



prof. dr hab. inż. Dariusz Butrymowicz

Katedra Techniki Ciepłej
Wydział Mechaniczny
Politechnika Białostocka
ul. Wiejska 45C, 15-950 Białystok,
tel. 571 443 089
505 835 170
e-mail: d.butrymowicz@pb.edu.pl

Białystok, 30.05.2023

Recenzja

**osiągnięć naukowych, dydaktycznych, organizacyjnych, popularyzatorskich
oraz współpracy międzynarodowej Dr inż. Marka Wasilewskiego
w związku z postępowaniem o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego**

Podstawą dla wykonania niniejszej recenzji jest pismo Prorektora ds. ogólnych i operacyjnych Politechniki Opolskiej, Pana Prof. dr hab. inż. Tomasza Boczara z dnia 06 marca 2023 wraz z umową na wykonanie recenzji oraz kserokopią uchwały o powołaniu komisji habilitacyjnej.

Otrzymałem kopię dokumentacji w wersji papierowej oraz elektronicznej przewodu obejmującą wniosek Dr inż. Marka Wasilewskiego do Rady dyscypliny naukowej Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka za pośrednictwem Rady Doskonałości Naukowej z dnia 17 listopada 2022 wraz z załącznikami:

- o dane wnioskodawcy;
- o kopia dyplomu doktora nauk technicznych;
- o autoreferat w języku polskim;
- o wykaz osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, w tym: informacja o opublikowanych pracach naukowych, aktywności naukowej oraz współpracy z otoczeniem społecznym i gospodarczym;
- o kopie 12 publikacji oraz dwóch wystąpień patentowych deklarowanych jako osiągnięcie naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny;
- o kopie dokumentów potwierdzających aktywność naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, tj. kopie publikacji oraz potwierdzenie odbycia stażu;
- o oświadczenia współautorów o ich udziale w publikacjach współautorskich;
- o kopie ważniejszych dokumentów potwierdzających pozostałe osiągnięcia.

1. Sylwetka Habilitanta

Dr inż. Marek Wasilewski ukończył studia magisterskie na Wydziale Mechanicznym Politechniki Opolskiej w 2004 roku. W latach 2005-2011 Habilitant pracował w Politechnice Opolskiej w jednostkach organizacyjnych związanych z transferem technologii (w Biurze Transferu Technologii i Wdrożeń, Dziale Nauki i Transferu Technologii oraz w Akademickim Inkubatorze Przedsiębiorczości). W roku 2011 został zatrudniony jako asystent na Wydziale Inżynierii Produkcji i Logistyki rodzimej Uczelni. W dniu 14 stycznia 2015 uzyskał stopień doktora nauk technicznych na Wydziale Mechanicznym Politechniki Opolskiej w dyscyplinie Budowa i eksploatacja maszyn. Tytuł rozprawy doktorskiej: *Optymalizacja konstrukcji cyklonów pierwszego stopnia instalacji wypalania klinkieru.*

promotorem w przewodzie doktorskim był Dr hab. inż. Jerzy Duda, zaś recenzentami Prof. dr hab. inż. Krzysztof Jesionek oraz Dr hab. inż. Bolesław Dobrowolski. Habilitant jest od 2017 roku zatrudniony w Politechnice Opolskiej na stanowisku adiunkta na Wydziale Inżynierii Produkcji i Logistyki, gdzie pracuje aktualnie.

2. Ocena osiągnięć naukowych Habilitanta

Habilitant wyspecyfikował do oceny jako osiągnięcie naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny (Art. 219, ust. 1, punkt 2, lit. b Ustawy z dnia 20 lipca 2018 Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, Dz. U. z 2021 r. poz. 478, 619) dwanaście publikacji deklarowanych jako cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowych, 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 Ustawy. Ponadto Habilitant zgłosił jako elementy przedmiotowego osiągnięcia naukowego dwa uzyskane indywidualnie patenty (Art. 219, ust. 1, punkt 2, lit. c Ustawy z dnia 20 lipca 2018 Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, Dz. U. z 2021 r. poz. 478, 619) jako zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne lub artystyczne. Habilitant wskazał następujący tytuł powyższego osiągnięcia naukowego: *Analiza zjawiska przepływu aerozolu oraz doskonalenie konstrukcji odpylaczy cyklonowych, w szczególności cyklonów specjalnego przeznaczenia.*

2.1. Zawartość merytoryczna wskazanego osiągnięcia naukowego Habilitanta

W skład publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe Dr inż. Marka Wasilewskiego wchodzi:

- [1] Wasilewski M., Analysis of the effects of temperature and the share of solid and gas phases on the process of separation in a cyclone suspension preheater, *Separation and Purification Technology* 168 (2016), 114–123;
140 pkt. wg punktacji MEiN w 2022; IF 8.258; 18 cytowań.
- [2] Wasilewski M., Brar L., Optimization of the geometry of cyclone separators used in clinker burning process: A case study, *Powder Technology* 313 (2017) 293–302;
140 pkt. wg punktacji MEiN w 2022; IF 5.035; 27 cytowań.
- [3] Wasilewski M., Analysis of the effect of counter-cone location on cyclone separator efficiency, *Separation and Purification Technology* 179 (2017), 236–247;
140 pkt. wg punktacji MEiN w 2022; IF 8.258; 0 cytowań.
- [4] Wasilewski M., Ligus G., The effect of vortex finder shape on separation efficiency and pressure drop in lower-stage cyclones used for clinker burning. A CFD study, *Engineering Mechanics 2018, 24th International Conference May 14–17, 2018 Svratka, Czech Republic*, 917–920 (artykuł konferencyjny indeksowany w bazie WoS);
5 pkt. wg punktacji MEiN w 2022; IF 0; 0 cytowań.
- [5] Wasilewski M., Ligus G., Effect of discretization method of a computational domain on particle separation in a cyclone separator, *10th Conference on Interdisciplinary Problems in Environmental Protection and Engineering EKO–DOK 2018, E3S Web of Conferences*, 2018, 185 (artykuł konferencyjny indeksowany w bazie WoS);
5 pkt. wg punktacji MEiN w 2022; IF 0; 0 cytowań.
- [6] Wasilewski M., Brar L., Effect of the inlet duct angle on the performance of cyclone separators, *Separation and Purification Technology* 213 (2019) 19–33;
140 pkt. wg punktacji MEiN w 2022; IF 8.258; 42 cytowania.
- [7] Wasilewski M., Anwailer S., Masiukiewicz M., Characterization of multiphase gas–solid

- flow and accuracy of turbulence models for lower stage cyclones used in suspension preheaters, *Chinese Journal of Chemical Engineering* 27 (2019) 1618–1629;
40 pkt. wg punktacji MEiN w 2022; IF 2.853; 6 cytowań.
- [8] Wasilewski M., Brar L., Investigations of the flow field inside a square cyclone separator using DPIV and CFD, *11th Conference on Interdisciplinary Problems in Environmental Protection and Engineering EKO–DOK 2019, E3S Web of Conferences*, 2019, 100 (artykuł konferencyjny indeksowany w bazie WoS);
5 pkt. wg punktacji MEiN w 2022; IF 0; 4 cytowania.
- [9] Wasilewski M., Brar L., Ligus G., Experimental and numerical investigation on the performance of square cyclones with different vortex finder configurations, *Separation and Purification Technology* 239 (2020) 116588;
140 pkt. wg punktacji MEiN w 2022; IF 8.258; 21 cytowań.
- [10] Wasilewski M., Brar L., Ligus G., Effect of the central rod dimensions on the performance of cyclone separators – optimization study, *Separation and Purification Technology* 274 (2021) 119020;
140 pkt. wg punktacji MEiN w 2022; IF 8.258; 9 cytowań.
- [11] Shastri R., Wasilewski M., Brar L., Analysis of the novel hybrid cyclone separators using large-eddy simulation, *Powder Technology* 394 (2021) 951–969;
140 pkt. wg punktacji MEiN w 2022; IF 5.305; 2 cytowania.
- [12] Pandey S., Saha I., Prakash O., Mukherjee T., Iqbal J., Roy A.K., Wasilewski M., Brar L., CFD investigations of cyclone separators with different cone heights and shapes, *Applied Sciences* 12 (2022) 4904;
100 pkt. wg punktacji MEiN w 2022; IF 2.921; 0 cytowań.
- Patenty wchodzące w skład osiągnięcia naukowego:
- P1. Patent 238406 Odpylacz cyklonowy. Data zgłoszenia: 26.05.2020 r., Data udzielenia prawa: 19.05.2021 r., autor: M. Wasilewski.
- P2. Patent: Odpylacz cyklonowy z wlotem czystego powietrza. Data zgłoszenia 15.03.2022 r., Data przyznania prawa: 21.10.2022 r. Numer zgłoszenia P.440654 (w trakcie nadawania nr patentu).

W dokumentacji przewodu zamieszczono oświadczenia współautorów o ich udziale rzeczowym w publikacjach współautorskich, jak również zamieszczono szczegółową informację o udziale rzeczowym Habilitanta w powyższych publikacjach współautorskich.

Przedstawiony do oceny dorobek naukowy, wchodzący w skład głównego osiągnięcia naukowego, obejmuje w zakresie merytorycznym opracowanie w sposób kompleksowy opisu zjawisk przepływów aerozolu w odpylaczach cyklonowych o różnych konstrukcjach i w różnych zastosowaniach.

Należy podkreślić, że zjawiska przepływu aerozolu w odpylaczach cyklonowych są przedmiotem badań od ponad 100 lat, stąd podejmowane przez Habilitanta zagadnienia badawcze należą do obszaru dość dobrze rozpoznanego zarówno pod względem aspektów fizycznych, jak również metodycznych w zakresie modelowania przepływów, jak i rozwiązań technicznych. Z tego punktu widzenia podjęcie ambitnych oraz kompleksowych prac badawczych w obszarze zidentyfikowanym jako niedostatecznie rozpoznany bądź rozwinięty – jest przedsięwzięciem ambitnym.

Habilitant zamieścił w Autoreferacie syntetyczny przegląd stanu wiedzy w aspektach luk poznawczych, metodycznych oraz technologicznych, co stanowiło podstawę do realizacji prac badawczych stanowiących przedmiot osiągnięcia naukowego. Habilitant wskazał w

Autoreferacie na następujący cel podejmowanych prac badawczych: *Zdefiniowanie, przebadanie i opracowanie nowych rozwiązań konstrukcyjnych pozwalających na zwiększenie wydajności odpylaczy cyklonowych*. Powyższy cel Habilitant osiągnął realizując prace w pięciu następujących obszarach rzeczowych:

- A. Określenie najważniejszych czynników wpływających na wydajność cyklonów (w szczególności wpływu temperatury czynników roboczych, udziału poszczególnych faz oraz ukształtowania wylotu oczyszczonych gazów). Opracowanie nowego modelu umożliwiającego dobór średnicy części cylindrycznej odpylacza cyklonowego z uwzględnieniem indywidualnych warunków pracy danej instalacji technologicznej. Przeprowadzenie studium przypadku.
- B. Opracowanie niestandardowych rozwiązań konstrukcyjnych usprawniających pracę odpylaczy cyklonowych (z uwzględnieniem uniwersalnego charakteru zaproponowanych metod zwiększenia wydajności – możliwych do zastosowania niezależnie od typu, wymiarów i parametrów przepływowych).
- C. Zbadanie wpływu przyjętej strategii badań numerycznych odpylaczy cyklonowych na jakość wyników uzyskanych na drodze obliczeń CFD. Zbadanie potencjału zaawansowanego modelu LES w badaniach nad odpylaczami cyklonowymi.
- D. Możliwie jak najdokładniejszy opis zjawiska przepływu dwufazowego wewnątrz odpylaczy cyklonowych w celu właściwej interpretacji wpływu zmian konstrukcyjnych na parametry wydajności.
- E. Opracowanie nowych konstrukcji odpylaczy cyklonowych (w tym separatorów hybrydowych) o szerokim spektrum potencjalnego wykorzystania (np. jako separatory wstępne lub końcowe, klasyfikatory cząstek, separatory w instalacjach kotłów fluidalnych).

Wskazany powyżej podział obszarów badawczych w pełni koresponduje ze wskazanym tematem publikacji oraz uzyskanych patentów, wskazanym przez habilitanta celem badawczym, jak również z przedstawionym w sposób syntetyczny stanu wiedzy ze wskazaniem obszarów dotąd mniej zbadanych. Poniżej odniosę się do przedmiotowego osiągnięcia przyjmując wskazany przez Habilitanta podział obszarów badawczych.

Obszar tematyczny A

W zakresie publikacji [1] wskazanej jako osiągnięcie naukowe - podjęto zagadnienie oceny wpływu temperatury fazy gazowej na wlocie na efektywność procesu separacji cząstek stałych. Wykonano systematyczne analizy numeryczne, na podstawie których wskazano na kluczowe znaczenie tego parametru, przy czym wykazano, że strumień masy cząstek stałych wpływa na efektywność procesu separacji w znacznie mniejszym stopniu. W analizie uwzględniono również transport ciepła pomiędzy fazą gazową a cząstkami fazy stałej. Z kolei w pracy [2] Habilitant podjął zagadnienie doboru średnicy części cylindrycznej cyklonu poprzez rozwinięcie klasycznej zależności dostępnej w literaturze. Analizie opartej na wynikach modelowania numerycznego poddano kryteria doborowe obejmujące aspekty spadku ciśnienia i sprawności separacji. Wykazano przydatność zaproponowanej zależności na średnicę części cylindrycznej separatora cyklonowego i powiązanych z nim zasadniczych wielkości geometrycznych do projektowania separatorów cyklonowych dla różnych zastosowań. Uzyskane rezultaty mają także doniosłe znaczenie praktyczne, ponieważ wskazują na uniwersalność zaproponowanej metody doboru cech geometrycznych separatora cyklonowego. Kolejnym otwartym problemem badawczym podjętym przez Habilitanta jest zagadnienie wpływu kształtu kanału wlotowego do separatora cyklonowego na efektywność procesu separacji oraz osiągnięte poziomy spadku ciśnienia. W publikacji [4] zamieszczono

wyniki obliczeń numerycznych wykonanych dla różnych konfiguracji kanału wlotowego dla przepływów z cząstkami stałymi o różnych średnicach. Sformułowano skonkretyzowane zalecenia projektowe biorąc pod uwagę uwarunkowania aplikacyjne separatora, w tym przypadku dla instalacji wypalania klinkieru.

Obszar tematyczny B

W zakresie innowacyjnych rozwiązań separatorów cyklonowych poprawiających ich sprawność – Habilitant rozważał zastosowanie „przeciwstożka” ulokowanego w dolnej części separatora. Sama idea zastosowania takiego rozwiązania jest co prawda znana w literaturze, jednakże zagadnienie doboru właściwych cech geometrycznych takiego elementu jak i jego najbardziej korzystnej lokalizacji - stanowił przed rozpoczęciem badań otwarte zagadnienie, co w efekcie uniemożliwiło praktyczne zastosowanie tego rozwiązania. Zastosowanie przeciwstożka szczególnie zasadne jest dla cyklonów z płaszczem spiralnym. W publikacji [3] na podstawie systematycznej analizy opartej na wynikach modelowania numerycznego potwierdzono istotną poprawę skuteczności separacji z zastosowaniem takiego rozwiązania. Wskazano także na efekty negatywne w postaci pojawienia się zjawiska aglomeracji cząstek ciała stałego na powierzchni stożka dla części parametrów geometrycznych a także wzrost spadku ciśnienia w separatorze. Ustalono jednakże korzystny zakres zasadniczych parametrów geometrycznych oraz lokalizacyjnych przeciwstożka. Praca wniosła istotny wkład poznawczy w tym zakresie. Kolejnym aspektem podjętym przez Habilitanta w zakresie możliwej poprawy efektywności procesu separacji jest zagadnienie ukształtowania przewodu doprowadzającego przepływ dwufazowy gaz-cząstki stałe do komory wlotowej separatora. W szczególności kluczowym parametrem jest kąt przewodu wlotowego w płaszczyźnie poziomej i pionowej. Na podstawie systematycznej analizy opartej na wynikach modelowania numerycznego – zidentyfikowane zostały optymalne kąty tego przewodu dla których uzyskuje się najwyższą sprawność separacji. Zagadnienie to pozwoliło także Habilitantowi wnikać głębiej w aspekty fizyczne tworzenia się wiru wznoszącego oraz opadającego. Kolejnym rozwiązaniem analizowanym przez Habilitanta poprawiającym efektywność procesu separacji jest zastosowanie pręta w osi separatora. Zagadnieniu temu poświęcona jest publikacja [10]. Na podstawie systematycznej analizy opartej o wyniki modelowania numerycznego oraz badań eksperymentalnych z zastosowaniem metody PIV potwierdzono, że zastosowanie pręta znacząco poprawia sprawność separacji, określono krytyczną średnicę i długość pręta dla uzyskania jak największej poprawy efektywności procesu separacji cząstek stałych. Co więcej, prowadzone badania pozwoliły także potwierdzić, że dzięki zastosowaniu pręta uzyskuje się stabilizację przepływu w rejonie wiru wewnętrznego wznoszącego i opadającego oraz zwiększenie symetrii przepływu. Również w tej pracy Habilitant podjął zagadnienia bardziej wnikliwej analizy aspektów fizycznych w zakresie zjawisk przepływowych, w tym identyfikacji i analizy fluktuacji składowych prędkości oraz identyfikacji wirów z zastosowaniem różnych metod. Zagadnienie ukształtowania kanału wylotowego z separatora podjęto z kolei w pracy [9] – zasadniczo podejmującej także bardziej wnikliwe aspekty modelowania złożonego przepływu w odpylaczach cyklonowych o przekroju kwadratowym. W tym zakresie Habilitant zidentyfikował optymalne ukształtowanie kanału z punktu widzenia skuteczności separacji oraz spadku ciśnienia.

Obszary tematyczne C i D

Ten obszar dotyczy rozwoju modelowania numerycznego separatorów cyklonowych dla przepływu dwufazowego gaz-cząstki stałe. W pracy [5] Habilitant podjął zagadnienia dyskretyzacji siatki obliczeniowej przy modelowaniu numerycznym separatorów

cyklonowych. Istotnym zagadnieniem podjętym w tej pracy jest identyfikacja typów siatek numerycznych dla zagadnień projektowania urządzeń dla zastosowań przemysłowych oraz dla prac naukowych w aspekcie uzyskiwanej dokładności predykcji oraz kosztu numerycznego (czasu obliczeń numerycznych). Kolejnym aspektem jest kwestia aplikacji różnych modeli turbulencji oraz zastosowania metody LES, co zostało podjęte w publikacji [7]. W pracy tej dokonano analizy doboru metod modelowania przepływów turbulentnych pod kątem predykcji skuteczności odpylania. Nie podjęto jednakże kwestii oceny predykcji tych modeli dla pól prędkości bądź predykcji struktur wirowych. Zagadnienie to podjęto natomiast w pracy [8], w której przedstawiono wyniki prac badawczych z zastosowaniem identyfikacji pól prędkości za pomocą PIV. Analizę tę podjęto w szczególności dla cyklonów kwadratowych, gdzie generowane są dodatkowe wiry i wobec tego pole prędkości jest bardziej złożone. Aspekty metodyczne w zakresie modelowania numerycznego podjęte zostały także w publikacji [9], gdzie podjęto zagadnienie walidacji modeli numerycznych z zastosowaniem metody PIV identyfikacji pól prędkości dla cyklonów o przekroju kwadratowym dla różnych konfiguracji kanału wylotowego.

Obszar tematyczny E

Obszar ten obejmuje zagadnienia opracowania nowych rozwiązań technicznych separatorów cyklonowych. W szczególności w pracy [11] Habilitant podjął zagadnienie opracowania rozwiązania separatorów cyklonowych hybrydowych, tj. o przekroju okrągłym zamontowanym na korpusie o przekroju kwadratowym. W oparciu o systematyczną analizę opartą o wyniki obliczeń numerycznych obejmującą szeroki zakres parametrów geometrycznych Habilitant zidentyfikował najbardziej korzystne warianty konfiguracji separatora hybrydowego. Ważnym elementem tej pracy jest także wnikliwa analiza fizycznych aspektów generowania wirów dla tak złożonej geometrii separatora cyklonowego. W pracy [12] podjęto zagadnienie najkorzystniejszych cech geometrycznych części stożkowej separatora cyklonowego. Przeanalizowano przy tym nie tylko klasyczne kształty stożkowe, lecz także wypukłe i wklęsłe. Istotnym osiągnięciem jest w tym przypadku wykazanie, że niestandardowe ukształtowanie części „stożkowej” separatorów pozwala na wypracowanie balansu pomiędzy poprawą sprawności separacji cząstek stałych a ograniczeniem spadku ciśnienia w separatorze. W tym obszarze osiągnięciami Habilitanta są dwa jednoautorskie patenty [P1] oraz [P2], w których zaproponował on innowacyjne rozwiązania separatora cyklonowego. W patencie [P1] istota rozwiązania jest ograniczenie zjawiska precesji wiru wewnętrznego i i zmniejszenie prędkości osiowej w strefie wylotu odseparowanych cząstek, natomiast w patencie [P2] ograniczenie zjawiska przepływu wstecznego wskutek zasilania cyklonu gazem czystym obwodowo.

2.2. Ocena merytoryczna wskazanego osiągnięcia naukowego Habilitanta

Habilitant opatrzył przedkładany zbiór publikacji wspólnym wyróżnikiem w postaci tytułu jednoznacznie wskazującego na jego jednotematyczność. W mojej ocenie – biorąc pod uwagę zawartość merytoryczną przedkładanych publikacji – dotyczą one kompleksowej analizy bardzo złożonych procesów przepływowych zachodzących w separatorach cyklonowych w aspektach oceny sprawności separacji, spadku ciśnienia jak również aspektów fizycznych oraz rozwoju technologii tego typu urządzeń. Wobec powyższego stwierdzam, że przedłożony do oceny zbiór publikacji - w sposób jednoznaczny spełnia warunek jednotematyczności.

Uwagi krytyczne w zakresie wskazanego osiągnięcia naukowego Habilitanta:

- a) Z uwagi na to, że część osiągnięcia naukowego obejmuje również publikacje wieloautorskie – własne osiągnięcia byłyby zaprezentowane w sposób czytelniejszy w postaci monografii prezentującej indywidualny wkład Habilitanta na tle osiągnięć uzyskiwanych w pracy zespołowej.
- b) Badania złożonych zjawisk przepływowych w separatorach cyklonowych dotyczą istotnych wskazanych osiągnięć naukowych Habilitanta. Biorąc pod uwagę, że rozprawa doktorska Habilitanta dotyczyła zagadnień częściowo obejmujących powyższy obszar tematyczny, ocenę rozwoju naukowego Habilitanta ułatwiłoby wskazanie w Autoreferacie w sposób bardziej szczegółowy zakresu rzeczowego prac badawczych podjętych w pracy doktorskiej. Habilitant zwrócił uwagę, że zasadniczym aspektem podjętym w pracy doktorskiej są wytyczne konstrukcyjne separatorów cyklonowych z uwzględnieniem różnych funkcji celu, co częściowo można uznać za zagadnienia leżące poza zakresem prac ujętych w osiągnięciu Habilitanta. Należy podkreślić, że dyskutowana kwestia w świetle obowiązujących wymagań formalnych nie rzutuje na pozytywną ocenę osiągnięcia naukowego, lecz jedynie ułatwiłaby ocenę rozwoju naukowego Habilitanta.

Za najistotniejsze osiągnięcia Habilitanta wnoszące istotny wkład poznawczy w dyscyplinie *Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka* uważam:

- wykonanie kompleksowych analiz w zakresie uwarunkowań fizycznych osiągnięcia wysokiej skuteczności separacji cząstek stałych z gazu oraz niskich oporów przepływu w separatorach cyklonowych o różnej konfiguracji w oparciu o badania eksperymentalne oraz zaawansowane modele numeryczne tych urządzeń;
- identyfikacja optymalnych cech geometrycznych separatorów cyklonowych wraz z propozycją innowacyjnych rozwiązań technicznych zawartych w jednoautorskich patentach Habilitanta.

Przedmiotowe osiągnięcia mają niewątpliwie charakter prac w pełni oryginalnych, zastosowano w nich nowoczesne narzędzia badawcze do realizacji modelowania numerycznego oraz prac eksperymentalnych. Ważne jest także, że w ramach osiągnięcia naukowego podejmowane były prace o charakterze wielowątkowym, wykraczające poza ramy dostępnej w literaturze wiedzy. Należy podkreślić, że Habilitant podjął bardzo złożone zagadnienia modelowania przepływu dwufazowego gaz - cząstki ciała stałego w separatorach cyklonowych w obszarach zidentyfikowanych jako słabiej zbadane w literaturze naukowej. W osiągnięciu naukowym Habilitanta podejmowane są zagadnienia wnoszące istotny wkład poznawczy oraz metodyczny. Podejmowane w ramach osiągnięcia naukowego prace obejmują zatem problemy naukowe o wysokim stopniu oryginalności. Jednotematyczny cykl publikacji obejmuje zatem w pełni wartościowe poznawczo prace o opublikowane w renomowanych czasopismach z listy JCR, na ogół o wysokich bądź nawet bardzo wysokich wskaźnikach wpływu *Impact Factor*. Należy także wskazać na pewne walory użytkowe osiągnięcia naukowego – bowiem podejmowane przez Habilitanta prace mogą znaleźć zastosowanie przemysłowe – jakkolwiek aspekty aplikacyjne są w osiągnięciu naukowym są raczej mniej wyeksponowane.

Podsumowując osiągnięcia naukowe Dr inż. Marka Wasilewskiego zawarte w przedłożonym do recenzji zestawie prac, mogę stwierdzić, że:

- a) przedstawione wyniki badań stanowią jednotematyczny, twórczy dorobek naukowy Habilitanta;
- b) zastosowana metodologia badań jest w mojej ocenie prawidłowa;

- c) podejście Habilitanta charakteryzuje się szerokim, wielowątkowym ujęciem podejmowanych problemów badawczych;
- d) udział Habilitanta w pracach współautorskich obejmuje w zdecydowanej większości przypadków kluczowe elementy tych prac i może być uznany za jego w pełni oryginalne osiągnięcie naukowe;
- e) przedstawione wyniki badań wskazane przez Habilitanta jako główne osiągnięcie naukowe - mogą być uznane za osiągnięcie habilitacyjne stanowiące znaczący wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny naukowej *Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka*.

2.3. Ocena aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej

Dla celów dokonania oceny specyficznie w odniesieniu do kryterium zawartego w wymaganiach ustawowych w Art. 219, ust. 1, punkt 3 (Ustawa z dnia 20 lipca 2018 Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, Dz. U. z 2021 r. poz. 478, 619) ocenie podlega także działalność badawcza we współpracy z ośrodkami badawczymi zagranicznymi oraz krajowymi.

W tym zakresie należy podkreślić, że osiągnięcie naukowe zostało wypracowane w ramach współpracy Habilitanta z pracownikami z innej niż macierzysta jednostką naukową. W szczególności, Habilitant podejmował owocną i udokumentowaną z następującymi ośrodkami badawczymi:

- Brila Institute of Technology (Indie) – współpracę z tym ośrodkiem dokumentują publikacje [2, 6, 8, 9, 10, 11, 12] stanowiące część osiągnięcia naukowego habilitacyjnego; współpracę tę dokumentuje również udział w Komitecie Doradczym konferencji *International Conference on Thermo-Fluids Engineering & System Design* (2022 r. Mesra, Indie);
- Sumy State University (Ukraina) - współpracę z tym ośrodkiem dokumentuje publikacja: Fedak W., Ulbrich R., Ligus G., Wasilewski M., Kołodziej S., Wasilewska B., Ochowiak M., Włodarczak S., Krupińska A., Pavlenko I., Influence of Spray Nozzle Operating Parameters on the Fogging Process Implemented to Prevent the Spread of SARS-CoV-2 Virus, *Energies* 2021, 14, 4280;
- Sikkim Manipal University (Indie) - współpracę z tym ośrodkiem dokumentuje publikacja [12] stanowiąca część osiągnięcia naukowego habilitacyjnego;
- University of Calcutta (Indie) - współpracę z tym ośrodkiem dokumentuje publikacja [12] stanowiąca część osiągnięcia naukowego habilitacyjnego;
- Politechnika Poznańska - współpracę z tym ośrodkiem dokumentują dwie publikacje:
 - Fedak W., Ulbrich R., Ligus G., Wasilewski M., Kołodziej S., Wasilewska B., Ochowiak M., Włodarczak S., Krupińska A., Pavlenko I., Influence of Spray Nozzle Operating Parameters on the Fogging Process Implemented to Prevent the Spread of SARS-CoV-2 Virus, *Energies* 2021, 14, 4280;
 - Gogolin A., Wasilewski M., Ligus G., Wojciechowski S., Gapinski B., Krolczyk J.B., Zajac D., Krolczyk G.M., Influence of geometry and surface morphology of the U-tube on the fluid flow in the range of various velocities, *Measurement* 164 (2020) 108094;
- Uniwersytet Warszawski - współpracę z tym ośrodkiem dokumentują dwa realizowane projekty badawcze: granty: *Wpływ ukształtowania przewodu wlotowego do odpylaczy cyklonowych na skuteczność odpylania oraz spadek ciśnienia oraz Symulacja i analiza zjawisk cieplno-przepływowych urządzeń i układów procesowych* – w obu przypadkach

- Habilitant pełnił funkcję kierownika, efektem ich realizacji są m. in. publikacje [4, 5, 6, 7, 9, 10, 11] stanowiące część osiągnięcia naukowego habilitacyjnego;
- Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Nysie - efektem współpracy jest realizacja obronionej w 2020 roku pracy doktorskiej Jacka Tomasiaka pt. *Ocena efektywności techniczno-ekonomicznej wybranego procesu cieplnego za pomocą analizy wielokryterialnej*, której Habilitant był promotorem pomocniczym; efektem tej współpracy są też publikacje:
 - Wasilewski M., Duda J., Multicriteria optimisation of first-stage cyclones in the clinker burning system by means of numerical modelling and experimental research, *Powder Technology* 289 (2016) 143–158;
 - Duda J. Kazimierczak S., Wasilewski M., Ocena metod redukcji NOx na przykładzie wypalania klinkieru cementowego, *Prace ICiMB*, 2017 nr 28: 7-16;
 - Sitkowska J., Duda J., Duczowska-Kądział A., Wasilewski M., Optymalizacja procesu przemiału cementu na przykładzie Cementowni Odra S.A., PWSZ Nysa, 2015.
 - Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych; Oddział Inżynierii Materiałowej, Procesowej i Środowiska - efektem tej współpracy są publikacje:
 - Wasilewski M., Głodek-Bucyk E., Kalinowski W., Weryfikacja modeli numerycznych CFD na przykładzie cyklonów stosowanych w cyklonowym wymienniku ciepła, *Prace ICiMB*, 2017 nr 29: 76–89;
 - Głodek-Bucyk E., Wasilewski M., Kalinowski W., Badania sprawności separacji dolnych cyklonów wymiennika w układzie wypalania klinkieru portlandzkiego, *Prace ICiMB*, 2018 nr 32: 21–30.
 - Politechnika Wroclawska - efektem tej współpracy jest publikacja: Wasilewski A., Wasilewski M., SOA Approach in E-Commerce Integration, *Vision 2020: Sustainable Economic Development and Application of Innovation Management*.

Habilitant odbył 2-tygodniowy staż naukowy w Państwowej Wyższej Szkole Zawodowej w Nysie w terminie 07.03.2022 do 20.03.2022.

Przy ocenie powyżej wskazanych osiągnięć – za znaczące pod względem udokumentowanego rozwoju w zakresie współpracy z ośrodkami naukowymi – należy uznać współpracę z badaczami z Brila Institute of Technology, gdyż współpraca ta zaowocowała znaczącymi osiągnięciami publikacyjnymi o bardzo dużej wartości merytorycznej.

Powyżej wskazane osiągnięcia dowodzą, że Dr inż. Marek Wasilewski spełnia w niezbędnym stopniu przedmiotowe wymagania kryterialne wskazane w Art. 219, ust. 1, punkt 3 Ustawy.

3. Ocena dorobku naukowym, osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych, popularyzatorskich oraz współpracy międzynarodowej

Na dorobek naukowy Habilitanta składają się osiągnięcia stanowiące przedmiot następujących publikacji powiązanych tematycznie ze wskazanym głównym osiągnięciem naukowym:

- cykl 12 powiązanych tematycznie artykułów [1-12] omówionych w punkcie 2.1 niniejszej recenzji;
- dwa patenty [P1] oraz [P2] omówione w punkcie 2.1 niniejszej recenzji;
- 9 rozdziałów w monografiach uczelnianych (w tym 7 przed i 2 po uzyskaniu stopnia doktora);

- 32 artykuły opublikowanych w czasopiśmie naukowych międzynarodowych bądź publikacjach pokonferencyjnych (w tym 6 przed i 26 po uzyskaniu stopnia doktora);
- 4 raporty techniczne;
- 12 referatów opublikowanych w materiałach międzynarodowych i krajowych konferencji naukowych (w tym 7 przed i 5 po uzyskaniu stopnia doktora).

Osiągnięcia publikacyjne Habilitanta opisują następujące wskaźniki nauko metryczne wskazane w dokumentacji przewodu habilitacyjnego:

- sumaryczny współczynnik wpływu Impact Factor IF = 75.721;
- ilość cytowań wg bazy Web of Science 201 bez autocytowań;
- indeks Hirsha wg bazy Web of Science IH = 8.

Habilitant posiada także dorobek w zakresie współpracy z sektorem gospodarczym, który w oparciu o zestawienie zawarte w dokumentacji przewodu habilitacyjnego obejmuje (w zakresie ekspertyz naukowo-technicznych) opracowanie koncepcyjne optymalizacji cyklonów I stopnia instalacji wypału klinkieru w Cementowni Odra S.A. w 2014 roku.

Habilitant posiada również duży dorobek organizacyjny oraz recenzencki w obszarze naukowym, na który składa się:

- członkostwo w komitetach naukowych w 8 konferencjach naukowych, w tym w 4 o charakterze międzynarodowym;
- członkostwo w zespołach redakcyjnych czasopism naukowych: *Processes* (IF 3.338); *Sustainability* (IF 3.437); *Oficyna Wydawnicza Politechniki Opolskiej* (redaktor wydziałowy);
- członek *Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją* oraz *Polskiego Towarzystwa Zarządzania Innowacjami*;
- rady recenzentów czasopisma *Applied Sciences* (ISSN 2076-3417, IF 2.679);
- 128 recenzji w renomowanych indeksowanych w WoS czasopiśmie międzynarodowych.

W Autoreferacie Habilitant zaprezentował znaczący dorobek w zakresie dydaktycznym i organizacyjnym na poziomie macierzystej uczelni:

- prowadzonych zajęć dydaktycznych na trzech kierunkach studiów: Zarządzanie i inżynieria produkcji; Logistyka; Inżynieria bezpieczeństwa;
- zajęcia dydaktyczne na studiach podyplomowych (Technologie informacyjne w edukacji z oprogramowaniem);
- promotorstwo 30 prac dyplomowych, w tym 26 prac inżynierskich oraz 4 magisterskich;
- współautorstwo dwóch skryptów dydaktycznych:
 - Łapuńka I., Mazurek R., Paszek A., Wasilewski M., Wittbrodt P., Komputerowe wspomaganie projektowania CAD. Ćwiczenia laboratoryjne. Oficyna Wydawnicza Politechniki Opolskiej; Opole 2016;
 - Łapuńka I., Mazurek R., Paszek A., Wasilewski M., Wittbrodt P., Komputerowe Wspomaganie Wytwarzania CAM. Ćwiczenia laboratoryjne. Oficyna Wydawnicza Politechniki Opolskiej; Opole 2017.
- aktywne uczestnictwo w działalności wielu organów uczelnianych (rady dydaktyczne, kolegia elektorów, rada wydziału, komisje rekrutacyjne).

Bardzo duża aktywność naukowa i organizacyjna Habilitanta była wielokrotnie nagradzana na poziomie macierzystej Uczelni.

Podsumowując ocenę dorobku Dr inż. Marka Wasilewskiego w zakresie naukowym wykraczającym poza wskazane główne osiągnięcie naukowe, stwierdzam, że Habilitant posiada znaczący dorobek naukowy w skali międzynarodowej udokumentowany bardzo dobrymi wskaźnikami naukowymi. Posiada on duży dorobek recenzencki, osiągnięcia w realizacji prac projektowych oraz osiągnięcia w zakresie ochrony własności intelektualnej. Istotna część dorobku naukowego, dydaktycznego, projektowego oraz organizacyjnego przypada na okres po uzyskaniu doktoratu. Powyższe świadczy o tym, że Dr inż. Marek Wasilewski posiada ugruntowany, znaczący dorobek naukowy wnoszący istotny wkład w dyscyplinie *Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka* w skali międzynarodowej, a także osiągnięcia w zakresie dydaktyki, organizacji pracy badawczej, recenzji prac naukowych i popularyzacji nauki - świadczące o wysokiej pozycji zawodowej oraz dużej aktywności akademickiej.

4. Konkluzja końcowa

Przedstawiona powyżej analiza dorobku naukowego Dr inż. Marka Wasilewskiego dowodzi, że posiada on znaczące osiągnięcie naukowe, spełniające kryteria wyspecyfikowane w Art. 219, ust. 1, punkt 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478, 619) dla osiągnięć naukowych w postępowaniu habilitacyjnym.

Również dokonana w recenzji analiza uzyskanych przez Dr inż. Marka Wasilewskiego osiągnięć w odniesieniu do całości dorobku naukowego, dydaktycznego, popularyzatorskiego i współpracy międzynarodowej wykazuje, że spełnia on również pozaustawowe, zwyczajowe kryteria oczekiwane przez kandydatów na stopień doktora habilitowanego.

W konkluzji stwierdzam, że wniosek o nadanie Dr inż. Markowi Wasilewskiemu stopnia doktora habilitowanego nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie *Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka* uważam za w pełni zasadny.

