

Łódź 5.01.2022 r.

**Recenzja dorobku oraz osiągnięć naukowych dr Katarzyny Nawrotek w związku
z postępowaniem o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego**

1. Sylwetka dr inż. Katarzyny Nawrotek

Dr inż. Katarzyna Nawrotek ukończyła studia na Wydziale Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej w Łodzi w 2009 r. Stopień doktora nauk technicznych uzyskała na podstawie obronionej pracy doktorskiej zatytułowanej „*Kinetyka uwalniania środków farmakologicznych z termo wrażliwych żeli chitozanowych*” w lipcu 2014 r. Promotorem pracy był prof. dr hab. Roman Zarzycki. W czasie przygotowywania pracy doktorskiej czterokrotnie wyjeżdżała na staże naukowe (Wniosek str.30) : 2011 r. – Uniwersytet w Dortmundzie (Niemcy) 2 miesiące, Politechnika Kijowska (Ukraina) 2 tygodnie, Uniwersytet Gandawski (Belgia) 4 miesiące, 2012 r. – Uniwersytet w Marsyli (Francja) 6 miesięcy. Po obronie pracy doktorskiej dr Nawrotek odbyła kolejne staże naukowe: 2015 r. Uniwersytet w Marsyli (Francja) 6 miesięcy, Institute for Regenerative Medicine w Pittsburgh (USA) 10 miesięcy, 2016 Uniwersytet w Oslo (Norwegia) 6 miesięcy, CAJAL Bordeaux (Francja) 3 tygodnie, 2018 r. Colombia University (Nowy Jork, USA) 2 tygodnie, 2019 – 2020 Kolegium Uniwersyteckie w Londynie (Wielka Brytania) 4 miesiące.

W 2014 r. została także zatrudniona na etacie asystenta naukowego na Wydziale Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej w Łodzi, a od 2018 roku pracuje na stanowisku adiunkta naukowego w wymienionej wyżej Katedrze.

2. Dorobek naukowy i działalność naukowa

Zgodnie z dostarczonymi materiałami całkowity dorobek publikacyjny dr Nawrotek składa się z 14 prac z IF (str 5 i 14 *Wykaz osiągnięć naukowych*), o sumarycznym czynniku wpływu (IF) (według listy Journal Citation Report, IF w większości zgodnie z rokiem opublikowania) wynoszącym 47.791 oraz 4 prac opublikowanych w czasopismach znajdujących się na liście B MNiE (prace bez IF, 32 punkty ministerialne). Średni IF uwzględniający prace z listy przypadający na jedną pracę wynosi 3.414. Większość prac, bo 14 (12 z IF i 2 bez IF) ukazały się po doktoracie i 8 z nich Habilitantka wskazuje jako swoje osiągnięcie naukowe w postępowaniu habilitacyjnym.

Kilka prac to wynik współpracy z badaczami z Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska UŁ w Łodzi. Ważną rolę w przeprowadzonych badaniach odegrała też współpraca z Uniwersytetem Medycznym w Łodzi.

Habilitantka może pochwalić się współautorstwem w 2 patentach i 5 zgłoszeniach patentowych. Dr inż. Nawrotek ma w swoim dorobku po doktoracie udział w 1 konferencji krajowej i 9 międzynarodowych na których tylko 1 raz wygłaszano referat, przy czym Habilitantka nie podała, czy to właśnie Ona go prezentowała. Brak jest również innej aktywności konferencyjnej np. wygłądu.

Na uwagę zasługuje nieprzeciętna aktywność grantowa Habilitantki. Dr inż. Nawrotek po doktoracie była i jest kierownikiem 6 projektów badawczych w tym 1 finansowany przez NCN, 1 – LIDER przez NCBiR, 1 (stypendium Bekkera) finansowany przez NAWA, 1 finansowany przez Komisję Europejską - Scientia Fellows postdoctoral fellowship programme – Marie Skłodowska-Curie Action, 1 finansowany przez Fundację na rzecz Nauki Polskiej.

Za swoją działalność naukową i nowatorską zwłaszcza za opracowanie sposobu wytwarzania rurek polimerowych do zastosowań medycznych oraz urządzenia do wytwarzania tych rurek Habilitantka uzyskała w roku obrony pracy doktorskiej (2014 rok) wiele międzynarodowych nagród jak złoty medal z wyróżnieniem na 42 Międzynarodowej Wystawie Wynalazczości, Nowoczesnej Techniki i Wytrobów, Genewa 2014, Szwajcaria, Nagroda Światowej Organizacji Własności Intelektualnej (WIPO) dla kobiety wynalazcy na tej samej konferencji czy srebrny medal na XII Światowej Wystawie Wynalazków 2014, Zagrzeb, Chorwacja. Po doktoracie do znaczących wyróżnień należy zaliczyć wyróżnienie w konkursie „Eureka DGP – odkrywamy polskie wynalazki” w 2015 roku oraz Stypendium MNiSzW dla wybitnych młodych naukowców w 2020 r. Dr Nawrotek recenzowała publikacje w Carbohydrate Polymers i Bio-Design and Manufacturing, ale nie podała ich liczby, recenzent zakłada, że było ich więcej niż 2.

Podsumowując, dr Katarzyna Nawrotek przedstawiła w swoim dorobku niezbyt dużą – w porównaniu do innych obecnie wnioskujących o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego – liczbę publikacji, bo tylko 14 z listy Journal Citation Reports. Habilitantka publikuje jednak w dobrych czasopismach naukowych, może pochwalić się aż 9 patentami bądź zgłoszeniami patentowymi. To znaczące osiągnięcie, chociaż jeszcze nie należycie doceniane np. w rankingach cytowań. Brakuje mi wystąpień konferencyjnych (tylko jeden referat), czy recenzji artykułów w

czasopismach. Nie mniej jednak całkowity dorobek naukowy, a także dorobek naukowy i działalność naukowa dr Katarzyny Nawrotek uzyskany po doktoracie w latach 2014 – 2021 spełnia wymagania stawiane Habilitantom i uzasadnia wystąpienie o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

3. Cykl prac wchodzących w skład osiągnięcia naukowego „Zastosowanie procesu elektrodpozycji w celu otrzymania implantów przeznaczonych do wspomaganie regeneracji obwodowej tkanki nerwowej”

3.1 Strona formalna

Podstawę wniosku o uzyskanie stopnia naukowego doktora habilitowanego stanowi zbliżony tematycznie cykl 8 prac dotyczących zastosowania procesu elektrodpozycji do otrzymywania implantów przeznaczonych do regeneracji obwodowej tkanki nerwowej. Cykl prac które ukazały się w latach 2016-2021, został opublikowany w takich czasopismach jak Materials, Molecules, Carbohydrate Polymers, Journal of Biomedical Materials Research Part A, Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials, Polymers, o różnym współczynniku oddziaływania (od $IF_{2019} = 7.182$ Carbohydrate Polymers do $IF_{2019} = 3.057$ Materials) i różnym udziale procentowym Habilitantki (od 50 do 90%). Wśród przedstawionych 8 prac jedna praca jest 2-autorska, dwie prace są 3-autorskie, trzy prace są 5-autorskie i dwie prace są 7-o autorskie. We wszystkich przedstawionych publikacjach dr inż. Nawrotek jest autorką korespondencyjną. Średni współczynnik oddziaływania prac związanych z tematyką rozprawy habilitacyjnej jest wysoki i wynosi 4,093. Łączna liczba punktów za publikacje wchodzące w skład rozprawy habilitacyjnej zgodnie z kryteriami MNiSW jest równa 625. Wszystkie prace Habilitantki były cytowane 199 razy (bez autocytowań 178, według bazy Web of Science), zaś Indeks Hirscha wynosi (WoS) – 8

3.2 Strona merytoryczna

Tematyka przedstawionej rozprawy habilitacyjnej jest zarówno ciekawa jak i wychodząca naprzeciw wyzwaniom stawianym inżynierii biomedycznej czy szerzej współczesnej medycynie. Jedną z dziedzin inżynierii biomedycznej jest inżynieria tkanki nerwowej. Badania Autorki mające na celu chociażby opracowanie sposobu wytwarzania rurek polimerowych do zastosowania w

leczeniu chorób neurologicznych są więc ważne. Można stwierdzić, że podjęte przez Habilitantkę te i jeszcze inne badania z obszaru inżynierii biomedycznej wpisują się w nurt aktualnych prac badawczych. Analizując rozwój tematyki naukowo-badawczej trzeba zauważyć jej interdyscyplinarność. Wśród wielu ciekawych badań czy wyników naukowych zaprezentowanych w publikacjach [H1] – [H8] i przywoływanych patentach ogólnie dotyczących sposobu otrzymania implantów przeznaczonych do regeneracji tkanki nerwowej chciałabym wyróżnić kilka:

- Opracowanie sposobu otrzymywania cylindrycznych implantów poprzez przeprowadzenie elektrodpozycji z wodnego roztworu polielektrolitu w geometrii cyklicznej w tym opracowanie jego składu, pozwalającego na otrzymanie depozytu w postaci cylindrycznego hydrożelu.
- Wykorzystanie roztworu chitozanu w roztworze kwasu karboksylowego lub hydroksykwasu zawierającego hydroapatyt zwiększający grubość depozytu i jego mechaniczną wytrzymałość, a także jako źródło wapnia - jako roztworu polielektrolitu. Rozwiązanie polegające na umieszczeniu jonów wapnia w implancie przeznaczonym do regeneracji obwodowej tkanki nerwowej zostało zastosowane po raz pierwszy.
- Zbadanie właściwości strukturalnych otrzymanych depozytów za pomocą spektroskopii w podczerwieni z transformacją Furiera (FTIR), skaningowa mikroskopia elektronowa (SEM), spektrometrią mas jonów wtórnych z analizatorem czasu przelotu jonów (ToF-SIMS).
- Zaprojektowanie i wykonanie urządzenia do wytwarzania rurek polimerowych.
- Zbadanie podstawowych procesów i zjawisk występujących w czasie prowadzenia procesu elektrodpozycji w geometrii cylindrycznej.
- Wykazanie, że elektrodpozycja z roztworu chitozanu w roztworze wodnym kwasu mlekowego zawierającym hydroksyapatyt prowadzi do utworzenia hydrożelowego osadu o grubości większej niż 100 μm .
- Stwierdzenie, że kinetyka procesu elektrodpozycji z roztworu chitozanu w roztworze wodnym kwasu mlekowego zawierającym hydroksyapatyt jest zależna od czasu i przykładanego napięcia elektrycznego.

- Zaproponowanie mechanizmu elektrodpozycji z roztworu chitozanu w roztworze wodnym kwasu mlekowego zawierającego hydroksyapatyt.
- Wyselekcjonowanie na bazie przeprowadzonych badań składów roztworu pozwalających na otrzymanie depozytu o właściwościach odpowiednich dla implantów przeznaczonych do regeneracji obwodowej tkanki nerwowej.
- Zbadanie zaproponowanych (pod względem składu) depozytów pod kątem wytrzymałości na rozciąganie i uzyskanie wartości parametrów mechanicznych odpowiadających wartościom dla nerwów obwodowych, co było warunkiem niezbędnym do uzyskania implantu.
- Ocena biogodności (norma EN ISO 10993 Biologiczna ocena wyrobów medycznych) wytworzonych implantów na podstawie przeprowadzonych badań na izolowanych komórkach lub tkankach (in vitro) jak też badań na zwierzętach (in vivo).
- Uzyskanie bardzo dobrych wyników odnośnie długości aksonów, długości i szerokości komórek hodowanych w obecności implantów otrzymanych w procesie elektrodpozycji (badania za pomocą mikroskopii konfokalnej).
- Badania (in vivo) szybkości degradacji implantów.
- Zbadanie wpływu modyfikacji roztworu polielektrolitu poddawanego działaniu prądu elektrycznego substancjami wspomagającymi proces regeneracji komórek nerwowych takimi jak jednościenne nanorurki węglowe, kwas hialuronowy, kolagen pod kątem własności mechanicznych otrzymanych implantów.
- Określenie wpływu średniej masy cząsteczkowej chitozanu na właściwości fizykochemiczne, biomechaniczne, biologiczne implantów.
- Opracowanie autorskiego sposobu na otrzymywanie hybrydowego implantu o składzie chemicznym i topografii powierzchni naśladujących matrycę pozakomórkowej, obwodowej tkanki nerwowej.
- Zaprojektowanie i zbudowanie urządzenia do otrzymywania implantów przeznaczonych do regeneracji obwodowej tkanki nerwowej, którego zasada opiera się na druku 3D i elektrodpozycji z roztworu polielektrolitu o określonym składzie.

- Krótki czas przygotowania implantów pozwalający na ich wytworzenie przed bezpośrednią implementacją i możliwość prowadzenia procesu w warunkach sterylnych co eliminuje potrzebę sterylizacji implantów po ich wytworzeniu.

Podsumowując tę część chciałam stwierdzić, że przedstawiony cykl 8 publikacji jest bardzo interesujący, a uzyskane wyniki badań wnoszą wiele cennych informacji do szeroko pojętej inżynierii biomedycznej. Choć przedstawione kolejno prace nie są ułożone chronologicznie, daje się stworzyć obraz spójnych badań wykorzystujących nowoczesne techniki elektrochemiczne, spektroskopowe, czy techniki oceniające biokompatybilność. Trudno odmówić dr inż. Nawrotek głębokiej znajomości opisywanej tematyki. Analizując poszczególne publikacje i patrząc na całość pracy trzeba uznać, że udział Habilitantki jest znaczący lub bardzo duży – dr inż. Nawrotek w cyklu prac przedstawionych jako osiągnięcie naukowe jest autorką korespondencyjną, a prace te są publikowane w czasopiśmie o wysokim współczynniku oddziaływania. Ważnym parametrem oceny wartości naukowej i oddziaływania w środowisku naukowym jest cytowalność prac, oczywiście z wyłączeniem autocytowalności. Zbiór 8 publikacji przedstawiony do wniosku habilitacyjnego wykazuje 85 cytowań, co jest wynikiem średnim, jakkolwiek obejmuje prace z ostatnich 6 lat (2016 – 2021). Powyższe dane mogą być punktem wyjścia do oceny na ile przedstawiony materiał „stanowi znaczny wkład autora w rozwój określonej dyscypliny naukowej” wymagany zapisem artykułu 221ust.10 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku. Całościowe dane pokazują jednoznacznie, że mimo średniej cytowalności zgłoszonego dorobku ranga czasopism jest wysoka co potwierdza wkład Habilitantki w rozwój dyscypliny.

4. Charakterystyka dorobku organizacyjnego i dydaktycznego

Habilitantka rozpoczęła swoją pracę dydaktyczną w roku 2014 i z podanych informacji wynika, że w latach 2016-2018 miała przerwę w pracy naukowej (domyślnie i dydaktycznej) spowodowaną chorobą. Być może ten fakt jak i częste staże zagraniczne jest przyczyną, że Habilitantka nie może pochwalić się znaczącym dorobkiem dydaktycznym. Zajęcia ze studentami to głównie laboratoria (habilitantka nie podaje szczegółów co do kierunku czy roku studiów na których te zajęcia prowadziła), ale miała także ćwiczenia. Była promotorem tylko jednej pracy dyplomowej, od 1 marca 2021 roku została promotorem równolegle 3 prac magisterskich. Należy

jednak podkreślić, że obecnie (od roku 2019) jest promotorem pomocniczym w pracy doktorskiej realizowanej na Wydziale Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska PŁ.

Habilitantka podejmowała działalność popularyzującą naukę szczególnie przed uzyskaniem stopnia doktora. Po doktoracie udzieliła wywiadu w radiu TOK FM zatytułowanego „Polscy naukowcy szykują rewolucyjną metodę odtwarzania przerwania nerwów” (5.02.2015), uzyskała także finansowanie badań/staż zajmując III miejsce w SKILLS - Konkurs popularyzatorski INTER (III edycja, 2014 rok) finansowanym przez Fundację na Rzecz Nauki Polskiej

5. Podsumowanie

Moja ocena osiągnięć naukowych dr inż. Katarzyny Nawrotek jest wysoka. Dostarczone dokumenty wskazują na to, że faktycznie jest już Ona samodzielnym pracownikiem naukowym. Formalnie stwierdzam, że przedstawione mi do oceny materiały dotyczące dr inż. Katarzyny Nawrotek stanowią wystarczającą podstawę (*Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018, poz.1668 z późniejszymi zmianami)*) do ubiegania się przez Nią o stopień doktora habilitowanego. Upoważnia mnie to do sformułowania wniosku do Komisji do spraw stopni naukowych w dyscyplinie inżynieria chemiczna działającej na Politechnice Łódzkiej o dopuszczenie Kandydatki do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

