



Zabrze, 17.12.2018

Dr hab. inż. Aleksandra Wolińska-Grabczyk, prof. nzw. PAN

Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych

Polskiej Akademii Nauk

Zabrze

### **Recenzja osiągnięcia naukowego zatytułowanego:**

*„Wykorzystanie odpadowej gliceryny jako surowca do produkcji nowych bio-polioli stosowanych w technologii otrzymywania spienionych materiałów poliuretanowych”*

**oraz aktywności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej**

**dr inż. Łukasza Jerzego Piszczyka w związku z postępowaniem habilitacyjnym**

Recenzja została opracowana na podstawie pisma Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów BCK-VI-L-7816/18.

Przy opracowaniu recenzji wykorzystano dostarczone przez Wnioskodawcę dokumenty zawierające: i) autoreferat wraz z wykazem opublikowanych prac naukowych oraz dodatkowymi informacjami o dorobku dydaktycznym, popularyzatorskim i współpracy międzynarodowej (załącznik nr 1), ii) kopie publikacji naukowych będących podstawą osiągnięcia naukowego (załącznik 3) oraz iii) oświadczenia współautorów publikacji będących podstawą osiągnięcia naukowego (załącznik 4), a także zamieszczone w załączniku nr 1 informacje na temat pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych Wnioskodawcy, w tym jego współpracy z przemysłem.

### **Informacje podstawowe o Habilitancie**

Dr inż. Łukasz Piszczyk ukończył studia wyższe na Wydziale Chemicznym Politechniki Gdańskiej w 2006 roku. Pracę magisterską pod tytułem „*Kompozycje poliuretanowo-szklane*” wykonał pod kierunkiem dr hab. inż. Janusza Datty w Katedrze Technologii Polimerów i z tą katedrą związał swoją działalność naukową. Kontynuując tematykę materiałów poliuretanowych rozpoczął w niej realizację pracy doktorskiej pod tytułem „*Synteza i*

właściwości nowych niepalnionych pianek poliuratanowych otrzymanych z użyciem surowców odnawialnych”, której promotorem był prof. Józef Haponiuk, i którą obronił w 2011 roku otrzymując stopień doktora nauk technicznych w zakresie technologii chemicznej. W 2012 roku został zatrudniony w Katedrze Technologii Polimerów na stanowisku asystenta a po roku na stanowisku adiunkta, na którym pracuje do dnia dzisiejszego.

Habilitant już w początkowym okresie swojej działalności naukowej wyróżniał się aktywnością i zaangażowaniem w pracę naukową zostając między innymi w 2009 roku laureatem programu stypendialnego „InnoDoktorant –stypendia dla doktorantów finansowanego ze środków EFS oraz budżetu państwa i Samorządu Województwa Pomorskiego, a następnie w latach 2014-2015 laureatem programu stypendialnego realizowanego na PG w ramach projektu „Advanced PhD”. W 2017 roku otrzymał trzyletnie stypendium naukowe dla wybitnych młodych naukowców przyznane przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Za swoją działalność naukową Habilitant był również nagradzany przez Rektora Politechniki Gdańskiej, kolejno w latach 2014, 2015 i 2016.

### **Ocena ogólnego dorobku naukowego**

Dorobek naukowy dr inż. Łukasza Piszczyka składa się z 34 publikacji w recenzowanych czasopismach naukowych z listy filadelfijskiej o łącznej liczbie wpływu  $IF= 67, 216$  co daje średnią wartość 1,98 na jedną publikację. Prace te były cytowane 186 razy bez autocytowań, a indeks Hirscha Habilitanta wynosi 9. Zgodnie z wykazem przedstawionym w punkcie 5.C załącznika nr 1 dorobek dr Piszczyka uzupełnia 20 artykułów opublikowanych w czasopismach spoza bazy JCR, a także, co zyskuje na szczególne podkreślenie, 3 patenty oraz 14 zgłoszeń patentowych (wykaz 5.B, załącznik nr 1). Do doktoratu opublikował 2 prace z bazy JCR o sumarycznym  $IF = 0,821$ , natomiast po doktoracie liczba opublikowanych prac wynosi 32, a ich sumaryczny  $IF 66,395$ . Oznacza to, że publikacyjna aktywność naukowa Habilitanta po otrzymaniu stopnia doktora zdecydowanie wzrosła z 0,1 na 4, 57 publikacji na rok, co wskazuje na niezwykle dynamiczny rozwój naukowy. Wypracowane bardzo dobre parametry bibliometryczne upoważniają więc Habilitanta do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego. Nie mniej jednak należy zauważyć, że wszystkie prace mają charakter współautorski, a tylko w części z nich Habilitant jest pierwszym autorem lub autorem do korespondencji. W 10 publikacjach będących podstawą osiągnięcia naukowego, Habilitant jest autorem do korespondencji pięciokrotnie i 1 raz pierwszym autorem, natomiast spośród

pozostałych 24 publikacji z bazy JCR pierwszym lub korespondencyjnym autorem jest w 10 publikacjach. Dorobek naukowy Habilitanta obejmuje również szereg innych osiągnięć naukowo-badawczych. Uczestniczył on aktywnie w wielu konferencjach krajowych i międzynarodowych prezentując wyniki swoich badań w postaci referatów i posterów. Brał również udział w 3 projektach badawczo wdrożeniowych i w jednym projekcie badawczo-rozwojowym pełniąc funkcje lidera, koordynatora, kierownika lub głównego wykonawcy projektu. Jest współautorem kilku opracowań naukowych na zlecenie podmiotów gospodarczych czy też publikacji typu know-how, a od 2016 pełni funkcję eksperta w NCBiR w programie Inteligentny Rozwój. Jego działalność naukowa to również recenzje 12 artykułów w czasopismach naukowych takich jak np. *Advances in Polymer Technology, Colloids and Surfaces, Cellulose, Journal of Applied Polymer Science, International Journal of Smart and Nano Materials*. Pełni również funkcję promotora pomocniczego dwóch prac doktorskich w toku oraz był promotorem pomocniczym pracy, której obrona miała miejsce w zeszłym roku. Podsumowując ten fragment recenzji dorobku naukowego mogę stwierdzić, że dorobek naukowy Habilitanta jest zgodny z kryteriami i wymaganiami odnośnie nadawania stopni i tytułów.

**Ocena osiągnięcia naukowego zatytułowanego:** *„Wykorzystanie odpadowej gliceryny jako surowca do produkcji nowych bio-polioli stosowanych w technologii otrzymywania spienionych materiałów poliuretanowych”*

Podstawę osiągnięcia naukowego stanowi cykl 10 prac (I, III, V-XII) opublikowanych w latach 2014-2018 o łącznej liczbie wpływu IF: 31,394 i sumarycznej wartości punktów MNiSW: 365 oraz 2 patenty (II i IV) przyznane w 2015 roku.

Tematyka prac cyklu habilitacyjnego dotyczy technologii otrzymywania spienionych materiałów poliuretanowych wykorzystujących bio-polioli otrzymywane z odpadowej gliceryny powstałej przy produkcji biopaliwa. Waga tej tematyki związana jest przede wszystkim ze skalą zapotrzebowania na materiały poliuretanowe, w tym pianki poliuretanowe, do produkcji których wykorzystywane są surowce głównie pochodzące z przetwórstwa ropy naftowej, a jednocześnie z koniecznością coraz szerszego stosowania surowców odnawialnych wynikającą z przyjętych zasad zrównoważonego rozwoju oraz dyrektyw Unii Europejskiej. Dodatkowym czynnikiem uzasadniającym aktywność naukową Habilitanta w tym obszarze badawczym jest także zapotrzebowanie na materiały poliuretanowe spełniające aktualne oraz coraz wyższe wymagania rynku, a także ekonomika ich produkcji. Biorąc pod uwagę powyższe

względy uważam, że wybór podjętego problemu badawczego jest w pełni uzasadniony, a przy tym niezwykle istotny z punktu widzenia przyszłych technologii uwzględniających nowe ekologiczne rozwiązania w przemyśle chemicznym.

W przedstawionych przez Habilitanta badaniach, obejmujących wykorzystanie odpadowej gliceryny do otrzymywania nowych bio-polioli jako surowca dla syntetyzowanych sztywnych pianek poliuretanowych, wyróżnić można dwa główne nurty badawcze. W pierwszym przypadku prace skoncentrowane były na zbadaniu nowego procesu polimeryzacji gliceryny pochodzącej z odpadowej, nieoczyszczonej frakcji powstającej przy produkcji biodiesla, w drugim na opracowaniu procesu upłynniania biomasy odpadową gliceryną. Równolegle realizowane były badania mające na celu zwiększenie ognioodporności otrzymywanych pianek poliuretanowych. Powyższe kierunki badań sprecyzowane zostały na podstawie przeprowadzonego przez Habilitanta rozeznania problemów występujących na rynku spienionych materiałów poliuretanowych oraz przeglądu stanu wiedzy na temat możliwości wykorzystania i zagospodarowania odpadowej gliceryny. Taki tryb formułowania zagadnień naukowo-badawczych budzi najwyższe uznanie, ponieważ wyniki opracowywanych rozwiązań mogą znaleźć natychmiastowe zastosowanie w praktyce.

Pierwsza praca należąca do cyklu habilitacyjnego jest obszerną pracą przeglądową przedstawiającą możliwe kierunki wykorzystania odpadowej gliceryny w technologiach polimerowych bez wcześniejszego, złożonego i kosztownego procesu jej wydzielania z mieszaniny produktów powstających przy produkcji biodiesla i odpowiedniego oczyszczania. Praca, w której Habilitant jest autorem do korespondencji, została opublikowana w 2016 roku w renomowanym czasopiśmie *Renewable and Sustainable Energy Reviews* o IF = 6,798 co potwierdza znaczenie i aktualność tematyki będącej przedmiotem przedstawionego do oceny cyklu prac Habilitanta.

Kolejne trzy prace (II-IV) stanowiące podstawę osiągnięcia naukowego dotyczą badań procesów otrzymywania sztywnych pianek poliuretanowych z wykorzystaniem polieteroli modyfikowanych w różnym stopniu poprzez dodatek poliglicern o różnej masie molowej i liczbie hydroksylowej otrzymywanych z produktów ubocznych syntezy biopaliw. Uzyskane wyniki pozwoliły stwierdzić, że wprowadzenie poligliceryn do struktury sztywnych pianek poliuretanowych umożliwia otrzymanie materiałów termicznie bardziej stabilnych i o zwiększonej wytrzymałości na ściskanie, których struktura komórkowa i właściwości izolacyjne pozostają przy tym bez zmian. Dodatkowe badania dotyczące poprawy odporności tych pianek na działanie ognia pozwoliły także Habilitantowi na opracowanie nowej technologii otrzymywania sztywnych pianek poliuretanowych o właściwościach materiałów

samogasnących, która wymaga wprowadzania do systemów piankowych tylko niewielkich (do 10%) ilości odpowiednich, zmniejszających palność nanonapełniaczy. Wyniki tych badań zostały przedstawione w artykule opublikowanym w *European Polymer Journal* (IF = 3,005), w którym Habilitant jest pierwszym autorem deklarując swój udział na 60% oraz w postaci dwóch patentów gdzie deklarowany udział Habilitanta w powstaniu obu patentów wynosi 35%. Dalsze cztery przedstawione do recenzji prace (V-VIII) poświęcone są modyfikacjom procesu otrzymywania bio-polioli z odpadowej gliceryny prowadzonym w kierunku uzyskania produktów o właściwościach zbliżonych do tych, które wykazują surowce petrochemiczne, a także szerokiej charakterystyce otrzymywanych bio-polioli oraz syntetyzowanych z ich użyciem sztywnych pianek poliuretanowych. Zaproponowany został nowy proces syntezy bio-polioli składający się z dwóch etapów, gdzie otrzymana w pierwszym etapie spolimeryzowana gliceryna poddawana jest dalszej reakcji z olejem rycynowym. Proces ten optymalizowano badając wpływ temperatury i czasu reakcji na właściwości powstających produktów. Stwierdzono, że otrzymane nową, dwuetapową metodą bio-poliole charakteryzują się znacznie lepszymi właściwościami z punktu widzenia wymagań stawianych surowcom do produkcji pianek poliuretanowych, dwukrotnie niższą lepkością oraz wyższą stabilnością termiczną i oksydacyjną, niż poligliceryny otrzymywane w pierwszy etapie. Ich użycie do syntezy sztywnych pianek poliuretanowych jako 70% wag. substytutu petrochemicznych polioli pozwoliło na otrzymanie materiałów o parametrach porównywalnych z parametrami pianek petrochemicznych. Dodatkowym ważnym odkryciem było stwierdzenie, że wzrost zawartości bio-poliolu w formulacji pianki zmniejsza również zagrożenie związane z jej palnością, gdyż ilość wydzielanego w krytycznym momencie spalania ciepła oraz ilość wydzielanego tlenu węgla ulegają zmniejszeniu w porównaniu do pianki petrochemicznej. Wyniki tej grupy badań opublikowane zostały w następujących czasopismach: *Polymer Degradation and Stability*, (IF=3,386), *Industrial Crops and Products* (IF=3,449), oraz *Journal of Polymers and the Environment* (IF=1,877). Należy przy tym zauważyć, że w żadnej z czterech prac obejmujących ten cykl badań Habilitant nie jest pierwszym autorem ani autorem do korespondencji, a deklarowany przez niego udział w powstaniu tych prac wynosi 35-40%.

Drugi kierunek badawczy realizowany przez Habilitanta i przedstawiony w pracach IX-XII dotyczy całkowicie innej metody wykorzystania odpadowej gliceryny do otrzymywania bio-polioli. W tym przypadku Habilitant zastosował odpadową glicerynę jako rozpuszczalnik w procesie upłynniania biomasy. Do swoich badań wytypował trzy biomasy różnego pochodzenia, ligninę, celulozę oraz biomasę morską składającą się głównie z makroglonów Enteromorpha, określając w pierwszym rzędzie wpływ wybranych parametrów reakcji na

strukturę oraz właściwości fizyczne powstających bio-polioli. Kontrola procesu upłynniania danej biomasy polegająca na oznaczaniu zmian stopnia jej konwersji, liczby hydroksylowej i lepkości w czasie połączona z wnikliwą analizą możliwych reakcji zachodzących w trakcie tego procesu, a także analiza struktury (FTIR) oraz właściwości reologicznych, stabilności termicznej i oksydacyjnej produktów pozwoliła Habilitantowi na ustalenie optymalnych warunków otrzymywania danego typu bio-polioli. W kolejnym etapie swoich prac Habilitant przeprowadził badania reaktywności bio-polioli w procesach syntezy sztywnych pianek poliuretanowych oraz badania wpływu zawartości danego bio-surowca na właściwości pianek. Szczególną uwagę poświęcił badaniom mikroskopowym SEM, na podstawie których charakteryzował i parametryzował strukturę komórkową pianek, która ma wpływ na jej właściwości izolacyjne i mechaniczne, oraz badaniom mechanicznym. Bardzo istotnym elementem były również badania starzeniowe termo-oksydacyjne i foto-oksydacyjne, gdzie efekty degradacji obserwowane były i analizowane na podstawie zmian w widmach FTIR badanych materiałów. Wyniki tych badań wykazały, że dodatek bio-poliolu do mieszaniny reakcyjnej pianki może w niektórych przypadkach podwyższać jej stabilność termiczną, tak jak obserwowano to dla pianki otrzymanej z użyciem upłynnionej celulozy (praca IX) czy ligniny (praca XI). Habilitant opracował również metodę upłynniania bio-masy bez konieczności użycia katalizatora z zastosowaniem promieniowania mikrofalowego, co skutkuje skróceniem czasu reakcji oraz pozytywnymi efektami ekonomicznymi. Podsumowując tę część badań można stwierdzić, że Habilitant z powodzeniem wykazał, że jego koncepcja wykorzystania odpadowej gliceryny jako rozpuszczalnika procesu upłynniania biomasy różnego pochodzenia pozwala na otrzymanie bio-surowców o kontrolowanych właściwościach, które mogą być stosowane do produkcji sztywnych pianek poliuretanowych o parametrach porównywalnych do pianek otrzymywanych z surowców petrochemicznych. Wyniki tych badań zostały opublikowane w takich czasopismach jak *Cellulose* (IF=3,195), *Journal of Industrial and Engineering Chemistry* (IF=4,421), *Wood Science and Technology* (IF=1,509), *Journal of Polymers and the Environment* (IF=1,877), a we wszystkich tych pracach Habilitant był autorem do korespondencji określając swój udział w ich przygotowaniu na 50-65%. Dodatkowo, efektem omawianych w tej części badań jest 6 zgłoszeń patentowych, które nie zostały umieszczone w cyklu przedstawionych do recenzji prac, a w których habilitant zastrzegł sposoby otrzymywania nowych bio-polioli w procesach upłynniania biomasy lignocelulozowej i biomasy alg oraz sposoby wytwarzania i składy pianek otrzymywanych z tego typu bio-polioli, a także pianek o zwiększonej odporności na działanie ognia.

dojrzałość naukową Habilitanta. Otrzymane przez niego wyniki są ważne przede wszystkim ze względu na ich duży potencjał aplikacyjny, a kierunki prowadzonych badań istotne ze względu na potrzebę uwzględniania zasad zrównoważonego rozwoju w technologiach przemysłu chemicznego. Jednocześnie wysoka renoma niektórych czasopism (IF powyżej 3), w których opublikowano część wyników przeprowadzonych badań jest pozytywnym wyznacznikiem wartości naukowej pracy Habilitanta. Pewne wątpliwości może jedynie budzić fakt, że w grupie prac współautorskich od V do VIII, ujętych jako część osiągnięcia naukowego Habilitanta, nie jest on ani pierwszym autorem ani autorem do korespondencji, a jego deklarowany udział nie przekracza 40%.

Nie mniej jednak na podstawie całościowej oceny zarówno osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę postępowania habilitacyjnego jak i znacznego dorobku naukowego i organizacyjnego dr inż. Łukasza Piszczyka stwierdzam, że spełnione są warunki wymagane od kandydatów do uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego zgodnie z Ustawą o Stopniach Naukowych i Tytule Naukowym oraz o Stopniach i Tytule w Zakresie Sztuki z dnia 14 marca 2003 roku wraz z późniejszymi zmianami. **Zatem wnioskuję do Rady Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie o dopuszczenie dr inż. Łukasza Piszczyka do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa.**

*A. J. Wójcik*