



Prof. dr hab. inż. Krystyna Prochaska
Wydział Technologii Chemicznej
Instytut Technologii i Inżynierii Chemicznej
ul. Berdychowo 4, 60-965 POZNAŃ
tel. (61) 665-3601, fax (61) 665-3649
e-mail: krystyna.prochaska@put.poznan.pl

Poznań, dnia 16 stycznia 2023 r.

RECENZJA
rozprawy habilitacyjnej oraz całokształtu dorobku naukowego, badawczego,
technologicznego i organizacyjnego
dr. inż. Arkadiusza Chruściela

Dane osobowe

Dr inż. Arkadiusz Chruściel studiował na Politechnice Śląskiej na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej, gdzie w 1989 roku obronił pracę magisterską nt. „*Spektrofotometryczne oznaczanie boru za pomocą Azometyny H i Rezorcydinu H*”, której promotorem był prof. dr hab. inż. Jerzy Ciba. Po ukończeniu studiów w 1989 r. został zatrudniony w macierzystej jednostce na stanowisku asystenta na Wydziale Chemicznym Politechniki Śląskiej, w Instytucie Chemii Ogólnej i Analitycznej, gdzie pracował do 1993 roku. Następnie w latach 1993-1995 był adiunktem w Instytucie Ciężkiej Syntezy Organicznej w Kędzierzynie-Koźlu. Przez kolejny rok Habilitant pracował w Zakładach Elektrod Węglowych ZEW (obecnie TOKAI-KOBEX) w Raciborzu jako z-ca kierownika Zakładowego Ośrodka Badawczego ds. Naukowych. W dokumentacji Habilitanta brak informacji na temat zatrudnienia w okresie od 1996 do 2003 roku, w którym podjął pracę w Firmie MEXEO w Kędzierzynie-Koźlu, na stanowisku specjalisty ds. Badań i Rozwoju. Od 2014 do chwili obecnej dr inż. Arkadiusz Chruściel w firmie MEXEO pełni funkcję Dyrektora ds. Badań i Rozwoju. Równolegle w latach 2008-2014 Habilitant pełnił funkcji Menedżera Produkcji w Wydziale Sulfonatów w zakładzie produkcyjnym Henkel Polska Sp. z o. o. w Raciborzu, stanowiącym jednostkę organizacyjną korporacji Henkel KGaA z siedzibą w Düsseldorf (Niemcy).

W 1994 r. Rada Wydziału Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej oceniła rozprawę doktorską Arkadiusza Pana Chruściela nt. „*Badania nad opracowaniem analityki składu polioksaalkilowych estrów kwasu borowego*” (wykonaną pod opieką naukową prof. dr. hab. inż. Jan Szymanowskiego) jako wyróżniającą i nadała Habilitantowi stopień doktora nauk chemicznych.

Rozprawa habilitacyjna

Rozprawa habilitacyjna dr. inż. Arkadiusza Chruściela ma charakter technologiczny. Osiągnięcie naukowe Habilitanta stanowiące podstawę postępowania habilitacyjnego, zatytułowane „*Nowe rozwiązania inżyniersko-procesowe w technologiach ciężkiej syntezy organicznej*” obejmuje **trzy oryginalne, zrealizowane w skali przemysłowej, opatentowane rozwiązania projektowo-konstrukcyjno-technologiczne**, takie jak:

1. *Opracowanie i wdrożenie technologii wytwarzania oraz badania właściwości dimetalocyjankowych katalizatorów reakcji otwarcia pierścienia oksiranowego, typu DMC.*

2. *Opracowanie i wdrożenie w skali przemysłowej ulepszonej metody prowadzenia etapu dojrzewania mieszaniny reakcyjnej przemysłowego procesu sulfonowania alkilobenzenu.*
3. *Opracowanie modelu matematycznego węzła syntezy Bisfenolu A oraz implementacja opracowanego modelu w projektowaniu, bezinwestycyjnej optymalizacji oraz komercjalizacji nowego, energooszczędnego procesu wytwarzania Bisfenolu A w skali przemysłowej.*

oraz **cykl 16 współautorskich artykułów naukowych** opublikowanych w latach 2008-2023 w czasopismach o zasięgu międzynarodowym (*Chemical Engineering and Processing–Process Intensification, Chemical Engineering Research and Design, Industrial and Engineering Chemistry Research, Acta Crystallographica, Journal of Physics: Conference Series* i in.) i **dwa rozdziały w monografiach** (jedna wydana przez wydawnictwo Wiley).

Rozprawa habilitacyjna dr. inż. Arkadiusz Chruściela została więc oparta na dokonaniach naukowo-technologicznych, opublikowanych w renomowanych periodykach naukowych, a zatem na wynikach zaakceptowanych przez liczne grono ekspertów w przedmiotowej dziedzinie. Ponadto należy podkreślić dominujący wkład własny Habilitanta w artykułach składających się na osiągnięcie naukowe. W siedmiu publikacjach Habilitant jest pierwszym Autorem, a z załączonych w dokumentacji oświadczeń współautorów wynika, że w większości prac wieloautorskich Habilitant był inicjatorem tematu badań, a także twórcą koncepcji artykułu. W przypadku wszystkich prac współautorskich, włączonych do osiągnięcia naukowego, dr inż. Arkadiusz Chruściel uczestniczył w realizacji badań, opracowaniu wyników oraz redakcji artykułów.

Jak wiadomo, proces opracowywania i wdrażania wszelkich technologii, a tym bardziej technologii ciężkiej syntezy organicznej, jest pracą zespołową, angażującą liczną grupę wykonawców. Tak więc mając na uwadze technologiczny charakter rozprawy habilitacyjnej dr. inż. Arkadiusza Chruściela uważam, że bardzo ważne przy ocenie dokonań Habilitanta jest wyraźne określenie czym zajmował się w danym rozwiązaniu technologicznym oraz jego wdrożeniu i jakie były efekty tych działań. Poniższe krótkie omówienie aktywności dr. inż. Arkadiusza Chruściela w kolejnych trzech technologiach składających się na wskazane we wniosku osiągnięcie naukowe nie pozostawia wątpliwości co do obszernego zakresu przeprowadzonych prac oraz dominującego udziału Habilitanta w poszczególnych rozwiązaniach technologicznych. Udział ten Autor niebezpiecznie oszacował na 80%, 85% i 95% odpowiednio w 1, 2 i 3 rozwiązaniu projektowo–konstrukcyjno–technologicznym przedstawionym we wniosku habilitacyjnym.

Pierwsze z rozwiązań dotyczące *Opracowania i wdrożenia technologii wytwarzania oraz badania właściwości di-metalo-cyjankowych katalizatorów reakcji otwarcia pierścienia oksiranowego, typu DMC* było przedmiotem projektu autorskiego, realizowanego przez Habilitanta od 2007 roku w firmie MEXEO. Działania Habilitanta nad opracowaniem oraz wdrożeniem w skali przemysłowej technologii otrzymywania katalizatora DMC obejmowały syntezę oraz wydzielenie produktu finalnego, badania właściwości katalitycznych i strukturalnych katalizatora oraz wybranych produktów polimeryzacji, uzyskanych z udziałem katalizatora DMC, samodzielne wykonanie kompletnego projektu procesowego, bazowego oraz wykonawczego instalacji syntezy katalizatora, a także autonomicznej instalacji bezpieczeństwa procesowego (wentylacja wraz z opomiarowaniem). Ponadto działania Habilitanta dotyczyły kompletacji i nadzoru autorskiego nad budową i uruchomieniem instalacji produkcyjnej. Kolejne osiągnięcie Habilitanta to dominujący udział w pracach nad wdrożeniem technologii wytwarzania dwóch typów katalizatora DMC oraz komercjalizacji katalizatora DMC i technologii jego wytwarzania poprzez zrealizowaną w 2022 roku sprzedaż zagranicznym odbiorcom.

Katalizator DMC jest obecnie produkowany w firmie MEXEO dla odbiorców z Niemiec, Japonii, Francji i Rumunii.

Efektem finalnym przeprowadzonych przez Habilitanta prac badawczych nad opracowaniem technologii wytwarzania katalizatora DMC była 4-tomowa dokumentacja techniczna (projekt procesowy, bazowy, wykonawczy) instalacji produkcyjnej w skali 5 Mg/rok, stanowiąca podstawę dla kompletacji i budowy przemysłowej instalacji produkcyjnej.

Należy również wyraźnie podkreślić, że Habilitant odegrał kluczową rolę w działaniach na rzecz pozyskania wsparcia finansowego na realizację prac badawczych nad technologią wytwarzania katalizatora DMC. W latach 2013-2019 badania technologiczne oraz podstawowe z zakresu m.in. właściwości strukturalnych przedmiotowego katalizatora, prowadzone w ośrodku SOLEIL w Saint-Aubin we Francji, były finansowane ze środków uzyskanych w ramach projektu NCBiR INNOTECH II2U, w którym Habilitant pełnił funkcję kierownika merytorycznego, odpowiedzialnego za realizację prac projektowych w obszarze naukowo-badawczym. Dodatkowo dr inż. Arkadiusz Chruściel samodzielnie pozyskał możliwość skorzystania ze środków europejskiego programu SCIENCE LINK udostępniania źródeł promieniowania neutronowego i synchrotronowego dla celów badawczych, dzięki czemu mógł przeprowadzić badania w specjalistycznym ośrodku badań synchrotronowych DESY w Centrum Helmholtza w Hamburgu.

W celu wyposażenia docelowej instalacji produkcyjnej w system zapewnienia bezpieczeństwa procesowego (warunki pracy z cyjankami), Habilitant dwukrotnie z sukcesem aplikował w dwóch edycjach konkursu ZUS o środki finansowe na dofinansowanie projektów ukierunkowanych na działania doradcze oraz inwestycyjne w zakresie polepszania warunków bezpieczeństwa na stanowisku pracy. W obu przyznanych grantach ZUS Habilitant pełnił funkcję kierownika i głównego wykonawcy.

W efekcie przeprowadzonych prac badawczych w zakresie opracowanej technologii wytwarzania katalizatora DMC Habilitant wykazał, że katalizator DMC posiadający nadzwyczaj wysoką aktywność w reakcji oksyalkilowania, można otrzymać w warunkach przemysłowych, z prostych, ogólnodostępnych i stosunkowo tanich substratów, poprzez przeprowadzenie bezpośredniej syntezy w roztworze wodnym, z wykorzystaniem flokulanta z grupy polielektrolitów. Cennym osiągnięciem stanowiącym efekt badań aplikacyjnych przedmiotowego katalizatora było pionierskie wskazanie na jego unikalną cechę tj. na możliwość bezpośredniego etoksyłowania związków hydroksylowych wobec DMC. Habilitant wykazał pełną przydatność katalizatora DMC do otrzymywania niejonowych surfaktantów typu oksyetylatów. Udowodnił, że w porównaniu z katalizatorem alkalicznym, katalizator DMC otrzymany w oparciu o opracowaną technologię charakteryzuje ponad 7-krotnie większa aktywność w reakcjach oksyetyłowania (wyrażona jako jednostkowa szybkość przereagowania oksiranu) oraz większa selektywność i mniejszy rozrzut homologów (polidispersyjność), w odniesieniu do procesów prowadzonych wobec katalizatorów konwencjonalnych.

Wyniki badań dotyczących obszaru omawianej technologii stały się przedmiotem 12 wartościowych publikacji naukowych [H1]-[H12] oraz patentu krajowego (PL 398518A1), którego Habilitant jest głównym autorem.

Kolejnym istotnym osiągnięciem dr inż. Arkadiusza Chruściela związanym z opracowaniem technologii wytwarzania katalizatora DMC jest pogłębienie i rozpowszechnienie w literaturze naukowej nowej wiedzy nt. struktury katalizatora DMC. Przeprowadzone przez Habilitanta badania z wykorzystaniem spektroskopii absorpcji promieniowania synchrotronowego (EXAFS/XANES), ukierunkowane na uzyskanie podstaw eksperymentalnych dla zgłębienia wiedzy w zakresie strukturalnych determinantów aktywności katalizatorów typu DMC, dostarczyły cennych informacji na temat konfiguracji strukturalnej atomów zlokalizowanych w sąsiednich strefach koordynacyjnych atomów cynku tj. potencjalnych centrów aktywnych reakcji oksypropylenowania.

Drugą składową opiniowanego w niniejszej recenzji osiągnięcia naukowego wskazanego przez Autora we wniosku habilitacyjnym jest chronione patentem rozwiązanie technologiczne dotyczące *opracowania i wdrożenia w skali przemysłowej ulepszonej metody prowadzenia etapu dojrzewania mieszaniny reakcyjnej przemysłowego procesu sulfonowania alkilobenzenu*. Dla pełnej jasności osiągnięcia naukowego Habilitanta w powyższym zakresie koniecznych jest kilka zdań wprowadzenia na temat istoty procesu sulfonowania alkilobenzenu.

Jak wiadomo kwas alkilobenzenosulfonowy (LABSA) (szczególnie w postaci soli sodowej) jest powszechnie znanym anionowo czynnym komponentem kompozycji detergentowych, stosowanych zarówno w aplikacjach przemysłowych, jak i w gospodarstwach domowych. Techniczny kwas LABSA jako produkt przemysłowej syntezy organicznej, stanowi polidispersyjną mieszaninę homologów będących produktem sulfonowania alkilobenzenu (LAB). Jako czynniki sulfonujące stosuje się 20% oleum, kwas siarkowy lub tritlenek siarki. Przemysłowy proces sulfonowania alkilobenzenu gazowym tritlenkiem siarki, prowadzony jest w dwóch etapach z uwagi na znaczące różnice szybkości reakcji elementarnych. W etapie 1. zachodzi reakcja alkilobenzenu z SO_3 z wytworzeniem kwasu piro-sulfonowego. Jest to proces szybki, powszechnie prowadzony z wykorzystaniem reaktorów z opadającym filmem ciekłej mieszaniny reakcyjnej, o wysokiej sprawności odbioru ciepła reakcji. Średni czas przebywania mieszaniny reakcyjnej w reaktorze filmowym nie przekracza zwykle 1-3 min. Etap 2. zwany etapem „dojrzewania” kwasu LABSA, polegający na reakcji kwasu piro-sulfonowego z nieprzereagowanym podstawionym arenem, prowadzony jest zwykle w przepływowych reaktorach zbiornikowych, chłodzonych wodą. Średni czas przebywania mieszaniny reakcyjnej w reaktorze dojrzewania wynosi ok. 60 min. Dojrzały kwas alkilobenzenosulfonowy zawiera pewne ilości nieprzereagowanego alkilobenzenu. Wydłużenie czasu przebywania w etapie dojrzewania LABSA pozwala wprawdzie na podwyższenie stopnia konwersji LAB, czyli daje wzrost zawartości kwasu LABSA w produkcie, ale równocześnie prowadzi do znacznego pogorszenia barwy, stanowiącej kluczowe kryterium jakościowe produktu finalnego.

Zaproponowane przez Habilitanta i wdrożone rozwiązanie usprawnienia procesu dojrzewania LABSA zapewnia zwiększenie stopnia konwersji LAB, przy zachowaniu pozostałych parametrów jakościowych produktu, takich jak barwa i zawartość sulfonów. Istota zaproponowanego rozwiązania polega na połączeniu korzystnych cech procesu ciągłego i periodycznego w proces półciągły, w którym dojrzewanie kwasu alkilobenzenosulfonowego prowadzone jest w cyklach składających się z etapu napełniania opróżnionego uprzednio reaktora oraz etapu dojrzewania periodycznego. Habilitant opracował również opis matematyczny zmodyfikowanego węzła dojrzewania kwasu LABSA, który umożliwia symulację procesu przemysłowego.

Konstrukcja modelu kinetycznego będącego elementem opisu matematycznego zmodyfikowanego procesu dojrzewania kwasu alkilobenzenosulfonowego oraz dogłębna analiza stanu wiedzy w zakresie chemizmu sulfonowania LAB z uwzględnieniem aktualnych poglądów na kinetykę procesu, mechanizmu reakcji oraz możliwe ścieżki tworzenia produktów ubocznych, zostały szczegółowo omówione w artykule naukowym opublikowanym w 2022 r. w renomowanym czasopiśmie *Chemical Engineering and Processing – Process Intensification* (Wydawnictwo Elsevier).

Walidacja opracowanego modelu matematycznego oraz koncepcji procesu dojrzewania mieszaniny reakcyjnej powstałej podczas sulfonowania LAB została przeprowadzona z wykorzystaniem instalacji eksperymentalnej samodzielnie zaprojektowanej oraz zbudowanej wg autorskiego projektu dr. inż. Arkadiusza Chruściela. Habilitant osobiście nadzorował zarówno realizację projektu modyfikacji instalacji sulfonowania, jak i jej rozruch w zakładach Henkel Polska Sp. z o. o. w Raciborzu.

Co niezmiernie istotne, dr inż. Arkadiusz Chruściel uzyskał również od władz Henkel KGaA środki finansowe na modyfikację istniejącej instalacji i realizację przedsięwzięć inwestycyjnych związanych z wdrożeniem opracowanej technologii, tj. budowę pełnoskalowej instalacji przemysłowej, która jako atrakcyjna ekonomicznie została rozszerzona w korporacji Henkel KGaA na pozostałe jednostki sulfonacji. Z inicjatywy kierownictwa korporacji uruchomiono projekt *Henkel Best Operation Practice*, którego Habilitant został koordynatorem w zakresie przemysłowych procesów sulfonacji. W ramach powierzonego zadania prowadził działania ukierunkowane na implementację opracowanego rozwiązania w korporacyjnych wydziałach sulfonacji w zakładach Henkel w Rosji, we Włoszech oraz w USA, a także w Meksyku, Gwatemali, Egipcie, Iranie i Algierii.

Omawiane osiągnięcie projektowo–konstrukcyjno–technologiczne poparte zostało opracowaniem patentowym o zasięgu światowym (Eur. Pat. 3057938 A1), którego Habilitant był głównym twórcą.

Kolejną trzecią składową osiągnięcia naukowego wskazanego we wniosku Habilitanta jest jego znaczący udział w opracowaniu, optymalizacji i komercjalizacji nowej technologii wytwarzania Bisfenolu A. Aktywność tą Autor zatytułował „*Opracowanie modelu matematycznego węzła syntezy Bisfenolu A oraz implementacja opracowanego modelu w projektowaniu, bezinwestycyjnej optymalizacji oraz komercjalizacji nowego, energooszczędnego procesu wytwarzania Bisfenolu A w skali przemysłowej*”.

Osiągnięcie Habilitanta w tym obszarze stanowi owocny udział w pracach zespołu nad modernizacją istniejącej, a następnie opracowaniem nowej technologii wytwarzania Bisfenolu A (BPA), prowadzonych pod kierownictwem dr. inż. Macieja Kiedika, twórcy polskiej, wielokrotnie eksportowanej technologii wytwarzania BPA.

W efekcie przeprowadzonych przez zespół prac rozwojowych, opracowana została nowa technologia wytwarzania Bisfenolu A z wykorzystaniem węzła syntezy opartego o zastosowanie strefowego reaktora Kiedika-Kołta, obejmująca:

- 1) opracowanie nowego sposobu eksploatacji pojedynczego reaktora z uwzględnieniem zastosowania katalizatora promotowanego;
- 2) opracowanie nowego sposobu eksploatacji baterii strefowych reaktorów wypełnionych katalizatorem z chemicznie związanym promotorem.

Udział Habilitanta w pracach nad modyfikacją procesu otrzymywania Bisfenolu A polegał na:

- 1) skonstruowaniu modelu matematycznego reaktora dwustrefowego opartego o różniczkowy bilans masowy elementu objętości reaktora z uwzględnieniem zjawisk dyfuzyjnych, kinetyki reakcji przybliżonej modelem I rzędu oraz zależności szybkości reakcji katalitycznej od zawartości wody;
- 2) opracowaniu modelu węzła syntezy instalacji oraz modelu bilansowego całej instalacji wytwarzania BSA w skali przemysłowej (prace wykonane w latach 2007-2009 w ramach projektu nr R05 007 02, „*Badania i opracowanie energooszczędnego procesu otrzymywania Bisfenolu A o wysokiej czystości*”, w którym Habilitant był wykonawcą);
- 3) przeprowadzeniu szeroko zakrojonych obliczeń symulacyjnych dla różnych wariantów technologicznych, prowadzących do optymalizacji procesu i w efekcie osiągnięcia atrakcyjnych (w aspekcie komercjalizacji) wskaźników ekonomicznych technologii wytwarzania BPA, konkurencyjnych w stosunku do innych technologii światowych.

Wyniki prowadzonych obliczeń modelowych zostały zweryfikowane na pełnoskalowej instalacji syntezy Bisfenolu A w Zakładzie PCC „Synteza” w Kędzierzynie-Koźlu, wchodzącym w skład niemieckiej grupy kapitałowej PCC CE. Zastosowanie modelu opracowanego przez Habilitanta do obliczeń symulacyjnych nowego procesu technologicznego węzła syntezy Bisfenolu A, pozwoliło na uzyskanie znacznego obniżenia nakładów finansowych na prace modernizacyjne. Tak więc wdrożenie modelu opracowanego przez dr. inż. Arkadiusza Chruściela do zastosowań w praktyce inżynierskiej jest przykładem bezinwestycyjnej

innowacji. Opracowane rozwiązanie, z sukcesem wdrożone w 2008 r. w Zakładzie PCC „Synteza” S.A. w Kędzie-rzynieKozłu, pozwoliło na istotne zwiększenie zdolności produkcyjnej instalacji Bisfenolu A (z 13 tys. do 20 tys. t/rok), obniżenie zużycia mediów energetycznych, a także zmniejszenie jednostkowych wskaźników zużycia surowców.

W roku 2013 Habilitant został zaproszony do współpracy w projekcie „ADVANCE BPA - technologia nowej generacji otrzymywania Bisfenolu A w skali 100 tys. t/r, przygotowanie do wdrożenia i eksportu licencji” finansowanym z funduszy NCBiR. Powierzono mu opracowanie: *i*) założeń technologicznych do pakietu projektu procesowego; *ii*) projektu bazowego oraz *iii*) oferty technicznej technologii.

W pracach nad opracowaniem nowej technologii ADVANCE BPA, w obszarze zagadnień powiększenia skali, jak również optymalizacji parametrów pracy reaktora oraz przy opracowaniu bilansu masowego procesu, zastosowano model matematyczny reaktora syntezy Bisfenolu A o pojemności 85 m³ opracowany przez Habilitanta (omówiony w autoreferacie). Przeprowadzone symulacje oraz obliczenia optymalizacyjne pozwoliły na obniżenie energochłonności procesu wytwórczego o blisko 40%, a także spełnienie wymagań odnośnie czystości (min. 99,93%) i barwy (poniżej 5 APHA) BPA, w przypadku użycia jako surowca w technologii wytwarzania bezbarwnych poliwęglanów metodą bezfosgenową.

W roku 2015 ulepszona energooszczędna technologia ADVANCE BPA, bazująca na doświadczeniach i referencjach przemysłowych uzyskanych w zakładzie produkcyjnym PCC „Synteza”, została skomercjalizowana, przy czym wcześniej technologia ta została zabezpieczona patentem europejskim (EP2090562), którego współtwórcą był Habilitant.

Najważniejsze elementy nowej technologii (węzeł reakcyjny złożony z czterech równolegle pracujących innowacyjnych dwustopniowych reaktorów o udoskonalonej konstrukcji, umożliwiającej optymalny kontakt mieszaniny reakcyjnej z aktywnym, nowego typu katalizatorem chemicznie związanym z promotorem oraz efektywny odbiór ciepła egzotermicznej reakcji) zostały omówione w pracach [H14]-[H17], w tym w artykule opublikowanym w renomowanym czasopiśmie *Chemical Engineering and Design*, w którym Habilitant jest autorem wiodącym. Tematyka ta została również szczegółowo zaprezentowana w zredagowanym przez Habilitanta rozdziale opublikowanym (na zaproszenie) w obszernej prestiżowej monografii, dotyczącej technologicznych i ekonomicznych aspektów przemysłowego przetwórstwa związków aromatycznych, wydanej w 2023 r. przez Wydawnictwo Wiley [H18].

Moja ocena merytoryczna rozprawy habilitacyjnej Pana dr. inż. Arkadiusza Chruściela jest bardzo pozytywna. Wyniki badań przedstawione w rozprawie bezspornie mają doniosłe znaczenie dla rozwoju dyscypliny inżynieria chemiczna, a podjęte wątki badawcze mieszczą się w światowych trendach badań nad technologiami wytwarzania produktów ciężkiej syntezy organicznej. Nie mam najmniejszych wątpliwości, że rozprawa habilitacyjna dr. inż. Arkadiusza Chruściela wręcz z nadatkiem spełnia główny warunek ustawowy „*I zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne lub artystyczne*” sformułowany w p.1 Art. 219- [Warunki nadania stopnia doktora habilitowanego] - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, Dz.U.2023.742 t.j.

Osiągnięcia dydaktyczne, organizacyjne oraz popularyzujące naukę

Dr inż. Arkadiusz Chruściel jest współautorem 28 artykułów opublikowanych w latach 1995-2023 (po uzyskaniu stopnia naukowego doktora) w czasopismach o obiegu międzynarodowym, znajdujących się w bazie JCR, 3 rozdziałów wydanych w monografiach naukowych oraz prac naukowych wydanych w czasopismach międzynarodowych lub krajowych nieznajdujących się w bazie JCR. Wyniki badań współtworzonych przez Habilitanta wielokrotnie były prezentowane na konferencjach naukowych zarówno krajowych, jak i międzynarodowych. Po doktoracie dr inż. Arkadiusz Chruściel czynnie uczestniczył w 22 tematycznych konferencjach,

podczas których wygłosił 17 komunikatów/referatów oraz zaprezentował wiele posterów. Sumaryczna wartość współczynników oddziaływania dla artykułów opublikowanych w czasopiśmie notowanych na liście filadelfijskiej wynosi 37,623. Prace te jak dotąd były cytowane 193 razy, a parametr Hirscha wynosi 7 (wg bazy SCOPUS). Powyższe parametry bibliometryczne należy ocenić pozytywnie, szczególnie mając na uwadze, jak skutecznie Kandydat wdraża opracowane rozwiązania do praktyki przemysłowej, co dla technologa stanowi najlepszą rekomendację. Osiągnięcia Kandydata na polu technologicznym zasługują na uznanie i **wyróżnienie**. Habilitant jest współautorem 9 patentów w tym dwóch europejskich oraz 7 wdrożonych technologii. Wielokrotnie współpracował z sektorem gospodarczym. W swoim dorobku dr inż. Arkadiusz Chruściel ma wiele opracowań, ocen i ekspertyz zleczanych zarówno przez przedsiębiorców krajowych (np. RAFAKO S.A., PCC „ROKITA”, IMPEL Wrocław), jak i zagranicznych (np. ARKEMA, Francja). Wszystkie te działania potwierdzają intensywną aktywność Habilitanta w obszarze badawczo-projektowym.

Kwestia, która zasługuje na szczególne podkreślenie to aktywność wdrożeniowa Habilitanta. Dr inż. Arkadiusz Chruściel oprócz 3 wdrożonych technologii stanowiących przedmiot osiągnięcia habilitacyjnego jest współtwórcą 4 kolejnych wdrożeń dotyczących: *i*) technologii wytwarzania płynów hamulcowych klasy DOT-4; *ii*) technologii wykorzystania ciepła odpadowego procesu sulfonacji w operacji suszenia rozpyłowego; *iii*) technologii wytwarzania jodku 4,4'-metyleno-bis-N,N,N-trimetylocyklohexyloamoniowego; *iv*) technologii wytwarzania środków dezynfekcyjnych opartych na ditlenku chloru, o szybkim czasie aktywacji. Należy zaznaczyć, że Habilitant był nie tylko współtwórcą koncepcji poszczególnych rozwiązań technologicznych, ale również brał czynny udział w pozyskiwaniu środków na ich realizację. Wdrożenia te, nie wchodzące w zakres oceny tytułowego osiągnięcia habilitacyjnego stanowią cenne uzupełnienie dorobku technologicznego Habilitanta, na który dodatkowo składają się opracowania szeregu różnych instalacji przemysłowych będących przedmiotem działań firmy MEXEO zatrudniającej dr. inż. Arkadiusza Chruściela.

Innym istotnym elementem oceny aktywności naukowej kandydata ubiegającego się o stopień doktora habilitowanego jest udział w przygotowywaniu i kierowaniu międzynarodowymi i krajowymi projektami badawczymi. W tym zakresie Habilitant również ma niemałe doświadczenie. Dr inż. Arkadiusz Chruściel uczestniczył w realizacji 4 programów europejskich, był głównym wykonawcą 7 projektów badawczych, natomiast w trzech kolejnych pełnił rolę kierownika.

Ocena działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzującej naukę

Pomimo wieloletniego (ponad 20 lat) zatrudnienia w instytucjach pozaakademickich Habilitant niejednokrotnie angażował się w działalność dydaktyczną. Dwukrotnie pełnił funkcję promotora pomocniczego w przewodach doktorskich (rozprawy obronionej w 2016 r. na Politechnice Śląskiej oraz doktoratu aktualnie realizowanego na Uniwersytecie Opolskim). W 2003, 2013 i 2022 roku był opiekunem prac magisterskich wykonywanych na Uniwersytecie Opolskim, w Technische Universität w Wiedniu oraz na Politechnice Śląskiej. Ponadto Habilitant jest autorem rozdziałów w dwóch podręcznikach akademickich wydanych przez Politechnikę Śląską w Gliwicach.

Pan dr inż. Arkadiusz Chruściel ma wyraźnie ugruntowaną pozycję w krajowym oraz międzynarodowym środowisku naukowym, czego wyrazem są np. liczne zaproszenia do wygłoszenia wykładów kierowane do Habilitanta przez instytucje naukowe zarówno zagraniczne (Ruhr-Universität Bochum, Technische Universität Delft, Technische Universität Berg-akademie Freiberg), jak i krajowe (Politechnika Śląska, Politechnika Poznańska). W latach 2015-2019 Habilitant został 9-krotnie poproszony o przedstawienie wykładu dla różnych społeczności akademickich.

Podsumowanie

Uważam, że przedstawione przez Habilitanta osiągnięcie naukowe nt: „*Nowe rozwiązania inżynierjno-procesowe w technologiach ciężkiej syntezy organicznej*”, dotyczące opracowania i wdrożenia trzech oryginalnych rozwiązań projektowo-konstrukcyjno-technologicznych (zrealizowanych w skali przemysłowej) wraz z uzupełniającymi publikacjami stanowią niezwykle wartościowy materiał, **wnoszący istotny wkład w rozwój dziedziny nauki inżynierjno-techniczne, dyscyplina inżynieria chemiczna.**

W mojej ocenie Pan dr inż. Arkadiusz Chruściel jest doświadczonym twórczym badaczem, ale przede wszystkim kreatywnym, utalentowanym technologiem, współtwórcą wielu opracowanych oraz wdrożonych rozwiązań technologicznych. Habilitant posiada znakomitą umiejętność łączenia wiedzy teoretycznej z praktyczną działalnością technologiczną. Ważnym elementem towarzyszącym pracy badawczej Habilitanta jest bezpośrednio, skuteczne wdrażanie własnych rozwiązań do praktyki przemysłowej, co potwierdzają liczne wielkoprzemysłowe wdrożenia. Pan dr inż. Arkadiusz Chruściel potrafi zarówno poprawnie sformułować i rozwiązywać problemy badawcze oraz technologiczne, jak i kierować zespołowymi badaniami i, co bardzo ważne, pozyskiwać środki na ich realizację. Jego osiągnięcia naukowe, wielowątkowe badania ukierunkowane na aplikacje przemysłowe wnoszą znaczący wkład w rozwój inżynierii chemicznej, zwłaszcza w obszarze technologii ciężkiej syntezy organicznej.

Biorąc pod uwagę przedstawione we wniosku habilitacyjnym osiągnięcie naukowe Habilitanta oraz całokształt jego działalności naukowej, technologicznej oraz wdrożeniowej, a także dydaktycznej i popularyzującej naukę stwierdzam, że **Kandydat bezspornie spełnia wymagania określone w art.219 ust.1 pkt 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” (Dz.U. z 2018 r. poz.1668) z późniejszymi zmianami (Dz.U. z 2023.poz. 742).** Z całym przekonaniem **wniosuję** zatem do Komisji Habilitacyjnej powołanej przez Radę Dyscypliny Inżynieria Chemiczna Politechniki Śląskiej, aby wystąpiła do Rady Dyscypliny Inżynierii Chemicznej Politechniki Śląskiej **o nadanie Panu dr. inż. Arkadiuszowi Chruścielowi stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauki inżynierjno-techniczne, dyscyplina inżynieria chemiczna.**

Ponadto mając na uwadze zarówno znaczenie osiągnięć naukowych Pana dr. inż. Arkadiusza Chruściela dla rozwoju inżynierii chemicznej, jak i, trudne do przecenienia, innowacyjne w skali światowej, technologiczne osiągnięcia Habilitanta **wniosuję o wyróżnienie recenzowanej rozprawy habilitacyjnej.**