



Warszawa, 13.03.2023

dr hab. inż. Renata Toczyłowska-Mamińska, prof. SGGW

---

Szkoła Główna  
Gospodarstwa  
Wiejskiego w Warszawie

Instytut Biologii  
Katedra Fizyki i Biofizyki

ul. Nowoursynowska 159  
02-776 Warszawa  
+48 22 59 38611  
kfb@sggw.edu.pl  
[www.sggw.edu.pl](http://www.sggw.edu.pl)  
kf.sggw.pl

## **Recenzja dorobku naukowego i dydaktycznego**

**dr. inż. Grzegorza Pasternaka w związku z postępowaniem o nadanie stopnia  
naukowego doktora habilitowanego**

### **Opis ogólny Habilitanta**

Dr inż. Grzegorz Pasternak jest absolwentem Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Wrocławskiej (2007 r.). Pracę doktorską wykonywał na tym samym Wydziale pod kierunkiem dr hab. Barbary Kołwzan, prof. nadzw. i obronił w roku 2011 z wyróżnieniem. Badania będące podstawą rozprawy doktorskiej dotyczyły biodegradacji związków NSO-heterocyklicznych w warunkach tlenowych. Po studiach doktorskich, w latach 2011-2014, dr inż. Pasternak pracował jako asystent naukowo-dydaktyczny na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Wrocławskiej, a w okresie 2014 - 2018 był pracownikiem University of the West of England (Bristol BioEnergy Centre, Bristol Robotics Laboratory) oraz University of Trento (Laboratory of Artificial Biology, Centre for Integrative Biology). Od roku 2018 Habilitant jest zatrudniony jako adiunkt na Wydziale Chemicznym Politechniki Wrocławskiej, w Katedrze Inżynierii Procesowej i Technologii Materiałów Polimerowych i Węglowych, gdzie jest kierownikiem utworzonego przez siebie Laboratorium Mikrobiologicznych Układów Elektrochemicznych.





## Ocena osiągnięcia naukowego

Osiągnięcie naukowe Habilitanta stanowi cykl monotematycznych 12 publikacji pod tytułem „Rozwój technologii mikrobiologicznych ogniw paliwowych do zastosowań w inżynierii biochemicznej, ochronie środowiska i gospodarce obiegu zamkniętego”. Publikacje te powstały w latach 2015-2021 i mają charakter eksperymentalny. Tematyka cyklu publikacji jest bardzo spójna, a cel jasno sformułowany i konsekwentnie zrealizowany. Na podkreślenie zasługuje ranga czasopism, w których opublikowane zostały badania. W skład osiągnięcia wchodzi artykuły w najbardziej prestiżowych czasopismach obejmujących swoją tematyką inżynierię chemiczną, inżynierię środowiska czy zagadnienia dotyczące szeroko rozumianej energii – *Chemical Engineering Journal* IF=16.7 – 2 publikacje w roku 2021, *Applied Energy* IF=11.4, *ChemSusChem* IF=9.1 czy *Journal of Power Sources* IF=9.8. Pozostałe publikacje ukazały się również w renomowanych czasopismach: *Sensors and Actuators B: Chemical* IF=9.2, *Bioelectrochemistry* IF=5.7, *Environmental Science: Water Research and Technology* IF=5.8, *PLOS ONE* IF=2.7, *Scientific Reports* IF=4.9, *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology* IF=4.2, *Process Biochemistry* IF=4.8. Łączna punktacja prac wchodzących w skład osiągnięcia naukowego wynosi 1030 pkt MNiSW, a sumaryczny IF=83.874. Wszystkie prace są wieloautorskie, ale trzeba zaznaczyć duży wkład własny Habilitanta w powstanie artykułów, a zwłaszcza to, że w obu publikacjach w *Chemical Engineering Journal* dr inż. Pasternak był pierwszym i/lub korespondencyjnym autorem, m.in. odpowiedzialnym za stworzenie koncepcji badań i kierowanie ich przebiegiem, a także napisaniem manuskryptu. Ogólnie, w 7 artykułach cyklu Habilitant był pierwszym autorem, a w 5 pełnił funkcję autora korespondencyjnego. Łączna liczba cytowań publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego wynosi 457.

Tematyka mikrobiologicznych ogniw paliwowych, MFC (z ang. Microbial Fuel Cell), której dotyczy cykl publikacji jest stosunkowo nowa, ponieważ regularne badania nad tą technologią prowadzone są od dopiero roku 2005 (>100 publikacji/rok z tematyki MFC wg bazy Scopus). Technologia MFC daje niezwykle atrakcyjną, z punktu widzenia energetycznego i środowiskowego, możliwość transformacji odpadów, ścieków bezpośrednio w energię elektryczną, przy użyciu mikroorganizmów. Jednakże największym problemem, stojącym na drodze do praktycznego zastosowania MFC i komercjalizacji jest niska wydajność produkcji mocy, nie przekraczająca zwykle kilku-kilkunastu W/m<sup>3</sup>. Podniesienie wydajności produkcji energii w MFC





jest obecnie największym wyzwaniem badawczym tej technologii. Zrealizowanie tego celu podejmowane jest w badaniach prowadzonych równolegle na różnych polach: badanie i modyfikacja mechanizmu transportu elektronów przez mikroorganizmy, optymalizacja materiału i architektury elektrod czy modyfikacja konstrukcji reaktorów i ich warunków pracy.

W swojej habilitacji dr inż. Grzegorz Pasternak podjął się najważniejszego, z punktu widzenia rozwoju technologii mikrobiologicznych ogniw paliwowych, ambitnego zadania podniesienia sprawności i praktycznego zastosowania MFC. Realizacja tych celów wymagała poruszania się po wielu obszarach badawczych takich jak elektrochemia, mikrobiologia, inżynieria środowiska, inżynieria materiałowa czy inżynieria chemiczna. Ze względu na odbycie studiów magisterskich, doktoranckich i pracę na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Wrocławskiej Habilitant posiada dobrą znajomość zagadnień związanych z ochroną środowiska, mikrobiologią i biotechnologią, co pozwoliło na płynne wejście w tematykę MFC w University of New England. Cenne doświadczenie zdobyte w grupie prof. Ieropoulosa zajmującego się od 20 lat badaniami nad MFC bardzo dobrze przygotowało Habilitanta do pracy w University of Trento, a następnie samodzielne kontynuowanie prac w tematyce MFC na Wydziale Chemicznym Politechniki Wrocławskiej. Trzeba zauważyć, że Habilitant jest jedną z nielicznych osób w Polsce zajmujących się trudną tematyką MFC i kierownikiem laboratorium całkowicie poświęconego badaniom nad tą technologią.

Badania będące podstawą osiągnięcia Habilitant rozpoczął od skupienia uwagi na membranie oddzielającej przestrzeń anodową od przestrzeni katodowej. Membrana jest kluczowym elementem konstrukcji reaktorów, ponieważ reguluje transport masy, odpowiada za straty omowe i wpływa na wydajność produkcji mocy w MFC. Stąd też podjęta tematyka badań jest bardzo ważna i wpisuje się w postawiony cel podniesienia sprawności ogniw. Zastosowanie przez dr. inż. Pasternaka materiału ceramicznego jako separatora oraz jako materiału budulcowego całego ogniwa pozwoliło również na obniżenie kosztów wytworzenia MFC (publikacja H1). Ponieważ wysokie koszty reaktorów MFC są podawane za drugą, po niskiej wydajności produkcji mocy, przeszkodę na drodze do ich komercjalizacji, aspekt ekonomiczny badań jest również bardzo istotny. W toku badań nad MFC jako substratu użyto ludzki mocz i zastosowano różne rodzaje membran ceramicznych. Uzyskano gęstości mocy 6-7 W/m<sup>3</sup> i redukcję ChZT (chemicznego zapotrzebowania tlenowego) w przedziale 41-50%. Są to parametry porównywalne lub wyższe niż w przypadku





innych MFC zasilanych moczem, z klasycznymi membranami polimerowymi. Biorąc pod uwagę fakt, że zastosowane przez dr. inż. Pasternaka membrany ceramiczne są 20-krotnie tańsze niż komercyjnie dostępne membrany polimerowe, wyniki badań mają duże znaczenie dla komercyjnego aspektu technologii MFC. W trakcie badań długoterminowych zaobserwowano spadek wydajności prądowej MFC, co jest typowym zjawiskiem w ogromnej większości reaktorów MFC, zazwyczaj związanym z tzw. „biofoulingiem” czyli blokowaniem powierzchni membrany przez nadmiernie rozrastający się biofilm bakteryjny. Biofouling jest efektem bardzo niepożądanym podczas pracy reaktorów, ponieważ nie tylko obniża ich wydajność, ale nawet prowadzi do całkowitego zahamowania pracy ogniów. Tematyka biofoulingu została podjęta przez dr. inż. Pasternaka w publikacjach H2 i H3, co zaowocowało opracowaniem skutecznej metody regeneracji katody przy wykorzystaniu lizy alkalicznej z dodatkiem surfaktantu, w temperaturze 60°C. Zaproponowana została również strategia wydłużenia czasu życia membran, a tym samym ograniczenie biofoulingu, poprzez modyfikację ceramicznej membrany za pomocą recyklingowanego polipropylenu, która zaowocowała 6-krotnym wzrostem wydajności prądowej ogniów. W ramach badań nad membranami Habilitant opracował także membrany przepuszczalne dla światła z fibroiny jedwabiu, które zastosowano w transparentnych MFC w układzie z algami. W ten sposób otrzymano biokompatybilne i biodegradowalne MFC, a wyniki prac opublikowano w pozycji H4.

Ciekawym kierunkiem podjętym przez Habilitanta są badania nad MFC zasilanymi ludzkim moczem, w których badano możliwości oczyszczania moczu z patogenów (wirusów, bakterii) za pomocą MFC (publikacje H5-H8). Mimo tego, że MFC bardzo często stosowane są do pracy na ściekach, zwłaszcza komunalnych, zazwyczaj badania skuteczności oczyszczania ścieków sprowadzają się do pomiarów redukcji ChZT czy BZT (biologicznego zapotrzebowania tlenowego). Badania efektywności bakteriobójczej czy wirusobójczej MFC są bardzo nieliczne, stąd prace dr. inż. Grzegorza Pasternaka są cennym wkładem w tym aspekcie. Do badań Habilitant opracował specjalny układ kaskadowych MFC, wyposażony w układ detekcji fotonów umożliwiający pomiar aktywności bakterii w czasie rzeczywistym. Za pomocą modelowego gatunku bakterii *Salmonella enterica* zaobserwowano, że MFC mają wysoki potencjał bakteriobójczy, a uzyskana redukcja przeżywalności bakterii była wyższa niż w przypadku tradycyjnych metod oczyszczania ścieków. Habilitant zajmował się także badaniem wpływu rezystancji zewnętrznej ogniwa na rozwój biofilmu





bakteryjnego, czego efektem jest obserwacja zróżnicowanego wykształcenia biofilmu pod wpływem różnych wartości rezystancji (publikacja H9). Autor wykazał, że zastosowanie w MFC rezystancji wyższej niż optymalna prowadzi do obniżenia sprawności ogniwa, a właściwy dobór rezystancji ma kluczowe znaczenie przy jego rozruchu, determinując optymalny rozwój biofilmu.

Szczególnie cennym kierunkiem badań cyklu publikacji Autora jest praktyczne zastosowanie układów typu MFC, w ramach których opracowano na przykład platformę składającą się z 96 minireaktorów do badań przesiewowych w celu poszukiwania mikroorganizmów elektroaktywnych (publikacja H10). Za pomocą platformy dokonano skutecznego wyselekcjonowania konsorcjów zdolnych do redukcji miedzi, co pozwala na zastosowanie platformy jako narzędzia do selekcji i namnażania elektrogennych konsorcjów, które będą wykorzystane w ogniwach większej skali. W publikacji H11 przedstawiono koncepcję autonomicznego, samowystarczalnego energetycznie biosensora do monitorowania zanieczyszczenia wody, z długim czasem działania (rok). Biosensor zbudowano z 4 MFC zasilanych ludzkim moczem, którego częstotliwość sygnału zależna była od stężenia zanieczyszczeń w wodzie. Praca ta uzyskała wyróżnienie na największym światowym kongresie biosensorów. W ostatniej pracy cyklu H12 przedstawiono wykorzystanie technologii MFC do produkcji energii elektrycznej z moczu w skali pilotażowej. Do badań wykorzystano dwie instalacje: składające się z 288 i 432 MFC połączonych w stosy, które produkowały energię elektryczną o maksymalnej mocy 0.8W przy jednoczesnej redukcji ChZT przekraczającej 95%. Rezultatem badań polowych były też istotne obserwacje dotyczące funkcjonowania MFC w warunkach rzeczywistych i ekspozycji na czynniki atmosferyczne, co zaowocowało opracowaniem przez dr. inż. Pasternaka kolejnego prototypu MFC o 3-krotnie wyższej gęstości prądu.

Przedstawione przez Habilitanta osiągnięcie naukowe oceniam bardzo wysoko, ze względu na duży wkład do nauk inżynierjno-technicznych, istotną wartość poznawczą i bardzo wysoki potencjał aplikacyjny. Tematyka badań prowadzonych przez Habilitanta jest ciekawa, nowatorska i ma duże znaczenie dla rozwoju technologii MFC, co potwierdza wysoka ranga publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe oraz ich wysoka cytowalność. Za szczególnie cenny wkład naukowy uważam opracowanie skutecznej metody regeneracji membran i ograniczenia biofoulingu, badania nad usuwaniem patogenów w MFC, opracowanie autonomicznego biosensora do





monitoringu środowiskowego oraz produkcję energii elektrycznej z moczu w MFC skali pilotażowej.

Znaczący wkład własny Autora w publikacjach wchodzących w skład cyklu świadczy o posiadaniu przez niego umiejętności poszukiwania nowych, ambitnych problemów badawczych, a także samodzielnej realizacji ich skutecznego rozwiązania. Habilitant wykazał się dogłębną wiedzą i zrozumieniem technologii MFC, co pozwoliło mu na opracowywanie skutecznych rozwiązań dla najważniejszych problemów związanych z rozwojem tej technologii, czego ukoronowaniem są jej praktyczne zastosowania. Dr. inż. Pasternak jest specjalistą w technologii MFC, jednym z nielicznych w Polsce, a jego pasja i ogromne zaangażowanie w pracę naukową są dobrze widoczne podczas czytania autoreferatu i będą z pewnością znakomitą pożywką dla wielu przyszłych sukcesów w pracy naukowej.

### **Ocena dorobku naukowego**

Dorobek publikacyjny Habilitanta obejmuje autorstwo 30 publikacji o łącznym IF=108.536. Prace te były cytowane 561 razy, a indeks Hirscha wynosi 13. Dr inż. Pasternak jest również autorem lub współautorem 2 rozdziałów w monografiach wydawnictwa Elsevier. W skład dorobku wchodzi także autorstwo lub współautorstwo 52 wystąpień na konferencjach krajowych i międzynarodowych, z czego 39 wystąpień przypada na okres po doktoracie. W okresie po uzyskaniu stopnia doktora Habilitant wygłosił 18 prezentacji na konferencjach, z czego 6 razy wykład na zaproszenie lub wykład plenarny, a także pięciokrotnie pełnił funkcję przewodniczącego sesji lub członka komitetu naukowego na konferencjach międzynarodowych, co świadczy o jego wysokim uznaniu w środowisku naukowym. Habilitant jest też członkiem International Society for Microbial Electrochemistry and Technology oraz Polskiego Towarzystwa Mikrobiologicznego.

Poza publikacjami wchodzącymi w skład osiągnięcia dr inż. Pasternak jest autorem 18 artykułów, z czego 6 dotyczy ściśle tematyki MFC i została opublikowana w latach 2016-2022. Artykuły te związane są z badaniem mechanizmu transportu elektronów przez *Shewanella oneidensis MR-1*, badaniami nad ceramicznymi MFC oraz biofoulingiem membran. Wśród tych publikacji są trzy prace przeglądowe dotyczące technologii MFC. Tematyka pozostałych 12 publikacji (z czego 7 po uzyskaniu stopnia doktora) dotyczy ważnych naukowo tematów





badawczych głównie z obszaru badań środowiskowych obejmujących analizę mikrobiologiczną powietrza w pobliżu oczyszczalni ścieków, badania zanieczyszczenia wód i biodegradacji karbazolu, a także opracowanie biosensora fenolu i porowatego materiału węglowego domieszkowanego heteroatomami. We wszystkich tych publikacjach wkład własny Autora był znaczący i obejmował przeprowadzenie badań, analizę wyników lub pisanie manuskryptu, a w 8 artykułach Habilitant był pierwszym autorem.

Dr inż. Grzegorz Pasternak wykazuje dużą aktywność w projektach naukowych – do tej pory brał udział w 11 projektach finansowanych na drodze konkursów krajowych i zagranicznych, z czego w 7 po uzyskaniu stopnia doktora. W roku 2020 pełnił funkcję kierownika projektu dotyczącego oczyszczania ścieków pofermentacyjnych w układach bioelektrochemicznych we współpracy z Okinawa Institute of Science and Technology, a w latach 2019-2021 był kierownikiem projektu w ramach Polish Returns 2018 Narodowej Agencji Wymiany Akademickiej. Obecnie Habilitant kieruje dwoma projektami: NCN – OPUS, dotyczącym produkcji biosurfaktantów w MFC oraz europejskim grantem ITC “PHOENIX - protection, rehabilitation and restoration of damaged environment” w ramach COST ACTION. Oba granty zostały przyznane na okres 2020-2023. Habilitant brał również udział w trzech projektach w zagranicznych jednostkach, t.j. “LIAR - Living Architecture” i “EvoBliss - Technological Evolution of Synergy Between Physicochemical and Living Systems” w University of Trento oraz w “Urinetricity ++” w University of the West of England. Przed uzyskaniem stopnia doktora Habilitant był głównym wykonawcą grantu promotorskiego MNiSW dotyczącego biodegradacji związków NSO-heterocyklicznych i koordynatorem zadania w grantie NCBiR dotyczącym nowych technologii oczyszczania wody. Autor był także współwykonawcą w dwóch grantach Politechniki Wrocławskiej realizowanych we współpracy z ERGO Umweltinstitut i Harbauer GmbH Berlin dotyczących oczyszczania wód podziemnych.

Habilitant odbył 10 staży badawczych (w tym 9 w zagranicznych jednostkach), z czego 7 po uzyskaniu stopnia doktora. Wśród nich są dwa staże 2-letnie, w ramach których Autor zatrudniony był w University of Trento oraz University of the West of England oraz 5 staży krótkoterminowych w ramach COST - Short Term Scientific Mission na Technical University of Liberec (Institute for Nanomaterials, Advanced Technologies and Innovation), Sapienza University of Rome





(Department of Mechanical and Aerospace Engineering) i University of Cyprus (Department of Civil and Environmental Engineering).

Aplikacyjny charakter badań Habilitanta potwierdza zgłoszenie patentowe, udział we wdrożeniu technologii oraz współpraca z sektorem przemysłowym. Dr inż. Grzegorz Pasternak jest współautorem zgłoszenia patentowego nr P 394459 z 06.04.2011 „Szczep bakterii *Methylobacterium* sp. GPE1 i zastosowanie szczepu bakterii *Methylobacterium* sp. GPE1". Brał również udział w pilotażowym wdrożeniu technologii oczyszczania moczu za pomocą MFC w skojarzeniu z produkcją prądu elektrycznego. Habilitant pracował nad podniesieniem efektywności energetycznej MFC, skróceniem czasu rozruchu i badał sprawność pilotażowej instalacji w kontekście wydajności oczyszczania i produkcji prądu elektrycznego. Technologia ta rozwijana była we współpracy z organizacją OXFAM oraz firmą Glastonbury Festival Events Limited i została opatentowana i zastrzeżona jako PEEPOWER. Obecnie dr inż. Pasternak współpracuje z firmą NeuroSYS Sp. z o.o., w ramach projektu Mozart finansowanego przez Urząd Miejski Wrocławia, w którym opracowywane są metody analizowania obrazu kolonii mikroorganizmów.

Działalność o charakterze eksperckim na naukowej arenie międzynarodowej dr. inż. Grzegorza Pasternaka potwierdza dodatkowo członkostwo w komitecie recenzyjnym prestiżowego czasopisma *Frontiers in Microbiology*, funkcja edytora goszczącego w czasopiśmie *Biosensors* oraz recenzje 37 publikacji dla czasopism z listy JCR. Za działalność naukową dr inż. Pasternak otrzymał liczne nagrody, z czego po uzyskaniu stopnia doktora: Stypendium MNiSW dla Młodych Wybitnych Naukowców, nagrodę w programie Secundus za aktywność publikacyjną z najwyższym wynikiem w dyscyplinie Inżynieria Chemiczna na Politechnice Wrocławskiej oraz nagrodę „Naukowiec Przyszłości” za innowacyjne badania w obszarze „Nauka dla lepszego życia w przyszłości”.

Powyższe dane wskazują na wysoką aktywność naukową Habilitanta, zwłaszcza po uzyskaniu stopnia doktora. Na szczególne uznanie zasługuje autorstwo (autor pierwszy i/lub korespondencyjny) w dwóch publikacjach w *Chemical Engineering Journal*, wysoki impact factor cyklu publikacji stanowiącego osiągnięcie habilitacyjne, kierowanie projektami OPUS i PHOENIX oraz aktywne uczestnictwo we wdrożeniu technologii PEEPOWER.





### Ocena dorobku dydaktycznego i organizacyjnego

Dr inż. Grzegorz Pasternak prowadził wykłady i ćwiczenia na Politechnice Wrocławskiej na Wydziale Inżynierii Środowiska i na Wydziale Chemicznym. Wśród prowadzonych przez niego przedmiotów są: Toksykologia, Mikrobiologia, Biologia i Ekologia, Toksykologia Środowiska, Environmental Toxicology, Inżynieria Bioprosowa, Inżynieria Bioreaktorów, Przemysłowe Aspekty Biotechnologii czy Technologie Informacyjne. Był też promotorem 3 prac magisterskich i 6 prac inżynierskich, a obecnie pełni funkcję promotora pomocniczego trzech doktorantów. Habilitant sprawował także opiekę na studentami i doktorantami w University of Trento i uczestniczy aktywnie w programach międzynarodowych goszcząc studentów i doktorantów w ramach programu Erasmus+. Szeroka jest również działalność popularyzatorska Autora – jest bardzo aktywny w mediach tradycyjnych i społecznościowych (youtube, facebook, twitter) promując swoją działalność badawczą w formie strony internetowej, licznych artykułów internetowych, wystąpień, komunikatów prasowych i audycji radiowych. Efektem tej działalności jest uzyskanie nagrody „Naukowiec Przyszłości 2021” w ramach Forum Inteligentnego Rozwoju.

### Podsumowanie i wniosek końcowy

Podsumowując moją opinię na temat osiągnięcia naukowego oraz dorobku naukowego dr. inż. Grzegorza Pasternaka stwierdzam, że poziom prowadzonych przez Niego badań jest wysoki, a ich tematyka jest ciekawa, ambitna i cechuje się wysokim potencjałem aplikacyjnym. Prowadzone badania są oryginalne i bardzo cenne nie tylko z punktu widzenia naukowego, ale także ochrony środowiska i gospodarki. Habilitant wykazuje się wyróżniającą aktywnością naukową, a przedstawiony cykl publikacji wnosi duży wkład do dyscypliny inżynieria chemiczna.

Dorobek naukowy, a także dydaktyczno-organizacyjny Habilitanta spełnia wszystkie wymogi stawiane kandydatom do uzyskania stopnia doktora habilitowanego określonego w art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Wnoszę o nadanie Panu dr inż. Grzegorzowi Pasternakowi stopnia doktora habilitowanego nauk inżynierijno-technicznych w dyscyplinie inżynieria chemiczna i dopuszczenie go do dalszych etapów postępowania w przewodzie habilitacyjnym.

*Renata Toczyłowska - Mamińska*