale pierwszym Autor omówił zmiany w systemie pozyskiwania paliw z odpadów do termicznego przekształcania w instalacjach do wypalania klinkieru. Tu przybliżył Autor definicje, uwarunkowania prawne oraz kryteria standaryzacji jakości paliw z odpadów na potrzeby przemysłu cementowego.

W rozdziale drugim – na podstawie badań ankietowych - przedstawił technologie wytwarzania tych paliw w kraju, wykaz producentów i ilości wyprodukowanych paliw w rozbiciu na poszczególne województwa w latach 2008-2010. W kolejnym rozdziale omówił rolę przemysłu cementowego w utylizacji paliw w Polsce, techniczne rozwiązania podaży paliwa wtórnego do pieca, uwarunkowania formalno-prawne stosowania tych paliw w kraju. Rozdział czwarty stanowi omówienie warsztatu badawczego, którym posłużył się Doktorant, zastosowane materiały do badań oraz zaprezentował **kluczowy dla pracy: sposób modelowania procesu pozyskiwania stałych paliw wtórnych.**

Rozdział piąty obejmuje tabelaryczne i graficzne zestawienia wyników badań wraz z omówieniem zastosowanych metod statystycznych opracowania wyników. Rozdział 6 stanowi podsumowanie wyników zawartych w tabelach i na wykresach oraz autorską prezentację modelu pozyskiwania paliw wtórnych. W podsumowaniu Doktorant przedstawił aplikacyjne walory zaproponowanego modelu procesu pozyskiwania stałych paliw wtórnych. Dysertację wieńczy wnioski w 6 zwartych punktach.

3. Ocena merytoryczna pracy

Aktualność problemu i zasadność podjęcia tematu pracy

Zapisy dyrektyw unijnych, w tym Dyrektywy Rady 1999/31/WE, wymuszają na państwach członkowskich dążenie do minimalizacji strumienia odpadów kierowanego na składowiska, w tym do radykalnego ograniczenia biomasy. Biomasa odpadów stanowi ogromne zasoby energetyczne. Odzysk energii zawartej w biomase odpadów wpisuje się w ideę Odnawialnych Źródeł Energii (OZE). Ze względu na bezpieczeństwo środowiska, odpowiednie zapisy Dyrektywy 2000/76/EC oraz Dyrektywy 2008/98/WE, mają na celu „zmniejszenie ogólnych skutków użytkowania tych zasobów i poprawę efektywności takiego użytkowania”. Stosownie do regulacji w UE przepisy krajowe systematycznie implementują odpowiednie zapisy do naszych warunków, przykładem jest nowa ustawa o odpadach uchwalona 14 grudnia 2012 roku.

Jednym ze sposobów eliminacji biomasy ze strumienia odpadów jest wykorzystanie jej walorów energetycznych w charakterze komponentu paliw tzw. *alternatywnych*, lub *wtórnych* lub używając skrótów: *SRF* (*solid refuse fuel*) lub *RDF* (*refuse derived fuel*). Tu należy wspomnieć, iż panuje wciąż bałagan terminologiczny w nazewnictwie tych paliw, co dało się również zauważyć w przedstawionej dysertacji. W celu ułatwienia sobie roli recenzenta przyjmuję na wstępie terminologię zgodną z tą – która pojawiła się w tytule pracy Doktoranta - i dalej posługiwać się będę wyłącznie terminem „paliwa wtórne”.

Do energetycznego wykorzystania tych paliw najlepiej przystosowane są piece cementowe głównie z racji alkalicznych warunków panujących w piecu oraz wysokiej temperatury pracy. Kolejnym walorem tego sposobu utylizacji jest fakt, że paliwa wtórne nie pozostawiają w piecach cementowych odpadu stałego w postaci popiołu, gdyż pozostałość mineralna po spaleniu wbudowuje się w strukturę klinkieru. Komponowanie tych paliw musi jednak gwarantować bezpieczeństwo środowiska, zarówno na etapie przygotowania, jak i termicznego przetwarzania. Dlatego od roku 2006 Europejski Komitet Normalizacyjny (CEN) opublikował szereg wytycznych w zakresie przygotowania tych paliw, metod badań ich parametrów jakościowych oraz kryteria klasyfikacji, aby mogły być spełnione warunki bezpieczeństwa środowiskowego. Praktyka przemysłowa pokazuje, że istnieje problem wyegzekwowania na producentach paliw wtórnych dostaw o ustabilizowanych parametrach jakościowych, zgodnych z kryteriami CEN. Każda z cementowni ma ponadto prawo do formułowania indywidualnych kryteriów jakościowych odnośnie paliwa wtórnego ze względu na charakterystykę pracy pieca. Paliwa wtórne wykorzystywane w cementowniach do współspalania z paliwem kopalnym nie mogą powodować przekroczenia dopuszczalnych parametrów emisyjnych określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dn. 22 kwietnia 2011 r. w sprawie standardów emisyjnych. Złożoność tego problemu dostrzegł Autor dysertacji pracując w cementowni Lafarge, gdzie – podobnie jak w pozostałych instalacjach tego typu w kraju - zmaganie się z niestabilnością dostaw paliwa wtórnego stanowi główną przeszkodę w pozyskiwaniu energii z biomasy zawartej w odpadach.

Sformułowanie celów i tez pracy.

Na wstępie pracy Autor wyraźnie nakreślił cel rozprawy – tj. **opracowanie modelu pozyskiwania stałych paliw wtórnych, zawierających frakcje ulegające biodegradacji, do termicznego przekształcania w instalacjach do wypalania klinkieru w Polsce.** W zakresie zamierzonych prac wymienił: opracowanie procedury poboru prób paliw wtórnych dostarczonych przez producentów do badań w celu zapewnienia ich reprezentatywności, opracowanie metody kategoryzacji producentów tych paliw ze względu na parametry jakościowe i opracowanie metody komponowania paliw wtórnych z zawartością powyżej 30 % frakcji biodegradowalnej.

Zakres, metodyka badań i sposób prezentacji wyników.

Doktorant przeprowadził szeroki zakres badań: w trakcie realizacji tematu pobrano do badań 1448 *prób analitycznych*, pozyskanych z 1376 *prób pierwotnych*, oraz 72 prób tzw. *laboratoryjnych*. Badania Autora obejmowały okres dostaw do cementowni Lafarge paliwa wtórnego od 19 producentów na przestrzeni lat: 2008 – 2012.

Terminem *próba laboratoryjna* Autor określa próbę pozyskaną z użyciem specjalnie skonstruowanej kratownicy z komórkami otwartymi i zamkniętymi od spodu. Losowy dobór komórek zamkniętych na planie kratownicy pozwalał pozyskać próbę o wysokiej reprezentatywności dla badanej partii paliwa.

W toku badań Autor wykazał, że paliwa wtórne dostarczane przez różnych producentów znacznie różnią się między sobą pod względem wilgotności, wartości opałowej, zawartości chloru oraz rtęci. Potwierdził tym samym aktualnie istniejący w skali kraju problem z utrzymaniem na stałym poziomie wybranych parametrów jakościowych paliw wtórnych. Ponadto wykazał znaczne zróżnicowanie charakterystyki tych paliw pochodzących od tych samych producentów w różnych okresach czasu.

Kluczowym rozdziałem dla pracy w kontekście tematu jest p.4.3. Modelowanie procesu pozyskiwania stałych paliw wtórnych spełniających wymagania jakościowe przemysłu cementowego w Polsce. Autor w tym rozdziale **przedstawił algorytm postępowania w celu zapewnienia stabilnych jakościowo dostaw paliw alternatywnych.** W ocenie parametrów jakościowych paliw wtórnych wykorzystał kryteria zdefiniowane przez Europejski Komitet Normalizacyjny. Zaproponował autorską procedurę poboru prób do badań, która może stanowić uzupełnienie istniejących rozwiązań automatycznego poboru prób w zakładach cementowych. Szeroki zakres badań, w okresie 2008 do 2012 r., miał na celu stworzenie podstaw systemu oceny jakości paliw wtórnych na krajowym rynku, oraz „kategoryzację” producentów tych paliw, wykorzystując kryteria jakościowe i paliw ustalone przez CEN. Przyporządkowanie klas jakości do danego producenta w kategoriach: wartości opałowej, zawartości chloru, zawartość rtęci, doktorant przeprowadził zgodnie z wytycznymi normy europejskiej EN 15359:2011 (Solid recovered fuels – specifications and classes) oraz Komisji CEN/TR 15508: 2006 (Solid recovered fuels – key properties on solid

recovered fuels to be used for establishing a classification system). Zgodnie z zaleceniami normowymi poddał ocenie statystycznej wyniki prób analitycznych dostarczonych paliw wtórnych.

Dane zwarte w tabeli 37 (str. 116) dowodzą, że nie ma w kraju producentów, którzy są w stanie dostarczać do cementowni każdego roku stabilne paliwo wtórne, spełniające kryteria CEN. W 2012 roku ani jeden producent paliw nie dostarczył paliwa, które spełniałoby te kryteria.

Jako metodę skuteczną, poprawiającą wyniki parametrów jakościowych dostarczanych paliw, Doktorant proponuje wykorzystanie „konceptu kratownicy” do komponowania partii paliw w skali przemysłowej, stosując boksy na gromadzone paliwa - jako odpowiedniki losowo dobranych komórek kratownicy. Każdy boks powinien być wypełniony odrębną dostawą paliwa o zbadanych parametrach jakościowych. Komponowanie paliwa z poszczególnych boksów w odpowiednich proporcjach pozwoli uzyskać optymalne parametry.

4. Uwagi krytyczne do pracy

Mimo bogatego zbioru pozycji bibliograficznych Autor nie wykorzystał ich w sposób właściwy do prezentacji poglądów innych autorów. W części, którą należy potraktować jako opis stanu wiedzy w zakresie problemu badawczego, Autor przywołuje głównie akty prawne. Nie ma prezentacji poglądów, doświadczeń, czy rozwiązań innych autorów, z którymi Doktorant mógłby polemizować, lub które weryfikowałby w dyskusji wyników badań. Można z pozoru sądzić, że zagadnienie paliw wtórnych jest zupełnie nowym, nie poddanym wcześniej dyskusji w literaturze problemem, czemu przeczy bogaty zbiór pozycji bibliograficznych. Odwołania do pozycji bibliografii Autor często umieszcza szeregowo, jedno po drugim, w liczbie kilkunastu pozycji, a nawet 23 (przykład na str.11), co zapewne ma służyć wyczerpaniu bogatego zbioru zamieszczonego na końcu pracy.

W punkcie 4, dot. Warsztatu badawczego – brak odniesienia w harmonogramie badań do założonego zakresu prac przedstawionego na wstępie.

Doktorant nie dokonał właściwej selekcji informacji ważnych i mniej ważnych. Nadmiernie rozbudował wątek przepisów prawnych i definicji, które wystarczyło omówić w jednym rozdziale, a zajmuje się tym w dwóch rozdziałach: w rozdziale 1 oraz w rozdziale 3.4. Bardzo pobieżnie potraktował omówienie warunków spalania w piecu cementowym (ze względu na jego przydatność do spalania paliw wtórnych), które mają kapitalne znaczenie w aspekcie środowiskowym: ze względu na neutralizację czynników szkodliwych, niski poziom emisji, brak popiołu.

Zbyt szczegółowo opisał procedury laboratoryjnych analiz prób paliw, podając wykaz odczynników i drobnego sprzętu laboratoryjnego, zwłaszcza że nie były one wykonane przez samego Doktoranta, a podzleczone uprawnionym, certyfikowanym jednostkom badawczym. Wystarczyło w tych przypadkach podać zasadę oznaczenia i przywołać stosowną normę.

Nie jest jasne, dlaczego Autor raz posługuje się terminem „formowanie” paliwa, a innym razem „komponowanie” paliwa z wykorzystaniem kratownicy.

Wątek **komponowania** paliw wtórnych z udziałem frakcji biodegradowalnej powyżej 30 % został w pracy przytłumiony nadmiarem innych informacji. Mimo, że wymieniono go w grupie „celów pracy” pod punktem 3 (str. 9), w żadnym z rozdziałów pracy Doktorant nie zajmuje się tym zagadnieniem w sposób szczegółowy. W podsumowaniu wyników Autor stwierdza (str.110, 7 w.d.), że w roku 2012 zaobserwowano znaczne pogorszenie parametru zawartości rtęci w porównaniu z okresem 2008-2011. Nie próbuje jednak wyjaśnić przyczyn takiego stanu. Wartości poznawcze pracy byłyby wyższe, gdyby Autor -w kontekście zaobserwowanych zmian parametrów jakościowych paliwa - pokusił się o dyskusję i próbę interpretacji związków przyczynowo- skutkowych niestabilności jakości paliw dostarczanych przez wytwórców.

Punkt 6.2. Dyskusja wyników badań w istocie nie ma charakteru dyskusyjnego w odniesieniu do parametrów jakościowych paliw. Wyniki badań sprowadzają się do wykazu oznaczeń fizyczno – chemicznych prób paliw różnych partii dostarczanych do zakładu cementowego. Po uważnym przyjrzeniu się wynikom przedstawionym w postaci graficznej można zauważyć, że niektóre parametry *prób analitycznych* dają się korelować, np. wilgotność z wartością opałową (dość oczywiste), biomasy i popiołu (już nie tak oczywiste), ale interesujące jest jak koreluje zawartość chloru z zawartością biomasy lub popiołu, zawartość rtęci z zawartością biomasy lub popiołu. Te powiązania pozwoliłyby przybliżyć się do źródła przyczyn niestabilności paliw wtórnych dostarczanych przez producentów, a w dalszym etapie mogłyby służyć jako wytyczne dla producentów.

Wnioski końcowe monografii na (str. 118), z wyjątkiem trzeciego, nie odnoszą się bezpośrednio do przyjętych tez i celów pracy.

5. Strona redakcyjna - ważniejsze usterki redakcyjne

Słabym elementem pracy jest strona redakcyjna. Autor stosuje swoistą manierę stylistyczną, polegającą na budowie bardzo złożonych zdań. Zdania są często rozbudowane na 8 a nawet 14 wierszy (przykład str.18/19, od słów „*Stwierdzenie powyższe...*”) i wpływają na klarowność treści. Pomocny w śledzeniu tekstu byłby wykaz skrótów użytych w pracy, których jest wiele, niektóre pozbawione objaśnienia.

Autor nie uporządkował terminologii w odniesieniu do pojęcia „*paliwa wtórnego*”, którym posłużył się w tytule pracy, a w tekście obok terminu *paliwo wtórne* najczęściej posługuje się pojęciem „*paliwa alternatywnego nie zawierającego odpadów niebezpiecznych*”, występuje także stosowany w literaturze przedmiotu skrót *SRF* oraz *RDF*.

Przyjął podział treści na rozdziały i podrozdziały aż do 5 rzędu, czego można było uniknąć stosując w rozdziale 4 wytłuszczone śródtytuły. Definiując pojęcie prób pozyskiwanych do badań (str.85) pominął milczeniem objętości (lub masy) pobieranych prób. Odrębnie numeruje rysunki i wykresy z wynikami badań zapominając, że wykresy to też rysunki. W załączniku 5 zestawił w formie tabeli 21 – liczącej 13 stron - nazwy własne instalacji przemysłowych, które na podstawie stosownych decyzji

są uprawnione do utylizacji paliw wtórnych, co nie było konieczne w kontekście tematu. Informacja ta nie była w żadnym miejscu pracy użyteczna. A już zdecydowanym zbytkiem nadgorliwości Autora było umieszczenie przy każdej instalacji współrzędnych geograficznych.

Często Autor pisze: „ na kolejnej stronie ” lub, „ powyżej ”, „ poniżej ” ...w tabeli lub na rysunku”, co jest niecelowe, gdyż numeracja tabel i rysunków jednoznacznie kieruje czytelnika do właściwego źródła informacji. Nie wiedzieć czemu, strony 28, 44, 62, 94, 114 - są całkowicie puste.

Opis sposobu poboru prób do badań jakościowych powinien poprzedzać opis metod laboratoryjnych oznaczeń, którym poddano próby; natomiast w pracy zastosowano kolejność odwrotną.

Procesy odzysku R 1 i R12 używane w różnych częściach pracy nie zostały zdefiniowane przez Autora.; nie został również przywołany załącznik do ustawy, który podaje te definicje

Wykresy zamieścił częściowo w tekście pracy, częściowo – w 11 załącznikach, jednak nie zapanował nad numeracją wykresów; numeracja w tekście jest nieciągła - z lukami, również w załącznikach jest z lukami.

Pozostałe uwagi redakcyjne:

- Str.34, rys.3 - niejasny, brak opisu jaki proces kryje się pod strzałką w wariancie prezentowanym w górnej części rysunku
- Na str. 37, 6.w.d. Autor definiuje ogólnie pojęcie mechaniczno- biologicznego przetwarzania, co powinno znaleźć się na początku rozdziału 2.1.
- Str. 39 w wierszu 8, w tabeli 18 przy „kompoście nie spełniającym wymogów” należało odnieść się do właściwego aktu prawnego
- Str. 41/42 , wykresy 3 – 5; brak komentarza do różnic charakteryzujących prezentowane województwa
- Str. 53, literówka: „ planiki”, winno być „palniki”
- Str. 46 – 10 w.g. - dlaczego *wybranych* zakładów, jeśli zilustrowano wszystkie 13
- Str. 47 , wykres 7 – ogólne koszty inwestycji poczynione w przemyśle cementowym w poszczególnych latach są mało interesujące w kontekście tematu pracy; bardziej uzasadnione byłoby skomentowanie jakie inwestycje poczyniono w celu utylizacji paliw wtórnych.
- Str . 52 , rys. 12, Schemat dotyczy cementowni Ożarów, a odnośnik do literatury –cementowni Chełm; rodzi się pytanie - czy nie nastąpiła pomyłka?
- Str. 54. – rys. 15 - nieczytelny, nic nie wnosi do tematu pracy
- Str. 58, tab. 23 – nagłówek w pierwszej kolumnie niefortunnie sformułowany
- Str. 64 , tab. 24 , wiersz 1, kol. 3 – wiersz 3; dlaczego przytoczono normę do badania paliw ciekłych?
- Str. 66, opis wykresu 10; jest *ilość*, winno być: liczba – jako termin dotyczący wielkości policzalnych, dotyczy także wykresów 20 – 35 w załączniku 8

- Str. 86 opisy na rysunkach 21 i 22 są nieadekwatne: przypisano czynnościom termin „proces”
- Str. 93, 3.w.d. Autor odwołuje się do wykresów 59-63 załącznika 9. Nie zgadza się tytuł załącznika i numeracja wykresów
- Str. 111, 7 w.g. , Akapit począwszy od słów „ kolorem niebieskim...” zdanie niezrozumiałe
- Str 115 , 1 2w.d. ; niefortunne sformułowanie „ w pracy udowodniono iż metoda klasyfikacji jakościowej opracowana przez CEN gwarantuje uzyskanie wiarygodnej informacji na temat przydatności wytworzonych u producenta paliw.
- Str. 136 - poz. bibliografii [130] jest tożsama z pozycją [135]

Dostrzeżone ważniejsze błędy stylistyczne i literowe:

Str 10, 15 w.d. ; Str. 13, 4 w.g. „ u podnóża koncepcji”...; Str . 19, 10 w.d. bł. gram.; Str. 29, akapit od słów: Dodatkową klasę...; Str. 32, 9 w.d.” „ we wzajemnej kompozycji”; Str 37, 12 w.d. ; Str 42, 1.w.g ; Str 43, 2 do 5 w.g.; Str. 45, 1.w. g.; Str 49, 3 w.g.; Str. 50, podpis pod rys. 10; St. 55, 5 w.d.; Str. 59, pierwsze zdanie punkcie 3.2.2. ; Str. 60, 4 w.g. ; Str. 61, 5 w.d. – błąd gramatyczny; Str. 70 , 2.w.d. jest: *kalometrycznej*, winno być: „kalorymetrycznej”; Str. 72, 4 w.g. oraz 5.w.d.; Str. 77, 1 w.g., jest „wrażoną” winno być : wyrażoną; Str 81, 9 w.d.; Str 85, 7 w.g. – „podróbka”, winno być „podpróbka” ; Str. 89, 4.w.d.; Str. 97, Opis wykresu 11, ; Str. 112, 18 w.d. ;

6. Podsumowanie

Zgłoszone powyżej uwagi krytyczne do pracy nie dyskwalifikują jej walorów poznawczych. Należy z szacunkiem odnieść się do szerokiego zakresu badań i jej ścisłego związku z miejscem pracy Doktoranta, zakładem przemysłowym - cementownią Lafarge. Zgłoszone wcześniej moje uwagi do strony redakcyjnej pracy są zapewne przyczyną , że w trakcie jej czytania zrodziło się po mojej stronie kilka wątpliwości. Oczekuję zatem wobec Doktoranta, że w czasie publicznej obrony udzieli odpowiedzi na następujące pytania, które ~~zapewne~~ pozwolą rozwiązać te wątpliwości:

1. Jaka jest korzyść dla praktyki przemysłowej wynikająca z przeprowadzonej przez Doktoranta „kategoryzacji producentów” paliw wtórnych (wniosek 4), jeśli każdego producenta cechuje zmienność składu paliwa każdego roku, a przyczyny tej zmienności nie są ustalone ?
2. Czy są już jakieś próby wykorzystania wyników pracy Doktoranta w cementowni Lafarge i jak Autor widzi możliwość wdrożenia metody kategoryzacji producentów paliwa wtórnego w innych zakładach przemysłowych ?
3. Jak Doktorant obroni oryginalność rozwiązania komponowania zestawu paliwa z wykorzystaniem kratownicy, jeśli ten sprzęt jest konstrukcji firmy Wessling sp. z o.o. ?

4. Jak rozwiązanie komponowania paliwa wtórnego z wykorzystaniem kratownicy przenieść do skali przemysłowej? Koncepcja boksów na poszczególne dostawy paliw wydaje mi się mało praktyczna ze względu na uciążliwość odorową, ogromną powierzchnię niezbędną do magazynowania paliw od wielu producentów, zagrożenie pożarowe, a przede wszystkim niestabilność parametrów paliw wtórnych w czasie leżakowania w boksach.
5. Przedstawiony w formie schematu blokowego (rys. 19, str.83) „*autorski algorytm postępowania w celu zapewnienia stabilnych jakościowo dostaw paliw wtórnych z udziałem frakcji biodegradowalnych*” ; a zwłaszcza sposób jego praktycznego wykorzystania - wymaga omówienia w celu doprecyzowania koncepcji Doktoranta. Rysunek 27 (str. 111) „*Model pozyskiwania stałych paliw wtórnych ulegających biodegradacji*” również wymaga omówienia w czasie publicznej obrony.

7. Konkluzja

W ogólnej ocenie pracy – mimo zgłoszonych uwag krytycznych – należy podkreślić obszerny zakres badań. Na tle obowiązującego prawa Doktorant scharakteryzował właściwości paliw dostarczanych od krajowych producentów do instalacji termicznej przeróbki, wypunktował producentów oferujących paliwa o najlepszych parametrach jakościowych paliw, wykazał jednocześnie, że dostawy od tych producentów cechuje także niestabilność w czasie. Ta część rozprawy stanowi ważny materiał poznawczy, dokumentujący stan rynku paliw wtórnych w kraju, co ma istotne znaczenie dla pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych. Doktorant zaproponował sposób próbkowania paliw wtórnych dostarczanych do zakładów przeróbki termicznej pozwalający na poprawę wiarygodności oceny przydatności tych paliw do utylizacji. Oryginalne rozwiązanie Doktoranta polega na autorskiej koncepcji komponowania paliw wtórnych „z wykorzystaniem kratownicy”. Zaproponował sposób „kategoryzacji producentów” ze względu na jakość dostarczanych paliw wtórnych. Tym samym Doktorant wykazał się dobrą wiedzą teoretyczną z zakresu dyscypliny inżynieria środowiska i umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Stwierdzam, że przedstawiona do opinii rozprawa doktorska spełnia wymagania Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym z dnia 14 marca 2003 ze zmianami [Dz. U. z 2003 r. Nr 65, poz. 595; z 2005 r. Nr 164, poz. 1365, z 2010 r. Nr 96, poz. 620, Nr 182, poz. 1228, z 2011 r. Nr 84, poz. 455.] i wnoszę o dopuszczenie Doktoranta do dalszych etapów postępowania w procedurze nadania stopnia doktora nauk technicznych.

