

**Prof. zw. dr hab. Marian Paluch**

Instytut Fizyki im. A. Chełkowskiego  
Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych  
Uniwersytet Śląski w Katowicach  
ul. 75 Pułku Piechoty 1, 41-500 Chorzów

**Recenzja rozprawy habilitacyjnej i dorobku naukowego dr inż. Magdaleny Kwiatkowskiej**

*„Otrzymywanie i charakterystyka nowych kopolimerów furano – estrowych z udziałem monomerów z biomasy roślinnej”*

**Przebieg kariery naukowej Habilitantki.**

Pani Magdalena Kwiatkowska posiada dyplom magistra inżyniera w specjalności przetwórstwo tworzyw sztucznych, który uzyskała na Wydziale Mechanicznym Politechniki Szczecińskiej w 2000 roku. Dwa lata później rozpoczęła studia doktoranckie na tym samym wydziale i w 2008 roku obroniła z wyróżnieniem rozprawę doktorską pt.: „Otrzymywanie i charakterystyka kompozytów polimerowych z udziałem nanorurek węglowych”. Uchwałą Rady Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki Politechniki Szczecińskiej otrzymała stopień doktora nauk technicznych w zakresie inżynierii materiałowej. Promotorem przewodu doktorskiego był prof. dr hab. Zbigniew Rosłaniec, a recenzentami rozprawy byli prof. dr hab. inż. Tomasz Sterzyński oraz prof. dr hab. inż. Andrzej Włochowicz.

Od samego początku pani Magdalena Kwiatkowska zawodowo związana jest z Wydziałem Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki Politechniki Szczecińskiej (od stycznia 2009 jest to Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie). Przez pierwsze trzy lata, tj. od połowy października 2006 do końca września 2009 roku, pracowała na stanowisku asystenta. W międzyczasie odbyła prawie roczny staż naukowy w Applied Technologies Philips Electronics Nederland B.V. w Eindhoven w Holandii. Natomiast od początku października 2009 roku do chwili obecnej jest zatrudniona na etacie adiunkta.

Zadeklarowany dorobek publikacyjny Habilitantki obejmuje 34 artykuły opublikowane w czasopiśmie znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR) oraz na liście MNiSW (MEiN). Wszystkie ukazały się w specjalistycznych czasopiśmie naukowych. Znaczący procent stanowią publikacje w czasopiśmie, których wskaźnik impact factor (IF) jest większy od 3. Z drugiej strony sporo jest artykułów opublikowanych w czasopiśmie, które nie posiadają wskaźnika IF i są to nisko punktowane czasopiśmie z listy B MNiSW. Dorobek publikacyjny

Habilitantki wzbogacony jest dodatkowo o 5 rozdziałów w monografiach naukowych. Wszystkie prace Habilitantki są współautorskie, natomiast w ponad jednej trzeciej artykułów jej nazwisko znajduje się na pierwszym miejscu na liście autorów. Artykuły Habilitantki charakteryzują się dobrym wskaźnikiem cytowań, bowiem całkowita ilość cytowań wynosi 584 (bez autocytowań) a indeks  $h = 13$  wg bazy Web of Science. Zarówno pod względem ilościowym jak i jakościowym dorobek publikacyjny dr inż. Magdaleny Kwiatkowskiej oceniam jako zadowalający, tzn. spełniający zwyczajowe normy w postępowaniach habilitacyjnych.

### **Ocena osiągnięcia naukowego Habilitantki będącego podstawą postępowania habilitacyjnego.**

Podstawę habilitacji dr Magdaleny Kwiatkowskiej stanowi cykl dziewięciu tematycznie ze sobą powiązanych publikacji (H1 - H9) o sumarycznym wskaźniku IF = 20,222. W cyklu tym siedmiokrotnie występuje jako pierwszy autor (H1 - H6 i H8), a w pozostałych dwóch pracach jest drugim autorem (H7 i H9). Choć wszystkie publikacje są wieloautorskie, to całkowita liczba autorów w każdej pracy nie przekracza pięciu. Szacowany udział procentowy Habilitantki w realizacji tych prac jest dominujący, bowiem wynosi odpowiednio: 60% (H1), 70% (H2), 60% (H3), 70% (H4), 65% (H5), 60% (H6), 60% (H7), 70% (H8) oraz 60% (H9). Jej wkład jest bardzo dobrze określony i oczywisty. Daty publikacji prac, które Habilitantka wybrała jako jednotematyczny zbiór publikacji, jednoznacznie wskazują, że powstały dopiero po obronie pracy doktorskiej.

Tematyka prac przedstawionych jako rozprawa habilitacyjna dotyczy otrzymywania i zbadania własności nowych wielofazowych materiałów polimerowych zawierających jak największy udział monomerów otrzymanych bezpośrednio lub pośrednio z surowców roślinnych. Wiodącym prym monomerem jest tutaj kwas 2,5 – furanodikarboksylowy (FDCA) wykazujący duże podobieństwo do kwasu tereftalowego (TPA) szeroko wykorzystywanego jako monomer do syntezy takich polimerów jak poli(tereftalanu etylenu) (PET), poli(tereftalanu butylenu) (PBT), poli(tereftalanu trimetylenu) (PTT). Zastąpienie kwasu TPA otrzymywanego z surowców petrochemicznych przez kwas FDCA, który można pozyskiwać z polisacharydów, skrobi czy ligninocelulozy otwiera nowe możliwości w kierunku poszukiwania nowych wielofazowych materiałów polimerowych opartych na surowcach z biomasy roślinnej. Stąd też Habilitantka postawiła sobie jako cel poznawczy między innymi zbadanie i zrozumienie wpływu specyficznej struktury FDCA w porównaniu do TPA na własności użytkowe otrzymanych materiałów.

Materiały, które zostały otrzymane i scharakteryzowane przez Habilitantkę zostały podzielone na dwie grupy:

i) furano – estrowe kopolimery multiblokowe z udziałem roślinnego segmentu giętkiego, w których segment sztywny syntezowano z FDCA z różnymi diolami alifatycznymi, tj. glikolem etylenowym, glikolem butylenowym i glikolem propylenowym, zaś jako biopochodny segment giętki stosowano diol dimeryzowanych kwasów tłuszczowych.

ii) furano – estrowe kopolimery blokowe z udziałem poli(furanianu butylenu) jako segmentu sztywnego oraz segmentów giętkich o różnej budowie chemicznej, w tym: diol dimeryzowanych kwasów tłuszczowych, poli(tlenek etylenu) i poli(tetraoksymetylen).

Kopolimery należące do pierwszej grupy, tj. PTF-b-FADD, PBF-b-FADD i PEF-b-FADD Habilitantka wykorzystała głównie do zbadania wpływu rodzaju segmentu sztywnego na ich mikrostrukturę oraz ich właściwości fizyczne. Z kolei wpływ rodzaju i długości segmentu giętkiego na mikrostrukturę i właściwości fizyczne został oceniony w oparciu o kopolimery z grupy drugiej (PBF-b-FADD, PBF-b-PEO i PBF-b-PTMG). Wybór PBF jako segmentu sztywnego w wyżej wymienionych układach nie był tutaj przypadkowy, ponieważ w przypadku homopolimerów furanowych wykazywał największą tendencję do krystalizacji.

Ponieważ praca Habilitantki polegała zarówno na otrzymywaniu nowych materiałów polimerowych jak i scharakteryzowaniu ich mikrostruktury oraz właściwości fizycznych, dlatego w tym celu musiała zastosować cały szereg różnorodnych technik eksperymentalnych. Do identyfikacji budowy chemicznej otrzymanych furano – estrowych kopolimerów blokowych wykorzystywała spektroskopię magnetycznego rezonansu jądrowego oraz spektroskopię w podczerwieni z transformacją Fouriera. Natomiast badania mikrostruktury i właściwości fizycznych tych materiałów wykonała przy pomocy szeroko- lub małokątowej dyfrakcji rentgenowskiej, różnicowej kalorymetrii skaningowej, analizy termicznej dynamicznych właściwości mechanicznych oraz termograwimetrię. W mojej ocenie, to dowodzi, że Habilitantka wykonała nie tylko ogromną pracę laboratoryjną, ale przede wszystkim posiada odpowiedni warsztat w zakresie projektowania, otrzymywania i charakteryzowania materiałów polimerowych.

Do głównych osiągnięć Habilitantka zalicza:

1. Otrzymanie i scharakteryzowanie nowych heterofazowych materiałów polimerowych o budowie kopolimerów multiblokowych, wykorzystując biopochodny kwas 2,5-furanodikarboksylowy, FDCA, jako główny monomer oraz inne monomery, które są lub mogą być otrzymywane z biomasy roślinnej.
2. Udowodnienie, że wykorzystanie polimeryzacji kondensacyjnej w stanie stopionym, jako metody wytwarzania, pozwala na otrzymywanie poliesterów furanowych oraz multiblokowych kopolimerów furano – estrowych o oczekiwanej heterofazowej mikrostrukturze oraz zróżnicowanych właściwościach fizycznych. Ustalenie parametrów procesu syntezy dla różnych rodzajów kopolimerów w zależności od użytego małowartościowego diolu i rodzaju segmentu giętkiego.
3. Pokazanie, że otrzymane nowe materiały mogą być przetwarzane z wykorzystaniem metod przetwórczych typowych dla termoplastów, w tym przetwórstwa wtryskowego, zachowując łatwość formowania.
4. Udowodnienie, że struktura chemiczna pierścienia furanowego oraz wynikająca z tego specyficzna budowa cząsteczki FDCA w otrzymanych materiałach zaburza symetrię makrocząsteczek i tym samym utrudnia proces krystalizacji.
5. Pokazanie, że otrzymane kopolimery furano – estrowe, zależnie od rodzaju segmentu sztywnego, segmentu giętkiego oraz stosunku segmentów sztywnych i giętkich charakteryzują się zróżnicowanymi właściwościami termicznymi, różnymi temperaturami przemian fizycznych, zróżnicowanym zachowaniem termomechanicznym, właściwościami mechanicznymi oraz zdolnością do elastycznych odkształceń. Ponadto, opisano zależności między budową chemiczną, „geometrią”

makrocząsteczek, formującą się mikrostrukturą a właściwościami użytkowymi nowej grupy materiałów.

6. Udowodnienie, że proces wygrzewania w temperaturze zimnej krystalizacji lub wyższej wpływa na reorganizację mikrostruktury kopolimerów
7. Sklasyfikowanie nowych materiałów pod kątem oczekiwanych właściwości mechanicznych: od amorficznych lub niskokrystalicznych termoplastów do elastomerów termoplastycznych o zróżnicowanej zdolności do przenoszenia naprężeń, uzyskiwanych wydłużeń oraz elastycznych powrotów, zależnie od budowy chemicznej. Zmieniając skład kopolimeru lub stosując proces wygrzewania, możliwe jest dopasowanie ich właściwości do wymagań wynikających z ich aplikacji.
8. Wykazanie, w sposób bezpośredni, wpływu różnic w budowie chemicznej i strukturze cząsteczek biopochodnego kwasu 2,5 – furanodikarboksylowego i ropochodnego kwasu tereftalowego na formującą się mikrostrukturę oraz wynikające z tego właściwości użytkowe materiałów polimerowych. Dokonano tego poprzez porównanie serii kopolimerów tereftalowych i furano – estrowych syntezowanych w zbliżonych warunkach (parametrach syntezy) oraz posiadających takie same udziały segmentów sztywnych i giętkich, różniących się jedynie rodzajem pierścienia w jednostkach powtarzalnych.

Tematyka prac wchodzących w skład rozprawy habilitacyjnej w pełni odpowiada jej tytułowi: “Otrzymywanie i charakterystyka nowych kopolimerów furano – estrowych z udziałem monomerów z biomasy roślinnej”, a prezentowane w nich zagadnienia badawcze są spójne tematycznie. Uważam, że wszystkie publikacje mają charakter prac oryginalnych i są źródłem wielu cennych informacji na temat nowych materiałów polimerowych, bardziej przyjaznych środowisku.

#### **Ocena aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej.**

W tym względzie największą aktywnością Habilitantka wykazała się w okresie przed uzyskaniem stopnia doktora, bowiem odbyła aż trzy staże naukowe za granicą. Pierwszy z nich trwał łącznie cztery tygodnie i został zrealizowany w Technische Universität Hamburg – Harburg, Niemcy w ramach projektu DAAD/KBN. Później otrzymała Stypendium British Council for Young Scientists i na okres 5 tygodni wyjechała do University of Surrey, Guilford, Wlk. Brytania. Oba staże naukowe były ściśle związane z realizacją pracy doktorskiej. Najdłuższy pobyt zagraniczny, który trwał łącznie 10 miesięcy, miał miejsce w Philips Applied Technologies, Eindhoven, Holandia. Był to staż przemysłowo-badawczy zrealizowany w ramach projektu Marie Curie Transfer of Knowledge (6 PR) “Skin tribology with compliant materials for medical and healthcare applications”. W tym samym ośrodku badawczym gościła ponownie po uzyskaniu stopnia doktora (łącznie 3,5 miesiąca).

W ostatnich latach nawiązała aktywną współpracę z University of Aveiro (dr A. Sousa, B. Agostinho), University of Bologna (prof. N. Lotti, dr M. Soccio) i Technical University of Ostrava (prof. D. Placha). Ta współpraca koncentruje się wokół badań nad polimerami z FDCA. Należy też wspomnieć, że Habilitantka pełniła rolę opiekuna stażu naukowego doktorantki z

University of Aveiro, którego celem było wykonanie serii syntez poliestrów furanowych wraz z ich charakterystyką w celu opracowania metod ich recyklingu chemicznego.

### **Ocena działalności dydaktycznej i popularyzatorskiej**

Dr inż. Magdalena Kwiatkowska cechuje się bardzo dużym zaangażowaniem w pracę dydaktyczną. Jej działalność w tym zakresie nie ograniczała się wyłącznie do prowadzenia wykładów i zajęć laboratoryjnych dla studentów, ale także aktywnie uczestniczyła w przygotowaniu programów kształcenia oraz wniosków o uruchomienie nowych kierunków studiów na WIMiM: Projektowanie materiałowe w konstrukcjach inżynierskich (2020/2021) i Technologie Materiałowe i Spawalnictwo (2022/2023). Od ponad dekady prowadzi również zajęcia w języku angielskim dla studentów zagranicznych studiujących na ZUT w Szczecinie w ramach programu Erasmus/Erasmus+. Pod jej kierunkiem powstało 9 prac dyplomowych inżynierskich i 8 prac magisterskich. Ponadto pełni rolę promotora pomocniczego w dwóch przewodach doktorskich.

Popularyzowała naukę w czasie weekendowych zajęć z uczniami szkół ponadpodstawowych i gimnazjalnych w ramach Uniwersytetu Młodego Odkrywcy DUTEK. Wielokrotnie angażowała się w organizowanie pokazów i warsztatów dla młodzieży w ramach takich imprez jak Festiwal Nauki, Noc Naukowców czy Dni Otwarte ZUT w Szczecinie. Za zaangażowanie w działalność dydaktyczną i popularyzatorską w roku 2019 została odznaczona Medalem Komisji Edukacji Narodowej.

### **Ocena pozostałych form aktywności naukowej**

Istotnymi kryteriami przy ocenie aktywności naukowej są także wystąpienia konferencyjne, oraz udział w projektach badawczych i konsorcjach/sieciach naukowych. Oba wymienione kryteria są spełnione w stopniu zadawalającym, ponieważ Habilitantka:

1. uczestniczyła w kilkudziesięciu konferencjach krajowych i zagranicznych, podczas których wygłosiła 19 referatów oraz zaprezentowała 27 plakatów. Ponadto była głównym organizatorem międzynarodowego seminarium członków sieci tematycznej The Carbon Nanotubes Thematic Network CNT-NET (5 PR), CNT-Net Meeting, 7 – 8. 10. 2004 oraz członkiem komitetu organizacyjnego XXVII Seminarium Polskiego Towarzystwa Materiałoznawczego, organizowanego przez Katedrę Technologii Materiałowych ZUT w Szczecinie, 24 – 26. 09. 2023, Szczecin
2. była 7 razy wykonawcą i raz głównym wykonawcą w projektach badawczych finansowanych przez KBN, NCN oraz NCBR. Tylko raz pełniła rolę kierownika projektu uzyskanego w ramach programu MINIATURA organizowanego przez NCN.
3. od roku 2020 jest członkiem europejskiej sieci badawczej FUR4Sustain w ramach akcji COST (II-14-6), która tworzy międzynarodowe konsorcjum składające się z jednostek badawczych oraz przedstawicieli przemysłu zainteresowanych rozwojem furanowych materiałów polimerowych dla bardziej zrównoważonego przemysłu.

Pewien niedosyt budzi natomiast brak kierowania nieco większymi projektami badawczymi, jak Sonata czy Opus.

Dokonując oceny pozostałych form aktywności naukowej Habilitantki należy także wziąć pod uwagę jej wkład do prac o charakterze wynalazczym. Jest bowiem współautorką 4 patentów i jednego zgłoszenia patentowego. Ponadto deklaruje, że wielokrotnie wykonywała recenzje publikacji w renomowanych czasopismach naukowych, takich jak: eXPRESS Polymer Letters (IF 4,16), Polymer Bulletin (IF 2,87), Colloids (IF 1,93), e-Polymers (IF 2,025), Polymer (IF 4,43), European Polymer Journal (IF 4,598), International Journal of Environmental Science and Technology (IF 2,86), Journal of Polymer and the Environment (IF 3,66), Materials (IF 3,62), Polymers IF (4,33), ACS Sustainable Chemistry and Engineering IF (8,198), Macromolecules (IF 5,98), Sustainability (IF 3,25).

### **Ocena działalności organizacyjnej**

Zaangażowanie Habilitantki w działalność organizacyjną na rzecz jej Wydziału jest ogromne. W latach 2016-2019 pełniła funkcję Zastępcy Dyrektora Instytutu Inżynierii Materiałowej ds. dydaktyki. Od czerwca 2020 jest Wydziałowym Koordynatorem Programu Erasmus+ oraz Pełnomocnikiem Dziekana ds. Współpracy dydaktycznej z zagranicą na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki. Od wielu lat jest również członkiem Wydziałowej Komisji Wyborczej WIMiM, a w kadencji 2020 – 2024 jest jej sekretarzem.

### **Wniosek końcowy**

Po wnikliwej analizie całokształtu dorobku naukowego, działalności dydaktycznej i organizacyjnej oraz biorąc pod uwagę dokonaną ocenę rozprawy habilitacyjnej pt. „Otrzymywanie i charakterystyka nowych kopolimerów furano – estrowych z udziałem monomerów z biomasy roślinnej”, uważam, że dr inż. Magdalena Kwiatkowska spełnia wszystkie wymagania, aby uzyskać stopień doktora habilitowanego. Zarówno rozprawa habilitacyjna jak i dorobek naukowy stanowią istotny i oryginalny wkład w rozwój nauki z zakresu inżynierii materiałowej.

Wnioskuje zatem do Komisji w postępowaniu habilitacyjnym i do Rady Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie o nadanie dr inż. Magdalenie Kwiatkowskiej stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk chemicznych.



Marian Paluch