

Łódź, 06.02.2024

**Prof. dr hab. Stanisław Ledakowicz**  
Wydział Inżynierii Procesowej  
i Ochrony Środowiska  
Politechniki Łódzkiej  
ul. Wólczańska 213, PL - 90 924 Łódź,  
Tel. :+ (4842) 6313715, Fax: + (4842) 6313738  
e-mail: [stanleda@p.lodz.pl](mailto:stanleda@p.lodz.pl)

## **Recenzja**

### **osiągnięć naukowych**

**dr. inż. Arkadiusza Chruściela**

**w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego w  
dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych,  
w dyscyplinie inżynieria chemiczna**

### **Charakterystyka sylwetki Kandydata**

Arkadiusz Chruściel ukończył studia wyższe w roku 1989 na Wydziale Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Śląskiej (PŚl) z oceną bardzo dobrą za pracę dyplomową pt. „*Spektrofotometryczne oznaczanie boru za pomocą Azometyny H i Rezorcynolu H*”, której opiekunem był prof. dr hab. inż. Jerzy Ciba. W latach 1989-1993 był asystentem w Instytucie Chemii Ogólnej i Analitycznej PŚl. W 1994 roku obronił pracę doktorską z wyróżnieniem pt. „*Badania nad opracowaniem analityki składu polioksaalkilowych estrów kwasu borowego*” której promotorem był prof. dr hab. inż. Jan Szymanowski. W latach 1993-1995 pracował jako adiunkt w Instytucie Ciężkiej Syntezy Organicznej, w Kędzierzynie-Koźlu, a w latach 1995-1996 w Zakładach Elektrod Węglowych ZEW w Raciborzu. Od roku 2003 pracuje w prywatnej firmie innowacyjno-wdrożeniowej MEXEO w Kędzierzynie-Koźlu jako specjalista ds. Badań i Rozwoju (2003 – 2014) a od 2014 – obecnie jako Dyrektor ds. Badań i Rozwoju.



## Ocena osiągnięć naukowych stanowiących podstawę wszczęcia postępowania habilitacyjnego

### Tytuł osiągnięcia:

### Nowe rozwiązania inżynieryjno-procesowe w technologiach ciężkiej syntezy organicznej

Jako osiągnięcie naukowe stanowiące podstawę wszczęcia postępowania o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria chemiczna Kandydat przedstawił cykl trzech zrealizowanych w skali przemysłowej osiągnięć, na które składają się następujące rozwiązania:

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.”

Te rozwiązania projektowe, konstrukcyjne i technologiczne, zostały poparte opracowaniami patentowymi oraz serią 16 współautorskich artykułów opublikowanych w czasopismach naukowych o zasięgu krajowym (5 w języku polskim) i międzynarodowym (12) oraz 2 współautorskie rozdziały pt. „Innowacja techniczna zamiast inwestycji. Bezinwestycyjne wdrożenie nowego energooszczędnego procesu otrzymywania Bisfenolu A w PCC Synteza SA.” w Tic, W.J. *Nowe inicjatywy organizacyjne i technologiczne w zakresie chemii przemysłowej*. Politechnika Opolska. Opole 2009. ISBN 978-83-60691-45-8. str. 41-52, oraz pt. „*The MEXEO Bisphenol A ( BPA ) Technology (Case Study)*”. Chapter 45 w *“Industrial Arene Chemistry: Markets, Technologies, Sustainable Processes and Cases Studies of Aromatic Commodities*. Ed. Mortier, J. 2023 Wiley, ISBN:9783527347841.

Należy zauważyć, że pozycja [H5] w Wykazie Publikacji Wchodzących w Skład Osiągnięcia Naukowego p.t. *“Investigation of Propoxylation and Ethoxylation of 2-Ethylhexanol on the Presence of an Alkali and DMC Catalyst at initial Stage of synthesis” China Det. & Cosm.* 1, 1 (2016) 49. nie jest obecna w bazie SCOPUS, jak również brak jest pozycji [H8], a pod jej danymi bibliograficznymi *Acta Cryst.* (2014). [A70](#), [C572](#) [doi.org/10.1107/S2053273314094273](https://doi.org/10.1107/S2053273314094273) znajduje się streszczenie [“Automated grid-based XFEL](#)



[diffraction studies of single macromolecular crystals](#) autorstwa [S Soltis](#), [A. Cohen](#), [H. Lemke](#), [S. McPhillips](#), [J. Peters](#), [J. Song](#), [C Stout](#), [Y. Tsai](#), [S. Keable](#) and [Y. Chen](#).

Te pomyłki wymagają wyjaśnienia przez Habilitanta.

Wymienione wyżej Osiągnięcia Naukowe będą omawiał w podanej przez Habilitanta kolejności.

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

Według Habilitanta osiągnięcie nr 1 obejmuje:

- „1) decydujący i sprawczy udział mój w opracowaniu oryginalnej technologii wytwarzania katalizatora DMC w trzech wariantach technologicznych;
- 2) przeprowadzenie badań właściwości katalitycznych badanych katalizatorów oraz wybranych produktów polimeryzacji uzyskanych wobec przedmiotowych katalizatorów,
- 3) samodzielne opracowanie kompletnego projektu bazowego i wykonawczego instalacji wytwarzania katalizatora wg p.1.),
- 4) nadzór nad budowa i uruchomieniem instalacji produkcyjnej,
- 5) kompletne wdrożenie technologii wytwarzania z uwzględnieniem wszystkich wymogów prawnych właściwych dla europejskiej przestrzeni gospodarczej,
- 6) komercjalizację wytwarzanego katalizatora DMC oraz technologii poprzez zrealizowaną sprzedaż przedsiębiorstwom zagranicznym.”

W skład osiągnięcia naukowego wchodzi tu 12 artykułów od [H1] do [H12] i zgłoszenie patentowe p.t. „*Skład i sposób otrzymywania katalizatora oksyalkilenowania*”. Pat. PL 398518A1 autorstwa Chruściel A., Hreczuch W., Wojdyła H., Czaja K., Janik J., Domarecka D., Domarecki W. Habilitant przypisuje sobie wiodącą rolę w opracowaniu syntezy katalizatora DMC, kompletnej technologii jego wytwarzania oraz jej wdrożenia i komercjalizacji, przy czym w 12 cytowanych publikacjach jest pierwszym autorem w 5 pozycjach. *Opracowanie technologii produkcji dimetalocyjankowego katalizatora poliaddycji homologów oksiranu*, było przedmiotem projektu INNOTECH II w ramach ścieżki programowej In-Tech Umowa nr INNOTECH-K2/IN2/21/181982/NCBR/12 w latach 2013-2019, w którym Habilitant był głównym wykonawcą. Niewątpliwie, osiągnięcia naukowe Habilitanta zawarte w/w artykułach są znaczące - nie tylko sposób syntezy katalizatora DMC ale także zbadanie jego struktury z wykorzystaniem metod rentgenowskiej spektroskopii absorpcyjnej (XAS) z analizą XANES oraz EXAFS), spektroskopii fotoelektronów (XPS), a także spektroskopii promieniowania synchrotronowego oraz analizy termicznej (TGA, DSC, EGA). W wyniku tych badań okazało się, że w strukturze katalizatora DMC nie ma ugrupowań  $ZnCl_2$ , co było postulowane w literaturze i ustalono także role ligandów, ich



stanów związania w kompleksie katalitycznym. A dzięki badaniom z wykorzystaniem analizy termicznej opracowano termoanalityczną metodę charakteryzowania katalizatora DMC (publikacja [H11]). Zwieńczeniem prowadzonych przez Habilitanta prac badawczych nad opracowaniem technologii wytwarzania katalizatora DMC było wykonanie dokumentacji technicznej instalacji produkcyjnej w skali 5 Mg/rok, która została zbudowana i uruchomiona w firmie MEXEO, gdzie prowadzona jest komercyjna produkcja katalizatora DMC z podaną wydajnością.

Habilitant nie ograniczył się do badań samego katalizatora ale prowadził badania nad jego wykorzystaniem w reakcjach etoksyłowania związków hydroksylowych w obecności katalizatora DMC do otrzymywania niejonowych surfaktantów (oksyetylatów). Katalizator DMC wykorzystano w syntezie kopolimerów tlenku etylenu, tlenku propylenu i 2-etyloheksanolu, stanowiących cenne surfaktanty (publikacje [H4] i [H6]). Tym aplikacyjnych zagadnieniom wykorzystania katalizatora DMC Habilitant poświęca 6 stron podrozdziału 1.4.2 w Autoreferacie. Mam w tym miejscu kilka pytań do Habilitanta dotyczących opisu kinetyki procesu polimeryzacji metylooksiranu, jak to określa Habilitant „aproxymowanej modelem (8)” - równaniem (8):

Skąd wynika taka złożona postać równania (8) ( $p_{po}(t) = a + b \cdot \operatorname{erfc}[c \cdot \ln(d \cdot t)]$ ) ?

Jaki jest związek krzywych zależności zmian szybkości polimeryzacji (rys. 4) z krzywymi zmian prężności metylooksiranu (rys. 3)?

Jakie wartości przyjmują „współczynniki regresji” a, b, c i d?

## **Ad. 2. Opracowanie i wdrożenie w skali przemysłowej ulepszonej metody prowadzenia etapu dojrzewania mieszaniny reakcyjnej przemysłowego procesu sulfonowania alkilobenzenu.**

Według Habilitanta osiągnięcie nr 2 obejmuje:

- „1) samodzielne opracowanie koncepcji ulepszonego procesu ”dojrzewania” mieszaniny reakcyjnej procesu sulfonowania w oparciu o własny pomysł,
- 2) aktualizacja wiedzy technologiczno-inżynierskiej oraz naukowej w obszarze przedmiotowym zagadnienia,
- 3) samodzielne opracowanie modelu matematycznego zmodernizowanego procesu
- 4) walidacja opracowanego modelu oraz koncepcji procesu z wykorzystaniem samodzielnie zaprojektowanej oraz zbudowanej w oparciu o mój projekt instalacji eksperymentalnej
- 5) uruchomienie i finalizacja procesu inwestycyjnego związanego z modyfikacją istniejącego węzła dojrzewania,
- 6) uruchomienie zmodernizowanego węzła instalacji i oddanie do ruchu”





W skład osiągnięcia naukowego wchodzi tu zgłoszenie patentowe p.t. „*Method for ageing the reaction mixture in a sulfonation proces*”. (Eur. Pat. 3057938 A1) autorstwa Chruściel, A., Smyrek, A., Prus, E., Weber, W., Holbach, D., Muller-Kirschbaum, Th. oraz artykuł [H13] p.t. “*Kinetic modelling and improvement of the ageing step of industrial alkylbenzene sulfonation process.*” autorstwa Chruściel, A., Hreczuch, W.

Innowacja technologiczna polegała w tym osiągnięciu na uzyskaniu bardzo wysokiego przereagowania alkilobenzenu (LAB), z zachowaniem niskiego wskaźnika barwy Kletta produktu, jakim jest kwas alkilobenzenosulfonowy (LABSA), w wyniku ilościowego zbilansowania zachodzących procesów, zaproponowania i weryfikacji modelu matematycznego układu reaktorów, przy uwzględnieniu uproszczonej kinetyki II rzędu względem LAB, procesu dojrzewania mieszaniny reakcyjnej. Habilitant pisze, że na podstawie analizy regresji 72 punktów doświadczalnych wyznaczył stałą szybkości tej reakcji, jednakże nie podał żadnego źródła tych danych doświadczalnych.

Analizując zaproponowany model matematyczny procesu dojrzewania w reaktorach okresowym, pracującym w reżymie ciągłym i półciągłym nasunęły mi się następujące wątpliwości dotyczące zwłaszcza przypadku ”procesu quasi-periodycznego w warunkach nieustalonych”:

- W równaniu (26) przedstawiającym ogólny bilans masowy ostatni człon po prawej stronie równania powinien mieć kropkę nad m (natężenie przepływu mieszaniny reakcyjnej).
- Co się tyczy zastosowania transformacji Laplace’a do rozwiązania równania (33) to było to niedorzeczne, bo równanie (33) jest nieliniowe, a tę transformację stosuje się tylko do liniowych równań różniczkowych zwyczajnych.
- Podejście alternatywne zaproponowane przez Habilitanta do rozwiązania równania (33) można było znacznie uprościć, bo równanie (36) można zapisać w postaci

$$\frac{dy(t)}{dt} = \frac{1}{k} \frac{d \ln u(t)}{dt} \quad (t \geq 0)$$

lub

$$\frac{d}{dt} \left[ y(t) - \frac{1}{k} \ln u(t) \right] = 0 \quad (t \geq 0)$$

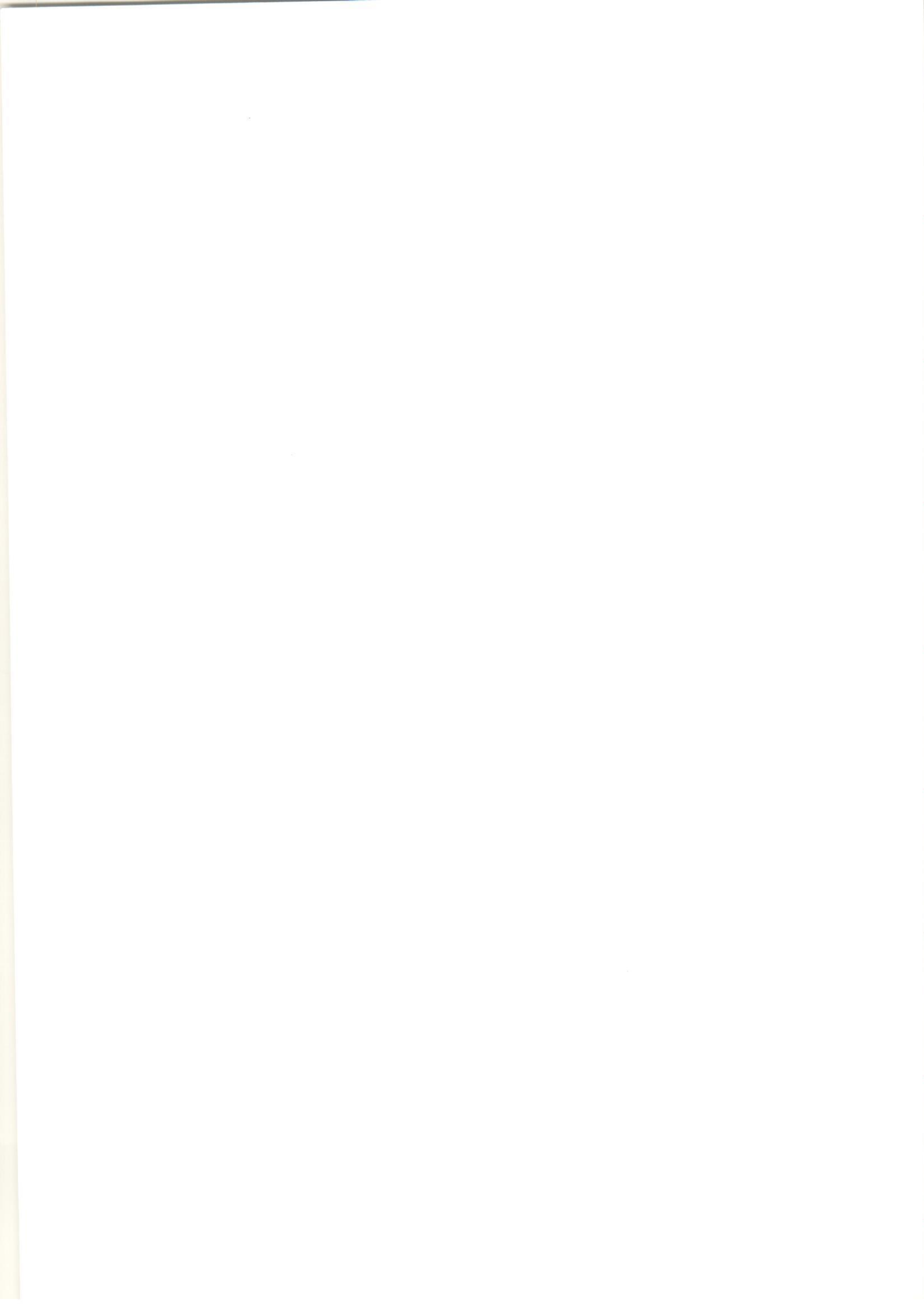
skąd

$$y(t) - \frac{1}{k} \ln u(t) = c = \text{const.} \quad (t \geq 0)$$

lub

$$y(t) = \frac{1}{k} \ln u(t) + c = \text{const.} \quad (t \geq 0)$$

Przy  $t=0$



$$y(0) = \frac{1}{k} \ln u(0) + c$$

skąd

$$c = y(0) - \frac{1}{k} \ln u(0)$$

a więc

$$y(t) = y(0) + \frac{1}{k} \ln \frac{u(t)}{u(0)} \quad (t \geq 0) \quad (*)$$

Rozwiązując równanie (42), Autor poszedł bardziej skomplikowaną drogą, gdy tymczasem można było wykorzystać rozwiązanie podane np. w poradniku E. Kamke, „*Differentialgleichungen Lösungsmethoden und Lösungen. I. Gewöhnliche Differentialgleichungen / 6. verbesserte Auflage. Leipzig, 1959*”. Mianowicie, to jest wzór 2.162 (1a) przy  $a=1$ ,  $b=-kw_{LAB(0)}$ ,  $c=0$ ,  $m=1$  w oznaczeniach Kamke. Wtedy otrzymamy to samo końcowe poprawne rozwiązanie (49), które uzyskał Habilitant. A ponieważ  $y(t)=w_{LAB}(t)$  przy  $t=0$  musi być skończone, a funkcja  $K_0(0)=\infty$ , a więc

$$u(t) = c_1 I_0 \left( 2\sqrt{kw_{LAB(0)}t} \right) \quad (t \geq 0)$$

przy czym

$$u(0) = c_1$$

$$y(t) = y(0) + \frac{1}{k} \ln I_0 \left( 2\sqrt{kw_{LAB(0)}t} \right) \quad (t \geq 0)$$

lub ostatecznie

$$w_{LAB}(t) = w_{LAB}(0) + \frac{1}{k} \ln I_0 \left( 2\sqrt{kw_{LAB(0)}t} \right) \quad (t \geq 0) \quad (**)$$

Szkoda, że Habilitant nie dostarczył wybranych publikacji do swego autoreferatu, bo trudno jest śledzić przekształcenia matematyczne bez wglądu do artykułu [H13].

Porównując wyniki doświadczalne z przebiegiem krzywych wyznaczonych z rozwiązania modelu procesu dojrzewania trzeba z uznaniem stwierdzić wyjątkowo dobrą zgodność teorii z praktyką (vide Rys. 11, przy czym Rys. 12 jest zbędny, bo to są te same wyniki co na Rys. 11). W kilku miejscach autoreferatu Autor nie podaje numeru wzoru, na który się powołuje (str. 36, wiersz 6 od góry; str. 45 środek strony).

Oprócz weryfikacji doświadczalnej modelu matematycznego procesu dojrzewania należy z uznaniem odnotować wykorzystanie tego modelu do projektu instalacji pilotowej i udaną modyfikację istniejącej instalacji.



**Ad. 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.**

Według Habilitanta osiągnięcie nr 3 obejmuje:

- „1) opracowanie modelu matematycznego reaktora strefowego reaktora syntezy Bisfenolu A (reaktor Kiedika-Koła),
- 2) walidacje opracowanego modelu w pełnej skali przemysłowej,
- 3) zastosowanie opracowanego modelu matematycznego w:
  - modernizacji węzła syntezy istniejącej instalacji BPA w skali 15 000 t/rok w latach 2007-2008
  - opracowaniu nowej technologii wytwarzania Bisfenolu A
  - obliczeniach projektowych prowadzonych w ramach etapu komercjalizacji opracowanej nowej technologii wytwarzania Bisfenolu A”

W skład osiągnięcia naukowego wchodzi tu opracowanie patentowe p.t. “*A method to obtain polycarbonate-grade bisphenol A.*, Pat. Eur. EP2090562 autorstwa Kiedik, M., Sokołowski, A., Kołt, J., Rzodeczko, A., Kubica, S., Mróz, J., Chruściel, A., Kałędowska, M. oraz trzy publikacje [H14]–[H16], dwie w *Przemysle Chemicznym* i ostatnia w *Chemical Engineering Research & Design*. 141 (2019) .

Należy tu nadmienić, jak przyznaje sam Habilitant, że „...osiągnięcie stanowi część pracy zespołowej, dotyczącej opracowania i komercjalizacji nowej, energooszczędnej technologii wytwarzania Bisfenolu A (BPA), będącego przedsięwzięciem zainicjowanym, prowadzonym i koordynowanym przez wiodącego autora polskiej technologii wytwarzania BPA, dr. inż. Macieja Kiedika. Udziałem osobistym Habilitanta jest zaproponowany model matematyczny reaktora do syntezy (BPA). Autor formułuje podstawowe założenia modelu wychodzą *ab ovo* od równań transportu pędu i masy dla układów homogenicznych, co ostatecznie sprowadza do równania Bernoulli’ego i drugiego prawa Ficka z reakcją chemiczną pierwszego rzędu względem acetonu. Upraszczając to ostatnie równanie do jednego wymiaru (ze względu na symetrię osiową cylindrycznego reaktora, bez przepływu radialnego) Autor proponuje jego rozwiązanie przy wykorzystaniu warunków brzegowych Danckwerts’a, nie demonstrując ich postaci, co uważam za niedopatrzenie. Podaje natomiast gotowe rozwiązanie dla modelu pseudo-homogenicznego (bez cytowania źródła), które dalej upraszcza ze względu na niskie „wartości współczynnika dyfuzji”- *de facto*  $\mathcal{D}$  nie jest współczynnikiem dyfuzji w zagadnieniu brzegowym Danckwerts’a ale współczynnikiem



dyspersji wzdłużnej. Ostatecznie do obliczeń Habilitant stosuje najprostszy z możliwych wzór na zmianę stężenia acetonu dla rurowego reaktora homogenicznego z przepływem tłokowym.

Podobne uproszczenia ale już bez zbędnych wyprowadzeń jak w przypadku transportu masy stosuje do transportu energii, przyjmując stacjonarne warunki adiabatycznej pracy reaktora do syntezy BPA.

Trzeba przyznać, że w tym formułowaniu modelu matematycznego procesu Habilitant dokonał niepotrzebnie tych uproszczeń, bo mógł sobie darować te „wyprowadzenia” modelu wychodząc od podstawowych równań transportowych, skoro ich tak wybrał najprostsze z możliwych. Pewne utrudnienie stanowiło uwzględnienie zależności szybkości reakcji od stężenia wody obecnej w złożu katalizatora jonitowego. Na podstawie doświadczeń w dwustrefowym reaktorze Kiedlika-Koźła, jedynie dla dwóch różnych czasów przebywania i trzech różnych stężeń wlotowych do reaktora Habilitant wyznaczył wartości parametrów kinetycznych  $k_0$  i  $a$ , ale zapomniał zupełnie o wykładniku  $m$ , który też należy do tego zestawu parametrów kinetycznych.

Jaka jest wartość parametru  $m$ ?

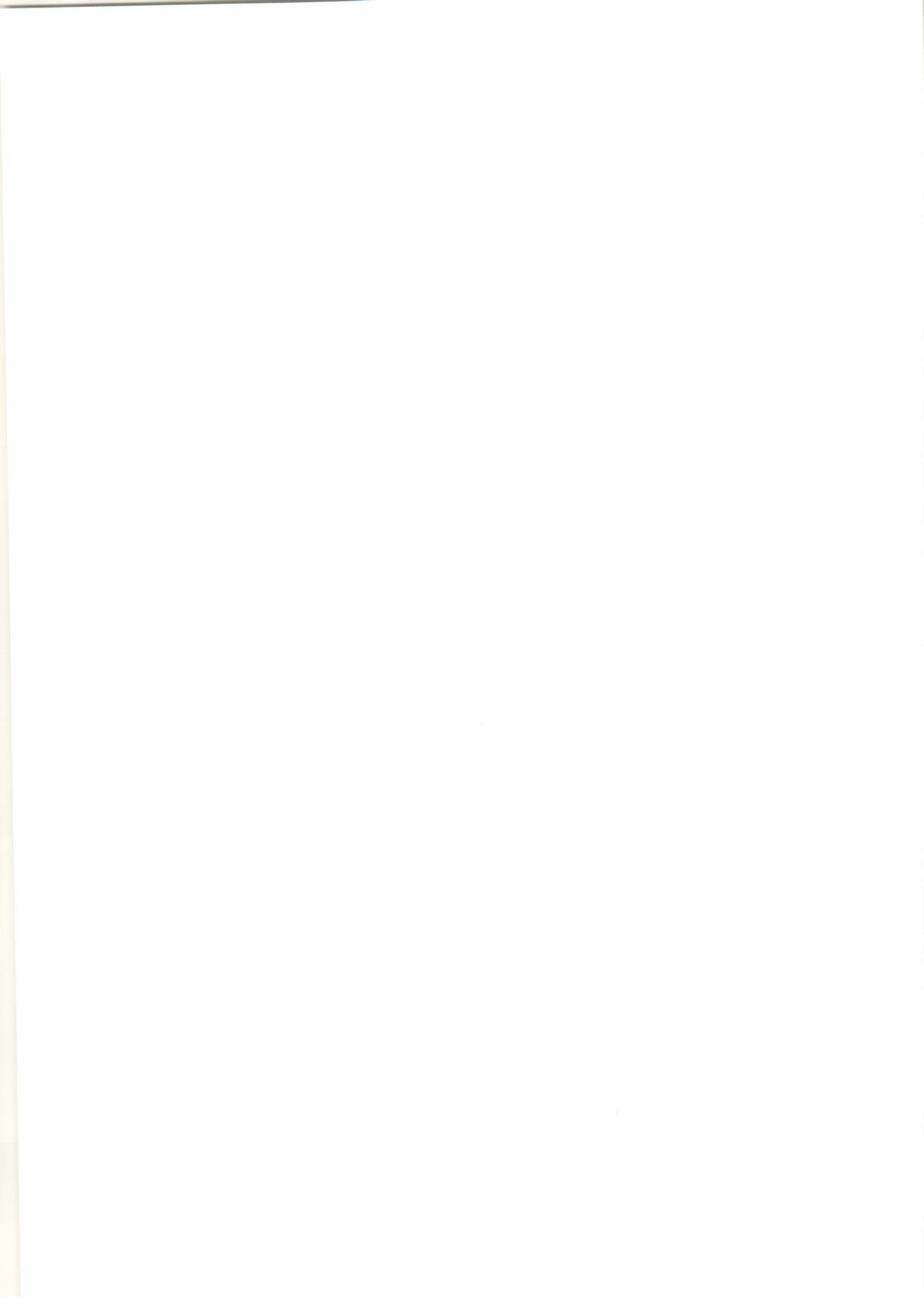
O ile w Tabeli 2 zestawiono wyniki obliczeń stopni konwersji acetonu, selektywności syntezy BPA i temperatur na wylocie ze złoża katalitycznego reaktora dwustrefowego z wartościami wyznaczonymi doświadczalnie to w Tabeli 3 brak jest porównania wyników doświadczalnych i obliczeń dla selektywności i temperatur w reaktorze trójstrefowym, chociaż tytuły obu Tabel 2 i 3 są identyczne.

Ten uproszczony model matematyczny Habilitant zastosował do reaktora trójstrefowego pisząc, że „wykorzystano w obliczeniach optymalizacyjnych parametrów i do optymalizacji sposobu eksploatacji węzła syntezy BPA w wytwórni PCC Synteza w Kędzierzynie-Koźlu. Obliczenia optymalizacyjnej prowadzono w ramach programu modernizacji pracy instalacji realizowanego w latach 2007-2008.”

O jakie obliczenia optymalizacyjne instalacji tu chodzi?

Gdzie są prezentowane te wyniki obliczeń optymalizacyjnych?

Pomimo tych braków obliczeń optymalizacyjnych i uchybień modelu matematycznego opracowano projekt bazowy instalacji produkcji BPA w skali 100 000 t/r i sprzedano licencje i dokumentacje techniczne tzw. procesu ADVANCE BPA do dwóch krajów, a obecnie negocjowany jest trzeci kontrakt także w skali 100 000 t/r. Niewątpliwie zasługą Habilitanta są obliczenia projektowe wykorzystujące jego uproszczony model matematyczny reaktora do syntezy BPA i walidacja tego modelu w instalacji pilotowej.





## **Ocena całokształtu aktywności naukowej**

Łączny dorobek naukowy dr inż. Arkadiusza Chruściela (wg danych zawartych w dokumentacji, Załącznik 4.) obejmuje łącznie 31 publikacji naukowych oraz 3 rozdziały w monografiach w tym 18 prac opublikowanych po doktoracie. Według Habilitanta sumaryczny współczynnik wpływu IF osiągnięć naukowych wynosi 37,623, a liczba cytowań i indeks Hirscha (wg bazy WoS), bez autocytowań) wynoszą odpowiednio 148 i 6. A liczba punktów MNiSW = 1035.

Znaczna część z tych prac 26 (według bazy SCOPUS z dnia 06.02.2024) została opublikowana w czasopismach znajdujących się w bazie *Journal Citation Reports*. Indeks Hirscha wynosi 7 a liczba cytowań 160.

Ponadto Habilitant posiada dodatkowo 10 osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych, oprócz tych wymienionych w ocenie osiągnięć naukowych stanowiących podstawę wszczęcia postępowania habilitacyjnego. Między innymi dotyczą one opracowania technologii dezynfekcji powietrza, projektów koncepcyjnych i rozszerzonych projektów procesowych różnych instalacji przemysłowych, powiększania skali procesów i itp.. A w wykazie wystąpień Autora na krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych można odnotować 44 pozycje.

## **Ocena dorobku w zakresie działalności organizacyjnej i dydaktycznej**

Działalność organizacyjna dr inż. Arkadiusza Chruściela nie ogranicza się do recenzji prac naukowych, w szczególności publikowanych w czasopismach międzynarodowych. Habilitant wykazał 6 takich recenzji w czasopismach z listy JCR, bo uczestniczył w organizacji 6 międzynarodowych programów badawczych, głównie inicjowanych przez zarząd Henkel KGaA. W ramach współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym Habilitant wymienia 18 udziałów w różnych przedsięwzięciach, konsultacjach eksperckich i ekspertyzach.

W ramach działalności dydaktycznej przeprowadził 3 wykłady dla studentów III roku studiów dziennych na Wydziale Chemii Politechniki Śląskiej i 5 wykładów w języku angielskim w TU Delf, Ruhr-Universität w Bochum, Technische Universität Bergakademie Freiberg, i Politechnice Poznańskiej. Pełnił funkcję opiekuna 3 prac magisterskich i



promotora pomocniczego w dwóch przewodach doktorskich, jednego zrealizowanego w Uniwersytecie Opolskim, i jednego w trakcie realizacji w Politechnice Śląskiej.

Habilitant jest autorem 3 rozdziałów w podręcznikach akademickich pod redakcją prof. J. Ciby.

### **Wniosek końcowy**

W oparciu o dokonaną ocenę dorobku naukowego, w tym cyklu publikacji wskazanych przez Kandydata jako główny element osiągnięć naukowych w związku z ubieganiem się o stopień doktora habilitowanego w dyscyplinie inżynieria chemiczna, stwierdzam, że **dr inż. Arkadiusz Chruściel owszem spełnia wymogi stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego ale w związku przedstawionymi pytaniami, przed ostatecznym głosowaniem wniosku o nadanie dr. inż. Arkadiuszowi Chruścielowi stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria chemiczna, proszę o spotkanie Kandydata z Komisją habilitacyjną.**



Łódź, 06.02. 2024

