

Prof. dr hab. inż. Tadeusz Bohdal
Politechnika Koszalińska
Wydział Mechaniczny
Katedra Energetyki
ul. Raławicka 15-17
75-620 Koszalin

Koszalin, 09.05.2023 r.

Recenzja

wniosku o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego dr inż. Markowi Wasilewskiemu na podstawie jednotematycznego cyklu prac, składającego się z 12 publikacji naukowych oraz 2 oryginalnych osiągnięć konstrukcyjnych (2 indywidualne patenty) pod wspólnym tytułem:

„Analiza zjawiska przepływu aerozolu oraz doskonalenie konstrukcji odpylaczy cyklonowych, w szczególności cyklonów specjalnego przeznaczenia”

oraz opinia o dorobku naukowo-badawczym, dydaktycznym i organizacyjnym Kandydata, wykonana na podstawie zlecenia przewodniczącej dyscypliny Inżynierii Środowiska, Górnictwa i Energetyki dr hab. inż. Małgorzaty Wzorek, prof. PO (Umowa o dzieło nr 4/04/ISGiE/23 z dnia 06.04.2023 r.).

1. Wstęp

Dr inż. Marek Wasilewski urodził się 16 listopada 1979 roku w Zdieszowicach. W latach 1999 ÷ 2004 studiował na Wydziale Mechanicznym Politechniki Opolskiej, na kierunku inżynieria środowiska o specjalności racjonalne gospodarowanie energią. W 2015 roku uzyskał stopień doktora nauk technicznych nadany uchwałą Rady Wydziału Mechanicznego Politechniki Opolskiej, na podstawie rozprawy zatytułowanej „*Optymalizacja konstrukcji cyklonów pierwszego stopnia instalacji wypalania klinkieru*”. Praca doktorska została obroniona w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn. Promotorem w tej rozprawie był dr hab. inż. Jerzy Duda, a recenzentami: prof. dr hab. inż. Krzysztof Jesionek z Politechniki Wrocławskiej i dr hab. inż. Bolesław Dobrowolski, profesor Politechniki Opolskiej.

Kandydat w latach 2005 ÷ 2011 był pracownikiem Politechniki Opolskiej w jednostkach administracji centralnej (Biuro Transferu Technologii i Wdrożeń, Dział Nauki i Transferu Technologii, Akademicki Inkubator Przedsiębiorczości). Od 2011 roku jest pracownikiem naukowo-dydaktycznym zatrudnionym kolejno na stanowiskach asystenta i adiunkta na Wydziale Inżynierii Produkcji i Logistyki w Politechnice Opolskiej.

2. Ocena osiągnięcia naukowego

Podstawą do ubiegania się dr inż. Marka Wasilewskiego o stopień doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka jest jednotematyczny cykl prac składający się z 12 publikacji naukowych oraz 2 oryginalnych osiągnięć konstrukcyjnych (2 indywidualne patenty) pod wspólnym tytułem: „*Analiza zjawiska przepływu aerozolu oraz doskonalenie konstrukcji odpylaczy cyklonowych, w szczególności cyklonów specjalnego przeznaczenia*”. Wszystkie prace wchodzące w skład osiągnięcia naukowego były zrealizowane po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk technicznych.

Jest to zbiór Jego prac wykonanych w latach 2016 ÷ 2022, w postaci 9 artykułów w uznanych czasopismach o zasięgu światowym, 3 publikacji konferencyjnych (indeksowanych w bazie WoS) oraz 2 oryginalnych osiągnięć konstrukcyjnych w postaci indywidualnych patentów:

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., IF 8,258, 40 pkt., udział własny 100 %;
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, IF 5,305, 40 pkt.;
3. Wasilewski M.: *Analysis of the effect of counter-cone location on cyclone separator efficiency*, Separation and Purification Technology 179 (2017), 236–247, IF 8,25840 40 pkt., udział własny 100 %;
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), 15 pkt.;
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), 15 pkt.;
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, IF 8,258, 140 pkt.;
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 pre-heaters*, Chinese Journal of Chemical Engineering 27 (2019) 1618–1629, IF 2,853, 40 pkt.;
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, (artykuł konferencyjny indeksowany w bazie WoS), 5 pkt.;

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., IF 8,258, 140 pkt.;
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, IF : 8,258, 140 pkt.;
11. Shastri R., Wasilewski M., Brar L.: *Analysis of the novel hybrid cyclone separators using large-eddy simulation*, Powder Technology 394 (2021) 951–969, IF 5,305, 140 pkt.;
12. Pandey S., Saha L., 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, IF 2,921, 100 pkt.

Osiągnięcia Kandydata o charakterze konstrukcyjnym związane tematycznie z Jego osiągnięciem i dorobkiem naukowym to dwa indywidualne patenty:

1. Patent 238406 *Odpylacz cyklonowy*. Data zgłoszenia: 26.05.2020 r., data udzielenia prawa: 19.05.2021 r.
2. 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).

Przedstawiony do oceny dorobek Habilitanta dotyczy możliwości uzyskania poprawy jakości powietrza atmosferycznego poprzez ograniczenie zanieczyszczeń generowanych przez przemysł w postaci substancji zawierających cząstki stałe lub zanieczyszczenia gazowe. Uwaga Habilitanta została zwrócona na bardzo szeroko rozpowszechnioną grupę urządzeń, którą stanowią separatory mechaniczne, gdzie proces separacji opiera się na wykorzystaniu siły grawitacji i/lub siły odśrodkowej. Do najczęściej stosowanych można zaliczyć odpylacze cyklonowe, które mają wiele zalet, takich jak prosta konstrukcja, brak elementów ruchomych, niskie koszty eksploatacji oraz konserwacji. Sprawia to, że są wykorzystywane w wielu gałęziach przemysłu, w tym w energetyce, przemyśle chemicznym, przemyśle drzewnym, przemyśle cementowym itp. Pomimo prostej konstrukcji fizyka i struktury przepływu w separatorze cyklonowym są bardzo złożone. Silnie wirowy, turbulentny przepływ mieszaniny dwufazowej w separatorach cyklonowych jest z natury bardzo niestabilny i wysoce anizotropowy. Z tego powodu nie wszystkie zjawiska zostały dokładnie wyjaśnione i opisane, co wymusza prowadzenie dalszych szczegółowych badań w tym zakresie. Dotyczy to w szczególności poszukiwania możliwości poprawy wydajności odpylaczy cyklonowych, co ma duże znaczenie, szczególnie w separatorach uczestniczących w procesie regulacji układów technologicznych. Podejmowane są liczne działania mające na celu usprawnienie ich konstrukcji – pod kątem zwiększenia ich wydajności, skuteczności odpylania oraz spadku ciśnienia. Autor dokonał szczegółowej analizy dostępnej literatury w zakresie podjętej tematyki badawczej, danych pochodzących z praktyki przemysłowej oraz rozwiązań patentowych. Pozwoliło to na zdefiniowanie wniosków, określenie luk badawczych i zdefiniowanie głównego celu badawczego w postaci:

„Zdefiniowania, przebadania i opracowania nowych rozwiązań konstrukcyjnych pozwalających na zwiększenie wydajności odpylaczy cyklonowych”. Zrealizowane przez habilitanta, we współpracy z zespołem badawczym prace dotyczą badań eksperymentalnych, opracowania metod i modeli obliczeniowych, obliczeń projektowych odpylaczy cyklonowych oraz ich podzespołów. W oparciu o przeprowadzone badania eksperymentalne opracowano nowe modele obliczeniowe, przyjęto kryteria i warunki brzegowe przy projektowaniu lub doborze elementów odpylaczy cyklonowych itp.

Należy tu wyeksponować szczególne osiągnięcia Autora, w postaci istotnego wkładu naukowego, a dotyczącego takich problemów, jak:

- **opracowanie nowego modelu umożliwiającego dobór średnicy części cylindrycznej odpylacza cyklonowego** z uwzględnieniem indywidualnych warunków pracy danej instalacji technologicznej, gdzie określono najważniejsze czynniki wpływające na wydajność cyklonów, w tym temperatury czynników roboczych, udziału poszczególnych faz oraz ukształtowania wylotu oczyszczonych gazów. Opracowany model umożliwia uwzględnienie indywidualnych warunków (w tym temperatury mediów roboczych) instalacji technologicznych. Ponadto ma charakter uniwersalny, może być stosowany zarówno w przypadku procesu projektowania tradycyjnych odpylaczy cyklonowych, jak i cyklonów specjalnego przeznaczenia. W ramach prowadzonych prac badawczych wykazano, że całkowita skuteczność odpylania zmniejsza się wraz ze wzrostem temperatury (zwłaszcza w zakresie temperatury powyżej 700 K) oraz, że ze wzrostem strumienia fazy stałej wzrasta skuteczność procesu odpylania. Wypracowane wnioski poszerzają wiedzę z zakresu wpływu parametrów przepływających mediów na wydajność odpylaczy cyklonowych. Mają ponadto praktyczne zastosowanie – mogą być pomocne na etapie zarządzania procesem separacji i mogą się przyczynić do zmniejszenia szkodliwego oddziaływania na środowisko procesów technologicznych;
- **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. Zaproponowano wprowadzenie dodatkowego elementu w postaci przeciwstożka, który ma wpływ na wydajność odpylaczy cyklonowych. Zaproponowano nową niestandardową (o cechach uniwersalności) metodę zwiększenia skuteczności odpylania, polegającą na zdefiniowaniu optymalnej lokalizacji przeciwstożka w oparciu o średnicę kanału wylotowego odseparowanych cząstek ciała stałego B. Stwierdzono, że przy założeniu maksymalizacji skuteczności odpylania, można uzyskać optymalną lokalizację przeciwstożka. Zbadano również wpływ kąta przewodu doprowadzającego mieszaninę dwufazową do kanału wlotowego odpylacza cyklonowego na skuteczność odpylania oraz spadek ciśnienia;
- **zbadanie wpływu przyjętej strategii badań numerycznych odpylaczy cyklonowych** na jakość wyników uzyskanych na drodze obliczeń CFD oraz potencjału zaawansowanego modelu LES w badaniach nad odpylaczami cyklonowymi. Opracowane wnioski poszerzyły wiedzę w zakresie metod dyskretyzacji domeny obliczeniowej odpylaczy cyklonowych. W oparciu o nie stwierdzono, że istotne jest uwzględnienie na samym początku procedury badawczej charakteru podejmowanych badań nad odpylaczami cyklonowymi. W przypadku badań przemysłowych bardziej zasadny jest wybór domeny o mniejszych wymaganiach obliczeniowych (np.

domeny hybrydowej) – w przeciwieństwie do badań naukowych i dostępu do wysokowydajnego sprzętu obliczeniowego, gdzie zaleca się siatki heksagonalne. Rezultaty badań wykazały dużą zasadność stosowania modelu LES w badaniach nad tego typu separatorami. Oprócz możliwości uzyskania większej dokładności w zakresie parametrów wydajnościowych umożliwia on dokładniejszą analizę fizyki zjawiska przepływu. Może być stosowany do badania zaawansowanych szczegółów przepływu, takich jak uśrednione w czasie i zmienne pola składowych ciśnienia i prędkości, a także wpływu niestabilności hydrodynamicznej na struktury rdzenia wirów. Zidentyfikowano również duży potencjał metody DPIV (PIV), która dotychczas była bardzo rzadko wykorzystywana w badaniach nad odpylacami cyklonowymi. Ta metoda badawcza może być bardzo dobrym narzędziem w procesie walidacji wyników uzyskanych za pomocą CFD – także w zakresie analizy rozkładów pól prędkości i innych parametrów przepływu. Dodatkowo ma większy potencjał i możliwości niż dotychczas stosowane w procesie walidacji metody LDA i PDA;

- **opracowanie dokładnego opisu zjawiska przepływu dwufazowego** wewnątrz odpylaczy cyklonowych, w celu właściwej interpretacji wpływu zmian konstrukcyjnych na parametry wydajności. Bazując na przedstawionych wnioskach zaproponowano optymalny sposób doprowadzenia mieszaniny dwufazowej do komory wlotowej odpylaczy cyklonowych. Kanał wlotowy powinien być skierowany pod kątem 90° zarówno w płaszczyźnie pionowej (doprowadzenie od góry), jak i poziomej (zgięcie w prawą stronę). Dodatkowo w procesie analizy fizyki przepływu wykorzystano dwa narzędzia dotychczas bardzo rzadko stosowane w przypadku odpylaczy cyklonowych, to jest analizę izopowierzchni 3D kształtu i położenia rdzenia wiru w oparciu o kryterium λ_2 oraz analizę intensywności turbulencji z wykorzystaniem TKE. Połączenie trzech metod badawczych umożliwiło przeprowadzenie szerokiej analizy fizyki zjawiska przepływu w cyklonach o przekroju okrągłym. Przeprowadzona walidacja zastosowanych metod potwierdziła dużą dokładność i potencjał modelu LES. Potwierdzono także bardzo istotną rolę zjawiska PVC w przypadku tych konstrukcji. W procesie badawczym wykorzystano nowe metody: identyfikację i analizę fluktuacji składowych prędkości i ciśnienia w oparciu o funkcję RMS oraz identyfikacji wirów bazującą na funkcji hesjanu ciśnienia i kryterium Q;
- **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 itp. Zaproponowane nowe konstrukcje hybrydowe mogą mieć szerokie zastosowanie poprzez właściwe powiązania pomiędzy skutecznością odpylania a spadkiem ciśnienia. Opracowane warianty mogą być lepszym wyborem w instalacjach CFB – zamiast typowych cyklonów kwadratowych, zapewniając duży wzrost skuteczności separacji przy bardzo niskim wzroście wartości spadku ciśnienia. Kolejne warianty, w zależności od wymagań, mogą realizować funkcję separatorów wstępnych lub klasyfikatorów cząstek. Dodatkowo przeprowadzona analiza fizyki przepływu pozwoliła poszerzyć wiedzę także w tym zakresie. Uzyskano nowe informacje na temat tworzenia się struktury wiru Rankine'a w cyklonie kwadratowym. Zaprezentowane wyniki poszerzają wiedzę zarówno w zakresie wpływu ukształtowania sekcji stożkowej na wydajność odpylaczy cyklonowych, jak i zjawiska przepływu. Uzyskane rezultaty potwierdziły skuteczność nowej grupy konstrukcji odpylaczy cyklonowych o szerokim zakresie potencjalnego wykorzystania. Zaprezentowane in-

formacje potwierdzają, że konstrukcje te umożliwiają właściwe relacje pomiędzy parametrami wydajnościowymi, a skutecznością odpylania i spadkiem ciśnienia;

- **uzyskanie dwóch patentów**, gdzie zaproponowano nowe rozwiązania konstrukcyjne umożliwiające zwiększenie skuteczności odpylania powietrza w odpylaczach cyklonowych.

Należy wyraźnie podkreślić, że prezentowana przez Habilitanta tematyka cyklu prac jest bardzo interesująca, oryginalna i nowoczesna. Bazuje na najnowszych osiągnięciach naukowych z ostatnich lat. Przedstawiony do oceny jednotematyczny cykl publikacji, pomimo że może stanowić kompletne dzieło naukowe, wskazuje również kierunki dalszego rozwoju badań i może inspirować do prowadzenia nowych badań w zakresie zmniejszania emisji szkodliwych czynników do środowiska. Przedstawiony dorobek naukowy stanowi istotny wkład w prace rozwojowe odpylaczy cyklonowych i ich elementów. Wyróżnia się wysokim poziomem opracowania, jest wypełniony kompleksowo wynikami badań i nowoczesną metodyką badawczą. Wnosi nową wiedzę do zagadnień szeroko pojętej inżynierii środowiska i jest przydatny inżynierom oraz pracownikom naukowym, zwłaszcza nauk technicznych. Uzyskane w toku realizacji badań wyniki mają cechy oryginalności oraz charakter interdyscyplinarny. Oprócz podstawowych efektów w postaci ograniczenia oddziaływania procesów technologicznych na środowisko oraz zdrowie i życie człowieka (inżynieria środowiska, górnictwo oraz energetyka) poszerzają one wiedzę w zakresie zagadnień mechaniki płynów oraz usprawnień konstrukcji (inżynieria mechaniczna), projektowania aparatury i urządzeń stosowanych w procesach inżynierii chemicznej i procesowej (inżynieria chemiczna).

Habilitant opracował nowy model obliczeniowy uwzględniający najważniejsze czynniki wpływające na wydajność cyklonów, przeprowadził liczne symulacje numeryczne w zakresie przepływu dwufazowego, opracował nowe konstrukcje cyklonów i ich elementów. Wnieiony przez Niego wkład w rozwój inżynierskich metod obliczeniowych pozwala na lepsze zrozumienie pracy odpylaczy cyklonowych oraz wytycza dalsze kierunki ich rozwoju i optymalizacji. Przedstawiony dorobek naukowy znacząco wpływa na rozwój aktualnego stanu wiedzy i stosowanych technik modelowania matematyczno-fizycznego. Podjęte działania przyczyniły się również do udoskonalenia i ewolucji konstrukcji nowoczesnych separatorów mechanicznych.

Opiniowane prace dr inż. Marka Wasilewskiego uważam za ważny i wartościowy wkład do poznania i analizy zjawisk przepływowych występujących w odpylaczach cyklonowych i ich elementach, co oznacza, że założony cel został zrealizowany. Postawione w publikacjach problemy zostały rozwiązane prawidłowo. **W podsumowaniu należy stwierdzić, że jednotematyczny cykl publikacji w postaci 9 artykułów w uznanych czasopismach o zasięgu światowym, 3 publikacji konferencyjnych (indeksowanych w bazie WoS) oraz 2 oryginalnych osiągnięć konstrukcyjnych w postaci indywidualnych patentów, jako osiągnięcie naukowe spełnia w moim przekonaniu, w sposób w pełni zadowalający wymagania określone w Ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.**

3. Ocena istotnej działalności naukowej

Dr inż. Marek Wasilewski po ukończeniu studiów prowadził prace badawcze związane z doskonaleniem konstrukcji różnego typu odpylaczy. Na podstawie uzyskanych wyników badań opracował rozprawę doktorską pt.: „*Optymalizacja konstrukcji cyklonów pierwszego stopnia instalacji wypalania klinkieru*”, która została obroniona w 2015 roku na Wydziale Mechanicznym Politechniki Opolskiej w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn.

Po uzyskaniu stopnia doktora dr inż. Marek Wasilewski kontynuował dalsze prace w zakresie opracowania nowych wytycznych projektowych dla wysokowydajnych konstrukcji odpylaczy cyklonowych, z uwzględnieniem różnych funkcji celu. Zaproponował nowe proporcje pomiędzy wymiarami poszczególnych sekcji konstrukcyjnych separatora oraz dodał kolejne cztery zależności na określanie parametrów geometrycznych odpylaczy cyklonowych. Zaproponowane wytyczne mogą bardzo istotnie wpłynąć na poprawę parametrów wydajnościowych odpylaczy cyklonowych oraz na ograniczenie energochłonności i oddziaływania na środowisko procesu wypalania klinkieru, a także znaleźć zastosowanie w innych gałęziach przemysłu.

Kolejne prace badawcze Habilitanta dotyczyły zjawiska przepływu oraz problemów eksploatacji wymienników ciepła, w tym nierównomierności przepływu cieczy w przestrzeni międzyrurowej płaszczowo–rurowego wymiennika ciepła (STHE). Stwierdzono, że nierównomierność przepływu w badanej geometrii jest wynikiem występowania dwóch głównych strug w przekroju przestrzeni międzyrurowej: strugi centralnej równoległej do kierunku przepływu cieczy pomiędzy rurami oraz strugi bocznej o ukośnym kierunku przepływu. Określono również wpływ eksploatacji wymiennika na zmiany w jego geometrii i chropowatości powierzchni wewnętrznej. Badano również wpływ parametrów konstrukcyjnych i przepływowych na rozwój zjawisk dwufazowych gaz–ciecz w procesach zamgławiania, gdzie zidentyfikowano zależność parametrów dyszy od kształtu stożka oprysku w zakresie dynamiki i rozkładu średnic kropeł. Zidentyfikowano szeroki zakres parametrów, przy których proces zamgławiania był realizowany w sposób stabilny i powtarzalny.

Habilitant prowadził także badania w zakresie procesów mieszania, które dotyczyły opisu fizyki przepływu z zastosowaniem metody PIV. Na podstawie uzyskanych wyników wyznaczono korelację pomiędzy prędkością obrotową mieszadła a wahaniami i kierunkami prędkości przepływu cieczy, dokonano także oceny intensywności mieszania wynikającej z prostokątnej geometrii naczynia. Zaproponowano zależność pomiędzy kształtem profilu prędkości krążącej cieczy a intensywnością procesu mieszania. Zaprezentowane wnioski mogą być pomocne w intensyfikacji wymiany ciepła w procesach mieszania. Należy również zauważyć wartościowe prace badawcze Kandydata w zakresie: zmniejszenia oddziaływania na środowisko procesu produkcji cementu (w tym ograniczenia emisji NO_x), wzrostu efektywności energetycznej pracy silników spalinowych, wykorzystania metod analizy wielokryterialnej w ocenie efektywności technicznoekonomicznej procesów cieplnych itp.

Swoje prace badawcze Habilitant realizował w ramach projektów badawczych finansowanych z grantów zdobywanych w konkursach, co świadczy o dobrych efektach Jego działalności naukowej. Brał udział w realizacji 4 grantów badawczych krajowych, w których dwa razy był kierownikiem. Na wyróżnienie zasługuje grant przyznany przez Narodowe Centrum

Nauki pt.: *Analiza zjawiska przepływu w odpylaczach cyklonowych z zastosowaniem metody anemometrii obrazowej (DPIV – Digital Particle Image Velocimetry)*, którym Habilitant kierował w latach 2018 ÷ 2019. Kierował też dwoma projektami przyznanymi przez Interdyscyplinarne Centrum Modelowania Matematycznego i Komputerowego Uniwersytetu Warszawskiego. Ponadto brał udział w realizacji pięciu projektów w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego, Program Operacyjny Kapitał Ludzki, gdzie dwa razy był kierownikiem. Był również członkiem siedmiu zespołów badawczych realizujących tematy naukowe w ramach badań statutowych Politechniki Opolskiej.

Należy zwrócić uwagę na opracowywane przez Kandydata praktyczne rozwiązania, które mają zastosowanie w przedsiębiorstwach. Należy tutaj wymienić współpracę z Przedsiębiorstwem Usług Technicznych DEMPOL, Cementownią Odra i firmą Diagnostyka Ciepła. Nawiązana współpraca zaowocowała opracowaniem innowacyjnych rozwiązań w zakresie optymalizacji cyklonów I stopnia instalacji wypału klinkieru i zmniejszenia emisji zanieczyszczeń do otoczenia. Wykonał również dwie ekspertyzy na zamówienie podmiotów gospodarczych.

Kandydat prowadził współpracę badawczą z różnymi ośrodkami naukowymi w kraju i za granicą. Należy tutaj wskazać na współpracę międzynarodową z *Birla Institute of Technology* dotyczącą wspólnych badań z zakresu wykorzystania metody numerycznego modelowania przepływów oraz optymalizacji odpylaczy cyklonowych, z *Uniwersytetem w Sumy*, która dotyczyła badań wpływu parametrów konstrukcyjnych i przepływowych na rozwój zjawisk dwufazowych gaz–ciecz występujących podczas procesu zamglawiania realizowanego z wykorzystaniem stożkowej dyszy ciśnieniowo-wirowej, z *Uniwersytetem Sikkim Manipal* i z *Uniwersytetem w Kalkucie*, gdzie opracowano nowe konstrukcje odpylaczy cyklonowych, zaprojektowano i przebadano 9 wariantów geometrycznych separatorów ze zmiennym profilem i długością ściany sekcji stożkowej. W ramach kraju Habilitant współpracuje z wieloma ośrodkami naukowymi, w tym z Politechniką Poznańską, Politechniką Wrocławską, Uniwersytetem Warszawskim, Instytutem Ceramiki i Materiałów Budowlanych; Oddział Inżynierii Materiałowej, Procesowej i Środowiska – Sieć Łukasiewicza oraz z Państwową Wyższą Szkołą Zawodową w Nysie. Efektem tej współpracy są liczne publikacje naukowe, pozyskane granty badawcze i efekty dydaktyczne.

Dorobek naukowy Kandydata jest znaczny i został wydatnie pomnożony po uzyskaniu stopnia doktora. Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora był autorem lub współautorem 14 artykułów naukowych wykazywanych w bazie danych WoS oraz 14 innych artykułów. Ponadto przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora był współautorem 13 artykułów. Sumaryczna wartość wskaźnika IF na dzień 17.11.2022 roku wynosiła 75,721. Na szczególne wyróżnienie zasługują publikacje w czasopismach o zasięgu międzynarodowym: *Separation and Purification Technology*, *Powder Technology*, *Chinese Journal of Chemical Engineering*, *Applied Sciences*, *Energies*, *Thermal Science* i *Measurement*.

Wyniki swoich badań przedstawił na 12 konferencjach krajowych i międzynarodowych (w tym na 4 po uzyskaniu stopnia doktora). Do najważniejszych konferencji należy zaliczyć konferencje o charakterze cyklicznym: *Conference on Interdisciplinary Problems in Environmental Protection and Engineering EKO-DOK*, *International Symposium on Heat Transfer and Renewable Sources of Energy HTRSE*, *A CFD study*, *Engineering Mechanics*, *Engi-*

neering Mechanics International Conference, International Business Information Management Association Conference.

Dorobek naukowy Habilitanta charakteryzuje wg bazy Web of Science - indeks Hirscha 8, liczba cytowań 201 (bez autocytowań). Wg bazy Scopus indeks Hirscha wynosi 8, łączna liczba cytowań 240 (bez autocytowań), wg bazy Google Scholar h-index = 9 łączna liczba cytowań 363. Łączna wartość punktów MEiN zgodnie z rokiem publikacji wynosi 1572, a sumaryczna wartość wskaźnika IF dla wszystkich publikacji 75,721.

Kandydat jest autorem dwóch patentów. W 2021 roku uzyskał patent dotyczący nowej konstrukcji odpylacza cyklonowego wyposażonego w wewnętrzny element w kształcie pręta, wyposażonego w łopatki o skonfigurowanych wymiarach względem średnicy cylindrycznej części odpylacza, a w 2022 roku otrzymał patent dotyczący nowej konstrukcji odpylacza cyklonowego wyposażonego w kanał wlotowy czystego gazu o określonych wymiarach, lokalizacji, a także parametrach przepływowych.

Dorobek naukowy dr inż. Marka Wasilewskiego oceniam bardzo wysoko. Jest on autorem wielu oryginalnych opracowań naukowych o charakterze poznawczym i aplikacyjnym. Podjęta tematyka badawcza jest nowoczesna i dotyczy jeszcze mało zbadanych problemów naukowych związanych z poszukiwaniem wzrostu efektywności działania odpylaczy cyklonowych oraz ich podzespołów. W swoich opracowaniach Habilitant opisuje fizykę zachodzących zjawisk i przedstawia modele matematyczne z nią związane. Są one bardzo przydatne w prowadzeniu rozważań naukowych i w obliczeniach inżynierskich. O ich przydatności świadczą bardzo liczne cytowania publikacji Autora. Na szczególną uwagę zasługuje prowadzenie badań pod kątem przyszłych zastosowań uzyskanych wyników. Dowodem tego jest uzyskanie dwóch patentów, udział w licznych projektach badawczych oraz szeroka współpraca z sektorem przemysłowym. Kandydat wykazuje się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni i instytucji naukowej (w tym zagranicznych).

Podsumowując stwierdzam, że dorobek naukowy Kandydata po uzyskaniu stopnia doktora jest znaczący, a istotną działalność naukową Kandydata oceniam jako bardzo dobrą. Oznacza to, że w pełni rekomenduję Go do uzyskania stopnia doktora habilitowanego.

4. Ocena osiągnięć dydaktycznych i organizacyjnych Kandydata

Dr inż. Marek Wasilewski pracę na stanowisku naukowo-dydaktycznym rozpoczął w 2011 roku na Wydziale Inżynierii Produkcji i Logistyki Politechniki Opolskiej. Początkowo pracował na stanowisku asystenta, a od roku 2017 jest adiunktem. Posiada doświadczenie dydaktyczne. Prowadził zajęcia ze studentami w postaci wykładów, ćwiczeń tablicowych i laboratoryjnych oraz projektowania na trzech kierunkach studiów: zarządzanie i inżynieria produkcji, logistyka oraz inżynieria bezpieczeństwa. Były to przedmioty: *Komputerowe wspomaganie prac inżynierskich, Systemy komputerowego wspomagania CAx, Innowacyjne projektowanie inżynierskie, Podstawy projektowania inżynierskiego, Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych, Organizacja łańcuchów dostaw energii w przedsiębiorstwie, Efektywność procesów konwersji i dystrybucji energii, Techniczne przygotowanie produkcji,*

Urządzenia i systemy energetyczne, Projektowanie procesów technologicznych, Konstrukcja maszyn, Zarządzanie bezpieczeństwem, Zaawansowane bazy danych w inżynierii produkcji, Technologie informacyjne, Zarządzanie bezpieczeństwem informacji, Ekologistyka, Techniczne systemy zabezpieczeń, Seminarium dyplomowe, Seminarium magisterskie. Dodatkowo prowadził zajęcia na studiach podyplomowych o nazwie *Technologie informacyjne w edukacji z programowaniem*. Był promotorem 30 prac dyplomowych oraz recenzentem licznych prac dyplomowych. Jest współautorem dwóch skryptów dydaktycznych dotyczących zastosowania narzędzi CAX opublikowanych przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Opolskiej w latach 2016 i 2017.

Od początku swojej pracy na Politechnice Opolskiej brał aktywny udział w działalności organizacyjnej w różnych aspektach funkcjonowania uczelni oraz jej współpracy ze środowiskami instytucyjno-biznesowymi. Był członkiem Rady Wydziału Inżynierii Produkcji i Logistyki, członkiem komisji dydaktycznych, członkiem Uczelnianego i Wydziałowego kolegium elektorów, członkiem zespołu do spraw opracowania planów zajęć, członkiem komisji konkursowej w ramach konkursu na najlepszą pracę dyplomową, członkiem Komisji rekrutacyjnej, członkiem czterech zespołów redakcyjnych monografii itp.

Kandydat prowadzi działalność organizacyjną na poziomie regionalnym i krajowym. Był ekspertem w procesie oceny merytorycznej wniosków w ramach projektu „PO Klucz do biznesu 2!” realizowanego przez Wojewódzki Urząd Pracy w Opolu, jest zastępcą przewodniczącego oddziału opolskiego Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, jest członkiem Polskiego Towarzystwa Zarządzania Innowacjami oraz członkiem zespołu promującego kierunki studiów wśród szkół województwa opolskiego. Jako członek komitetów organizacyjnych i naukowych brał udział przygotowaniu wielu wydarzeń naukowych, w tym: *II Międzynarodowa Konferencja Heat not lost* (2015 r., Kraków), seminarium naukowe: *Innowacyjne rozwiązania w przemyśle chemicznym* (2010 r., Opole), seminarium naukowe: *Nowe inicjatywy organizacyjne i technologiczne w zakresie chemii przemysłowej* (2008 r., Opole), konferencja naukowa: *Budownictwo energooszczędne* (.2007 r., Opole), konferencja naukowa: *Kogeneracja rozproszona – równoczesne wytwarzanie ciepła i prądu w gminie i w przedsiębiorstwie* (2006 r., Opole) i konferencja naukowa: *Energochłonność budynków* (2006 r., Opole). W latach 2016 ÷ 2022 opracował 128 recenzji prac naukowych w czasopismach indeksowanych w bazie WoS.

Dr inż. Marek Wasilewski sukcesywnie podwyższa swoje kwalifikacje również w zakresie wiedzy technicznej. Odbył trzy staże przemysłowe w podmiotach otoczenia gospodarczego: Przedsiębiorstwo Usług Technicznych DEMPOL-ECO, Cementownia Odra i Diagnostyka Ciepła. Ukończył studia podyplomowe o nazwie: *Świadectwa charakterystyki energetycznej i audyt energetyczny budynków*. Dodatkowo brał aktywny udział w licznych szkoleniach i warsztatach, dotyczących zarówno naukowego aspektu pracy na Politechnice Opolskiej, jak i dydaktycznego oraz organizacyjnego.

Za swoją działalność naukową, dydaktyczną i organizacyjną Kandydat otrzymał liczne nagrody i wyróżnienia. Należą do nich: *Stypendium Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego dla wybitnych młodych naukowców* (2020 r.) oraz *Brązowy Medal za Długoletnią Służbę* przyznany w 2016 r. przez Prezydenta RP. W roku 2020 został nominowany do nagrody *Oso-*

bowość Roku w kategorii Nauka w konkursie organizowanym przez instytucję Polska Press Grupa. W województwie opolskim uzyskał III miejsce. Za swoją działalność naukową i organizacyjną otrzymał siedem nagród i jedno stypendium Rektora Politechniki Opolskiej.

Biorąc powyższe pod uwagę wyrażam przeświadczenie, że dorobek dydaktyczny i organizacyjny jest znaczący i w pełni potwierdza kwalifikacje Kandydata do uzyskania stopnia doktora habilitowanego stanowiąc podstawę do dalszego awansu.

5. Wniosek końcowy

Na podstawie szczegółowej analizy przedstawionego osiągnięcia naukowego w postaci jednotematycznego cyklu prac składającego się z 12 publikacji naukowych oraz 2 oryginalnych osiągnięć konstrukcyjnych (2 indywidualne patenty) oraz działalności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej stwierdzam, że dr inż. Marek Wasilewski posiada znaczące i oryginalne osiągnięcia, które poszerzają dotychczasowy stan wiedzy w dyscyplinie Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka (w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych). Zgodnie z obowiązującymi przepisami: posiada stopień doktora, posiada w dorobku osiągnięcia naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny, wykazuje się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni i instytucji naukowej (w tym zagranicznej). Upoważnia mnie to do stwierdzenia, że Jego kandydatura w pełni odpowiada warunkom określonym w art. 219 ust.1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (t.j. Dz.U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.). Dorobek Kandydata jest zgodny z kryteriami oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka.

Tadeusz Bieluch