

Szczecin, dn. 22.02.2024 r.

Dr hab. inż. Karol Franciszek Abramek, prof. ZUT

Wydział Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny

w Szczecinie

R E C E N Z J A

dotycząca oceny, czy osiągnięcia naukowe **dra inż. Michała Pyrca** ubiegającego się o nadanie stopnia doktora habilitowanego odpowiadają wymaganiom określonym w art. 219 ust. 1 pkt. 2 i 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 roku poz. 85, z późn. zm.).

Recenzja została przygotowana na podstawie pisma nr R-WIMil-BOD.521.6.2023 z dnia 03.01.2024 roku Kierownika Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Informatyki Politechniki Częstochowskiej Pana dr hab. inż. Janusza Szmidła, prof. PCz.

1. Przedstawienie podstawowych danych o kandydacie.

- 1.1. Data uzyskania stopnia doktora oraz nazwa jednostki organizacyjnej, w której stopień ten był nadany.

Pan dr inż. Michał Pyrc uzyskał stopień doktora inżyniera na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Informatyki Politechniki Częstochowskiej dnia 21 listopada 2002 pt.: Wpływ zwięzki w suwaku rozdzielacza na stabilizację serwomechanizmu hydraulicznego. Dyscyplina naukowa: Mechanika. Promotor rozprawy: prof. dr hab. inż. Edward Palczak.

1.2. Pan dr inż. Michał Pyrc nie ubiegał się wcześniej o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

1.3. Przebieg pracy naukowo-zawodowej (miejsce pracy, zajmowane stanowiska).

01.10.1998 - 31.12.2002 asystent i doktorant, Instytut Maszyn Tłokowych i Techniki Sterowania, Wydział Budowy Maszyn, Politechnika Częstochowska

01.01.2003 - 30.09.2019 adiunkt, Instytut Maszyn Tłokowych i Techniki Sterowania, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Informatyki, Politechnika Częstochowska

od 01.10.2019 adiunkt, Katedra Maszyn Ciepłych, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Informatyki, Politechnika Częstochowska

2. Przedstawienie informacji o obowiązujących przepisach prawa na dzień wszczęcia ocenianego postępowania habilitacyjnego, w tym obowiązujących kryteriach oceny.

Według obowiązujących przepisów prawa na dzień złożenia wniosku (14.08.2023 r.) przez dra inż. Michała Pyrca do Rady Doskonałości Naukowej obowiązywała Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce art. 219. [Warunki nadania stopnia doktora habilitowanego].

1. Stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która:

1) posiada stopień doktora;

2) posiada w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, w tym co najmniej:

a) 1 monografię naukową wydaną przez wydawnictwo, które w roku opublikowania monografii w ostatecznej formie było ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. a, lub

b) 1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowym lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. b, lub

c) 1 zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne lub artystyczne;

3) wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

2. Osiągnięcie, o którym mowa w ust. 1 pkt 2, może stanowić część pracy zbiorowej, jeżeli opracowanie wydzielonego zagadnienia jest indywidualnym wkładem osoby ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego.

3. Obowiązek publikacji nie dotyczy osiągnięć, których przedmiot jest objęty ochroną informacji niejawnych.

3. Przedstawienie informacji o ocenianych osiągnięciach naukowych

3.1. Tytuł osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę ubiegania się w aktualnym postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Osiągnięcie naukowe stanowi cykl dziesięciu powiązanych tematycznie publikacji z lat 2016 – 2023 pt. „Analiza możliwości wykorzystania alternatywnych paliw węglowych i bezwęglowych do zasilania tłokowych silników spalinowych o zapłonie samoczynnym i iskrowym”.

3.2. Dane naukometryczne

Sumaryczny współczynnik Impact Factor IF = 99,49

IF (cyklu publikacji stanowiących powiązane tematycznie artykuły naukowe) = 44,78

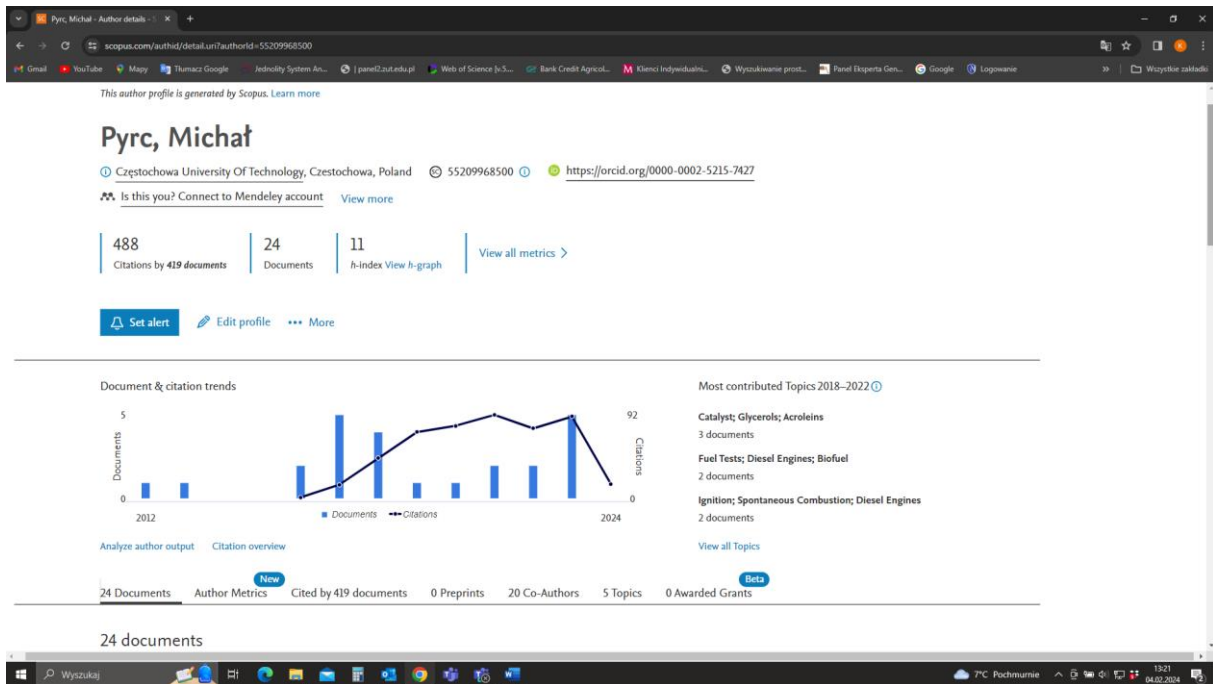
IF (pozostałych publikacji, po doktoracie) = 54,71

Sumaryczna punktacja ministerialna:

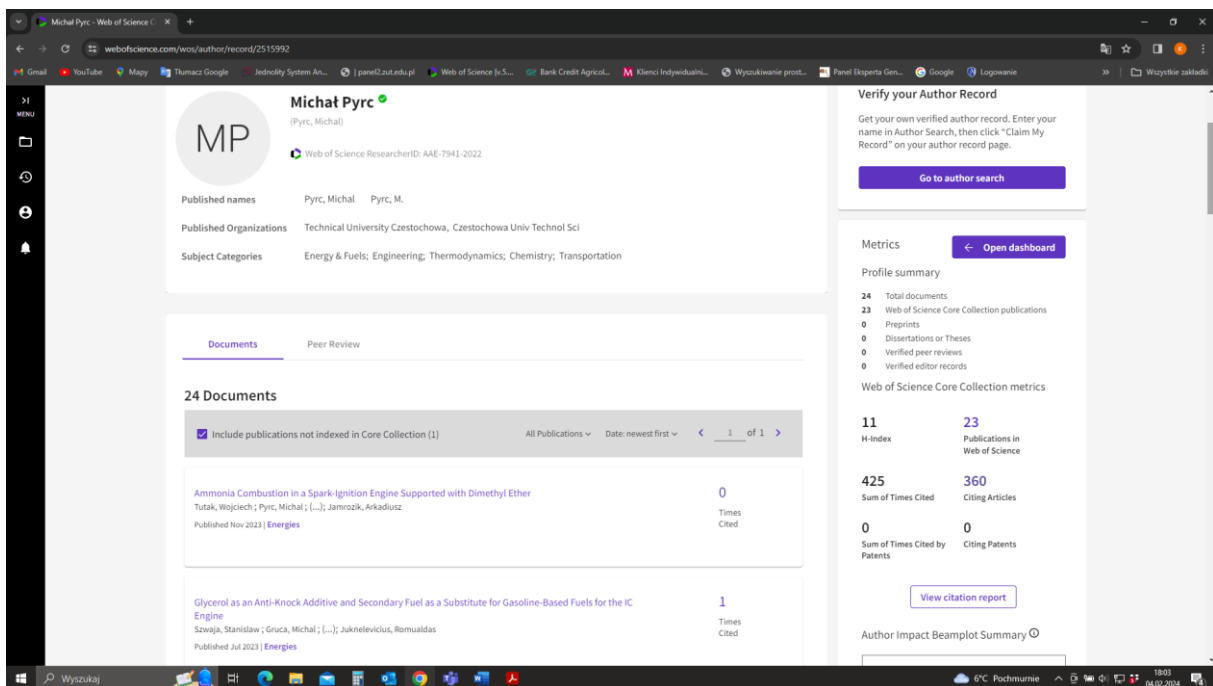
(cyklu publikacji stanowiących powiązane tematycznie artykuły naukowe) = 940 punktów

(pozostałych publikacji) = 1657 punktów

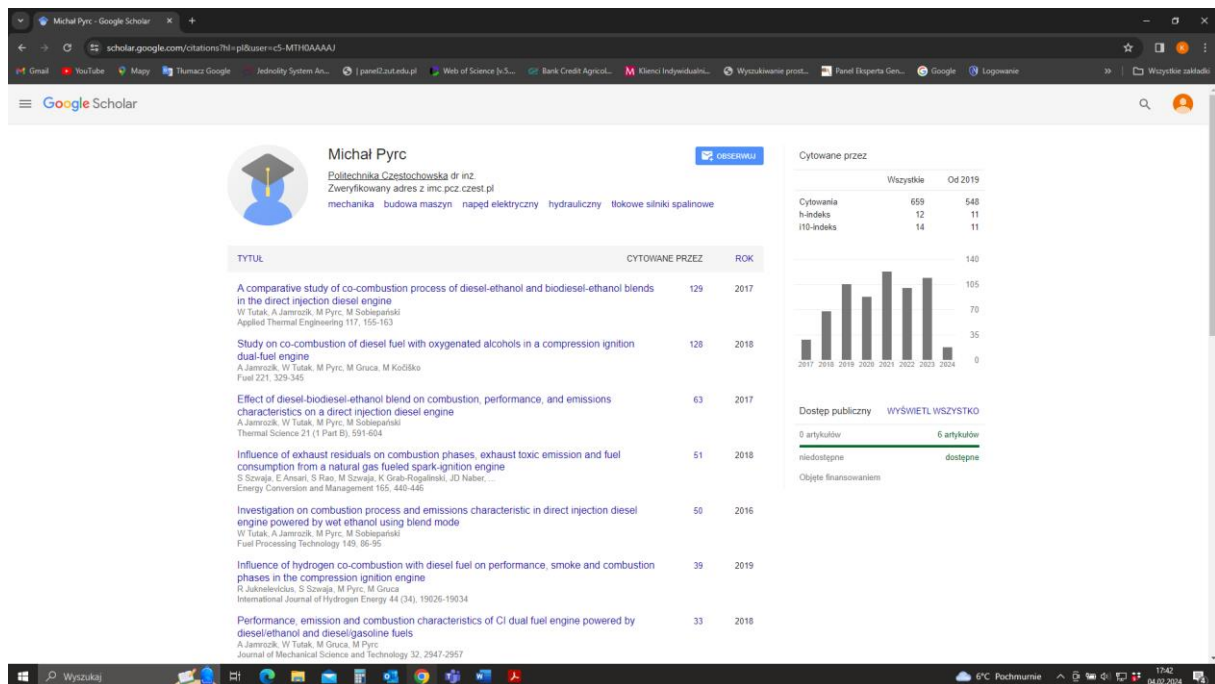
Informacja o liczbie cytowań z oddzielnym uwzględnieniem autocytowań (stan na dzień 04.02.2024 r.):



wg. Scopus: 488 cytowań w tym 419 bez autocytowań



wg. Web of Science: 425 cytowań w tym 360 bez autocytowań



wg. Google Scholar: 659 cytowań w tym 548 bez autocytowań

Indeks Hirscha

wg. Scopus: 11,

wg. Web of Science: 11,

wg. Google Scholar: 12,

3.3. Informacja o liczbie publikacji naukowych, monografii, rozdziałów w monografiach autorstwa lub współautorstwa kandydata, z podaniem również danych informacji po uzyskaniu ostatniego awansu naukowego.

Liczba publikacji naukowych:

46 publikacji (43 – po doktoracie).

Wszystkie opublikowane rozdziały w monografiach są współautorskie:

13 rozdziałów (9 – po doktoracie).

Współautor trzech skryptów i ćwiczeń laboratoryjnych dla studentów:

1. Beres D., Borecki R., Pyrc M., Szwaja S., Wybrane zagadnienia napędów hydraulicznych

i pneumatycznych – ćwiczenia, Politechnika Częstochowska 2001 (przed doktoratem).

2. Gruca M., Grzelka J., Pyrc M., Szwaja S., Tutak W., Miernictwo i systemy pomiarowe, Politechnika Częstochowska 2008 (po doktoracie).

3. Zbroński D., Górecka-Zbrońska A., Tutak W., Gruca M., Pyrc M., Kępa A.,
Elektrotechnika i elektronika - laboratorium, Politechnika Częstochowska 2022 (po
doktoracie).

3.4. Informacja o najważniejszych czasopismach, w ramach których
kandydat publikował swoje prace naukowe:

Energies – IF = 3.004, 140 pkt. (2020 r.)

Energies – IF = 3.542, 140 pkt. (2021 r.)

Fuel Processing Technology – IF = 3,847; 35 punktów (2016 r.)

Fuel Processing Technology – IF = 8,129; 140 punktów (2022 r.)

Environmental Progress & Sustainable Energy – IF = 1,631; 25 punktów (2017 r.)

Applied Thermal Engineering – IF = 3,771; 40 punktów (2017 r.)

Fuel – IF = 4,908; 40 punktów (2018 r.)

International Journal of Hydrogen Energy – IF = 4,939; 140 punktów (2019 r.)

International Journal of Hydrogen Energy – IF = 7,139; 140 punktów (2023 r.)

International Journal of Engine Research – IF = 3,874; 100 punktów (2021 r.)

Aircraft Engineering and Aerospace Technology – IF = 0,480; 20 punktów (2013 r.)

Energy Conversion and Management,

Combustion Engines,

Journal of Mechanical Science and Technology,

Przegląd Elektrotechniczny.

3.5. Informacja czy kandydat odgrywał wiodącą rolę w ramach powstania
współautorskich prac naukowych.

Na podstawie przedstawionych oświadczeń współautorów prac naukowych,
w których dr inż. Michał Pyrc brał udział wynika, że odgrywał wiodącą rolę podczas
ich powstawania. W zasadzie niemal we wszystkich pracach brał udział przy
projektowaniu i budowaniu stanowisk badawczych i pomiarowych, zajmował się
doborem elektronicznych elementów sterowania silnikiem badawczym, brał udział
w badaniach eksperymentalnych, uczestniczył w rejestracji danych podczas
eksperymentów, zajmował się przygotowaniem i przeglądem literatury, analizował
prace innych badaczy naukowych, uczestniczył w analizach otrzymanych wyników
pomiarów z eksperymentów, formułował wnioski z eksperymentów, analizował
właściwości mieszanin paliw stosowanych w doświadczeniach, analizował

zagadnienia wydzielania się ciepła w cylindrze silnika, przygotowywał wstępne wersje manuskryptów artykułów, udzielał wyjaśnień i odpowiedzi recenzentom. Dlatego można stwierdzić, że dr inż. Michał Pyrc odgrywał znaczną, jeśli nie wiodącą rolę w ramach powstania współautorskich prac naukowych.

3.6. Ocena wskazanego przez kandydata osiągnięcia naukowego, w tym czy stanowi ono znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny naukowej.

Osiągnięcie naukowe stanowi cykl dziesięciu powiązanych tematycznie publikacji pt.

Analiza możliwości wykorzystania alternatywnych paliw węglowych i bezwęglowych do zasilania tłokowych silników spalinowych o zapłonie samoczynnym i iskrowym.

W skład rozważanego cyklu publikacji wchodzi następujące prace:

1. Tutak W., Jamrozik A., Pyrc M., Sobiepański M., 2016, Investigation on combustion process and emissions characteristic in direct injection diesel engine powered by wet ethanol using blend mode, Fuel Processing Technology, 149, pp. 86-95, ISSN 0378-3820.
2. Jamrozik A., Tutak W., Pyrc M., Sobiepański M., 2017, Experimental investigations on combustion, performance and emission characteristics of stationary CI engine fuelled with diesel-methanol and biodiesel-methanol blends, Environmental Progress & Sustainable Energy, ISSN: 1944-7442.
3. Tutak W., Jamrozik A., Pyrc M., Sobiepański M., 2017, A comparative study of co-combustion process of diesel-ethanol and biodiesel-ethanol blends in the direct injection diesel engine, Applied Thermal Engineering, 117, pp.155-163, ISSN 1359-4311.
4. Jamrozik A., Tutak W., Pyrc M., Gruca M., Kočiško M., 2018, Study on co-combustion of diesel fuel with oxygenated alcohols in a compression ignition dual-fuel engine, Fuel, 221, 329-345, ISSN 0016-2361.
5. Juknelevicius R., Szwaja S., Pyrc M., Gruca M., 2019, Influence of Hydrogen Co-Combustion with Diesel Fuel on Performance, Smoke and Combustion Phases in the Compression Ignition Engine, International Journal of Hydrogen Energy, Vol. 44, 19026-19034.
6. Gruca M., Pyrc M., Szwaja M., Szwaja S., 2020, Effective Combustion of Glycerol in a Compression Ignition Engine Equipped with Double Direct Fuel Injection, Energies, Vol. 13, DOI: 10.3390/en13236349.

7. Szwaja S., Gruca M., Pyrc M., Juknelevicius R., 2021, Performance and Exhaust Emissions of a Spark Ignition Internal Combustion Engine Fed with Butanol-Glycerol Blend, *Energies*, Vol. 14, DOI: 10.3390/en14206473.
8. Pyrc M., Gruca M., Jamrozik A., Tutak W., Juknelevicius R., 2021, An Experimental Investigation of the Performance, Emission and Combustion Stability of Compression Ignition Engine Powered by Diesel and Ammonia Solution (NH₄OH), *International Journal of Engine Research*, Vol. 22, DOI: 10.1177/1468087420940942.
9. Szwaja S., Gruca M., Pyrc M., 2022, Investigation on Ethanol-Glycerol Blend Combustion in the Internal Combustion Sparkignited Engine. Engine Performance and Exhaust Emissions, *Fuel Processing Technology*, Vol. 226, DOI: 10.1016/j.fuproc.2021.107085.
10. Pyrc M., Gruca M., Tutak W., Jamrozik A., Assessment of the Co-Combustion Process of Ammonia with Hydrogen in a Research VCR Piston Engine, 2023, *International Journal of Hydrogen Energy*, Vol. 48, 2821-2834, DOI: 10.1016/j.ijhydene.2022.10.152.

Należy zwrócić uwagę, że treści zawarte w wyżej wymienionych artykułach są spójne tematycznie, a udział własny Kandydata jest znaczący.

Przeprowadzone badania wykonane były w latach 2016 – 2023. Obejmowały zagadnienia pomiarów różnych parametrów eksploatacyjnych i ekologicznych tłokowego silnika spalinowego:

- o zapłonie samoczynnym zasilanym mieszaninami oleju napędowego lub biodiesla z metanolem, etanolem,
- o zapłonie samoczynnym z dwupaliwowym systemem niezależnego zasilania dla: oleju napędowego, biodiesla, metanolu, etanolu, propanolu i butanolu,
- o zapłonie samoczynnym zasilanym olejem napędowym i wodorem,
- o zapłonie samoczynnym z dwoma niezależnie działającymi wysokociśnieniowymi układami wtryskowymi oleju napędowego i mieszaniny gliceryny z etanolem,
- o zapłonie samoczynnym z wtryskiem wysokociśnieniowym oleju napędowego i niskociśnieniowym wtryskiem do kolektora dolotowego wody amoniakalnej,
- o zapłonie iskrowym zasilanym mieszaniną gliceryny z butanolem lub etanolem,
- o zapłonie iskrowym współspalającym amoniak i wodór.

Osiągnięcia naukowe Kandydata wynikają z przedstawionych publikacji i obejmują:

1. Kandydat wykazał, że możliwe jest współspalanie wodoru z olejem napędowym i/lub estrem metylowym rzepaku (RME) w silniku do około 35% udziału energetycznego wodoru. Po przekroczeniu tej wartości nasila się występowanie spalania stukowego. Wzrost udziału wodoru powoduje skrócenie czasu opóźnienia zapłonu, co wpływa również na główną fazę spalania, jak i wzrasta maksymalne ciśnienie spalania. Dodanie wodoru do oleju napędowego może zmniejszyć emisję szkodliwych substancji, takich jak dwutlenek węgla (CO_2), tlenki azotu (NO_x) i cząsteczki stałe. Niski udział energetyczny wodoru (do 15%) zmniejsza emisję tlenków azotu, która jednak rośnie przy wyższych obciążeniach silnika i wzroście udziału wodoru w paliwie. Emisje węglowodorów (HC) i tlenku węgla (CO) rosną wraz ze wzrostem obciążenia silnika przy udziale energetycznym wodoru na poziomie 20%. Natomiast wraz ze wzrostem udziału wodoru maleje zadymienie spalin.

2. Kandydat w swoich badaniach wykazał, że ze względu na stabilność pracy silnika i najkorzystniejszy przebieg procesu spalania wskazane jest współspalanie amoniaku z kilku lub kilkunastoprocentową energetycznie domieszką wodoru. Udział energetyczny wodoru zależny jest od stopnia sprężania eksploatowanego silnika i maleje wraz ze wzrostem stopnia kompresji. Wzrost udziału wodoru w mieszance z amoniakiem powoduje znaczące zmniejszenie czasu opóźnienia zapłonu i czasu spalania. Wraz ze wzrostem udziału energetycznego wodoru wzrasta emisja tlenków azotu w spalinach. Ze względu na brak węgla pierwiastkowego w składzie mieszanki tych gazów palnych nie odnotowano emisji tlenków węgla w spalinach. Podczas spalania amoniaku mogą powstawać szkodliwe substancje, takie jak tlenki azotu i cząstki stałe. Dlatego kontrola tych emisji jest konieczna. Spalanie samego amoniaku w silniku iskrowym wymaga stopnia kompresji powyżej dziesięciu i z dużym kątem wyprzedzenia zapłonu ($400^\circ - 450^\circ$ przed GMP). Wysoka liczba oktanowa amoniaku pozwala stosować go do silników o dużym stopniu sprężania, ale jego mała szybkość spalania laminarnego utrudnia proces spalania w silniku o zapłonie iskrowym.

3. Współspalanie alkoholu etylowego, metylowego z olejem napędowym czy biodieslem ma odmienny charakter niż spalanie czystego diesla czy biodiesla w silniku o zapłonie samoczynnym. Dostarczenie alkoholu w postaci mieszaniny z paliwem bazowym lub przez niezależny układ wtryskowy powoduje wzrost

opóźnienia samozapłonu mieszanki palnej i jednocześnie skrócenie czasu trwania spalania, co przyczynia się do zwiększenia szybkości narastania ciśnienia i wydzielania ciepła. Następuje wzrost udziału fazy spalania kinetycznego przy spadku fazy spalania dyfuzyjnego, co wpływa bezpośrednio na osiągi i emisję spalin silnika. Mieszanina alkoholu etylowego, metylowego z olejem napędowym lub biodieslem do 30% udziału energetycznego i nawet zwiększenie do 55% tego udziału w przypadku zastosowania oddzielnych układów zasilania (wtryskowych) nie wywołuje pogorszenia stabilności pracy, pozwala zachować wysoką wartość średniego ciśnienia indykowanego i utrzymuje sprawność silnika na podobnym poziomie. Silnik wysokoprężny zasilany metanolem jako dodatkiem do oleju napędowego czy biodiesla wykazuje lepsze właściwości eksploatacyjne niż zasilany z dodatkiem etanolu do oleju napędowego. Charakteryzuje się wyższą wartością średniego ciśnienia indykowanego, wyższą sprawnością, większą stabilnością pracy, niższą emisją węglowodorów, tlenku węgla, ale też wyższą emisją dwutlenku węgla. Zaznaczyć trzeba, że dodatek metanolu lub etanolu powoduje redukcję emisji sadzy, ale niestety także znaczący wzrost powstawania tlenków azotu (następstwo zwiększenia szybkości spalania ładunku, wydzielania ciepła i temperatury spalania) podczas spalania tego typu paliwa w silniku o zapłonie samoczynnym. Ze względów na niestabilność fazową mieszaniny oleju napędowego z alkoholami, jak i możliwość zmiany ich proporcji objętościowej w składzie paliwa, praktyczniejszy jest układ dwupaliwowy, czyli niezależny wtrysk alkoholu i paliwa bazowego. Zasilanie to może być realizowane jako wtrysk niskociśnieniowy alkoholu do kolektora ssącego lub wtrysk bezpośredni alkoholu do cylindra silnika z wtryskiem bezpośrednim paliwa bazowego.

4. Współspalanie gliceryny (glicerolu) z olejem napędowym w silniku o zapłonie samoczynnym jest dobrą alternatywą do wykorzystania tego ubocznego produktu powstającego podczas produkcji biodiesla w celach energetycznych. Ze względu jednak na dużą lepkość (w porównaniu z olejem napędowym w tych samych warunkach), jak i wysoką temperaturę samozapłonu czystej gliceryny i niską liczbą cetanową, realne jest wykorzystanie tego paliwa odpadowego w postaci mieszaniny z innymi prostymi alkoholami (np. etanolem) i dawką pilotującą oleju napędowego do zasilania silników o zapłonie samoczynnym. Mieszanina tych paliw alternatywnych w proporcji objętościowej 1:1, wtryskiwana przez drugi układ wtryskowy do komory spalania silnika wysokoprężnego jest dobrym sposobem spalania gliceryny w silniku

o zapłonie samoczynnym. Mieszanka gliceryny z paliwem bazowym wpływa na proces spalania, prowadząc do zmian w opóźnieniu samozapłonu mieszanki palnej oraz czasu trwania spalania. Mieszanina glicerolu z etanolem jest stabilna fazowo, ułatwia proces wtryskiwania i atomizację ze względu na spadek lepkości, a w samym procesie współspalania z olejem napędowym jako inicjatorem, obniża emisję sadzy. Emisje toksycznych związków spalin, tlenków azotu, węglowodorów, jak i tlenku węgla są na podobnym poziomie, jak przy zasilaniu silnika samym olejem napędowym. Spalanie mieszaniny gliceryny z etanolem przesunęło etap spalania dyfuzyjnego oraz wydłużyło proces spalania całej dawki paliwa w stosunku do spalania samego oleju napędowego, co powoduje spadek sprawności cieplnej silnika.

5. Zaproponowane przez Kandydata spalanie mieszaniny gliceryny z etanolem w silniku o zapłonie iskrowym jest dobrą alternatywą w stosunku do spalania tych mieszanin paliw z olejem napędowym w silniku o zapłonie samoczynnym.

Zaproponowana proporcja objętościowa 25% glicerolu i 75% etanolu jest kompromisem między uzyskanym procentowym udziałem energetycznym obu paliw, możliwościami zapłonu mieszanki, parametrami pracy silnika, emisją toksycznych związków spalin i możliwościami wtrysku niskociśnieniowego do kolektora ssącego w układzie zasilania silnika o zapłonie iskrowym. Sprawność silnika zasilanego gliceryną z etanolem w stosunku do zasilania benzyną lub benzyną z etanolem jest mniejsza oraz mniejsza jest emisja tlenku węgla, co jest wynikiem wydłużenia czasu spalania i łatwiejszym całkowitym utlenieniem węgla. Nie zaobserwowano pogorszenia stabilności pracy silnika, ani znaczącej zmiany stężenia emisji pozostałych toksycznych związków spalin. Układ wtryskowy mieszanki gliceryna - etanol do kolektora ssącego silnika może być identyczny jak standardowy układ zasilania benzyną, lecz wymaga korekty nastaw i zmian algorytmu sterowania w centralnej jednostce sterującej silnika (ECU). Tego typu paliwo alternatywne może zastąpić benzynę albo mieszanki benzyny z alkoholami w stacjonarnych jednostkach napędowych.

6. Spalanie mieszaniny gliceryny z butanolem w silniku o zapłonie iskrowym podobnie jak mieszaniny gliceryny z etanolem, nie pogarsza stabilności pracy silnika w porównaniu do spalania samej benzyny. Na podobnym poziomie utrzymało się średnie ciśnienie indykowane, jak i sprawność silnika. Natomiast spadła temperatura spalin i emisja tlenków azotu w stosunku do testów silnika na benzynie, ale wzrosła emisja tlenku węgla. Zaproponowana mieszanka paliw alternatywnych gliceryny

z butanolem w stosunku objętościowym 1:3 może być stosowana jako paliwo do silnika o zapłonie iskrowym i może być metodą na energetyczne wykorzystanie nadmiaru gliceryny powstałej w procesie produkcji biodiesla.

7. Istnieje możliwość spalania oleju napędowego z udziałem wodnego roztworu amoniaku w silniku o zapłonie samoczynnym z wykorzystaniem wtrysku pośredniego wody amoniakalnej do kolektora ssącego. Udział 25% wodnego roztworu amoniaku w zakresie do 17% udziału energetycznego z olejem napędowym i przy różnych obciążeniach silnika przyczynia się do wydłużenia czasu opóźnienia zapłonu i czasu spalania oraz do zwiększenia szybkości wydzielania ciepła. W porównaniu ze spalaniem samego oleju napędowego, spalanie z udziałem wodnego amoniaku powoduje pogorszenie stabilności pracy silnika, ale nie powoduje przekroczenia dopuszczalnych wskaźników. Współspalanie wodnego roztworu amoniaku z olejem napędowym prowadzi do zmniejszenia emisji tlenków azotu oraz zwiększenia emisji tlenku węgla i węglowodorów i nie powoduje znaczących zmian w emisji dwutlenku węgla w spalinach. Wodny roztwór amoniaku nie przyczynia się do korzystnych zmian parametrów pracy silnika w procesie spalania z olejem napędowym i dlatego nie znajdzie zastosowania jako dodatek do paliw niekonwencjonalnych.

Do wartościowych z naukowego i aplikacyjnego punktu widzenia osiągnięć

Kandydata można zaliczyć:

- zaprojektowanie i wykonanie systemów zasilania silników badawczych o zapłonie samoczynnym, spalających mieszaniny paliw konwencjonalnych z paliwami alternatywnymi, jak i dwupaliwowych systemów zasilania do niezależnego sterowania wtrysku pośredniego i podwójnego wysokociśnieniowego wtrysku paliw w silniku o zapłonie samoczynnym,
- zaprojektowanie i wykonanie wielopaliwowego systemu zasilania silnika badawczego o zapłonie iskrowym do spalania paliw, jak i mieszanin paliw alternatywnych gazowych i ciekłych z nowatorskim układem wstępnego podgrzewania paliwa ciekłego o dużej lepkości,
- zaplanowanie i przeprowadzenie oryginalnych badań na specjalnie przygotowanych stanowiskach badawczych z silnikami o zapłonie samoczynnym i iskrowym z różnymi systemami zasilania, z wykorzystaniem różnych paliw, mieszanin paliw gazowych i ciekłych: oleju napędowego, biodiesla, benzyny, metanolu, etanolu, propanolu, butanolu, gliceryny, wody amoniakalnej, amoniaku i wodoru.

- przedstawienie i omówienie wyników z szerokiego zakresu przeprowadzonych badań, które pozwoliły określić możliwość wykorzystania paliw węglowych i bezwęglowych do zasilania tłokowych silników spalinowych o zapłonie samoczynnym i iskrowym z przedstawieniem wpływu zaproponowanych paliw alternatywnych na parametry eksploatacyjne tych silników.

Po przeczytaniu przedstawionego do oceny cyklu dziesięciu poszczególnych publikacji oraz autoreferatu habilitanta, recenzentowi nasunęło się kilka spostrzeżeń. Kandydat skupił się na możliwościach wykorzystania różnych paliw węglowych i bezwęglowych do zasilania tłokowych silników spalinowych pomijając kwestie wpływu tych paliw na elementy aparatury zasilania w paliwo (np. wtryskiwacze, pompa paliwa) oraz na trwałości elementów silnika. W zasadzie nie poruszono zagadnień oddziaływania tych paliw podczas ich spalania w silniku na zużycie układu tłok-pierścienie-cylinder (TPC) oraz na inne grupy trybologiczne jak: łożyska ślizgowe wału, panewki korbowodowe i główne wału. Nie określono jaki jest wpływ tych paliw na starzenie i zmianę właściwości smarnych oleju smarującego. Są to zagadnienia również istotne przy doborze paliw alternatywnych do zasilania silników spalinowych.

Ponadto na podstawie dokonanej oceny merytorycznej osiągnięcia naukowego

Analiza możliwości wykorzystania alternatywnych paliw węglowych i bezwęglowych do zasilania tłokowych silników spalinowych o zapłonie samoczynnym i iskrowym stwierdzam, że Kandydat wykazał się:

- szeroką wiedzą w zakresie uprawianego tematu dotyczącego zastosowania różnych paliw w silnikach spalinowych,
- umiejętnością samodzielnego formułowania różnych problemów naukowych i ich rozwiązywania,
- właściwym doбором procedury pomiarowej i badawczej w stosunku do sformułowanego problemu badawczego,
- umiejętnością merytorycznie poprawnej interpretacji uzyskanych wyników badań oraz właściwym formułowaniem wniosków.

W mojej ocenie zaprezentowany przez Kandydata cykl dziesięciu publikacji artykułów naukowych stanowi znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria mechaniczna.

3.7. Informacja o spełnieniu przez kandydata kryterium dotyczącego wykazania się istotną aktywnością naukową

Dr inż. Michał Pyrc wykazał współpracę z Michigan Technological University, USA w ramach projektu Horyzont 2020 MSCA-RISE KNOCKY 691232, Knock prevention and increase of reliability and efficiency of high power gaseous internal combustion engine – którego był uczestnikiem w latach 2017-2019. Odbił tam 3 miesięczny staż (07.06–08.09.2017) w ramach którego prowadził wspólne badania z profesorem J. Naberem i jego doktorantami i studentami na wielopaliwowych silnikach spalinowych. Prowadził badania spalania i współspalania paliw ciekłych i gazowych na silnikach stosowanych w transporcie i jednostkach stacjonarnych pracujących w kogeneracji. Prowadzone badania miały na celu sprawdzenie przydatności wybranych paliw alternatywnych i ich wdrożenie do przemysłu motoryzacyjnego. Wyniki badań zamieszczono w raportach prac studentów, jak i publikacjach naukowych:

Szwaja S., Ansari E., Rao S., Szwaja M., Naber J., Pyrc M., Influence of Exhaust Residuals on Combustion Phases, Exhaust Toxic Emission and Fuel Consumption from a Natural Gas Fueled Spark-Ignition Engine, Energy Conversion and Management, 2018, 440-446, Vol. 165, DOI: 10.1016/j.enconman.2018.03.075 lista A MNiSW, IF 6.377, 45 pkt.

Współpraca naukowo-badawcza z Wileńskim Uniwersytetem Technicznym im. Giedymina, Litwa. W 2017 roku dr inż. Michał Pyrc był opiekunem badawczym R. Jukneleviciusa, który prowadził badania eksperymentalne do swojej pracy doktorskiej. Badania realizowane były na stanowiskach silnikowych przygotowanych przez Habilitanta na Politechnice Częstochowskiej. W latach 2017-2018 odbył kilka wizyt technicznych na Wileńskim Uniwersytecie Technicznym. Od 2018 roku prowadzi z dr R. Jukneleviciusem wspólne badania silnikowe z wykorzystaniem paliw alternatywnych. Efektem współpracy są publikacje i referaty konferencyjne:

1. Juknelevicius R., Szwaja S., Pyrc M., Gruca M., 2019, Influence of Hydrogen Co-Combustion with Diesel Fuel on Performance, Smoke and Combustion Phases in the Compression Ignition Engine, International Journal of Hydrogen Energy, Vol. 44, 19026-19034. 140 pkt. IF 4.939
2. Pyrc M., Gruca M., Jamrozik A., Tutak W., Juknelevicius R., 2021, An Experimental Investigation of the Performance, Emission and Combustion Stability of Compression Ignition Engine Powered by Diesel and Ammonia Solution (NH₄OH), International

Journal of Engine Research, Vol. 22, DOI: 10.1177/1468087420940942. 100 pkt. IF 3.874

3. Szwaja S., Gruca M., Pyrc M., Juknelevicius R., Performance and Exhaust Emissions of a Spark Ignition Internal Combustion Engine Fed with Butanol-Glycerol Blend, Energies, 2021, ISS. 20, Vol.14, DOI: 10.3390/en14206473 140 pkt. IF 3,542

4. Juknelevicius R., Szwaja S., Pyrc M., Gruca M., Pukalskas S., Combustion of RME - Diesel and NExBTL - Diesel Blends with Hydrogen in the Compression Ignition Engine, 2018, Journal of KONES. Powertrain and Transport, 261-274, DOI 10.5604/01.3001.0012.4341

Reasumując uważam, że przedstawiona do oceny aktywność naukowa Kandydata jest istotna i spełnia wymagania w sprawie kryterium oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

3.8. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzujących naukę kandydata do stopnia doktora habilitowanego

1. Dr inż. Michał Pyrc prowadził, bądź prowadzi następujące zajęcia dydaktyczne dla studentów na kierunkach: Mechanika i Budowy Maszyn, Energetyka, Mechatronika:

- Transport samochodowy – wykład, seminarium,
- Budowa samochodu - laboratorium,
- Dynamika pojazdu - laboratorium,
- Sprężarki i turbosprężarki - laboratorium,
- Doładowanie tłokowych silników spalinowych - laboratorium,
- Układy automatyki przemysłowej - wykład, laboratorium,
- Podstawy automatyki - laboratorium,
- Napęd i sterowanie elektrohydrauliczny maszyn i urządzeń - wykład, laboratorium
- Bezpieczeństwo i higiena pracy - wykład, szkolenia,
- Układy elektroniczne i technika pomiarowa - laboratorium,
- Miernictwo i systemy pomiarowe - laboratorium,
- Metrologia i systemy pomiarowe - laboratorium,
- Maszyny i napęd elektryczny – wykład, laboratorium,
- Elektrotechnika i elektronika - laboratorium.

2. Był promotorem 32 i recenzentem 21 prac dyplomowych magisterskich i inżynierskich na kierunkach: Mechanika i Budowa Maszyn, Mechatronika, Energetyka, Samochody.
3. Kandydat jest współautorem trzech skryptów i ćwiczeń laboratoryjnych dla studentów:
 - Bereś D., Borecki R., Pyrc M., Szwaja S., Wybrane zagadnienia napędów hydraulicznych i pneumatycznych – ćwiczenia, Politechnika Częstochowska 2001,
 - Gruca M., Grzelka J., Pyrc M., Szwaja S., Tutak W., Miernictwo i systemy pomiarowe, Politechnika Częstochowska 2008,
 - Zbroński D., Górecka-Zbrońska A., Tutak W., Gruca M., Pyrc M., Kępa A., Elektrotechnika i elektronika-laboratorium, Politechnika Częstochowska 2022.
4. Kandydat jest wieloletnim opiekunem studenckiego Koła Naukowego Techniki Motoryzacyjnej działającego przy Katedrze Maszyn Ciepłych Politechniki Częstochowskiej. Studenci i członkowie koła naukowego zaprojektowali i zbudowali trójkołowy pojazd z napędem sprężonym na gaz (azotem, powietrzem) Pneumobil. Brali czynny udział z tym pojazdem w międzynarodowych zawodach Pneumobil 2017 na Węgrzech gdzie startowali w trzech konkurencjach ze swoim pneumobilem.
5. Od 2012 Kandydat bierze czynny udział w:
 - Dniach Otwartych Politechniki Częstochowskiej,
 - Festiwalu Nauki dla młodzieży,
 - Dniach promocji Uczelni.
6. Cyklicznie prowadzi zajęcia pokazowe (wykłady, laboratoria) dla uczniów szkół średnich przybliżając młodzieży szkolnej zagadnienia techniczne związane z napędem i silnikami spalinowymi. Spotkania te również mają na celu propagowanie nowoczesnych rozwiązań stosowanych w pojazdach i silnikach spalinowych.
7. Był członkiem komitetu organizacyjnego:
 - Międzynarodowej Konferencji Naukowej „Silniki Gazowe” 2010.
 - Międzynarodowej Konferencji Naukowej „Technologia uprawy mikroglonów w bioreaktorach zamkniętych z recyklingiem CO₂ i innych odpadów z biogazowni”, 2015.
 - Międzynarodowej Konferencji Naukowej „44th International Scientific Congress on Powertrain and Transport Means European KONES 2018”.
8. Był pełnomocnikiem Dziekana ds. Praktyk programowych dla zamawianego kierunku Energetyka w latach 2011-2015.

9. W ramach działalności organizacyjnej na Uczelni był członkiem komisji rekrutacyjnej, komisji wyborczej do władz Uczelni.

10. Jest od dwóch kadencji Społecznym Inspektorem Pracy na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Informatyki, Politechniki Częstochowskiej. Przeprowadza cykliczne szkolenia pierwszej pomocy i ochrony przeciwpożarowej dla studentów i doktorantów.

Był promotorem pomocniczym w zakończonym przewodzie doktorskim dra inż. Mariusza Chwista w latach 2019-2023. Praca doktorska: Spalanie ciekłych produktów termicznego przetwarzania substancji organicznej w tłokowym silniku spalinowym, promotor: prof. dr hab. inż. Stanisław Szwaja.

Wyniki wspólnych badań zostały zaprezentowane między innymi w publikacji: Chwist M., Pyrc M., Gruca M., Szwaja S., By-Products from Thermal Processing of Rubber Waste as Fuel for the Internal Combustion Piston Engine, Combustion Engines, 2020, 11-18, DOI 10.19206/CE-2020-202.

Od ponad dwudziestu lat współpracuje z największym producentem w Polsce strunobetonowych żerdzi energetycznych i elementów betonowych dla energetyki, Strunobet-Migacz Sp. z o. o. Dzięki współpracy na płaszczyźnie uczelnia-przemysł może wykorzystać i rozwijać swoje zainteresowanie hydrauliką siłową i prowadzić prace wdrożeniowe. Podczas dwuletniego stażu przemysłowego w firmie Strunobet-Migacz Sp. z o. o. opracował i wdrożył technologię spęczania prętów zbrojeniowych, żebrowanych w mocowaniu do stalowych głowic mocujących, wirowanych żerdzi wykonywanych w technologii betonu sprężonego. Opracował i wykonał prototypową hydrauliczną prasę spęczającą do wykonywania połączeń żebrowanego pręta zbrojeniowego ze stalową głowicą mocującą (patent PL 228736). Zaprojektowana prasa i cały ciąg technologiczny zostały wykorzystane do seryjnej produkcji, energetycznych żerdzi wirowanych typ ETG1-3 dla kolejowej trakcji elektrycznej. W trakcie swojej wieloletniej współpracy z tą firmą projektował i wykonywał liczne nowatorskie układy wykonawcze i napędowe hydrauliki siłowej, które znalazły zastosowanie w wielkoseryjnej, zautomatyzowanej produkcji wyrobów z betonu sprężonego, żelbetu dla energetyki (żerdzie energetyczne, wielocłonowe wieże energetyczne i telekomunikacyjne, kontenery pod stacje transformatorowe, podkłady, pale i płyty ustojowe).

Obecnie Kandydat jest konsultantem technicznym i nadzoruje realizowaną aktualnie budowę: Elektrowni biogazowej na bazie tłokowego silnika spalinowego zasilanego

gazem wysypiskowym z odzyskiem ciepła, przez Częstochowskie Przedsiębiorstwo Komunalne w Częstochowie. Jest odpowiedzialny za prawidłowe wykonanie montażu, uruchomienie i eksploatację kontenerowej jednostki kogeneracyjnej na bazie tłokowego silnika spalinowego TEDOM 350 zasilanego biogazem wysypiskowym.

Uczestniczy również w pracach przygotowawczych do realizacji budowy dachowej instalacji fotowoltaicznej na dachach budynków sortowni i kompostowni odpadów komunalnych, jak i gruntowej farmy fotowoltaicznej na obszarach zrehabilitowanych kwater składowisk odpadów komunalnych Przedsiębiorstwa Komunalnego w Częstochowie.

Podsumowując ocenę osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzujących naukę Kandydata do stopnia doktora habilitowanego w okresie po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk technicznych uznaję, iż pod względem ilościowym oraz jakościowym jest to dorobek wystarczający i spełniający wymagania ustawy w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego.

Wniosek końcowy

Przedstawione w poszczególnych punktach recenzji oceny świadczą o tym, że osiągnięcia naukowe **dra inż. Michała Pyrca** ubiegającego się o nadanie stopnia doktora habilitowanego **odpowiadają wymaganiom** określonym w art. 219 ust. 1 pkt. 2 i 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 roku poz. 85, z późn. zm.).

Podsumowując stwierdzam, że dorobek naukowy oraz inne osiągnięcia Kandydata wypełniają wymagania stawiane w przewodach habilitacyjnych. Uzasadnia to pozytywną ocenę wniosku o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna i wnioskuję o dopuszczenie dra inż. Michała Pyrca do dalszych czynności w postępowaniu habilitacyjnym.