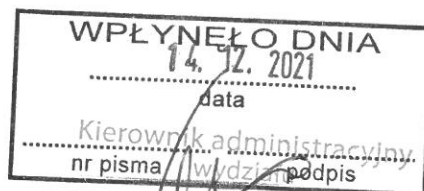




Prof. dr hab. inż. Waldemar Kuczyński
Politechnika Koszalińska Wydział Mechaniczny
Katedra Energetyki
75 – 620 Koszalin, ul. Raclawicka 15-17
Tel. 94 3478-420,438
email: waldemar.kuczynski@tu.koszalin.pl



Koszalin, 13.12.2021 r

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Pawła Czyżewskiego pt.:
„Analiza procesu spalania gazów syntezowych z wysokotemperaturowym
podgrzewem powietrza”

Recenzję wykonano na zlecenie Dziekana Wydziału Inżynierii Mechanicznej Politechniki Po-
znańskiej dr hab. inż. Olafa Ciszaka prof. PP w oparciu o pismo nr DIM.075.221.2021 z dnia
03.11.2020 r.

Rozprawa doktorska powstała pod kierunkiem **dr hab. inż. Rafała Ślefarskiego prof. PP oraz
dr inż. Przemysława Grzymisławskiego jako promotora pomocniczego.**

1. Przedmiot rozprawy

Przedstawiona do oceny praca doktorska obejmuje swoim zakresem analizę procesu utleniania
objętościowego gazów syntezowych przy wykorzystaniu wysokotemperaturowego podgrzewu
powietrza. Zgodnie z definicją gaz syntezowy (gaz wodny) powstaje podczas reakcji węgla, gazu
ziemnego lub lekkich węglowodorów z parą wodną w obecności odpowiednich katalizatorów.
Podstawowymi składnikami tego typu gazu są mieszaniny tlenku węgla (CO) i wodoru (H₂), przy
jednoczesnym udziale znacznych ilości azotu N, metanu NH₄, dwutlenku węgla CO₂ oraz pozo-
stałych gazów uznawanych ogólnie za inertne. Wieloraki skład gazów syngazowych przekłada
się na ich niejednorodne właściwości fizyko-chemiczne oraz termodynamiczne. W szczególności
odnosi się to do zróżnicowanej temperatury utleniania co determinuje dynamikę tego procesu,
wymiany ciepła oraz kinetyki reakcji chemicznych.

Źródłem pozyskania gazów syngazowych mogą być również procesy związane m.in. z termo-
chemiczną konwersją biomasy traktowanych jako zeroemisyjna alternatywa pozyskania energii
cieplnej w odniesieniu do paliw kopalnych. Metodę tę w rozpatrywanej rozprawie doktorskiej
wskazano jako podstawę energetycznego wykorzystania gazów syntezowych w procesach ich
utleniania. Wynika to z faktu, że gazy te charakteryzują się tzw. stabilnością procesu spalania,
uregulowaną strukturą płomienia, emisją energii w postaci ciepła oraz związków szkodliwych
(toksycznych) do otoczenia. W dysertacji zwrócono uwagę na obszar wysokich udziałów che-
micznych nośników nadwyżek energii elektrycznej z łańcucha dostaw technologii Power to X.

W szczególności odnosi się to do wysoko energetycznego wodoru oraz amoniaku. Zagadnienie to jednocześnie wiąże się z ideą tzw. E-paliw. Zgodnie z definicją technologia Power to X związana jest z szeregiem działań prowadzących do konwersji, magazynowania i wykorzystania w dogodnym czasie energii elektrycznej pozyskanej z Odnawialnych Źródeł Energii. System ten w szczególności stosuje się w przypadku pozyskania nadmiarowych ilości energii z promieniowania słonecznego lub energetyki wiatrowej i stosowany jest w układzie „Power to Power” do magazynowania energii elektrycznej w akumulatorach lub „Power to Heat” czyli wykorzystaniu tej energii w szeroko rozumianych systemach grzewczych traktowanych jako akumulatory ciepła.

Natomiast w odniesieniu do rozpatrywanych w rozprawie doktorskiej zagadnień, odnosi się to do idei E-paliw, które pozyskuje się przy wykorzystaniu odnawialnej energii elektrycznej. Zastosowanie metody wykorzystania nieorganicznych surowców powoduje, że pozyskane w ten sposób paliwa mają charakter syntezowy. W klasyfikacji identyfikuje się do E-paliw płynne i gazowe węglowodory, takie jak metan, związki o strukturze i parametrach podobnych do etyliny, olej napędowy, alkohole etylowe i metylowe oraz związki niewęglowe takie jak wodór i amoniak wskazane w pracy jako jedne z przebadanych. Oprócz tych, prowadzono również identyfikację parametrów spalania lub współspalania metanu, tlenku węgla w obecności gazów inertnych takich jak dwutlenek węgla i azot. W odniesieniu do ogólnie rozumianych metod pozyskania gazów syntezowych należy jednak wskazać, że obejmują one raczej obszar źródeł niekonwencjonalnych bez jednostronnego ukierunkowania na OZE.

Realizację badań eksperymentalnych realizowano w ustalonych parametrach mocy cieplnej i dozowania strumienia paliwa. W procesie tym analizowano wpływ na proces spalania objętościowego: ilości dostarczanego do komory badawczej powietrza, udziałów poszczególnych składników paliwa oraz zawartości związków azotowych w paliwie. Przeprowadzone badania eksperymentalne posłużyły do sporządzenia map rozkładu związków toksycznych oraz temperatury procesu utleniania wewnątrz komory spalania stanowiącej element badaczy. Opracowane na tej podstawie charakterystyki i zależności emisyjne pozwoliły stwierdzić, że procesowi utleniania paliw syntezowych może towarzyszyć niska emisja związków szkodliwych w postaci tlenków azotu NO_x . Wartość ta może wynosić nawet zaledwie 0,005% w objętości całkowitej produktów spalania tj. spalinach. Jednocześnie stwierdzono, że tworzenie mieszanek paliwowych z udziałem energetycznych nośników wodorowych np. w postaci amoniaku powoduje znaczny wzrost emisji tlenków azotu NO_x . Analiza tego procesu pozwoliła określić największy możliwy udział procentowy emisji NO_x . Stwierdzono, że przy najkorzystniejszych proporcjach mieszanin i warunkach konfiguracji ich parametrów termodynamicznych, 0,32% zawartego w paliwie amoniaku przekształcało się do tlenków azotu.

Przeprowadzona analiza zidentyfikowanych eksperymentalnie rozkładów substancji toksycznych i temperatury utleniania w komorze spalania pozwoliła na określenie obszarów z największą dynamiką procesu wymiany ciepła. Identyfikacja ta pokrywała się ze strefami, w których realizowano utlenianie 4 badanych związków palnych. Stwierdzono również, że wzrost udziału dwutlenku węgla CO_2 w gazie syntetycznym wpływa na zwiększenie strefy utleniania, przy jednoczesnym zmniejszeniu obszaru występowania wysokiej temperatury procesu utleniania.

Podstawowym wnioskiem, jaki zdefiniowano w ramach realizacji rozprawy doktorskiej, jest stwierdzenie, że głównym czynnikiem mającym wpływ na poziom emisji związków szkodliwych do otoczenia a w szczególności tlenków azotu NO_x przy spalaniu wysokotemperaturowym paliw syngazowych jest obecność utleniacza w strefie reakcji. Stwierdzenie to prowadzi do udowodnienia postawionej w pracy hipotezy, wskazując, że istnieje możliwość wykorzystania ener-

tycznie paliw syngazowych z jednoczesnym zachowaniem niskich parametrów emisyjnych związków szkodliwych do otoczenia.

2. Omówienie struktury i treści pracy

Rozprawę doktorską zredagowano na 107 stronach w 6 rozdziałach z wykazem oznaczeń i literatury oraz streszczeniami w języku polskim i angielskim. W pracy umieszczono również załączniki, spis rysunków i tabel. Opracowanie podzielono na część teoretyczną, w której przedstawiono analizę literatury z rozpatrywanego zakresu. Następnie przedstawiono Cel i jak to zdefiniowano tezę pracy, metodykę badań eksperymentalnych. W następnym rozdziale omówiono uzyskane wyniki badań eksperymentalnych i przedstawiono ich analizę. Na koniec zaprezentowano podsumowanie i wnioski z realizacji rozprawy doktorskiej.

W szczególności w opracowaniu ujęto następujące informacje:

We **Wprowadzeniu (rozdz. 1)** Autor przedstawił ogólne założenia dotyczące motywacji wykorzystania gazów syntezowych jako zeroemisyjnych nośników energetycznych, wykorzystywanych w procesie utleniania dla pozyskania energii cieplnej. Wskazał na obowiązujące obecnie uregulowania prawne zarówno o charakterze światowym jak i krajowym, wymuszające redukcję emisji związków szkodliwych do otoczenia. Podstawowym z nich jest dwutlenek węgla CO_2 , którego obecność w atmosferze w wyniku działań przemysłowych ma zostać zredukowana w Unii Europejskiej do poziomu 55% w 2030 roku w odniesieniu do roku 1990. Jednym ze sposobów jest zwiększenie udziału pozyskania energii ze Źródeł Odnawialnych przy jednoczesnym zmniejszeniu wykorzystania paliw kopalnych.

Charakterystyka funkcjonowania układów wpisujących się w bezpośrednio pozyskanie energii elektrycznej z Odnawialnych Źródeł Energii, takich jak fotowoltaika lub zestawy turbin wiatrowych, powoduje, że mogą w pewnych warunkach pojawić się nadwyżki tej energii. Jednym ze sposobów jej wykorzystania jest zasilanie procesów związanych z przetwarzaniem biomasy na drodze takich procesów jak piroliza lub metosy syntezy Fischera-Tropscha w celu pozyskania paliw biogazowych. Innym obszarem wykorzystania nadwyżkowej energii elektrycznej są procesy zgazowania zarówno biomasy jak i paliw kopalnych w szczególności węgla kamiennego, ale także działania przemysłów w branży metalurgicznej (hutniczej), w których uzyskuje się gazy syntezowe o różnorodnym składzie i parametrach fizykochemicznych. Związki te będące mieszaniną tlenków węgla, wodoru, amoniaku, alkoholi oraz eterów mogą być wykorzystane jako paliwa gazowe. Charakteryzują się one jednak możliwością wystąpienia w ich składzie tzw. gazów inertnych, nieenergetycznych w postaci dwutlenku węgla CO_2 lub azotu N_2 , które w procesie utleniania obniżają jego parametry termiczne i są źródłem tworzenia efektu cieplarnianego lub emisji związków szkodliwych do otoczenia w postaci tlenków azotu NO_x . Naistotniejszymi dla jakości spalania wskazanych powyżej mieszanin w skład, których mogą wchodzić gazy inertne, jest zapewnienie stabilności procesu utleniania, prawidłowa struktura płomienia, odpowiednia temperatura mająca wpływ na optymalny proces emisji energii cieplnej oraz związków szkodliwych do otoczenia.

Wstępna analiza literatury wskazuje, że optymalnym sposobem wykorzystania tego typu paliw jest zastosowanie metody spalania w wysokotemperaturowego w objętości tzw. HiTAC (z j. ang. *Hiht Temperature Air Combustion*). Właśnie ten sposób wskazał Doktorant, jako zastosowany w realizacji swojej rozprawy doktorskiej. Podał tutaj również informację o wykorzystaniu wodoru i amoniaku pozyskanych w metodzie Power to X, czyli z nadwyżek energii elektrycznej pozyskanej z Odnawialnych Źródeł Energii.

W **rozdz. 2**, Doktorant przedstawił analizę literatury z rozpatrywanego zakresu tematycznego będącego podstawą realizacji rozprawy doktorskiej. Rozdział ten podzielono na 3 podrozdziały. We **wstępie z numeracją 2.1.** przedstawiono uzasadnienie podjęcia tematu pracy wynikające z nielicznej liczby opublikowanych prac dotyczących badań wykorzystania gazów syntezowych jako paliwa w instalacjach o małej i średniej mocy. Zauważono również, że w odniesieniu możliwości wykorzystania tego typu paliw na skalę przemysłową konieczne są badania na układach pilotażowych, co w recenzowanej pracy przedstawiono.

W pierwszym **podrozdziale o nr. 2.2.** opisano metody i technologie spalania objętościowego. Wskazano tutaj w szczególności metodę HiTAC (ang. *High Temperature Air Combustion*) obejmującą zarówno proces utleniania objętościowego jak i bezpłomieniowego. W podrozdziale tym, przytoczono charakterystyczne parametry termodynamiczne i technologiczne realizacji tego procesu. Istotnym elementem w tej metodzie jest zastosowanie specjalnie dedykowanych palników typu HRS (ang. *High-Cycle Regenerative System Burners*) oraz systemów regeneratorów wykorzystywanych do przygotowania powietrza pierwotnego oraz wtórnego. Motywacją do opisu wskazanej wyżej metody jest fakt, że można ją stosować do utleniania zarówno paliw stałych jak i gazowych. Rozpoznaje się również w literaturze przedmiotu informacje wskazujące na możliwość wykorzystania metody HiTAC do spalania paliw niestandardowych.

Pozdrodział 2.2. traktuje o tym, jaki wpływ na proces utleniania mają poszczególne składniki gazów syntezowych. Wyszczególniono tutaj m.in. skład metan NH_4 , jako głównego składnika gazu ziemnego, paliwa najczęściej i najpowszechniej wykorzystywanego. Wskazano, że w procesie utleniania tego paliwa, substratami są zazwyczaj te wszystkie pierwiastki i związki, które stanowią skład gazów syntezowych. Dotyczy to H_2 , CO , CO_2 , N_2 , CH_4 oraz amoniaku NH_3 .

Następnie opisano oddziaływanie dwutlenku węgla CO_2 oraz azotu N_2 na proces spalania paliw węglowodorowych. Związki te są najczęściej występującymi w gazach syntezowych balastami tj. gazami inertnymi. W przypadku azotu N_2 , jego obecność jest wynikiem stosowania w procesach pozyskania gazów syntetycznych powietrza atmosferycznego. W przypadku np. pirolizy czysty azot stosowany jest jako gaz nośny. Natomiast źródłem dwutlenku węgla CO_2 , są najczęściej procesy utleniania paliw ciekłych, stałych i gazowych. W odniesieniu do tych związków opisano jaki wpływ mają na parametry termiczne procesu utleniania, oraz tworzenie się związków szkodliwych.

W dalszej kolejności przedstawiono wpływ wodoru H_2 na utlenianie paliw węglowodorowych. Przedstawiono tutaj historię wykorzystania tego wysokoenergetycznego składnika wielu paliw.

Ostatnim z rozpatrywanych był amoniak NH_3 . Analizę wpływu tego związku na proces utleniania rozpatrzono w szczególności w odniesieniu do możliwości wykorzystania go jako paliwa alternatywnego w stosunku do wodoru. Wynika to z faktu, że amoniak NH_3 posiadając podobny potencjał energetyczny charakteryzuje się dużo lepszymi właściwościami dotyczącymi jego transportu i magazynowania. Pozyskanie amoniaku może być związane z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii w syntezie tzw. zielonego wodoru, w której pozyskuje się ten związek.

Rozdz. 3 o tytule **Cel i teza pracy** przedsawia motywację dla której Doktorant podjął temat swojej rozprawy doktorskiej.

Rodz. 4 to metodyka przeprowadzonych badań eksperymentalnych. Podzielono go na 5 podrozdziałów, w których o **nr. 4.1.** wskazano plan realizacji poszczególnych etapów badań eksperymentalnych, **nr. 4.2.** opis stanowiska badawczego i sposób realizacji badań. W **podrozdziale 4.3.** opisano parametry procesu utleniania w jakich prowadzone były eksperymenty, pod **nr. 4.4.** określono skład paliwa i jaki ma on wpływ na proces jego spalania. Następnie w **podroz. nr 4.5.** podano informacje dotyczące sposobu wykonania obliczeń dostosowujących parametry utleniania tlenu azotu NO, i tlenu węgla CO, do tzw. warunków odniesienia. Opis ten w zasadzie stanowi pewnego rodzaju próbę analizy statystycznej i jest zatytułowany **Prezentacja wyników.**

Rozdz. 5. to przedstawienie wyników badań eksperymentalnych. Podzielono go w opisach dotyczących przeprowadzonych badań na danych rodzajach pali z domieszkami powodującymi emisję związków szkodliwych NO i CO. Opis parametryczny umieszczono we Wprowadzeniu o **nr. 5.1.** Następnie w **5.2.** opisano wpływ azotu na proces spalania jego mieszanek z metanem i amoniakiem, w **5.3.** dwutlenku węgla, **5.4.** wodoru. W kolejnym podrozdziale **5.5.** przedstawiono wyniki badania poziomów emisji dla spalania paliw syngazowych, w **5.6.** opisano intensyfikację konwersji amoniaku do tlenków azotu, **5.7.** emisję tlenu węgla ze spalania gazów syntezowych, w **5.8.** Badania rozkładu temperatury oraz związków toksycznych w komorze spalania, **5.9.** analizę równomierności wydzielania ciepła wewnątrz komory badawczej i w **5.10.** stabilność procesu spalania.

Analizę wyników eksperymentów przedstawiono w postaci graficznej, uzyskanymi zależnościami opisującymi proces utleniania badanych paliw z wybranymi domieszkami. Na rys. 5.14 – 5.19 przedstawiono również wizualizację rozkładu temperatury w komorze spalania dla poszczególnych paliw.

Rozdz. 6 to podsumowanie i wnioski końcowe oraz podkreślenie najważniejszych, z punktu widzenia Doktoranta, wyników badań obliczeniowych i eksperymentalnych.

Na końcu opracowania umieszczono wykaz literatury pod nazwą **Bibliografia.** Zawiera on 81 pozycji z czego w 4 Doktorant występuje jako współautor. Merytorycznie wykaz ten jest odpowiedni.

3. Oryginalność pracy

Oryginalne osiągnięcia jakie uzyskano w pracy, przedstawiono zbiorczo w jej podsumowaniu. Wykaz te słusznie wskazuje na możliwość wykorzystania przebadanych pilotażowych technologii spalania objętościowego do utleniania energetycznych paliw syngazowych z wysokim udziałem objętościowym amoniaku jako niskoemisyjnych pod względem związków szkodliwych dla otoczenia.

4. Uwagi krytyczne redakcyjne i dyskusyjne do pracy.

W odniesieniu do strony redakcyjnej pracy, naturalnie pojawiają się następujące uwagi:

1. W Spisie treści i samych nazwach rozdziałów brakuje dokładnej nazwy rozdziału **4. Metodyka** i **5. Wyniki.** Mainowicie powinno być wskazane czego jest to Metodyka i Wyniki.

2. W **Streszczeniu** brak jasno sformułowanej definicji *paliw syngazowych*.
3. W **Wykazie oznaczeń i symboli** dla wartości opałowej stosuje się obecnie jednostkę umownego metra sześciennego um^3 a nie normalnego Nm^3 . Uwaga ta dotyczy wszystkich miejsc w pracy, gdzie zastosowano to oznaczenie.
4. We **Wprowadzeniu** oraz w wielu innych miejscach zastosowano jednostkę „ppm”, która nie jest stosowana w systemie *SI*. Zrozumiałym jest, że jest to zazwyczaj odczyt z analizatora spalin, ale nie stosowany np. w opisach o charakterze dystrybucji naukowych.
5. Na tej samej stronie Doktorant pisze o „*presji cenowej*”, określenie to jest żargonowe. Natomiast w ekonomii funkcjonuje określenie „*presja inflacyjna*”.
6. Str. 11, rys. 1.1. brak konsekwencji w opisie, ponieważ częściowo jest on wykonany w języku angielskim a częściowo w polskim.
7. Na str. 12 we wprowadzeniu 2.1. brak konsekwencji w stwierdzeniu czy brak jest czy nie publikacji z rozpatrywanego zakresu.
8. W podrozdziale 2.2. na str 12 i 13 podano informację o tym, że wzrost temperatury powoduje intensyfikację tworzenia się NO_x . W rzeczywistości wpływ temperatury, jej wzrost powoduje tworzenie się tylko niektórych NO_x .
9. Str. 14, rys. 2.1. uwaga ta sama co do rys. 1.1. oraz brak jasnego wskazania, że opis tej charakterystyki odnoszącej się do metody *High Temperature Air Combustion*, znajduje się poniżej.
10. Na str. 16, rys. 2.2. przedstawia bilans energetyczny w formie wykresów Sankey'a. Pytanie jak to możliwe, że przy 100% nakładzie pokazanym na rys. a) bilansuje się po stronie efektu użytecznego i strat 52%? Gdzie pozostałe 48%?
11. Na str. 18, w podrozdziale 2.3. ewidentnie brakuje określonych w literaturze danych o składzie chemicznym gazów syntezowych.
12. Na str. 19, powinny być przedstawione za pomocą wzorów opisywane reakcje reakcje chemiczne.
13. Na str. 21 podano informację o następującej treści: „...obecne są również cząsteczki niespalonego jeszcze paliwa...”. W procesach stechiometrycznych podaje się informacje o spalaniu niecałkowitym i niezupełnym.
14. Na str. 21 w zapisie dwutlenku węgla CO_2 nie zastosowano indeksu dolnego. Uwaga ta dotyczy wszystkich miejsc w pracy, gdzie nie zastosowano prawidłowo indeksów dolnych lub górnych.
15. Na str. 34 w rozdziale 3. Pt. Cele i teza pracy w treści niekonsekwencje podano, że jest to hipoteza a nie teza.
16. Str. 38, rozdział 4.2. Stanowisko badawcze, umieszczono schemat i opis tego stanowiska, natomiast brakuje jego zdjęcia. Pytanie, czy jest to błąd redakcyjny, czy też z jakiś powodów zamierzone działanie?
17. Na str. 45 podano informacje o zakresie współczynnika ekwiwalencji ϕ , ale nie wyjaśniono jak go wyznaczono.
18. Na str. 51 w tab. 4.8 nie podano jednostki dla wartości opałowej.
19. Na str. 53 wzór nr 4.3 opisuje jeden ze sposobów wyznaczenia współczynnika nadmiaru powietrza λ .
20. Str. 63 jak i w kilku kolejnych miejscach podzielono rysunki na kilka stron. Zgodnie z zasadami wydawniczymi nie powinno się tego czynić w tego typu opracowaniach.

Uwagi o charakterze dyskusyjnym i pytania:

1. W opisie dotyczącym sposobów pozyskania gazów syntezowych, Autor klasyfikuje je jako odnawialne źródła energii. Są to niewątpliwie źródła niekonwencjonalne, ale nie mają znamion samoodnawialności.
2. Na str. 13 Autor przedstawia za pomocą wzoru 2.1. bilans entalpii, który jest składowym elementem bilansu energii. Rodzi się tutaj pytanie, dla jakiego układu ten bilans podano?
3. Na str. 34 Autor pisze o tezie czy hipotezie?
4. Na str. 47 podano informację, że badania eksperymentalne prowadzono dla stałej mocy spalania. Pytanie jak tę moc określono?
5. Autor wskazuje na str. 51 w tabeli 4.8. informację o *adiabatycznej temperaturze spalania*. Pytanie jak jest to rozumiane przez Doktoranta oraz jaka była metodyka wyznaczenia tej temperatury.
6. W podsumowaniu pracy na str. 93 Autor pisze, że „udało się utrzymać wysoką sprawność procesu.” Natomiast w żadnym fragmencie pracy nie można znaleźć obliczeń sprawności, o której mowa.

Uwagi o charakterze ogólnym:

1. Praca niewątpliwie stanowi ciekawe i potrzebne opracowanie dotyczące zastosowania do spalania gazów syntezowych.
2. Autor wnikliwie zbadał wpływ najważniejszych składników gazów syntezowych w warunkach spalania w technologii wysokotemperaturowej. Uwzględnił tutaj 6 rodzajów mieszanek paliwowych, co zasługuje na zauważenie i pozytywną ocenę metodyki rozpatrywanego zaganiaenia.
3. Praca wnosi konkretny aplikacyjny wkład w rozszerzenie stanu wiedzy w obszarze spalania gazów o innym składzie niż klasyczne gazy ziemne.

Podsumowując tę część recenzji, stwierdzam, że praca jest zredagowana odpowiednim technicznym i naukowym językiem, z dobrze dobranym materiałem ilustracyjnym. Zachowano właściwą numerację wzorów oraz kolejność przywołanych cytowań z literatury.

Przedstawione powyżej uwagi mają przede wszystkim charakter redakcyjny i dyskusyjny i w niczym nie umniejszają wartości merytorycznych tego opracowania, które oceniam wysoko.

5. Ocena pracy i wniosek końcowy

Stwierdzam, że przedłożona rozprawa doktorska zawiera oryginalne ujęcie problemu naukowego i świadczy o opanowaniu przez jej Autora mgr inż. Pawła Czyżniewskiego naukowych metod doświadczalnych, a także analitycznych stosowanych w inżynierii mechanicznej - według poprzedniej klasyfikacji w budowie i eksploatacje maszyn, a tym samym wyczerpuje warunki określone przez Ustawę o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dn. 14.03.2003 roku, oraz Ustawę Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce w art. 187 ust. 1-2 z dnia 20 lipca 2018 r i uzasadnia dopuszczenie jej do publicznej obrony o co wnioskuję.


prof. dr hab. inż. Waldemar Kuczyński