



Zachodniopomorski
Uniwersytet
Technologiczny
w Szczecinie



Katedra
Inżynierii Polimerów
i Biomateriałów

prof. dr hab. inż. Mirosława El Fray
Al. Piastów 45, 71-311 Szczecin
tel: (+48) 91 499 48 28
fax: (+48) 91 499 40 98
Email : mirfray@zut.edu.pl

Recenzja

dorobku naukowego dr inż. Beaty Butruk-Raszeji
ze szczególnym uwzględnieniem osiągnięcia

pt. ” Metody otrzymywania funkcjonalizowanych protez naczyniowych ”

i istotnej aktywności naukowej w związku z postępowaniem o nadanie stopnia
doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w
dyscyplinie **inżynieria chemiczna**

Recenzję opracowano na zlecenie Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Chemiczna
Politechniki Warszawskiej, pismo z dnia 2.02.2024 r.

1. Informacje ogólne

Dr inż. Beata Butruk-Raszeja ukończyła studia na Politechnice Warszawskiej uzyskując dyplom magistra inżyniera w 2008 roku na podstawie pracy pt. *"Biodegradowalne implanty kostne wykonywane techniką spieniania"*, której promotorem był Prof. dr hab. inż. Tomasz Ciach. W 2009 roku uzyskała dodatkowo tytuł zawodowy licencjata za pracę pt. *„Możliwości wykorzystania narzędzi genomicznych w kardiologii”*, którą przygotowała pod opieką prof. dr hab. Michała Janka na Wydziale Biologii i Rolnictwa w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Stopień doktora nauk chemicznych uzyskała w 2013 roku na podstawie rozprawy doktorskiej pt. *„Wytwarzanie i charakterystyka własności pokryć dla materiałów kontaktujących się z krwią”*, której promotorem był prof. dr hab. inż. Tomasz Ciach, na Wydziale Inżynierii Chemicznej i Procesowej Politechniki Warszawskiej.

Habilitationka, przez całą swoją dotychczasową karierę zawodową jest związana z Wydziałem Inżynierii Chemicznej i Procesowej Politechniki Warszawskiej, gdzie w latach 2012-2014 była zatrudniona na stanowisku samodzielnego referenta naukowo-technicznego, a od marca 2014 roku pracuje jako adiunkt. Kandydatka nie odbyła długoterminowego stażu podoktorskiego typu post-doc, ale legitymuje się dwoma krótkoterminowymi stażami naukowymi. Habilitationka, jeszcze jako doktorantka zdobywała doświadczenie w pracy badawczej podczas 2-miesięcznego stażu w 2010 roku w grupie prof. Seifaliana na University College London. W roku 2022 uzyskała stypendium programu Bekkera (z Narodowej Agencji Wymiany Akademickiej) na 3-miesięczny wyjazd do kliniki uniwersyteckiej Friedrich–Alexander University (FAU) Erlangen–Nürnberg w Niemczech.

Zainteresowania naukowe dr inż. Butruk-Raszeji dotyczą szeroko rozumianych procesów wytwarzania i modyfikacji materiałów polimerowych dla zastosowań medycznych, w tym dla ortopedii czy kardiologii/kardiochirurgii. Sumaryczny dorobek naukowy Habilitationki obejmuje 40 publikacji, które ukazały się w czasopismach indeksowanych w bazach JCR, takich jak m.in. *Biomacromolecules*, *Appl Surf Sci.*, *J Biol Eng*, *Materials*, *Int J Mol Sci* czy *J Biol Eng*. Warto zaznaczyć, że jeszcze przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora, dr inż. Butruk-Raszeja uzyskała projekt PRELUDIUM finansowany przez Narodowe Centrum Nauki, i w kolejnych latach kierowała projektami finansowanymi przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR): Cardio-Mat w ramach Polsko–Norweskiej Współpracy Badawczej oraz projektem LIDER (w latach 2018-2021). Publikacje będące efektem realizowanych prac badawczych ukazały się w czasopismach o uznanej randze międzynarodowej i z obszarów takich jak inżynieria chemiczna, nauki chemiczne i inżynieria materiałowa. Zainteresowania inżynierią procesów wytwarzania i modyfikacji materiałów polimerowych, w tym głównie poliuretanów, które mogłyby znaleźć zastosowanie jako protezy naczyniowe małych średnic zaowocowały cyklem 10 powiązanych tematycznie publikacji i jednego patentu przedstawionych do oceny.

2. Ocena osiągnięcia naukowego

Jednotematyczny cykl publikacji dr inż. Beaty Butruk-Raszeji zatytułowany „*Metody otrzymywania funkcjonalizowanych protez naczyniowych*” jest podstawą do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego zgodnie z art. 219 ust. 2 pkt. b obowiązującej Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668) i stanowi syntetyczne ujęcie tematyki badawczej z zakresu nauk inżynieryjno-technicznych, a w szczególności technologii procesów wytwarzania i modyfikacji materiałów polimerowych do zastosowań medycznych.

Tematyka badawcza została podsumowana przez Habilitationkę jako komentarz do 1 patentu i 10 prac opublikowanych w czasopismach z tzw. listy filadelfijskiej, z czego w 6 pracach jest Ona pierwszym, a w 2 – ostatnim, i sumarycznie w 8 publikacjach Autorem korespondencyjnym. Fakt ten, jak i dołączone do każdej publikacji i patentu oświadczenia Habilitationki świadczą o Jej wiodącej roli w opracowaniu koncepcji i przeprowadzeniu badań.

Dr inż. Butruk-Raszeja podzieliła opracowanie na trzy zasadnicze części: wstęp, omawiający tematykę osiągnięcia naukowego, obszerny rozdział omawiający założony cel badawczy pod kątem procesów chemicznej modyfikacji powierzchni poliuretanów, procesów wytwarzania poliuretanowych protez naczyniowych oraz zastosowania wybranych metod do

modyfikacji wewnętrznej powierzchni protez. Opracowanie jest zakończone podsumowaniem wskazującym na najważniejsze osiągnięcia. Autoreferat zakończony jest podrozdziałem będącym komentarzem do prac uzupełniających jednotematyczny cykl publikacji Habilitantki.

W krótkim wstępie Autorka przedstawiła problematykę chorób sercowo-naczyniowych, gdzie coraz większym problemem stają się przeszczepy autologiczne naczyń krwionośnych, zwłaszcza w pomostowaniu tętnic wieńcowych. Rozwiązaniem problemu są syntetyczne protezy naczyń krwionośnych, w postaci stanowiących od lat „złoty standard” protez wykonanych z poli(tereftalanu etylenu)(PET) lub poli(tetrafluoroetyleny)(PTFE), które jednak sprawdzają się głównie w przypadku pomostowania dużych naczyń krwionośnych czyli o średnicy wewnętrznej powyżej 6 mm. Znacznie większym problemem są naczynia o małych średnicach (<6 mm) oraz naczynia wieńcowe, które są obarczone wysokim ryzykiem powstania zakrzepów wewnątrz protez, co —w połączeniu z ich małą średnicą— może skutkować całkowitym brakiem drożności wewnątrz protezy. Dlatego też większość polimerów musi być poddawana procesom modyfikacji w celu uniknięcia niekorzystnych zjawisk na granicy proteza-krew, prowadzących do wykrzepiania i w efekcie do niedrożności protezy. Obecnie stosowane metody opierają się na pokryciach biopasywnych, związanych z modyfikacją fizyko-chemiczną powierzchni protez, albo pokryciach bioaktywnych prowadzących do endotelializacji powierzchni protez czyli pokrycia komórkami śródbłonna. Habilitantka w swoich badaniach skupiła się na biomimetycznym projektowaniu protez odnosząc się do warstwowej budowy naturalnych tkanek, złożonych z co najmniej dwóch warstw, różniących się morfologią (np. rozmiarem porów, porowatością), gdzie warstwa wewnętrzna ma zapewnić środowisko i topografię odpowiednie dla odtworzenia warstwy śródbłonna, natomiast warstwa zewnętrzna ma zapewnić odpowiednie właściwości mechaniczne i porowatość umożliwiającą wrastanie naczyń włosowatych i rozwój komórek mięśni gładkich.

W pracy H1 (*Materials Science & Engineering C - Materials for Biological Applications*, 2012), Habilitantka zaproponowała nową metodę chemicznej modyfikacji poliuretanów (PU), które w swoich pracach wybrała jako materiał bazowy. Efektem tej metody było usieczowanie wodnego roztworu poli(winylopirolidonu)(PVP) przy jego jednoczesnym związaniu z powierzchnią poliuretanu. W pracy został opisany mechanizm reakcji oraz charakterystyka właściwości wytworzonych pokryć. Habilitantka wykazała, że dla materiału PU-PVP wartość poziomu agregacji i adhezji płytek krwi wynosiła < 10%, co świadczy o znaczącej poprawie hemozgodności PU (dla PU niemodyfikowanego wartość ta wynosiła ok. 50%).

Dodatkowo, w pracy H2 (*Colloids and Surfaces B- Biointerfaces*, 2015), Habilitantka potwierdziła wysoką biozgodność uzyskanych powłok w testach *in vitro* i *in vivo*. Uzyskała istotne zmniejszenie ilości fibrynogenu zaadsorbowanego na powierzchni pokrytej hydrożelem PVP (około dwukrotne w stosunku do PU niemodyfikowanego) oraz potwierdziła wysoką biozgodność tkankową w testach na królikach. Warto dodać, że opracowana technologia została opatentowana i wdrożona przez podmiot komercyjny.

W kolejnych pracach Habilitantka skupiła się na wywarzaniu powłok bioaktywnych, które prowadziłyby do endotelializacji implantów, w tym przy zastosowaniu peptydów zawierających określone sekwencje aminokwasów. Habilitantka wytypowała peptydy składający się z 10 aminokwasów tworzących sekwencję GSGREDVGS, gdzie REDV wykazuje dużą selektywność w stosunku do komórek śródbłonna, a GSG stanowią sekwencje flankowe. W pracy H3 (*Colloids and Surfaces B- Biointerfaces*, 2016) Habilitantka wykazała,

że dzięki odpowiedniej wieloetapowej modyfikacji powierzchni poprzez zastosowanie silanizacji i aktywacji powierzchni PU możliwe jest przyłączenie peptydu. Skuteczność opracowanej metody została potwierdzona wynikami wskazującymi na obniżenie adsorpcji fibrynogenu i zwiększenie adhezji komórek śródbłónka do powierzchni PU.

Inną metodą wiązania peptydu była reakcja szczepienia powierzchni PU kwasem akrylowym. Szczegóły procesu szczepienia (czas reakcji, temperatura, stężenie kwasu akrylowego), poprzedzonego etapem hydroksylowania powierzchni PU Habilitantka przedstawiła w pracy H4 (*Open Chemistry*, 2016).

Ocenie efektów biologicznych opracowanej metody dedykowana jest praca H5 (*Surface Innovations*, 2020), w której Autorka wykazała, że proces modyfikacji skutkował hydrofilizacją powierzchni wraz ze wzrostem stężenia kwasu akrylowego w roztworze modyfikującym, obniżeniem ilości zaadsorbowanego powierzchniowo fibrynogenu, obniżeniem odsetka powierzchni zajętej przez płytki krwi oraz nie spowodował zmian w czasie krzepnięcia krwi.

Kolejne prace omówione w cyklu publikacyjnym dotyczą procesu wytwarzania poliuretanowych protez naczyniowych. Habilitantka wybrała metodę rozdmuchu roztworu polimeru (SBS – ang. *solution blow spinning*) jako znacznie wydajniejszą i prostszą w stosunku do popularnej metody elektroprzędzenia. Wybór ten jest uzasadniony technologicznie ze względu na łatwiejsze przeniesienie procesu do skali technicznej. W badaniach Autorka zastosowała poli(węglano-uretany) różniące się twardością, tj. 75 Sh D i 75 Sh A. W pracy H6 (*International Journal of Molecular Sciences*, 2020) Habilitantka przedstawiła wyniki dotyczące doboru parametrów procesu SBS i wpływu wybranych metod sterylizacji włókien wytworzonych z PU 75D (promieniowanie gamma, elektronowe, UV, kąpiel w 70% etanolu oraz kąpiel antybiotykowa) na ich wybrane właściwości, wskazując jednocześnie, że najmniejsze zmiany we właściwościach materiału występują w przypadku kąpeli antybiotykowej.

W przypadku włókien wytworzonych z miękkiego PU (75 ShA), opisanych w pracy H7 (*Journal of Biological Engineering*, 2021), Habilitantka skupiła się na poszukiwaniu zależności między morfologią powierzchni włóknistej a wzrostem komórek śródbłónka i komórek mięśni gładkich. Opracowane wcześniej metody modyfikacji powierzchni PU (opisane w pracach H3 i H4) zostały wykorzystane do modyfikacji włókien, co opisano w pracy H8 (*Journal of Biological Engineering*, 2023).

Finalne, cylindryczne i biomimetyczne produkty naśladujące naczynie krwionośne Habilitantka przebadła w pracach H9 (*Coatings*, 2020) i H10 (*Colloids and Surfaces B–Biointerfaces*, 2020). W pierwszej, przedstawiła analizę wpływu morfologii powierzchni 6 różnego rodzaju podłoży, w tym włóknistych i włóknisto-litych na adhezję i wzrost komórek śródbłónka i komórek mięśni gładkich. Wyższy odsetek powierzchni skolonizowanej komórkami śródbłónka Autorka zaobserwowała dla materiałów włóknisto-litych oraz włóknistych o mniejszych średnicach włókien (200 nm). Natomiast komórki mięśni gładkich najlepiej rozmnażały się na włóknach o grubości 900 nm. Co istotne również, właściwości mechaniczne struktur cylindrycznych wynosiły 2,5 MPa co mieści się w zakresie wartości modułu Young’a dla naczyń wieńcowych. W pracy tej Autorka wykorzystwała pokrycia peptydowe wytwarzane metodą szczepienia kwasu akrylowego, natomiast w pracy H10 wykorzystwała metodę wytwarzania pokrycia hydrożelowego wg. metody wykorzystującej inwersję faz. Co ważne, obydwie technologie modyfikacji wewnętrznej powierzchni protez włóknistych zostały opatentowane (praca H11, *patent 238765*, *udziel. w 2021*).

Co ważne, prace nad endotelializacją komórkami śródbłónka zostały rozwinięte podczas stażu na Uniwersytecie w Erlangen, gdzie Habilitantka zastosowała technikę zasiedlania magnetycznego komórek poprzez wprowadzenie do ich wnętrza magnetycznych nanocząstek (SPIONs, ang. *superparamagnetic iron oxide nanoparticles*). Autorka wykazała, że włókna o mniejszych rozmiarach (Nano) wspomagają proliferację komórek śródbłónka, ale efekt był widoczny tylko w hodowli na płaskich materiałach (na modelu 2D).

Podsumowując, uważam że dorobek naukowy dr inż. Beaty Butruk-Raszei stanowiący jednotematyczny cykl publikacji na temat *"Metody otrzymywania funkcjonalizowanych protez naczyniowych"* jest dojrzałym studium naukowym dotyczącym zagadnienia związanego z problematyką wytwarzania i modyfikacji syntetycznych substytutów protez naczyniowych. Dyskusja jest bardzo dogłębna i wskazuje na dojrzałość naukową Kandydatki. Podjęte w przedstawionych publikacjach wątki badawcze i zaprezentowane osiągnięcia mieszczą się w obecnych trendach rozwoju inżynierii chemicznej, technologii polimerów i ich przetwórstwa, inżynierii biomedycznej i biologii, oraz mają one charakter interdyscyplinarny i poznawczy. Ważnym podkreślenia elementem tych prac jest aspekt użyteczny, skierowany na poszukiwanie rozwiązania konkretnego problemu medycznego. Udział Habilitantki w przedstawionych pracach jest dobrze zdefiniowany i obejmował głównie planowanie (koncepcję) badań, przeprowadzenie określonych badań, analizę wyników i przygotowanie tekstów do publikacji oraz finalizację procesu publikacyjnego w pracach, w których była autorem korespondencyjnym. Wszystkie prace są wieloautorskie, z czego w 6 pracach jest Ona pierwszym, a w 2 – ostatnim i sumarycznie w 8 pracach, Autorem korespondencyjnym. Ranga czasopism, w których ukazały się prace Habilitantki jest wysoka, czego odzwierciedleniem jest IF (z lat, w których ukazały się publikacje) pomiędzy 1,027 a 6,248, a średni IF na jedną publikację wynosi 4,016.

3. Ocena istotnych osiągnięć naukowych, dydaktycznych i organizacyjnych

Sumarycznie, dr inż. Butruk-Raszeja posiada w swoim dorobku naukowym 40 publikacji, w tym 29 w czasopismach z listy filadelfijskiej wg bazy Scopus. W dorobku Habilitantki znajduje się 6 publikacji, które ukazały się przed obroną doktoratu w czasopismach indeksowanych w bazach JCR, takich jak m.in. *Materials Lett*, *Chemical and Process Eng*, *J Aerosol Med. Pulmon Drug Deliv*. Sumaryczny IF czasopism, w których ukazały się prace przed uzyskaniem stopnia doktora wynosił 10,610, zaś po uzyskaniu stopnia doktora: 108,201. Liczba cytowań prac Habilitantki wg. bazy Scopus wynosiła na dzień składania wniosku 462, a indeks h (bez autocytowań) wg Scopus wynosił 12. Na dzień sporządzania recenzji indeks ten wynosi już 14, co wskazuje na stały i dynamiczny rozwój naukowy Habilitantki. Osiągnięcia naukowe Habilitantki zostały uhonorowane licznymi nagrodami i stypendiami, w tym kilkukrotne stypendium JM Rektora PW za wybitne osiągnięcia naukowe, liczne nagrody podczas konferencji oraz nominację do Polskiej Nagrody Inteligentnego Rozwoju 2020 w kategorii Naukowiec Przyszłości za realizację projektu „BioGraft – biomimetyczne protezy naczyniowe małych średnic” w 2020 roku.

Habilitantka wykazuje się istotną aktywnością naukową realizowaną we współpracy z kilkoma uczelniami zagranicznymi, w tym z Universitätsklinikum Erlangen, Friedrich–Alexander University Erlangen–Nürnberg (FAU), Erlangen, Niemcy, gdzie realizowała 3-miesięczny staż naukowy w ramach programu Bekkera (NAWA). Współpracowała z National

Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan oraz z Centre of Nanotechnology and Regenerative Medicine, University College London, Londyn, Wielka Brytania. Efektem współpracy międzynarodowej są liczne publikacje, w tym praca wchodząca w jednotematyczny cykl osiągnięcia naukowego Autorki. Warto również podkreślić, że Habilitantka jest również bardzo aktywna w nawiązywaniu współpracy z krajowymi ośrodkami naukowymi i badawczymi, w tym z Instytutem Optoelektroniki Wojskowej Akademii Technicznej, Instytutem Inżynierii Materiałowej i Metalurgii (IMIM) PAN w Krakowie, Instytutem Fizyki w Warszawie czy Fundacją Rozwoju Kardiologii (FRK) w Zabrzu. Współpraca międzynarodowa Habilitantki w okresach przed i po doktoracie miała charakter krótkoterminowych wizyt i staży (łącznie 5 miesięcy). Habilitantka jest aktywna w upowszechnianiu wyników badań podczas konferencji krajowych i międzynarodowych, łącznie prezentując 31 prac, czego tylko dwa to referaty.

Warto podkreślić aktywność Habilitantki na płaszczyźnie współpracy z sektorem gospodarczym, o czym świadczą dwa udzielone patenty i jedno zgłoszenie patentowe. Co istotne, w 2023 roku udzielono licencji na jeden z patentów spółce StenoCoat sp. z o.o. komercjalizującej technologię otrzymywania pokryć hydrożelowych do modyfikacji wyrobów medycznych. Wspomniana już współpraca Habilitantki z Fundacją Rozwoju Kardiologii im. Prof. Zbigniewa Religi w Zabrzu (w latach 2007 – 2011) dotyczyła opracowania i analizy powłok hydrofilizujących dla komór wspomaganie pracy serca (POL-VAD), produkowanych przez Fundację w ramach programu „Polskie Sztuczne Serce”. W latach 2018-2021 nawiązała współpracę z Polsko-Amerykańskimi Klinikami Serca (American Heart of Poland, Katowice). Firma pełniła rolę podwykonawcy w kierowanym przez Habilitantkę projekcie BioGraft, który prowadził badania przedkliniczne protez naczyniowych. Habilitantka aktywnie współpracuje również z placówkami służby zdrowia, w tym ze Szpitalem Bielańskim w Warszawie, Instytutem Fizjologii i Żywienia Zwierząt im. Jana Kielanowskiego PAN w Jabłonie.

Dr inż. Butruk-Raszeja jest osobą wykazującą wysoką aktywność w zakresie pozyskiwania środków finansowych na prowadzenie badań oraz legitymującą się udziałem w licznych projektach badawczych. Habilitantka była kierownikiem w 4 projektach badawczych finansowanych ze środków Narodowego Centrum Nauki (NCN) i Centrum Badań i Rozwoju (NCBR) oraz wykonawcą w 13 projektach badawczych. Niewątpliwie, szerokie doświadczenie badawcze zdobyte podczas realizacji tak dużej ilości projektów przyczyniło się do intensywnego rozwoju naukowego Habilitantki.

Habilitantka legitymuje się bardzo wysoką aktywnością dydaktyczną, którą prowadzi w macierzystej jednostce oraz na Wydziale Chemicznym Politechniki Warszawskiej. Prowadzone zajęcia są spójne z doświadczeniem i wiedzą habilitantki i obejmują takie przedmioty jak, *Hodowle komórkowe, Nanotechnologia, Inżynieria Biomedyczna, Nanotechnologia medyczna* na kierunku Inżynieria Chemiczna i Procesowa oraz *Kultury komórkowe i tkankowe roślin i zwierząt* na kierunku Biotechnologia. Dr inż. Butruk-Raszeja pełniła funkcję promotora w 40 pracach dyplomowych zrealizowanych na macierzystym Wydziale: w 26 pracach magisterskich oraz 14 pracach inżynierskich. Co więcej, Habilitantka była promotorem pomocniczym w 4 przewodach doktorskich (obronionych) i obecnie pełni taką funkcję w dwóch przewodach będących w toku realizacji.

Habilitantka wielokrotnie recenzowała prace magisterskie i inżynierskie (łącznie 24), opiekowała się studentami programu Erasmus. Wynikami swoich badań dzieliła się z szeroką publicznością podczas wywiadu radiowego w Polskim Radio 24 w programie „Czas na Naukę”

(2018) oraz podczas wykładu na Uniwersytecie Trzeciego Wieku prezentując tematykę protez sztucznego serca (2014). Swoje umiejętności poszerzała również podczas licznych szkoleń i warsztatów. Dr inż. Butruk-Raszeja wykonała recenzje 29 manuskryptów do różnych czasopism z listy JCR (np., *J Biomat Appl, Materails, Int J Mol Sci., Biomedicines, Sci reports i innych*). Ponadto, Habilitantka jest kierownikiem Laboratorium Inżynierii Powierzchni i Protez Naczyniowych (BioGraftLab) w macierzystej jednostce i opiekunem laboratorium badawczego.

5. Wnioski końcowe

Podsumowując stwierdzam, że dr inż. Butruk-Raszeja przedstawiła do oceny osiągnięcie habilitacyjne udokumentowane zbiorem 10 publikacji i 1 patentu. Publikacje ukazały się w czasopismach z tzw. listy filadelfijskiej, o uznanej randze międzynarodowej, a ich współczynnik oddziaływania (IF) mieści się w przedziale od 1,027 do 6,248, a średni IF na jedną publikację wynosi 4,016. Zakres merytoryczny osiągnięcia mieści się w dyscyplinie inżynieria chemiczne, a dorobek Kandydatki wnosi znaczący wkład w rozwój tej dyscypliny naukowej. Za szczególne osiągnięcie należy uznać opracowanie skutecznych metod modyfikacji chemicznej poliuretanów w kierunku poprawy ich hemokompatybilności. Do najważniejszych osiągnięć o aspektach aplikacyjnych zrealizowanych prac w ramach osiągnięcia należy zaliczyć opracowanie metody wytwarzania pokryw peptydowych na powierzchni PU oraz opracowanie metody wytwarzania cylindrycznych protez naczyniowych metodą rozdmuchu roztworu polimeru. Osiągnięcia naukowe przedstawione w opublikowanych artykułach są ilościowo i jakościowo znaczącym wkładem Habilitantki w rozwój inżynierii chemicznej materiałów polimerowych. Umiejętność kierowania projektami badawczymi i tym samym umiejętność zdobywania środków na realizację badań naukowych upoważniają mnie do stwierdzenia, że wkład Autorki w rozwój nauk inżynieryjno-technicznych, w tym inżynierii chemicznej w pozostałej działalności Habilitantki jest znaczący. Habilitantka wykazuje się również istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, o czym świadczą krótkoterminowe staże i wizyty w zagranicznych uczelniach i wspólne publikacje z badaczami z tych ośrodków.

Dlatego udzielam pozytywnej rekomendacji Radzie Naukowej Dyscypliny Inżynieria Chemiczna Politechniki Warszawskiej w sprawie dopuszczenia Kandydatki do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

Szczecin, 28 marca 2024 r.

