

Wrocław, 3.04.2017 r.

Prof. dr hab. Adam Figiel  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
Instytut Inżynierii Rolniczej  
ul. Chełmońskiego 37a  
51-630 Wrocław

Recenzja rozprawy habilitacyjnej stanowiącej jednotematyczny cykl publikacji pt.  
„Teoretyczna i eksperymentalna analiza pracy przemysłowych instalacji suszenia  
rozpryskowego” oraz ocena dorobku naukowego i dydaktyczno-organizacyjnego

**dr inż. Pawła Wawrzyniaka**

zatrudnionego na stanowisku adiunkta w Zakładzie Procesów Ciepłych i Dyfuzyjnych  
Katedry Inżynierii Środowiska na Wydziale Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska  
Politechniki Łódzkiej

### **1. Sylwetka zawodowa Habilitanta**

Dr inż. Paweł Wawrzyniak ukończył studia wyższe w 1984 roku w Instytucie Inżynierii Chemicznej Politechniki Łódzkiej na Wydziale Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska uzyskując tytuł zawodowy magistra inżyniera. W latach 1984 – 1993 pracował jako chemik, a w latach 1993 – 1999 był zatrudniony na stanowisku asystenta w macierzystej uczelni w Katedrze Procesów Ciepłych i Dyfuzyjnych. W 1999 roku uzyskał stopień doktora nauk technicznych na podstawie rozprawy pt. „Efektywny współczynnik dyfuzji w niskotemperaturowym procesie wytwarzania aerożelu krzemionkowego”. W tym samym roku objął stanowisko adiunkta nie zmieniając miejsca zatrudnienia do 2015 roku, w którym rozpoczął dotychczasową pracę jako adiunkt w Zakładzie Procesów Ciepłych i Dyfuzyjnych Katedry Inżynierii Środowiska na Wydziale Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej.

Habilitant podnosił swoje kwalifikacje zawodowe biorąc udział w pracach zespołu, którego skuteczność potwierdzona została licznymi wdrożeniami przemysłowymi dotyczącymi m.in. prototypu suszarki fluidalnej z pionowym mieszadłem ułatwiającym fluidyzację wilgotnego cukru. Swoje doświadczenie naukowe wzbogacał w latach 1991-1993 jako stypendysta rządu Japonii (Monbusho) na Uniwersytecie Kioto.

### **2. Ocena rozprawy habilitacyjnej**

Recenzowana rozprawa habilitacyjna stanowiąca jednotematyczny cykl publikacji pt. „Teoretyczna i eksperymentalna analiza pracy przemysłowych instalacji suszenia rozpryskowego” składa się z następujących pozycji:

1. **Pawel Wawrzyniak**, Marek Podyma, Ireneusz Zbicinski, Zdzislaw Bartczak, Julia Rabaeva: Modeling of Air Flow in an Industrial Countercurrent Spray-Drying Tower: *Drying Technology*, vol. 30, 2, 2012, pp 217-224.
2. **Pawel Wawrzyniak**, I. Zbicinski, Z. Bartczak, J. Rabaeva: Advanced Experimental Analysis of Industrial Counter Current Spray Drying Process, *Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Drying Symposium*, Xiamen, China, 11-15 November 2012.
3. **Pawel Wawrzyniak**, Marcin Piątkowski, Maciej Jaskulski: Air temperature profile in spray dryer - experimental analysis., Raport of the research for Tetra Pack, 2013 Lodz (confidential).
4. **Pawel Wawrzyniak**, Marek Podyma, Ireneusz Zbicinski, Zdzislaw Bartczak, Andrzej Polanczyk, Julia Rabaeva: Model of Heat and Mass Transfer in an Industrial Counter-Current Spray-Drying Tower, *Drying Technology*, vol. 30, 11-12, 2012, pp 1274-1282.
5. **Pawel Wawrzyniak**, Marek Podyma, Maciej Jaskulski, Ireneusz Zbicinski: Indirect Valiation in CFD Modeling of Spray Drying Process: *Proceedings of the 6th Nordic Drying Symposium*, Copenhagen, Denmark, 5-7 June 2013.
6. **Pawel Wawrzyniak**, Maciej Jaskulski, Ireneusz Zbicinski, Marek Podyma: Two Phase CFD Model of Counter Current Spray Drying Process, *Proceedings of the 19<sup>th</sup> International Drying Symposium*, Lyon, France, 24-27 August 2014.
7. **Pawel Wawrzyniak**, Maciej Jaskulski, Marek Podyma, Ireneusz Zbicinski: CFD Modelling of Moisture Evaporation in an Industrial Dispersed System, *Advanced Powder Technology* (<http://dx.doi.org/10.1016/j.ap.2016.09.029>).
8. Maciej Jaskulski, **Pawel Wawrzyniak**, Ireneusz Zbiciński: CFD Model of Particle Agglomeration in Spray Drying, *Drying Technology*, vol. 33, 15-16, 2015, pp. 1971-1980.
9. Ireneusz Zbiciński, **Pawel Wawrzyniak**, Marek Podyma, Zdzisław Bartczak, Julia Rabaeva: Optimal air cooling of ATEX areas in spray drying tower and determination of discrete phase flow in spray drying, Raport of the research for Henkel, 2009 Lodz (confidential).
10. **Pawel Wawrzyniak**, Marek Podyma, Ireneusz Zbicinski: Industrial Spray Tower Hot Air Inlets Area Temperature Control, *Proceedings of the 20th International Drying Symposium*, Gifu, Japan, 7-11 August 2016.
11. **Pawel Wawrzyniak**, Andrzej Polanczyk, Ireneusz Zbicinski, Maciej Jaskulski, Marek Podyma, Julia Rabaeva: Modeling of Dust Explosion in the Industrial Spray Dryer: *Drying Technology* vol. 30, 15, 2012, pp 1720-1729 (część wyników prezentowana wcześniej w materiałach konferencyjnych - **Pawel Wawrzyniak**, Marek Podyma, Maciej Jaskulski, Andrzej Polanczyk, Julia Rabaeva, Ireneusz Zbicinski: 3D Simulation of Dust Explosion in the Industrial Drying Tower: *Proceedings of the 5th Nordic Drying Symposium*, Helsinki, Finland, 19-21 June 2011).

12. Andrzej Polańczyk, **Paweł Wawrzyniak**, Ireneusz Zbicinski: CFD analysis of dust explosion relief system in the counter-current industrial spray drying tower: *Drying Technology* vol. 31, 8, 2013, pp 881-890.

Tytuł cyklu publikacji został sformułowany poprawnie odpowiadając treści zawartej w poszczególnych pracach. Suma punktów MNiSW i sumaryczny IF wynosząc odpowiednio 180 i 11,516 świadczą pozytywnie o wartości naukowej ocenianego cyklu publikacji. Dominujący udział Kandydata w wymienionych publikacjach, wynoszący od 40 do 70%, został potwierdzony oświadczeniami współautorów i znajduje odzwierciedlenie w tym, że aż w dziewięciu publikacjach jest pierwszym, a w pozostałych trzech jest drugim współautorem.

Tematyka ocenianej rozprawy dotyczy ważnego i trudnego zagadnienia, polegającego na modelowaniu procesu suszenia rozpryskowego w układzie przeciwprądowym w warunkach przemysłowych z wykorzystaniem symulacji komputerowej. W większości doniesień literaturowych rozpatrywany jest układ współprądowy, który jest znacznie łatwiejszy do modelowania. Układ przeciwprądowy, charakteryzujący się mniejszą przewidywalnością zachowania cząstek, wymaga bardziej zaawansowanej eksploracji w oparciu o warsztat naukowy pozwalający skutecznie zająć się skomplikowanym mechanizmem suszenia i aglomeracji. Analiza prowadząca do poznania tego procesu w warunkach przemysłowych w oparciu o rozważania teoretyczne jest szczególnie istotna w perspektywie prognozowania wpływu parametrów procesowych na energochłonność oraz jakość wysuszonego produktu, a także na bezpieczeństwo produkcji. Biorąc pod uwagę przepływ surowca oraz czynnika suszącego w skali przemysłowej, zastosowanie symulacji komputerowej jest nieodzowne, przy czym wymaga ugruntowanej wiedzy teoretycznej i praktycznej na temat wymiany ciepła i masy w procesie suszenia rozpryskowego. Niezbędne jest także skonfrontowanie tej wiedzy z wynikami eksperymentów przeprowadzonych w usystematyzowany sposób z uwzględnieniem pełnego zakresu parametrów procesowych oraz cech konstrukcyjnych komory suszenia. W takim ujęciu dotychczasowe badania dotyczące symulacji komputerowej procesu suszenia rozpryskowego w układzie przeciwprądowym należy uznać za niewystarczające. Dlatego decyzja o wykorzystaniu w rozprawie doktorskiej metody CFD (Computational Fluid Dynamics), czyli obliczeniowej mechaniki płynów, bazującej na obliczeniach numerycznych umożliwiających wyznaczanie lokalnych zmian warunków suszenia dotyczących m.in. prędkości przepływu, ciśnienia i temperatury była właściwa, aby stworzyć możliwość optymalizacji procesu suszenia w przestrzeni 3-wymiarowej. Należy przy tym zauważyć, że metoda CFD jest nowoczesnym narzędziem służącym do precyzyjnej, wszechstronnej i kompletnej symulacji przepływu płynów ściśliwych i nieściśliwych, z którymi mamy do czynienia w suszeniu rozpryskowym, przy użyciu

zaawansowanych modeli dotyczących turbulencji oraz konwekcji swobodnej i wymuszonej.

Najważniejsze zagadnienia zawarte w cyklu publikacji dotyczących badań procesu przeciwprądowego suszenia rozpryskowego z uwzględnieniem metod umożliwiających ocenę skutków zmian technologii suszenia lub modyfikacji konstrukcji w pracujących instalacjach przemysłowych zostały przedstawione w sposób usystematyzowany w autoreferacie na stronach od 7 do 34. Po analizie przepływu powietrza suszącego w oparciu o modelowanie CFD (publikacja 1) Habilitant skoncentrował uwagę na działaniu przemysłowej, przeciwprądowej suszarki rozpryskowej (publikacje 2 i 3) i modelowaniu wymiany ciepła w przeciwprądowej suszarce rozpryskowej z ujemnym źródłem wewnętrznego ciepła zastosowanym do symulacji odparowania wilgoci (publikacja 4). Należy przy tym dodać, że zaproponowany model CFD wymiany ciepła w przeciwprądowej suszarce rozpryskowej nie tylko dobrze odwzorował rzeczywisty proces w badanej instalacji, ale jako uniwersalny może być zastosowany w innych procesach suszenia, jeśli tylko znany jest rozkład temperatury w suszarce. Z kolei, w ramach publikacji 5 został omówiony predykcyjny model CFD procesu suszenia w przeciwprądowej suszarce rozpryskowej jedynie w oparciu o podstawowe dane eksploatacyjne, co ma doniosłe znaczenie utylitarne. Przykłady wykorzystania kinetyki suszenia wyznaczonej w warunkach eksperymentalnych do modelowania aglomeracji suszonych cząstek zawarte zostały w publikacjach 6 i 7, przy czym w kolejnej pracy 8 Kandydat zaproponował własny moduł DPM, który został wykorzystany w modelowaniu CFD zjawiska aglomeracji podczas suszenia rozpryskowego. Dzięki takiemu podejściu powstał nieopublikowany wcześniej, precyzyjny model aglomeracji w przeciwprądowym procesie suszenia rozpryskowego uwzględniający kinetykę suszenia, aerodynamiczną segregację cząstek, kurczenie się kropeł zawiesiny, wzrost porowatości oraz łączenie się rozpylanych kropeł i cząstek suszonego materiału. Kolejne prace 9 i 10 ocenianego cyklu publikacji dotyczą kontroli temperatury strefy zagrożonej przegrzewaniem w suszarce rozpryskowej za pomocą nawiewu chłodnego powietrza. Kandydat wykazał, że zastosowanie lokalnego chłodzenia powietrzem obszarów ścian suszarki zagrożonych przegrzaniem może obniżyć ich temperaturę, co pozwala na zwiększenie temperatury powietrza wlotowego sprzyjające wzrostowi wydajności instalacji. Opracowana metoda symulacji CFD znacząco obniżając koszty analizy zaproponowanego rozwiązania, pozwoliła wybrać najkorzystniejszą konstrukcję wlotów powietrza chłodzącego i ustalić ich optymalne położenie. Niezwykle ważne zagadnienie związane z bezpieczeństwem instalacji suszarniczej uwzględniające redukcję ciśnienia eksplozji pyłu w komorze suszenia zostało opracowane w publikacjach 11 i 12. O ile w publikacji 11 zaprezentowano metodykę postępowania pozwalającą na podstawie modelowania CFD wiarygodnie oszacować siłę eksplozji i maksymalne ciśnienie podczas ewentualnego wybuchu, to w publikacji 12 dokonano analizy kształtu i lokalizacji upustu bezpieczeństwa w

przemysłowej instalacji suszarniczej w oparciu o szereg danych, takich jak: narastanie ciśnienia w suszarce, temperatura wewnątrz suszarki, stopień przereagowania oraz skład i prędkość obłoku gazów reakcyjnych.

Przedstawione w autoreferacie wyniki prac badawczych służących stworzeniu kompleksowego opisu procesu suszenia rozpryskowego i rezultaty odpowiednich badań eksperymentalnych wykonanych w warunkach przemysłowych stanowią zasób wiedzy umożliwiający analizę procesu suszenia i jego sprawności energetycznej, kontrolę jakości produktu oraz wnioski dotyczące rozwiązań zapewniających bezpieczeństwo procesowe w odniesieniu do instalacji oraz pracowników. Bardzo ważnym aspektem o znaczeniu praktycznym jest możliwość przewidywania skutków planowanych zmian w konstrukcji instalacji i technologii suszenia bez konieczności przerywania procesu produkcyjnego.

Kandydat wyeksponował sześć najważniejszych osiągnięć uzyskanych w ramach ocenianego cyklu publikacji: 1) Zebranie danych eksploatacyjnych opisujących pracę przemysłowej instalacji suszenia rozpryskowego zawierających mapy temperatur powietrza i prędkości fazy ciągłej w trakcie pracy instalacji, 2) Umożliwienie analizy pracy instalacji przemysłowej przez opracowanie modelu CFD przepływu fazy ciągłej w procesie suszenia w przeciwprądowej suszarce rozpryskowej i zbudowanie modelu procesu suszenia rozpryskowego z ujemnym źródłem ciepła zastosowanym do symulacji odparowania wilgoci, 3) Opracowanie modelu suszenia wykorzystującego charakterystyczną krzywą suszenia do modelowania procesu wymiany ciepła i masy oraz funkcję przejścia od rozkładu średnic rozpylanych kropeł do średnic cząstek produktu w procesie suszenia rozpryskowego w przeciwprądowej suszarce rozpryskowej, 4) Współudział w opracowaniu pierwszego opublikowanego w literaturze modelu przeciwprądowego procesu suszenia rozpryskowego z eksperymentalnie zweryfikowanym mechanizmem aglomeracji, 5) Określenie celowości zmian konstrukcyjnych w instalacji produkcyjnej za pomocą modelu CFD opisującego proces suszenia rozpryskowego, 6) Zastosowanie typowego środowiska w modelowaniu CFD (Ansys – Fluent) do analizy powstawania pola ciśnienia w czasie zapłonu i eksplozji pyłu w suszarce rozpryskowej oraz do oceny możliwości redukcji maksymalnego ciśnienia.

Potwierdzając doniosłość wymienionych osiągnięć chciałbym zwrócić uwagę na kilka innych aspektów metodycznych, naukowych i praktycznych zawartych w omawianym cyklu publikacji, które także można uznać za istotne dla rozwoju dyscypliny, w ramach której odbywa się postępowanie habilitacyjne. Do tych aspektów można zaliczyć: a) unikalny sposób pomiaru temperatury powietrza w obecności dużej ilości wilgotnego pyłu przy użyciu innowacyjnego mikroseparatora stanowiącego układ pomiarowy własnej konstrukcji, b) zaproponowanie własnych procedur suszenia kropeł zawiesiny, c) wyznaczenie optymalnej wartości kąta odchylenia strumienia powietrza doprowadzonego do suszarki, przy którym następuje stabilizacja hydrodynamiki przepływu fazy ciągłej w komorze suszenia, d) zaproponowanie lokalnego chłodzenia pozwalającego na

zwiększenie temperatury powietrza wlotowego, e) umożliwienie identyfikacji granic stref atomizacji, efektywnej pracy suszarki oraz ustalenia jej wysokości, f) zdefiniowanie dwóch głównych stref wzrostu średnicy cząstek w obszarze atomizacji oraz na poziomie wlotów powietrza suszącego.

O ile trudno dopatrzeć się braków i niedociągnięć w cyklu publikacji poddanych wcześniej wnikliwej recenzji w procesie wydawniczym, to w części autoreferatu poświęconej opisowi poszczególnych osiągnięć można znaleźć błędy o charakterze stylistycznym oraz redakcyjnym, do których należy niezgodność indeksów w równaniu pozwalającym obliczyć prawdopodobieństwo kolizji cząstek przedstawionym w tekście na stronie 23 i na rys. 16 oraz brak rysunków 13, 25, 27 i 29. Błędy te nie utrudniając percepcji pracy nie umniejszają bardzo wysokiej wartości naukowej opracowania, tym bardziej, że brakujące rysunki można łatwo znaleźć w źródłowych publikacjach wskazanych w odpowiednich miejscach autoreferatu.

### **3. Ocena dorobku naukowego**

Ocena dorobku naukowego dr inż. Pawła Wawrzyniaka została dokonana na podstawie załączonego wykazu osiągnięć w pracy naukowo – badawczej oraz załączonych publikacji.

Kandydat posiada w swoim dorobku naukowym w sumie 106 pozycji, z czego na oryginalne prace twórcze przypada 59 pozycji obejmujących 20 artykułów w czasopismach naukowych wyróżnionych przez JCR, 3 rozdziały w monografii, 33 doniesienia na konferencje naukowe (w tym 1 stanowiące keynote lecture), przy czym 12 z wymienionych pozycji stanowi jednotematyczny cykl publikacji, a także 3 patenty. Pozostałe pozycje dotyczą 28 wdrożeń, 8 projektów ministerialnych i 11 projektów zleconych przez przemysł, przy czym w 9 z nich Kandydat pełnił rolę kierownika. Zdecydowana większość z wymienionych pozycji powstała po uzyskaniu stopnia naukowego doktora.

W ramach oryginalnych prac twórczych 2 pozycje zostały przygotowane samodzielnie, a w przypadku wspólnych prac udział Kandydata wynosi od 20 do 70%, przy czym w pracach wchodzących w skład cyklu publikacji udział ten nie jest mniejszy niż 40%. Świadczy to o tym, że Kandydat potrafiąc samodzielnie rozwiązywać problemy naukowe przede wszystkim posiada zdolności do aktywnej pracy w zespołach badawczych, która jest niezwykle cenna w rozwiązywaniu złożonych problemów naukowych.

Wszystkie artykuły naukowe Kandydata zostały opublikowane w czasopismach znajdujących się w bazie JCR, których struktura uwzględniająca punktację Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego jest następująca:

- *Drying Technology* (30 – 35 pkt.) – 6, w tym 5 w ramach cyklu publikacji
- *Powder Technology* (30 pkt.) – 1 w ramach cyklu publikacji

- *Diamond and Related Materials* (30 pkt.) – 1
- *Journal of Non-Crystalline Solids* (30 – 35 pkt.) – 3
- *Bulletin of the Polish Academy of Sciences* (30 pkt.) – 1
- *Chemie Ingenieur Technik* (15 pkt.) – 1
- *Inżynieria Chemiczna i Procesowa* (15 pkt.) – 1
- *Asia-Pacific Journal of Chemical Engineering* (15 pkt.) – 1
- *Chemical Engineering and Mineral Processing* (20 pkt.) – 1,
- *Chemical and Process Engineering* (15 pkt.) – 2
- *Polish Journal of Environmental Studies* (15 pkt.) – 2

Analizując dorobek naukowy Habilitanta można stwierdzić, że jego główne zainteresowania, obok problematyki związanej z modelowaniem procesu suszenia rozpryskowego przedstawionej w monotematycznym cyklu publikacji, koncentrują się wokół następujących zagadnień:

- Metody wytwarzania aerożelu krzemionkowego i wyznaczenia współczynnika dyfuzji w aerożelu.
- Dyspersja znacznika w wodzie znajdującej się w stanie okołokrytycznym podczas laminarnego przepływu przez rurowy reaktor hydrotermiczny.
- Zastosowanie spalania pulsacyjnego w suszarnictwie.
- Formowanie mikrogranulek chitozanu podczas procesu suszenia w warunkach nadkrytycznych.
- Ekologiczne aspekty zastosowania dwutlenku węgla w stanie nadkrytycznym w szczególności w odniesieniu do substancji lotnych.
- Termohydroлиза jako metoda wstępnego oczyszczania ścieków.

Opublikowane prace są cytowane przez wielu autorów, a udokumentowana liczba cytowań według bazy Web of Science wynosząca 57 przy indeksie Hirsza 5 świadczy o międzynarodowym znaczeniu publikacji, których sumaryczny wskaźnik IF przekracza wartość 20 przy liczbie punktów ustalonych przez MNiSW wynoszącej 544.

Znaczącym osiągnięciem Kandydata w obszarze badań i rozwoju (B+R) jest jego udział w opracowaniu i wdrożeniu rozwiązań technicznych i technologicznych wykorzystujących fluidyzację w procesie wymiany ciepła i masy podczas suszenia i chłodzenia materiałów ziarnistych. Mianowicie, przed uzyskaniem stopnia doktora Habilitant brał udział w realizacji ośmiu wdrożeń w siedmiu cukrowniach. Z kolei, po uzyskaniu stopnia doktora uczestniczył w zaprojektowaniu, zbudowaniu i uruchomieniu dwudziestu instalacji należących do sześciu rodzajów, takich jak: suszarka fluidyzacyjna z jednym mieszadłem do cukru, suszarka – chłodziarka fluidyzacyjna do cukru (bez mieszadła), instalacja do suszenia i kalcynacji węglanu potasu, suszarka fluidyzacyjna do cukru z dwoma mieszadłami, podciśnieniowa chłodziarka fluidyzacyjna do cukru oraz chłodziarka fluidyzacyjna do cukru z kontaktową wymianą ciepła. Należy przy tym

zaznaczyć, że w wymienionych instalacjach został wykorzystany aparat fluidalny, który w większości przypadków był urządzeniem unikalnym, zaprojektowanym dla konkretnego wdrożenia. Ponadto, dr Paweł Wawrzyniak brał udział w ponad 16 innych oryginalnych osiągnięciach projektowych o charakterze konstrukcyjnym lub technologicznym, zrealizowanych po doktoracie. Uczestnicząc w pracach zespołowych brał aktywny udział w opracowaniu koncepcji technologicznych i procesowych, przygotowaniu projektów procesowych, tworzeniu unikalnych dla poszczególnych przedsiębiorstw strategii technologicznych, uzgodnieniach dotyczących lokalizacji poszczególnych elementów instalacji, nadzorowaniu budowy instalacji, testach poszczególnych urządzeń i pierwszym uruchomieniu całej instalacji w warunkach normalnej produkcji.

O dużym potencjale innowacyjnym i kreatywności Habilitanta świadczy nie tylko uzyskanie pięciu Nagród Rektora Politechniki Łódzkiej, w tym czterech za najwartościowsze wdrożenia, ale także trzech patentów, w tym patentu zagranicznego.

Podsumowując tę część recenzji stwierdzam, że dorobek naukowy i publikacyjny dr inż. Pawła Wawrzyniaka jest znaczący i wartościowy pod względem merytorycznym oraz świadczy o dobrym przygotowaniu i sumienności w rozwiązywaniu problemów badawczych prowadzącym do osiągnięć, które posiadając duże znaczenie aplikacyjne bardzo często były finalizowane w postaci wdrożeń przemysłowych lub udzielonych patentów.

#### **4. Ocena dorobku dydaktycznego i organizacyjnego**

Kandydat prowadził zajęcia dydaktyczne z przedmiotów związanych z jego działalnością naukową w ramach wykładów (Ruch ciepła i wymienniki, Procesy rozdzielania, Procesy nadkrytyczne, Symulatory procesów technologicznych, Wentylacja i klimatyzacja, Wentylacja ogólna, Wentylacja przemysłowa), ćwiczeń projektowych (Komputerowe techniki projektowania, Symulacja procesów technologicznych, Procesy rozdzielania, Procesy cieplne i wymienniki) i ćwiczeń laboratoryjnych (Operacje jednostkowe w inżynierii chemicznej, Wentylacja i klimatyzacja, Informatyka, Procesy nadkrytyczne). Habilitant był promotorem 53 prac dyplomowych inżynierskich i magisterskich, dotyczących tematyki, którą zajmuje się w swojej pracy naukowo – badawczej oraz recenzował pracę doktorską pt. “Intensification of Mass Transfer Processes by means of Power Ultrasound. Application to Convective Drying and Supercritical Extraction” broniącą na Universitat de les Illes Balears w Hiszpanii przez Óscar Alberto Rodríguez Barragán. Od 2010 roku jako ekspert regularnie uczestniczy w seminariach dla studentów i doktorantów organizowanych przez Baltic University Program (Uppsala, Szwecja). Dzięki Jego inicjatywie i zaangażowaniu na Wydziale Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej powstało laboratorium, w którym odbywają się zajęcia dydaktyczne dotyczące wentylacji i klimatyzacji. Zaangażowanie Habilitanta w



proces dydaktyczny zostało docenione przez Ministra Edukacji udzieleniem nagrody zespołowej w 1999 r.

O zaangażowaniu Kandydata w działalność organizacyjną na rzecz macierzystej uczelni świadczy uczestnictwo w pracach Senatu Politechniki Łódzkiej w latach 2008 – 2012 oraz w pracach Wydziałowej Komisji Wyborczej. Ponadto, w latach 2009 – 2016 sprawował funkcję zastępcy przewodniczącego komitetu organizacyjnego trzech konferencji: Polish Drying Symposium, Nordic Baltic Drying Conference oraz Ogólnopolskiej Konferencji Inżynierii Chemicznej i Procesowej.

## **5. Podsumowanie i wniosek końcowy**

Działalność naukowo – badawcza, dydaktyczna i organizacyjna oraz tezy zawarte w pracy habilitacyjnej są znaczące i mają istotny wpływ na rozwój dyscypliny naukowej „inżynieria chemiczna”. Podsumowując dorobek naukowy Habilitanta stwierdzam, że jest on wartościowy i ważny ze względów poznawczych i użytecznych, ponieważ przyczynia się do doskonalenia procesów technologicznych związanych z inżynierią chemiczną. Rzetelność i wnikliwość w prowadzeniu badań dotyczących modelowania procesu suszenia rozpryskowego z wykorzystaniem wspomaganie komputerowego sprawia, że Kandydat należy do wyróżniających się w kraju badaczy z tego zakresu. Na uwagę zasługuje duża liczba wdrożeń świadcząca o użyteczności uzyskanych wyników.

Biorąc pod uwagę przedstawioną do recenzji pracę habilitacyjną stanowiącą jednotematyczny cykl publikacji pt. „Teoretyczna i eksperymentalna analiza pracy przemysłowych instalacji suszenia rozpryskowego” oraz dorobek naukowy osiągnięty po uzyskaniu stopnia naukowego doktora stwierdzam, że Habilitant spełnia wymogi Ustawy o Stopniach Naukowych i Tytule Naukowym oraz o Stopniach i Tytule w Zakresie Sztuki z 14.03.2003r. (Dz. U. 65) znowelizowanej w 2011 r. stawiane osobom ubiegającym się o stopień naukowy doktora habilitowanego. W związku z powyższym, zwracam się do członków Komisji Habilitacyjnej, powołanej przez Centralną Komisję ds. Stopni i Tytułów o podjęcie uchwały o nadaniu dr inż. Pawłowi Wawrzyniakowi stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk technicznych w zakresie inżynierii chemicznej.

