

Dr hab. n. farm. Magdalena Prokopowicz

## RECENZJA

**osiągnięcia naukowego pt.: „Rozwiązania instrumentalne przeznaczone do oznaczania lotnych i średniolotnych związków organicznych wprowadzanych do środowiska w wyniku użytkowania i składowania produktów wykonanych z tworzyw sztucznych”  
oraz aktywności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych  
dr. inż. Mariuszowi Marcioni**

### I. Ogólne dane biograficzne

Pan dr inż. Mariusz Marć studiował na kierunku Technologia Chemiczna na Wydziale Chemicznym Politechniki Gdańskiej i uzyskał tytuł inżyniera w 2009 roku w specjalności Lekka Synteza Organiczna. Tytuł magistra uzyskał w 2010 roku kończąc kierunek Technologie Ochrony Środowiska, specjalność Monitoring i Analityka Zanieczyszczeń Środowiska. Od 2014 do 2016 roku był pracownikiem na stanowiskach starszego referenta technicznego, następnie asystenta w Katedrze Chemii Analitycznej Wydziału Chemicznego Politechniki Gdańskiej. Pracę doktorską pod tytułem „Narzędzia analityczne do oceny jakości materiałów wewnętrznych i ich wpływ na środowisko wewnętrzne”, obronił w 2015 roku uzyskując stopień doktora nauk chemicznych. Promotorem pracy była Pani prof. dr hab. inż. Bożena Zabiegała. W terminie od 2016-12-01 do 2019-02-28, dr inż. Mariusz Marć był zatrudniony na stanowisku adiunkta w Katedrze Chemii Analitycznej i Ekologicznej Uniwersytetu Opolskiego w ramach stażu podoktorskiego. Obecnie jest adiunktem w Katedrze Chemii Analitycznej Politechniki Gdańskiej.

### II. Ocena osiągnięcia naukowego będącego przedmiotem postępowania habilitacyjnego

Osiągnięciem naukowym dr. inż. Mariusza Marcia, stanowiącym podstawę do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego, o którym mowa w art. 219 ust. 1 pkt 2b Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, jest cykl 9 powiązanych tematycznie artykułów naukowych pt. „Rozwiązania instrumentalne przeznaczone do oznaczania lotnych i średniolotnych związków organicznych wprowadzanych do środowiska w wyniku użytkowania i składowania produktów wykonanych z tworzyw sztucznych”.

Artykuły naukowe wchodzące w skład osiągnięcia naukowego zostały opublikowane w latach 2015-2020 o sumarycznym współczynniku oddziaływania IF równym 47,702 i wartości punktacji MNiSW równej 690 w roku opublikowania. Dwa artykuły, które ukazały się w czasopiśmie *Trends in Analytical Chemistry* są publikacjami przeglądowymi, w których Habilitant jest pierwszym i korespondencyjnym Autorem, a w jednej jedynym. Pozostałe artykuły są publikacjami oryginalnymi, w których Habilitant jest pierwszym i

korrespondencyjnym Autorem. Załączone oświadczenia wkładu merytorycznego poszczególnych autorów w ww. publikacjach potwierdzają wiodącą rolę Habilitanta w tworzeniu koncepcji tematyki badawczej, planowaniu i przeprowadzaniu doświadczeń, interpretacji wyników i zaangażowaniu w proces publikacyjny.

Habilitant podzielił swoją pracę badawczą na dwa etapy. Pierwszy etap badań związany był z oszacowaniem wielkości emisji wybranych związków z grupy lotnych związków organicznych (VOC) uwalnianych z powierzchni różnego typu przedmiotów codziennego użytku wykonanych z tworzywa sztucznego przy wykorzystaniu stacjonarnego (ex-situ) oraz przenośnego (in-situ) urządzenia analitycznego - zaprojektowanego i skonstruowanego przez Habilitanta. Wyniki tego etapu zostały przedstawione w pięciu publikacjach [H1-H5]. W publikacji przeglądowej [H1] w sposób kompleksowy przedstawił kluczowe czynniki decydujące o właściwym doborze narzędzi oraz technik analitycznych używanych w monitorowaniu profilu emisji VOC. Opracowane kompendium wiedzy przedstawia rozwiązania instrumentalne oraz metodyczne stosowane na etapach kondycjonowania próbek materiałów badanych jak i pobierania próbek analitów z fazy gazowej w warunkach stosowania ww. stacjonarnych środowiskowych komór emisyjnych oraz przenośnych urządzeń analitycznych. W publikacjach oryginalnych [H2, H3] wykorzystując stacjonarne urządzenie komór emisyjnych Habilitant przedstawił swoje wyniki badań emisji węglowodorów aromatycznych do fazy gazowej, uwalnianych z wielu typów wykładzin podłogowych zarówno produkowanych z *włókien* sztucznych, jak i zawierających ich ograniczoną ilość. Należy podkreślić, że procedura badawcza została zaplanowana w sposób logiczny i kompletny. W dobranej obszernej grupie badawczej były reprezentatywne próbki (około 130) różniące się właściwościami fizykochemicznymi m.in. składem chemicznym, kolorem, grubością całkowitą czy grubością warstwy ścieralnej oraz parametrem określanym przez producenta jako waga runa. Dobrane warunki kondycjonowania próbek wykładzin, tj. temperatura i prędkość przepływu gazu płuczącego symulowały warunki panujące w pomieszczeniach mieszkalnych. Rurki sorpcyjne wypełnione sorbentem polimerowym Tenax TA służyły do pobierania emitowanych związków chemicznych. Technika dwuetapowej termicznej desorpcji sprzężonej z chromatografią gazową z detekcją płomieniowo-jonizacyjną, po przeprowadzonej prawidłowo procedurze walidacyjnej, wykorzystano do desorpcji, rozdzielania, identyfikacji i oznaczania analitów z grupy węglowodorów aromatycznych. W tych samych publikacjach [H2, H3] Habilitant wykorzystując własnej konstrukcji przenośny emisyjny próbnik analityczny, po uprzednio wyznaczonych dla jego pracy parametrach użytkowych oraz zmiennych wpływających na końcowy wynik, przedstawił wyniki badań emisji węglowodorów aromatycznych do fazy gazowej, uwalnianych z ww. wykładzin podłogowych w warunkach rzeczywistych. W zaprojektowaniu warunków pracy urządzenia przenośnego Habilitant uwzględnił średni czas pracy pracownika w pomieszczeniu zamkniętym. Jedną z różnic oprócz trybu pracy przenośnego urządzenia analitycznego w porównaniu do stacjonarnego było zastosowanie innego sorbentu do pobierania związków lotnych, którym był węglowy Carbograph 4. Moim zdaniem brakuje informacji w autoreferacie Habilitanta wyjaśniającej celowość zastosowania dwóch różnych sorbentów analitycznych do badań oznaczania tych samych związków lotnych.

Podsumowując ten etap badań, należy podkreślić, że wymiernym jego efektem było przygotowanie bazy danych związanej z wielkością emisji związków organicznych z grupy BTEX (benzen, toluen, etylobenzen i ksyleny) z badanych wykładzin podłogowych i podkładów pod wykładziny, związków które są wskaźnikami stopnia narażenia organizmu człowieka na szkodliwe działanie VOC [H3]. Przedstawienie zaś potencjalnych czynników związanych z charakterystyką fizykochemiczną badanych próbek wykładzin podłogowych na otrzymane wyniki emisji związków organicznych z grupy BTEX są dodatkowym cennym źródłem informacji [H3].

W kolejnych pracach [H4, H5] przedmiotem badań emisji związków z grupy VOC były jednorazowe przedmioty codziennego użytku wykonane z tworzyw sztucznych i przeznaczone do bezpośredniego kontaktu z żywnością. Habilitant wybrał przedmioty do spożywania gorących i zimnych potraw, wytworzone z polimerów, które nie ulegają biodegradacji takich jak polipropylen, polistyren, polietylen, czy zawierających dodatkowy składnik naturalny, np. celuloza pokryta warstwą polietylenu oraz z biodegradowalnych takich jak polilaktyd. Do badań emisji lotnych związków organicznych wykorzystał stacjonarne urządzenie analityczne, a do desorpcji, rozdzielania, identyfikacji i oznaczenia analitów z grupy węglowodorów aromatycznych zastosował technikę dwuetapowej termicznej desorpcji, chromatografię gazową z detekcją płomieniowo-jonizacyjną, oraz chromatografię gazową sprzężoną ze spektrometrią mas. Otrzymane wyniki wskazują, że emisja związków z grupy węglowodorów aromatycznych charakteryzuje się znaczną zmiennością zależną od typu badanego przedmiotu, co zdecydowanie wskazuje na trudności związane z właściwą interpretacją wyników badań. Habilitant doskonale sobie z tym poradził. Przeprowadzona wnikliwa dyskusja na temat wyjaśnienia przyczyn występujących emisji lotnych związków organicznych z konkretnych przedmiotów codziennego użytku, która wymagała od Habilitanta wiedzy związanej z ich całym procesem produkcyjnym i poprodukcyjnym, uważam za jedną z wartościowszych elementów osiągnięcia naukowego Habilitanta. Warto dodatkowo podkreślić, że wskazane przez Habilitanta przedmioty do bezpośredniego kontaktu z żywnością otrzymywane na bazie polimerów są uznawane za bezpieczne dla zdrowia, tym niemniej wyniki badań [H4, H5] wskazują na działania dążące do podniesienia świadomości przeciętnego człowieka na temat powszechnego narażenia na VOC, które może skutkować ich nadmierną akumulacją w organizmie, jeżeli np. będą one stosowane przez człowieka regularnie.

Drugi etap badań Habilitanta opisany został w autoreferacie pod tytułem „*sorbenty polimerowe z odciskiem molekularnym jako wartościowe narzędzie analityczne stosowane w procesie oznaczania wybranych przedstawicieli związków z grupy średniolotnych związków organicznych pochodzących z materiałów wykonanych z tworzywa sztucznego*”. Habilitant podejmuje się zadania poszukiwania nowych sorbentów polimerowych w oparciu o obliczenia matematyczne wykorzystujące komputerowe modelowanie molekularne w celach usprawnienia procedur analitycznych związanych z izolacją czy wzbogacaniem specyficznej grupy analitów. Wyniki tego etapu badań zostały opisane w czterech kolejnych publikacjach Habilitanta [H6-H9]. W publikacji przeglądowej *Computational modeling of molecularly imprinted polymers as a green approach to the development of novel analytical sorbents* w czasopiśmie Trends in Analytical Chemistry z 2018 roku [H6], Habilitant przedstawił obszerną bazę

danych literaturowych omawiającą główne nurty badawcze w tematyce nowoczesnych analitycznych sorbentów, w tym różne strategie sposobów ich otrzymywania i wykorzystywania w praktyce analitycznej. Zdobyta wiedza pozwoliła Habilitantowi na zaproponowanie swojej nowatorskiej tematyki badawczej związanej z opracowaniem procedur otrzymywania, badań fizykochemicznych materiałów polimerowych z odciskiem molekularnym, i ich zastosowania w ekstrakcji do fazy stałej jako wypełnienie sorpcyjne, i w dyspersyjnej ekstrakcji do fazy stałej jako sorbent unieruchomiony na nośniku magnetycznym  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , co zostało przedstawione szczegółowo w publikacjach [H7-H9].

Należy podkreślić, że ten etap badań wskazuje na interdyscyplinarny jego charakter, wymagający zaangażowania, oprócz chemii analitycznej, innych obszarów wiedzy i nauki, zwłaszcza z zakresu komputerowego modelowania molekularnego, chemii polimerów oraz badań fizykochemicznych ciała stałego. W związku z tym, Habilitant planując swoje badania wykazał się umiejętnością nawiązywania współpracy naukowej. Do opracowania teoretycznego zaprojektowania warunków syntezy nowego typu sorbentów polimerowych z odciskiem molekularnym wykorzystał obliczenia matematyczne we współpracy z Katedrą Chemii Fizycznej Politechniki Gdańskiej. Uzyskując informacje o potencjalnych oddziaływaniach pomiędzy odpowiednim monomerem a analogiem strukturalnym, Habilitant opracował i wykonał syntezę sorbentu polimerowego z odciskiem molekularnym [H7, H8] oraz dodatkowo osadzonym na nośniku magnetycznym  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  [H9], dobrał warunki procesu polimeryzacji i końcowego oczyszczania otrzymanego produktu. Zaplanował wybrane badania fizykochemiczne otrzymanych nowych sorbentów prawidłowo dobierając narzędzia badawcze i wykorzystując w tym celu infrastrukturę badawczą współpracujących jednostek naukowych, takich jak Centrum Zaawansowanych Technologii przy Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu oraz Instytut Inżynierii Chemicznej PAN w Gliwicach. Spektroskopię w podczerwieni wykorzystał do potwierdzenia tożsamości polimeru i analogu strukturalnego. Do charakterystyki porowatości powierzchni sorbentów zastosował pomiary izoterm adsorpcji – desorpcji azotu i metodą BET i BJH przedstawił wyniki powierzchni właściwej, średnicy i objętości porów czy rozkładu objętości porów względem ich średnicy. Ciekawym dodatkiem uzupełniającym były badania obrazujące powierzchnię nowych sorbentów za pomocą skaningowego mikroskopu elektronowego.

W efekcie końcowym zbadanie możliwości zastosowania opracowanych i otrzymanych mezoporowatych sorbentów w ekstrakcji do fazy stałej [H8] i w dyspersyjnej ekstrakcji do fazy stałej [H9] do efektywnej sorpcji wybranych związków z grupy polibromowanych eterów difenylowych w próbkach środowiskowych [H8] lub modelowych roztworach wzorcowych oraz wzbogaconych próbkach wody [H9] świadczy o konsekwentnym realizowaniu zadań badawczych przez Habilitanta.

*Podsumowując cykl przedstawionych do oceny 9 publikacji naukowych wchodzących w skład osiągnięcia naukowego pt. „Rozwiązania instrumentalne przeznaczone do oznaczania lotnych i średniolotnych związków organicznych wprowadzanych do środowiska w wyniku użytkowania i składowania produktów wykonanych z tworzyw sztucznych” należy stwierdzić, że jest spójny tematycznie, ściśle opisuje problem zawarty w tytule osiągnięcia naukowego i wnosi elementy nowości naukowej do nowoczesnej chemii analitycznej. Na szczególne podkreślenie zasługuje fakt, że Habilitant opracował i*

*skonstruował przenośne urządzenie analityczne do badań emisji związków lotnych w warunkach rzeczywistych. Opracowane rozwiązanie konstrukcyjne zostało z powodzeniem wykorzystywane w dalszej praktyce analitycznej Habilitanta, co świadczy o Jego dojrzałości i świadomości naukowej. Należy również dodać, że wskazane w autoreferacie przyszłościowe wyzwania analityczne ukierunkowane na dalszy rozwój omawianej tematyki badawczej, z pewnością przełożą się na dokonania i tym samym na dalsze publikacje Habilitanta w tej dziedzinie.*

*Ocena omówionych powyżej osiągnięć naukowych dr inż. Mariusza Marć jest zatem jednoznacznie bardzo pozytywna.*

### III. Ocena aktywności naukowej

Pan dr inż. Mariusz Marć rozpoczął swoją aktywność publikacyjną w 2012 roku i przed uzyskaniem stopnia doktora był współautorem 9 publikacji z listy filadelfijskiej o łącznym współczynniku oddziaływania IF równym 28,272 i wartości punktacji MNiSW zgodnie z rokiem opublikowania 305. Po uzyskaniu stopnia doktora jest autorem i współautorem 31 publikacji z listy filadelfijskiej (IF = 128,287; MNiSW = 1855 w roku opublikowania), w tym współautorem 22 publikacji z listy filadelfijskiej (IF= 80,585; MNiSW = 1165 w r. opub.), niewchodzących w skład osiągnięcia naukowego będącego przedmiotem postępowania habilitacyjnego. Pan dr inż. Mariusza Marć jest również autorem i współautorem 8 rozdziałów w monografiach, 5 publikacji w czasopismach popularno-naukowych oraz 2 w branżowych i 18 komunikatów naukowych na konferencjach.

Zgodnie z informacją naukometryczną, przygotowaną na dzień 17.08.2020r., wskaźniki bibliometryczne charakteryzujące aktywność publikacyjną dr. inż. Mariusza Marcia są następujące:

- całkowity współczynnik oddziaływania IF wynosi 156,559, wartość punktacji MNiSW jest równa 2201 w roku opublikowania,
- indeks Hirscha według baz danych Web of Science i Scopus wynosi odpowiednio 13 i 14,
- całkowita liczba cytowań według baz danych Web of Science i Scopus wynosi odpowiednio 522 i 612 a bez autocytowań, odpowiednio 444 i 514.

Powyższe dane wskazują, że pod względem formalnym dorobek naukowy dr. inż. Mariusz Marć spełnia wymagania ustawy o tytule i stopniach naukowych.

Pan dr inż. Mariusz Marć ma znaczne osiągnięcia w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane ze źródeł zewnętrznych na drodze konkursów prowadzonych przez Narodowe Centrum Nauki, Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego i Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. W trzech projektach (FUGA 5 nr 2016/20/S/ST4/00151-NCN; Iuventus Plus nr IP2014 028373-MNiSW; Mini-grant nr 4914/E-359/M/2016 – MNiSW) pełnił funkcję kierownika projektu i w kolejnych trzech (Program Inno Tech nr INNOTECH-K1/IN1/43/158947/NCBR/12; Sonatina nr 2018/28/C/ST/00187-NCN; LIDER VIII edycja nr LIDER/6/0035/L-8/16/NCBR/2017) funkcję wykonawcy projektu. Realizacja zadań w projektach, związanych głównie z analityką środowiskową związków chemicznych, z pewnością świadczy o dużym doświadczeniu badawczym dr. inż. Mariusza Marcia w tej tematyce. Dodatkowe doświadczenie

naukowe dr inż. Mariusz Marć uzyskał poprzez odbyte staże naukowe długoterminowe (27 miesięczny staż podoktorski w ramach projektu FUGA 5 NCN na Uniwersytecie Opolskim) i krótkoterminowe o charakterze szkoleń (w Ośrodku Badawczo Rozwojowym Przemysłu Płyt Drewnopochodnych w Czarnej Wodzie). Ponadto dokształcał się uczestnicząc czynnie w metodycznych kursach krajowych. Współpraca naukowa z polskimi naukowcami w ramach stażu podoktorskiego została udokumentowana 8 publikacjami z listy filadelfijskiej i miała wpływ na dalszą aktywność naukową dr inż. M. Marcia jako edytora książki pt. „Comprehensive Analytical Chemistry: Mip Synthesis, Characteristic and Analytical Application” – Volume 86” wydawnictwa Elsevier. Należy również podkreślić, że Pan dr inż. M. Marć współpracował i nadal współpracuje z zagranicznymi jednostkami naukowymi, takimi jak Sofia University, Department of Analytical Chemistry (Bułgaria), Glasgow Caledonian University, School of Computing, Engineering and Built Environment (Szkocja), University of Valencia, Department of Analytical Chemistry (Hiszpania), Institute for Color Science and Technology, Department of Resin and Additives (Teheran), co zostało udokumentowane 7 wieloautorskimi publikacjami naukowymi.

Zauważyć też trzeba, że Pan dr inż. M. Marć wykonał 14 merytorycznych recenzji prac naukowych w czasopismach takich jak np. *Microchemical Journal*, *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, czy *Science of the Total Environment*. Dodatkowym docenieniem Jego aktywności naukowej były uzyskane cztery nagrody Rektora PG za indywidualne osiągnięcia naukowe dla młodych pracowników naukowych w 2018 i 2019 roku oraz dla nauczycieli akademickich Politechniki Gdańskiej w 2015 i 2017 roku, jak również w 2016 roku uzyskanie nagrody za najlepszą rozprawę doktorską z chemii analitycznej w ramach konkursu Komitetu Chemii Analitycznej PAN oraz w 2019 roku uzyskanie stypendium MNiSW dla wybitnych, młodych naukowców.

#### IV. Ocena osiągnięcia organizacyjnego i dydaktycznego

Pan dr inż. M. Marć jest zaangażowany w działalność dydaktyczną jak i organizacyjną na rzecz macierzystej Uczelni ponadprzeciętnie. Prowadzi zajęcia dla studentów polskojęzycznych jak i anglojęzycznych w formie tradycyjnej jak i e-learningowej. Jest opiekunem dydaktycznym przedmiotów *Ochrona środowiska w technologii chemicznej* i *Analiza instrumentalna i opracowanie wyników* na kierunku Technologia Chemiczna oraz przedmiotu *Wstęp do wiedzy o środowisku i ekologii* na kierunku Zielone Technologie i Monitoring, Wydziału Chemicznego Politechniki Gdańskiej. Prowadzi zajęcia wykładowe, seminaryjne, i laboratoryjne dla różnych kierunków wydziałowych, m.in. Biotechnologia, Chemia, Technologia Chemiczna, Zielona Technologia i Monitoring, Technologie Ochrony Środowiska, Chemia Budowlana. Jest współautorem trzech skryptów z przedmiotu *Chemia Analityczna* dla kierunków Chemia, Technologie Ochrony Środowiska oraz Biotechnologia.

Ponadto, dr inż. M. Marć był promotorem w 3 pracach inżynierskich, sprawował opiekę naukową w charakterze promotora pomocniczego nad doktorantem, Panem mgr inż. Krzysztofem Klewiczem, uczestnikiem Szkoły Doktorskiej PG. Recenzował 17 prac inżynierskich oraz 13 prac magisterskich realizowanych na Wydziale Chemicznym PG.

Pan dr inż. M. Marć w zakresie działalności organizacyjnych na rzecz Wydziału Chemicznego PG udzielał się w pracach Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej i Rady Dyscypliny Naukowej. Natomiast w Jego działalności na rzecz środowiska naukowego można wyróżnić członkostwo w Komitecie organizacyjnym i naukowym konferencji o zasięgu międzynarodowym: Healthy Buildings Europe 2017, w Lublinie i 15<sup>th</sup> Workshop on Progress in Trace Metal Speciation for Environmental Analytical Chemistry, 2016r., w Gdańsku.

### **Podsumowanie i wniosek końcowy**

Zakres osiągnięć naukowych, umiejętność stawiania logicznych hipotez badawczych i zdolność do właściwego planowania i realizacji pracy doświadczalnej oraz współpracy i tworzenia interdyscyplinarnych zespołów badawczych oraz pozyskiwania środków na badania naukowe świadczą o dojrzałości Pana dr. inż. M. Marcia do podjęcia samodzielnej pracy naukowo-badawczej.

Zatem, oceniając wysoce pozytywnie dotychczasowy dorobek naukowy i jego części wydzielonej jako osiągnięcie naukowe będące przedmiotem postępowania habilitacyjnego, a także działalność dydaktyczną i organizacyjną, w pełni popieram wniosek o nadanie Panu dr. inż. Mariuszowi Marciowi stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych.

