

Recenzja rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Weroniki Gracz
„Emisja gazów spalinowych i sprawność energetyczna wielopaliwowego agregatu
kogeneracyjnego w biogazowniach do 40 kW”

Recenzję rozprawy doktorskiej wykonałam na zlecenie Zastępcy Dyrektora ds. Naukowych Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego w Falentach, Pana prof. dr. hab. inż. Wiesława Dembka, zgodnie z uchwałą Rady Naukowej Instytutu nr 804/2019 z dnia 24.01.2019 r. o wyznaczeniu mnie na recenzenta.

Wobec nieuchronnego wyczerpywania się źródeł surowców kopalnych, postępującego od lat wzrostu ich cen oraz negatywnego oddziaływania na środowisko w trakcie wytwarzania i użytkowania, potęgującego efekt cieplarniany, uzasadnione staje się upowszechnienie wykorzystania zasobów odnawialnych do otrzymywania biopaliw i ich komponentów, konkurujących z produktami uzyskiwanymi dotąd z surowców węglowodorowych. W Polsce konieczność realizacji przedsięwzięć tego rodzaju wynika m.in. z zapisów nowelizacji ustawy o odnawialnych źródłach energii, Dyrektywy Unii Europejskiej i Rady oraz pakietów klimatyczno-energetycznych, zapowiadających zwiększenie udziału energii pochodzącej z odnawialnych źródeł energii w zużyciu energii końcowej i udziału biopaliw w zużyciu paliw pędnych oraz redukcję emisji gazów cieplarnianych.

W ostatnich latach obserwowany jest w Polsce niewielki i wciąż niewystarczający, wzrost udziału energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto. Wobec utrwalonych już tendencji ograniczania zużycia surowców kopalnych do celów paliwowych i coraz bardziej restrykcyjnych norm ochrony środowiska, powstają propozycje rozwiązań, prowadzących do zmian w systemie zasilania silnika o zapłonie samoczynnym, umożliwiających spalanie innych paliw, dotychczas nietypowych dla tego rodzaju układów.

Podjęcie przez Autorkę dysertacji prac eksperymentalnych, mających na celu ocenę wpływu wykorzystania biopaliw do zasilania wielopaliwowego agregatu prądotwórczego, o potencjalnym zastosowaniu w biogazowni rolniczej o mocy do 40 kW, na skład gazów spalinowych i sprawność energetyczną układu, należy uznać za w pełni uzasadnione.

Formalne aspekty rozprawy doktorskiej

Przedłożona do oceny rozprawa doktorska liczy 93 strony, na które składają się m.in.: strona tytułowa w języku polskim, spis treści, wykaz skrótów i oznaczeń, streszczenie w języku polskim i w języku angielskim, wykaz cytowanej literatury, spis tabel i spis rysunków. Integralną częścią składową pracy jest także załącznik, zawierający 16 tabel.

W pracy powołano się na 113 pozycji literaturowych. Większość cytowanych publikacji została zaczerpnięta z renomowanych czasopism anglojęzycznych. Dobór literatury nie budzi zastrzeżeń, a jej spis został sporządzony prawidłowo, mimo nielicznych i drobnych usterek.

W rozprawie zawarto 13 tabel i 47 wykresów. Ich spis został wykonany poprawnie, chociaż należy zwrócić uwagę na zdarzające się niezręczności językowe w zakresie brzmienia niektórych tytułów, np. „Tabela 5. Potencjał tłuszczów odpadowych produkowanych w Polsce”, lub ich nadmierną lakoniczność, np. „Tabela 12. Parametry biogazu”.

Opracowanie zostało podzielone na 6 rozdziałów: wstęp, analiza aktualnego stanu wiedzy, cel pracy, metodyka badań, analiza wyników badań i wnioski.

Układ pracy jest prawidłowy, chociaż korzystne byłoby zastąpienie tytułu rozdziału 5. „Analiza wyników”, sformułowaniem „Wyniki badań i ich omówienie”.

Poprawność języka opracowania i opanowanie techniki pisania budzą wątpliwości i zastrzeżenia. Praca jest napisana niestarannie, a język dysertacji charakteryzują liczne usterki gramatyczne, zarówno fleksyjne, jak i składniowe, leksykalne, interpunkcyjne i stylistyczne, takie jak np. błędna budowa zdania, powtarzanie tej samej treści w obrębie zdania, brak spójności, brak orzeczeń, skróty myślowe, brak odniesień w tekście do niektórych tabel, sporadyczny brak odniesień do literatury. Wymienione elementy składowe istotnie utrudniają jednoznaczne zrozumienie wielu fragmentów tekstu zgodnie z intencją Autorki rozprawy. Usterki językowe, naruszające właściwości dobrego stylu, tzn. jasność, prostotę i zwięzłość, zostały szczegółowo przedstawione w nieformalnym załączniku do recenzji jako wykaz błędów.

Merytoryczna ocena rozprawy doktorskiej

Tytuł pracy

Tytuł pracy jest zwięzły, lecz niestety, stanowiąc zbyt daleko idący skrót myślowy, tylko w części odpowiada treściom zawartym w pracy doktorskiej. Wszystkie badania Autorka rozprawy przeprowadziła w warunkach laboratoryjnych na odpowiednio przygotowanym i wyposażonym stanowisku doświadczalnym, służącym do badań modelowych. Innymi słowy, niezgodnie z tym, co sugeruje tytuł pracy, Autorka nie badała stężenia wybranych składników gazów spalinowych ani nie określiła sprawności energetycznej agregatu kogeneracyjnego w

biogazowni, chociaż uzyskane przez Nią wyniki badań wskazują na możliwość zastosowania stanowiącego obiekt badawczy systemu w układzie skojarzonym, np. w biogazowniach o mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 40 kW, lub do zaspokojenia potrzeb energetycznych i cieplnych innych odbiorców tego rodzaju układów.

Tytuł pracy powinien w jednoznaczny sposób informować o jej zawartości i zakresie tematycznym - proszę więc o wyjaśnienie moich wątpliwości dotyczących tytułu pracy.

Wstęp i przegląd literatury

We wstępie i przeglądzie literatury Autorka uzasadniła celowość badań nad określeniem wpływu współspalania paliw ciekłych i gazowych w silnikach z zapłonem samoczynnym, na stężenie składników zawartych w gazach spalinowych i sprawność silnika, wynikającą z postępującego w ostatnich latach w Polsce rozwoju mikroinstalacji odnawialnych źródeł energii, takich jak np. biogazownie i konieczności poprawy technicznych i środowiskowych aspektów ich funkcjonowania w części, dotyczącej produkcji energii.

W mojej opinii zbędne jest 2-krotne formułowanie celu pracy, obecnego zarówno we wstępie do niej, jak i w rozdziale „3. Cel pracy”.

Tytuł rozdziału 2 „Analiza aktualnego stanu wiedzy” budzi wątpliwości dotyczące poprawności użycia słów „analiza” (raczej omówienie) i celowości użycia słowa „aktualnego” (można z niego zrezygnować). Ponadto, oczywistość i banalność treści zawartych w częściach 2.1-2.4. rozdziału literaturowego, czyni je w dużej mierze zbędnymi, np.:

- akapit przedstawiający bardzo uproszczony opis przebiegu fermentacji beztlenowej (str. 9-10),
- rysunek 3 (str. 11), nie prezentujący destylacji frakcyjnej ropy naftowej,
- fragment rozdziału 2.4. w części poświęconej agregatom kogeneracyjnym (str. 21),
- rysunek 6 zawierający, nie omawiany w dalszej części opracowania, podział silników spalinowych (str. 22).

Z kolei część rozdziału „2.4. Agregaty kogeneracyjne”, dotyczącą opisu wpływu obecności biopaliw na pracę silnika wysokoprężnego, można było z korzyścią dla dalszej lektury, umieścić w rozdziale „2.5. Wielopaliwowe układy zasilania”.

Szkoda, że Autorka opracowania nie rozwinęła szerzej zagadnień umieszczonych w punktach „2.5. Wielopaliwowe układy zasilania” i „2.6. Emisja gazów szkodliwych silników spalinowych”, bo treści w nich zawarte są istotne z punktu widzenia celu pracy i jego realizacji.

Należy jeszcze dodać, że w punkcie „2.6.1. Wpływ oleju napędowego i biopaliw na skład spalin”, jedynym opisanym biopaliwem jest biodiesel, dlatego słowo „biopaliw” należy

zastąpić słowem „biodiesla”. Ponadto, enigmatyczny tytuł tej części pracy należy uzupełnić o słowo „spalania”.

Proszę o wyjaśnienie moich wątpliwości, dotyczących wstępu i przeglądu literatury.

Podsumowując tę część recenzji konieczne jest jednakże podkreślenie, że niezależnie od przedstawionych uwag i komentarzy szczegółowych, Autorka rozprawy prawidłowo uzasadniła wybór tematu pracy, poprawnie określiła miejsce tematu w problematyce badawczej i aplikacyjnej, rzeczowo i krytycznie wskazała na powiązania omawianej problematyki ze stanem wiedzy i zadaniami, koniecznymi do realizacji.

Cel pracy

Cel badań, zdefiniowany przez Autorkę rozprawy, brzmi następująco: „Celem pracy była analiza wpływu wielopaliwowego agregatu prądotwórczego dla biogazowni rolniczej o mocy do 40 kW na poziom emisji gazów cieplarnianych i szkodliwych oraz sprawność energetyczna instalacji” (str. 28). Tak zdefiniowany cel pracy budzi wątpliwości, podobnej natury do tych, które pojawiły się przy ocenie tytułu pracy.

W moim przekonaniu, bardziej jednoznaczną i zarazem odpowiadającą treści pracy propozycją celu badań byłoby następujące sformułowanie: celem badań była analiza porównawcza wpływu jakościowego i ilościowego składu paliwa zasilającego silnik z zapłonem samoczynnym na stężenie wybranych składników spalin i sprawność energetyczną układu, z perspektywą przeznaczenia instalacji do zasilania biogazowni rolniczej o mocy do 40 kW.

Jednakże należy wyeksponować zalety wyartykułowanego celu pracy - zawiera elementy, zarówno o charakterze poznawczym, jak i aplikacyjnym oraz przedstawiono go zrozumiale. Sformułowaniu celu towarzyszyło zdefiniowanie 6 hipotez szczegółowych, zakładających, że współzasilanie dwuskładnikowymi kombinacjami różnych ciekłych i gazowych paliw (olej napędowy, biodiesel uzyskany w wyniku chemicznego przetworzenia oleju rzepakowego do estrów metylowych, mieszanina propan-butan (LPG), sprężony gaz ziemny (CNG), biogaz), przyczyni się do obniżenia emisji CO, NO, NO₂ i cząstek stałych jako składowej pyłu zawieszonego w gazach spalinowych, oraz że współspalanie komponentów gazowych z olejem napędowym lub biodieslem, wpłynie istotnie na sprawność ogólną układu kogeneracyjnego.

Każda z hipotez badawczych, została zweryfikowana w części eksperymentalnej pracy i omówiona w rozdziale „5. Analiza wyników badań”.

Niejasne są powody ograniczenia zakresu badań zmian stężenia składników gazów spalinowych do pomiaru stężenia CO, NO, NO₂ i cząstek stałych jako składowej pyłu

zawieszono oraz rezygnacji z analizy zawartości CO₂ i węglowodorów. Nie wiadomo także, o jakiej średnicy frakcję cząstek stałych poddano badaniom.

Proszę o wyjaśnienie moich wątpliwości, dotyczących celu pracy.

Metodyka badań

Badania prowadzono na stanowisku składającym się m.in. z przemysłowego, wysokoprężnego, dwucylindrowego silnika wolnossącego ze wstępną komorą spalania o mocy maksymalnej 9,76 kW i silnika asynchronicznego. Komorę silnika zasilano paliwami ciekłymi: olejem napędowym i biodieslem oraz paliwami gazowymi: LPG, CNG i surowym biogazem. Pracę stanowiska organizowano i kontrolowano, wykorzystując oprogramowanie, zawierające zestaw aplikacji narzędziowych i sterujących. Do pomiaru stężenia CO, NO, NO₂ i cząstek stałych zastosowano analizator spalin.

Prace eksperymentalne prowadzono w układzie zmiennych niezależnych, którymi były skład jakościowy i ilościowy kompozycji paliwowej oraz zmiennych zależnych, którymi były stężenie w spalinach CO, NO, NO₂ i cząstek stałych oraz sprawność silnika.

Do opracowania wyników badań eksperymentalnych oraz ich wzajemnego porównania wykorzystano narzędzie statystyczne: analizę wariancji (często występującą pod skrótem ANOVA, pozwalające na oddzielenie i oszacowanie wielkości różnych źródeł zmienności (J. Miller, J. Miller, Statystyka i chemometria w chemii analitycznej, PWN, Warszawa, 2016)) i analizę korelacji.

Zastrzeżenia w tej części pracy budzi tytuł i zawartość rysunku 7 („Rys. 7. Schemat stanowiska badawczego silnika wysokoprężnego zasilanego biogazem”). Przedstawiono na nim niepełny schemat stanowiska badawczego (np. brak silnika, stanowiącego obiekt badań). Ponadto niekonsekwentnie stosowane jest nazewnictwo elementów składowych stanowiska - pojawia się nazwa własna (np. miernik), innym razem funkcja jaką pełni (np. pomiar temperatury), lub nazwa elementu przyjmuje brzmienie niezrozumiałe np. „temperatura spalin”. Należałoby uporządkować wymienione w opisie schematu elementy składowe wg spójnego kryterium.

Niejasne jest, skąd zaczerpnięto dane do tabeli 8 („Tabela 8. Dane techniczne silnika Yanmar 2TNV70”) oraz kto jest autorem rysunku 8 („Rys. 8. Charakterystyka zewnętrzna silnika Yanmar 2TNV70-ASA”).

Jako zbędne i nie wnoszące nic do lektury pracy oceniam nieczytelny rysunek 10, będący zrzutem jednego z ekranów oprogramowania Parm („Rys. 10. Oprogramowanie PARM - system wizualizacji oraz ParmRt - system czasu rzeczywistego”) oraz rysunki 11 i 12, przedstawiające zdjęcia zastosowanych w rozprawie analizatorów spalin.

Jako wymagające poprawy uznaję zdanie odsyłające „Skład badanych paliw ciekłych został wykonany zgodnie z normą PN-EN 14103, wyniki zostały przedstawione w Tabeli 10...” (str. 37), stanowiące nieuprawnione uogólnienie tytułu tabeli 10: „Tabela 10. Profil kwasów tłuszczowych RME [107]”. Z kolei razi niezręczność sformułowania tytułu rozdziału 4.3: „4.3. Metodyka wykonywania doświadczenia” - Autorka wykonała ich znacznie więcej.

Część pracy „4.4. Metodyka analizy wyników”, bardzo ważna ze względu na treść zawartą w kolejnym rozdziale „5. Analiza wyników badań”, napisana jest w niejasny i przez to mało zrozumiały sposób. Należało wyraźnie wyeksponować kolejne etapy statystycznego opracowania wyników badań, rodzaj występujących w nich zmiennych oraz przyjęty w pracy zakres ich zmienności.

Sprzeczne treści zawiera fragment pracy „...Kolejnym etapem było wyznaczenie sprawności ogólnej silnika. Sprawność ogólna mocy agregat kogeneracyjnego η [%] to stosunek energii elektrycznej wygenerowanej do energii zawartej w paliwie...”. Pierwsze zdanie nie budzi zastrzeżeń, ale odniesienie wyznaczenia sprawności ogólnej do agregatu kogeneracyjnego, a więc układu będącego połączeniem silnika spalinowego, generatora, zestawu wymienników ciepła i systemu sterowania, jest niezrozumiałe.

Proszę o komentarz, wyjaśniający przedstawione przeze mnie wątpliwości, dotyczące metodyki pracy.

Wyniki badań i ich omówienie

Wyniki prac eksperymentalnych oraz ich omówienie w odniesieniu do aktualnego stanu wiedzy, przedstawiono w Rozdziale „5. Analiza wyników badań”, liczącym 36 stron, oraz w załączniku 1 zawierającym 16 zestawień tabelarycznych.

Struktura rozdziału 5 odpowiada sformułowanemu celowi pracy i postawionym hipotezom badawczym, w części dotyczącej badania wpływu kompozycji paliwowej zasilającej silnik z zapłonem samoczynnym na zawartość i stężenie wybranych składników zawartych w spalinach oraz sprawność energetyczną instalacji.

Należy podkreślić, że słowo „biogazownia rolnicza”, tak znaczące ze względu na tytuł rozprawy, przegląd literatury i cel pracy, nie pojawiło się w rozdziale 5 ani razu.

Prezentację wyników badań Autorka rozprawy rozpoczęła od określenia charakterystyki zewnętrznej silnika, zasilanego odpowiednio olejem napędowym i biodieslem oraz wyznaczyła stężenie wybranych składników zawartych w gazach spalinowych. Autorka rozprawy nie zamieściła w tekście pracy odniesienia do tabeli I („Tabela I. Charakterystyka zewnętrzna silnika” -

brzmienie za oryginałem) i tabeli II („Tabela II. Średnie wartości emisji szkodliwych gazów w charakterystyce zewnętrznej silnika”), zawartych w Załączniku 1.

Kolejne wyniki badań, zawierające dane dotyczące parametrów pracy silnika, jego sprawności ogólnej oraz stężenia wybranych składników obecnych w gazach spalinowych, powstałych w wyniku zasilania dwuskładnikowymi kombinacjami ciekłych i gazowych paliw, Autorka rozprawy zamieściła w tabelach III-XIV, zawartych w Załączniku 1, które w parach: tabela III i IX, IV i X, V i XI, VI i XII, VII i XIII oraz VIII i XIV, różnią się tylko nieznacznie układem i zawierają wiele danych powtórzonych. Można byłoby je połączyć ze sobą, bez ograniczenia możliwości przyswojenia treści w nich zawartych.

Z kolei wyniki analizy wariancji i analizy korelacji przedstawiła Autorka rozprawy odpowiednio w tabelach XV i XVI, zawartych w Załączniku 1 i szczegółowo omówiła w rozdziale 5.1. „5.1. Analiza statystyczna wyników badań”, 5.2. „5.2. Analiza emisji szkodliwych gazów”, 5.3. „5.3. Analiza sprawności ogólnej silnika” i 5.4. „5.4. Analiza emisji szkodliwych gazów na jednostkę energii”.

W tej części pracy na szczególne uznanie zasługuje bardzo duża liczba uzyskanych przez Autorkę wyników badań i ich opracowanie statystyczne, a także szczegółowość i zarazem towarzysząca im przystępność sposobu prezentacji w tabelach i na wielu wykresach powierzchniowych 3W. Szeroki zakres zrealizowanych prac eksperymentalnych (kilka zmiennych zależnych), wymuszał konieczność prezentacji wpływu uzyskanych wyników badań na kształtowanie się wartości liczbowych wielu zmiennych niezależnych. Mimo, że opis i analiza wyników nastroczały Autorce trudności, to jednak udało się je zaprezentować w zrozumiałym sposób. Niestety, Autorka rozprawy nie podjęła próby pogłębionych rozważań wyjaśniających zarówno przebieg, jak i wpływ badanych zmiennych zależnych (rodzaj kompozycji paliwowej, jej skład i moment obrotowy silnika) na kształtowanie się stężenia wybranych składników zawartych w gazach spalinowych i sprawność ogólną silnika.

Ponadto w tej części rozprawy wątpliwości budzi:

- poprawność kilkukrotnego użycia sformułowania „poziom ufności $p < 0,05$ ” (W podręczniku J. Miller, J. Miller, Statystyka i chemometria w chemii analitycznej, PWN, Warszawa, 2016, pojęcie „poziom ufności nie pojawia się ani razu. „p” to istotność statystyczna wyniku testu, która jest obliczana. Czy wartość p była obliczana? Może Autorka miała na myśli poziom istotności α , który jest ustalany?),
- stosowanie niejednoznacznego znaczeniowo pojęcia „obciążenie silnika” mierzonego w Nm,
- uporczywe i zbyt częste korzystanie ze słowa „redukcja”, które ma wiele synonimów i które można z powodzeniem zastąpić np. słowem zmniejszenie, obniżenie, spadek itd.,

- niejednoznaczne odniesienie do wartości podstawowej w przypadku opisu zmian zawartości składników gazów spalinowych lub zmian sprawności silnika, np.: „...Przy obciążeniu silnika 20 Nm i przy najmniejszym udziale gazu (57%) wartość emisji wyniosła 24 ppm i została zredukowana o 81% przy największym udziale gazu (68%) w paliwie zasilającym, przy tym obciążeniu silnika...” (str. 52) - czy w tym przypadku wartością bazową było 24 ppm?, inny przykład „...Dla obciążeń silnika 4,5 Nm i 8 Nm zwiększenie udziału gazu wpłynęło na redukcję emisji NO odpowiednio o 85% i 49%...” (str. 54) - jaka wartość liczbową stanowiła punkt odniesienia?,

- powołanie na wyniki zawarte w tabeli XVII (str. 48), której nie ma w pracy.

Omawiając uzyskane wyniki, Autorka rozprawy nadmiernie często przytacza własne dane liczbowe odczytane wprost z tabel. W mojej opinii lepszym sposobem prezentacji wielkości i dynamiki przedstawianych zmian, czy też różnic, byłoby posługiwanie się w całej pracy zunifikowanymi zmianami procentowymi, wyliczonymi od przyjętej wartości bazowej.

Proszę o komentarz, wyjaśniający przedstawione przeze mnie wątpliwości.

W kolejnej części pracy „5.5. Omówienie wyników badań w odniesieniu do aktualnego stanu wiedzy” Autorka rozprawy podjęła próbę powiązania i porównania uzyskanych przez siebie wyników badań do wyników uzyskanych przez innych autorów. Przeprowadzona przez nią dyskusja świadczy o odpowiedniej wiedzy i umiejętności formułowania spostrzeżeń, wynikających z uzyskanych wyników prac eksperymentalnych.

Autorka rozprawy nie podjęła próby wyboru najlepszej jakościowo i ilościowo kompozycji paliwowej zasilającej silnik z zapłonem samoczynnym, zarówno ze względu na kryterium wielkości emisji gazów spalinowych, jak i zapewniającej wysoką sprawność energetyczną silnika. Wybór propozycji optymalnej i uzasadnienie przeznaczenia jej do pracy w biogazowi rolniczej stanowiłby istotną zaletą pracy, podnoszącą jej wartość merytoryczną.

Wnioski

Rozdział 6 („Rozdział 6. Wnioski”) zawiera 8 poprawnie sformułowanych stwierdzeń i wniosków, bezpośrednio wynikających ze zrealizowanych prac eksperymentalnych.

We wszystkich zbadanych przez Autorkę rozprawy kompozycjach paliwowych zasilania silnika z zapłonem samoczynnym, wynikiem ich użycia był wzrost stężenia CO i NO₂, zmniejszenie stężenia NO i cząstek stałych w gazach spalinowych oraz zmniejszenie sprawności energetycznej układu, chociaż nie zawsze jest jednoznaczne, w stosunku do jakich bazowych wartości liczbowych Autorka rozprawy odniosła się w tej części pracy. Najmniej korzystne ze względu na kryteria emisyjne, okazało się zastosowanie rozwiązania, w którym komponentem

paliwowym był biogaz. Równocześnie użycie biogazu w najmniejszym stopniu przyczyniło się do spadku sprawności układu.

Wnioski są spójne, merytorycznie uzasadnione, w części istotnej zgodne ze sformułowanym celem pracy i stanowią odpowiedź, potwierdzoną przez uzyskane wyniki prac eksperymentalnych, na postawione hipotezy badawcze.

Wniosek końcowy

Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Weroniki Gracz pod względem formalnym budzi pewne zastrzeżenia. Natomiast pod względem merytorycznym, wskazane w recenzji rozprawy osiągnięcia naukowo-badawcze Autorki, uprawniają do opinii, że treści zawarte w pracy, wnoszą ważny wkład w rozwój inżynierii rolniczej.

Przedstawione uwagi i komentarze, z pewnością niektóre z nich dyskusyjne, nie wpływają istotnie na pozytywną ocenę rozprawy doktorskiej. Wskazują natomiast niedociągnięcia, konieczne do wyeliminowania podczas edytowania wyników badań do publikacji.

Problem badawczy zaprezentowany w rozprawie doktorskiej został właściwie zdefiniowany, a jego rozwiązanie jest istotne, zarówno ze względów środowiskowych, jak i technicznych. Sformułowany cel badawczy został w znacznej mierze osiągnięty, co znajduje odzwierciedlenie w uzyskanych wynikach zrealizowanych prac eksperymentalnych, ich omówieniu i wnioskach.

Stwierdzam, że praca doktorska „Emisja gazów spalinowych i sprawność energetyczna wielopaliwowego agregatu kogeneracyjnego w biogazowniach do 40 kW”, której Autorką jest Pani mgr inż. Weronika Gracz, odpowiada warunkom określonym w art. 13 ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 roku z późniejszymi zmianami (Dz.U. nr 65, poz. 595 ze zm.; tekst jednolity Dz.U. 2017, poz. 1785).

Mając na uwadze pozytywną ocenę rozprawy doktorskiej, wnioskuję do Rady Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego w Falentach o dopuszczenie Pani mgr inż. Weroniki Gracz do dalszych etapów przewodu doktorskiego.