

OCENA

osiągnięcia naukowego pt. „*Syntetyczne materiały polimerowe inspirowane układami naturalnymi*” przedstawionego przez dr inż. Katarzynę Smolińską-Kempisty, oraz pozostałego Jej dorobku, w związku z postępowaniem w sprawie nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynierijno-technicznych, dyscyplinie inżynieria chemiczna.

Pismem Przewodniczącej Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Chemiczna w Politechnice Wrocławskiej Pani prof. dr hab. inż. Grażyny Gryglewicz z dnia 8 listopada 2023 r. poinformowany zostałem o wyznaczeniu mnie uchwałą nr 364/43/RDND05/2021-2024 w/w Rady Dyscypliny Naukowej, z dnia 30 października 2023, na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Katarzyny Smolińskiej-Kempisty w dziedzinie nauk inżynierijno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria chemiczna.

Niniejszą recenzję przedstawiam na podstawie dostarczonego mi autoreferatu, analizy załączonych publikacji oraz pozostałej dokumentacji sporządzonej przez Kandydatkę. Stwierdzam, że dokumentacja ta spełnia formalne wymagania zawarte w art. 220 ust.1 pkt. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018r. „Prawo o szkolnictwie wyższym”, a także przepisy obowiązujące w Politechnice Wrocławskiej. Informuję, że nie są mi znane przyczyny dla których przedstawiana opinia mogłaby budzić wątpliwości odnośnie obiektywizmu.

1. Informacje ogólne

Pani Katarzyna Smolińska-Kempisty jest absolwentką Wydziału Chemicznego Politechniki Wrocławskiej (WChPWroc) i z tą uczelnią i wydziałem związana jest po dziś dzień pracą zawodową od ukończenia studiów magisterskich w roku 2010 r. na kierunku *Inżynieria materiałowa*, specjalność *Inżynieria materiałów makromolekularnych*, z niemal czteroletnią przerwą (lata 2014-2018), podczas której pracowała jako *post-doctoral research associate* na Uniwersytecie Leicester (LECIU), głównie w zespole prof. Sergey'a A. Piletsky'ego na Wydziale Chemicznym, ale przez dziewięć miesięcy także Wydziale Nauk o Chorobach Układu Oddechowego pod kierunkiem prof. Galiny Mukomolovej. Po powrocie do kraju kontynuowała pracę na macierzystym wydziale, początkowo na stanowisku asystenta badawczego w Zakładzie Materiałów Polimerowych i Węglowych, a od 2020 r., na stanowisku adiunkta naukowo-dydaktycznego, w Katedrze Inżynierii Procesowej i Technologii Materiałów Polimerowych i Węglowych.

Pracę doktorską pt. „*Nanostrukturalne membrany polimerowe zdolne do reagowania na bodźce zewnętrzne*”, wykonaną na macierzystym wydziale pod kierunkiem prof. Marka Bryjaka, obroniła w 2013 r.

W pierwszym okresie pracy zawodowej na WChPWroc, będąc doktorantką, zajmowała się opracowaniem metod otrzymywania wysoko selektywnych kanałów jonowych w porowatych membranach polimerowych, a *de facto* technologią samoregulujących się membran o właściwościach zależnych od pH i temperatury, dla selektywnej separacji jonów litowców z roztworów wodnych. W badaniach tych stosowała metodą plazmowej modyfikacji/aktywacji powierzchni porowatych membran polimerowych. Były one częściowo finansowane z grantu NCN Preludium (wartość ok. 70 tys), którym kierowała. Zasadniczy dorobek naukowy Habilitantki uzyskany w tym okresie ogłoszony został w 6 artykułach, w tym 3 z listy JCR o sumarycznym IF ok. 11.15. Na wyróżnienie zasługują wśród nich dwie publikacje ogłoszone w *Adv. Colloid & Inter. Sci.*, oraz *Desalination*. Wyniki badań zaprezentowała także w 12 konferencyjnych posterach, w tym kilku zagranicą.

Podczas czteroletniej pracy naukowej (post-doc) w Uniwersytecie Leicester Habilitantka zaznajomiła się z nowatorską techniką molekularnego wdrukowywania polimerów (ang. MIP) w obecności fazy stałej (SPIM), opracowaną przez zespół prof. S. Piletsky'ego. Metoda ta, dzięki niezwykle wysokiej specyficzności cechującej MIPy, w tym dopracowany przez nią wariant w skali nanometrycznej – ang.

nano-MIPy, umożliwia znacznie obniżenie progów dotychczasowej detekcji związków, przesuwając tym samym granice możliwości diagnostyki medycznej czy analityki biologicznej/chemicznej. Habilitantka w pełni wykorzystała i rozwinęła ten wariant metody, opracowując we współpracy z prof. S. Piletskim, nowe wysoko specyficzne testy i sensory służące detekcji substancji ważnych dla diagnostyki medycznej (publikacje: H1-H5 i H10). Po powrocie do kraju zmodyfikowała dotychczasowe metody otrzymywania membran polimerowych, będących przedmiotem zainteresowań zespołu prof. M. Bryjaka, wprowadzając do ich struktury *nano*-MIPy, co zaowocowało poprawą i poszerzeniem ich właściwości (publikacje H6-H9). Wszystkie wymienione wyżej publikacje stanowią podstawę wskazanego i ocenianego osiągnięcia naukowego Habilitantki.

Warto podkreślić, że prace dr K. Smolińskiej-Kempisty cechuje umiejętne łączenie wątków o charakterze badań podstawowych, z zakresu materiałów chemicznych, z badaniami stosowanymi – głównie z zakresu technologii (nano)materiałów chemicznych, oraz ich zastosowań w inżynierii detektorów/sensorów i nowych rozwiązań intensywnych procesów wysoko selektywnej separacji. Tematyka ta odpowiada priorytetowym kierunkom rozwoju współczesnej inżynierii chemicznej i procesowej, a jej całościowe technologiczno-procesowe ujęcie uważam za szczególnie cenne. Dowodnie świadczy o szerokiej wiedzy i wysokich kwalifikacjach naukowo-badawczych pani Katarzyny Smolińskiej Kempisty.

2. Podstawa nadania stopnia dra habilitowanego i dorobek naukowy Habilitantki

Podstawą wniosku do uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego jest osiągnięcie naukowe ogłoszone w cyklu 9 wieloautorskich publikacji (8 z listy JCR) oznaczonych w dokumentacji symbolami [H1-H9], oraz rozdział [H10] zamieszczony w monografii "*Synthetic antibodies : methods and protocols*", ed. by Thomas Tiller. New York, NY : Humana Press, cop. 2017. s. 389-398. (seria: *Methods in Molecular Biology*, ISSN 1064-3745; vol. 1575).

Zgodność tematyczna cyklu publikacji z tytułem wskazanego osiągnięcia nie budzi zastrzeżeń. Osiem artykułów opublikowanych zostało w czasopismach o obiegu globalnym - wartościach IF od ok. 2.1 do 9.5 (liczonych wg rocznika publikacji) i **sumarycznym IF ok. 47.5**, co przekłada się na średnią wielkość wskaźnika IF ok. 5,9, która, przy wszystkich zastrzeżeniach odnośnie tego wskaźnika, bardzo korzystnie pozycjonuje ich rangę. Spośród nich uwagę zwracają czasopisma naukowe: *Sensors & Actuators B. Chemical, Biosensors & Bioelectronics, Desalination* czy *J. Environ. Chemical Engineering*, powszechnie cieszące się dużym szacunkiem i renomą. Dwie z publikacji, w chwili pisania wniosku, cytowane były w wymagającej bazie JCR łącznie już ok. 80 razy, co dowodzi znacznego zainteresowania międzynarodowej społeczności przedstawionymi tam wynikami.

Wszystkie artykuły cyklu sygnowane są przez kilku autorów, przy czym w pięciu Habilitantka wymieniona jest na pierwszym miejscu, a w czterech artykułach jest autorem korespondencyjnym. Prof. Piletsky uznał za *znaczący* jej udział we wskazanych badaniach, natomiast prof. Bryjak wskazał, że Habilitantka koncentrowała się na modyfikacji membran, ich charakterystyce i analizie wyników, a więc zagadnieniach kluczowych z technologiczno-inżynierskiego punktu widzenia. Stwierdzenia te uznaję za satysfakcjonujące, w aspekcie formalno-prawnych wymogów dotyczących kluczowego wkładu Habilitantki w uzyskanie przedstawianych wyników.

W ocenianym osiągnięciu wyróżnić można kilka wątków, odpowiadających kolejnym celom badawczym, które układają się w ciąg systematycznego rozwoju technologii otrzymywania wdrukowanych materiałów polimerowych (ang. MIP), z wykorzystaniem wzorca/szablonu przyłączonego do fazy stałej (ang. SPIM), i praktycznego ich wykorzystania w diagnostyce medycznej, procesach separacji/zatężania, a także budzących szczególnie duże zainteresowanie procesach elektrochemicznych. Wskazana, nowatorska metoda otrzymywania MIPów, opracowana w zespole prof. Piletskiego, skutkuje otrzymaniem sferycznych MIPów o wielkościach 90-300 nm, stad zaproponowany termin *nano*-MIPy.

W pierwszym etapie [H1] Habilitantka wykazała, że możliwe jest dobranie składu monomerów i warunków syntezy *nano*-MIPów, skutkujących wiernymi wdrukowaniami, a w konsekwencji wiernymi 'odciskami' w matrycy polimerowej, różnych związków biologicznie czynnych i białek, w szerokim zakresie wielkości ich masy cząsteczkowej (od kilkaset Da do kilkudziesięciu kDa).

Konsekwentnie obserwowwała, że wielkość 'wzorca' wpływa na wielkość sfer otrzymywanych *nano-MIP*ów. Praca ta uutorowała drogę do zastąpienia przeciwciał i enzymów, powszechnie stosowanych w popularnych testach immunoenzymatycznych ELISA, przez bardziej stabilne syntetyczne *nano-MIP*Py. W ten sposób, badania Habilitantki przyczyniły się do powstania nowej rodziny sensorów i testów diagnostycznych (typu *pseudo-ELISA*) dla szeregu bioaktywnych substancji (biotyna, kokaina, fumonizyna B1 i B2, hemoglobina, L-tyroksyna), które cechuje co najmniej porównywalny, ale niekiedy znacząco niższy (w przypadku kokainy czy L-tyroksyny nawet o trzy rzędy) próg detekcji. Co szczególnie ważne z praktycznego, a tym samym, inżynierskiego punktu widzenia, opracowane sensory/testy typu *pseudo-ELISA* cechuje bardzo dobra stabilność przy przechowywaniu w temperaturze pokojowej. Pani K. Smolińska-Kempisty dopracowywała i optymalizowała wszystkie operacje preparatyki sensorów, niezbędne dla zapewnienia wysokiej czułości, w tym także ich 'wbudowywania' w membrany sensorów elektrochemicznych. Należy podkreślić, że w opracowaniach technologii/inżynierii *nano-MIP*ów o wysokim powinowactwo do wzorca Habilitantka wykorzystywała bardzo nowoczesne narzędzia; metoda symulacji molekularnej wspierała poszukiwania/dobór monomerów funkcyjnych i składu mieszaniny polimeryzującej, a metodę powierzchniowego rezonansu plazmowego (SPR) wykorzystywała do określenia stopnia powinowactwa. Prace wykonywała osobiście, a czasami, nadzorowała ich dalsze wykonywanie przez doktorantów prof. Pileckiego, co traktuję jako dowód Jej znaczącej roli w powstanie rodziny unikalnych technologii. Wyniki wskazanych badań opublikowane zostały w kilku artykułach, ogłoszonych w kluczowych czasopismach dyscypliny [H1-H5], a dopracowana procedura opisana została szczegółowo w [H10]. Należy nadmienić, że podczas pracy w Uniwersytecie Leicester dr Smolińska-Kempisty uczestniczyła w opracowaniu testów typu *pseudo-ELISA* także dla szeregu innych związków, niż wyżej wymienione (np. gentamycyny, wankomycyny, melaminy, mykocysteiny-LR). Wyniki badań każdorazowo publikowane były w czasopismach o obiegu globalnym, ale nie ujęte zostały w wykazie wskazanego osiągnięcia, tj. publikacjach [H1-H10]. Spośród nich, na szczególne wyróżnienie zasługują, zdaniem recenzenta, badania powinowactwa opracowanych *nano-MIP*ów do substancji psychoaktywnych i narkotyków: morfiny, amfetaminy, kofeiny, a także selektywnego rozpoznania peptydu naskórkowego wzrostu, ogłoszone w prestiżowym czasopiśmie *Nano Letters* (oficyna ACS, IF>12) a częściowo też w [H2]. Zostały one sfinansowane przez duży europejski projekt (EU, Horyzont2020) o akronimie NOSY, z trzynastoma uczestnikami z kilku krajów Europy Zachodniej. Obszarem prowadzonych badań były także kwestie detekcji i inżynierii zdalnych detektorów materiałów wybuchowych - z oczywistych względów wyniki tych badań nie zostały opublikowane.

Po powrocie do kraju zainteresowania dr Smolińskiej Kempisty zorientowane zostały na wykorzystanie unikalnej specyficzności molekularnej *nano-MIP*ów w technologiach rozdziału/separacji membranowej. Na celowość podjęcia takich badań wskazywała niezwykle wysoka czułość opracowanego przez nią elektrochemicznego sensora kofeiny wykorzystującego membranę polimerową dotowaną *nano-MIP*ami (ang. MIM).

We wskazanym osiągnięciu wyróżnić można trzy nurty prac, obejmujące opracowanie:

- i. porowatych/filtracyjnych membran z *nano-MIP*ami wdrukowanymi na ich powierzchni, [H7],
- ii. nieporowatych, jonowymiennych, polimerowych membran (ang. IEM), otrzymywanych metodą bardziej przyjazną niż stosowana poprzednio, pod kątem stosowania w technologiach pozyskiwaniu energii z wód geotermalnych metodą CapMix [H6], oraz procesach odwróconej elektrodializy (RED), [H8],
- iii. porowatych, jonowymiennych membran, z *nano-MIP*ami osadzonymi na ich powierzchni, dla zastosowań w zateżnieniu mikro zanieczyszczeń obecnych w roztworach wodnych, [H9].

Kluczową kwestią w opracowaniu polimerowych (polipropylenowych) membran, w pełni wykorzystujących specyficzność właściwość *nano-MIP*ów, było zagwarantowanie lokalizacji receptorów tj. *nano-MIP*ów na powierzchni membran. Habilitantka uzyskała to stosując plazmową modyfikację (w praktyce aktywację) powierzchni membran metodą wyładowań barierowych, umożliwiającą zaszczerpienie na niej warstw cząstek z nadrukiem molekularnym. W konsekwencji, tak otrzymane MIMy, obok konwencjonalnych właściwości filtracyjnych, umożliwiały selektywną sorpcję mikro zanieczyszczeń (np. bisfenolu A) obecnych w wodzie.

Opracowanie bardziej efektywnych litych/integralnych membran jonowymiennych, rozpoczęła od zmodyfikowania wcześniej stosowanej dotychczasowej tak od strony chemicznej jak i procesowej. Otrzymane membrany wykorzystana następnie w badaniach układu pozyskiwania energii typu CapMix, prowadzonych w ramach polsko-tureckiego projektu GEOTHERM (częściowe finansowanie przez NCBiR), uzyskując 60-70krotne zwiększenie produkcji energii z ich udziałem. Efektywność opracowanej membrany jonowymiennej potwierdziły także badania jej właściwości w procesie odwróconej elektrodializy (RED).

W następnym etapie pani dr Smolińska-Kempisty opracowała i przebadła integralne IEM z nano-MIPam naniesionymi na ich powierzchnię metodą kropelkową. Membrana ta niezwykle skutecznie zagęszczała substancje śladowo obecne w wodzie, a procesu ich desorpcji (regeneracji membrany) można było zrealizować zmieniając kierunek przepływu prądu. Co szczególnie ważne, opracowana membrana cechowała dobrą stabilność przez trzy miesiące.

Podsumowując, wskazane osiągnięcia naukowe dr K. Smolińskiej-Kempisty, ogłoszone drukiem w cyklu publikacji, na które składa się opracowania technologii otrzymywania wysoce efektywnych nano-MIPów, a następnie potwierdzenie możliwości ich wykorzystania: i. jako sztucznych przeciwciał, ii. w testach medycznych (*pseudo*-ELISA), iii. detekcji i/lub inżynierii sensorów substancji neuroaktywnych (kofeina), iv. opracowaniu sfunkcjonalizowanych membran, tak porowatych jak i litych, tworzą solidne naukowo-techniczne podstawy torujące drogę rozwoju szeregu nowych, bardzo efektywnych technologii detekcji, rozdziału-separacji i/lub zateżnienia szerokiego spektrum związków chemicznych. Wnosi przeto istotne wartości naukowo-poznawcze, w skali międzynarodowej, widziane z perspektywy dziedziny nauk inżynierijno-technicznych, dyscypliny inżynieria chemiczna. Nie mam najmniejszych wątpliwości, że spełnia ono, nawet z pewnym nadatkiem, wszystkie wymogi, stawiane dysertacjom habilitacyjnym.

W pozostałym dorobku naukowym Habilitantki z ostatnich lat dominuje tematyka technologii membran polimerowych, niekiedy modyfikowanych nano-MIPami, głównie pod kątem ochrony środowiska, w tym zateżnienia substancji obecnych w środowisku wodnym w śladowych ilościach. Do ważniejszych zaliczam: opracowanie porowatych membran których wielkość porów jest czuła na temperaturę oraz zmiany/wielkość pH (publikacja w *J. Appl. Polymer. Sci.*), hybrydowych elektrod z polimerowymi powłokami o właściwościach kationo- i aniono-wymiennych (publ. w *Desalination*), opracowanie polipropylenowych prefiltrów z powierzchniowo wdrukowaną warstwą (publ. w *Purif. & Separ. Technol.*). Jest też autorką kilku przeglądowych publikacji z zakresu inżynierii membran i nano-MIPów. Opublikowany dorobek naukowy dr K. Smolińskiej-Kempisty uzupełnia 20 artykułów w zwartych wydaniach materiałach konferencyjnych, oznaczonych w dokumentacji literą M (trudno mi uznać je za monografie *sensu stricte*), oraz 26 posterów konferencyjnych, bardzo często za granicą. Trzykrotnie referowała wyniki badań na posiedzeniach europejskiego projektu NOSY.

Dr K. Smolińsk-Kempisty uczestniczyła w realizacji 13 projektów (8 po doktoracie), z tego trzech dużych międzynarodowych lub dwustronnych. Przed laty kierowała projektem NCN Preludium, aktualnie kieruje 4-letnim projektem NCN SonataBIS. Nawiązała też współpracę z kilkoma firmami, w tym brytyjską MIP Discovery. Zainteresowanie Jej pracami wykazało także kilka firm, w tym zagranicznych, co także traktuję za dowód aktualności tematycznej i jakości uprawianej przez nią nauki.

Osiągnięcia naukowe Habilitantki zostały dostrzeżone i docenione przez międzynarodową społeczność: baza **Web of Science** wyszczególniała w połowie maja 2023r. **116** (niezależnych) **cytowań** Jej prac składających się na ocenianą dysertację habilitacyjną, i sumarycznie **319 niezależnych cytowań** całego ogłoszonego drukiem Jej dorobku naukowego (indeks **H=10**), baza Scopus podaje odpowiednio: 225 i 403 (H=10). Wskaźniki te uważam za dobre w dyscyplinie inżynieria chemiczna, na tym etapie kariery naukowej. Dowodnie świadczą one także o aktualności tematyki badawczej oraz wartości uzyskanych wyników.

3. Osiągnięcia Habilitantki w zakresie kształcenia i organizacji

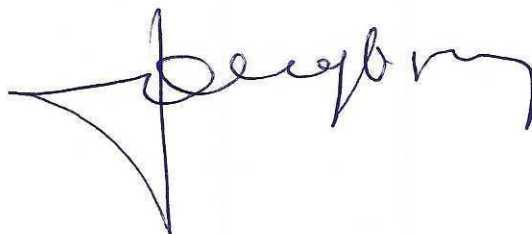
Osiągnięcia pani K. Smolińskiej-Kempisty w zakresie dydaktyki i organizacji są typowe dla młodego, aktywnego i ambitnego nauczyciela akademickiego na tym etapie kariery, i oceniam je jednoznacznie

pozytywnie. Na wyróżnienie zasługują, moim zdaniem: i. aktywne uczestnictwo w dwóch programach edukacyjnych Erasmusa (BIP oraz Joint Master Degree Program), ii. promotorstwo pomocnicze jednej rozprawy doktorskiej, iii. Nagroda Rektora UMK za osiągnięcia naukowe (2015 r.). Dowodem szczególnego uznania Jej dotychczasowych osiągnięć jest otrzymanie w 2021 r. Stypendium Ministra Edukacji i Nauki dla wybitnych młodych naukowców.

4. Podsumowanie i wniosek końcowy

Wysoki poziom naukowy przedstawionego do oceny cyklu publikacji, prezentujących szereg nowych technologicznych rozwiązań ważnych procesów separacji/rozdziłu oraz efektywnych detektorów/sensorów substancji, będących przedmiotem żywego zainteresowania diagnostyki medycznej, dodatkowo wzbogacony uczestnictwem Habilitantki w opracowaniu efektywnych rozwiązań pokrewnych zagadnień naukowo-technicznych, uzasadniają, zdaniem recenzenta, bezwarunkowe poparcie wniosku pani dr inż. Katarzyny SMOLIŃSKIEJ-KEMPISTY o nadanie Jej stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w zakresie dyscypliny inżynieria chemiczna.

Wyrażam pełne przekonanie, że oceniany dorobek dr K Smolińskiej-Kempisty spełnia bezwarunkowo wszystkie stosowne wymogi określone w Ustawie Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce z 2018 r., z późniejszymi zmianami, w szczególności art. 219 ust.1 pkt: 1,2b,3.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'K. Smolińska-Kempisty', written in a cursive style.