dr hab. inż. Beata Świeczko-Żurek, prof. uczelni

Politechnika Gdańska

Wydział Inżynierii Mechanicznej i Okrętownictwa

Zakład technologii Biomateriałów

Ul. Narutowicza 11/12

80-233 Gdańsk

Gdańsk, 27.12.2023r.

Recenzja

W postępowaniu habilitacyjnym dr. inż. Michała Soboty

w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych

w dyscyplinie: Inżynieria Biomedyczna

Podstawa do opracowania recenzji:

- art. 221 ust. 4 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r. poz. 742);
- Pismo przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna z dnia 19 października 2023r. (uchwała nr 101/2023) oraz pismo nr DRKN.Z2.400.125.2023 z dnia 1 października 2023r. Rady Doskonałości Naukowej;
- Umowa o dzieło z Politechniką Śląską;
- Wniosek z dnia 14 czerwca 2023r. o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego, w formie elektronicznej, z załącznikami:
  1. Dane wnioskodawcy;
  2. Kopia dyplomu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora;
  3. Autoreferat;
  4. Wykaz osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny;
  5. Oświadczenia współautorów;
  6. Elektroniczna wersja publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego.

1. Ogólna charakterystyka Habilitanta

Dr inż. Michał Sobota jest absolwentem Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Częstochowie. W 2003r. obronił pracę magisterską pt.: „Synteza i charakterystyka makrolidów poliestrowych oraz badania nad ich wykorzystaniem w reakcji politransestryfikacji", wykonanej pod kierunkiem prof. dr hab. Marka Kowalczuka.

Stopień doktora nauk technicznych w zakresie technologii chemicznej Habilitant uzyskał w 2011r. na podstawie rozprawy pt.: „Nowe materiały poliestrowe dla biodegradowalnych opakowań mono- i wielowarstwowych zawierające ataktyczny poli [(R,S)-3-hydroksymaślan]", wykonanej również pod kierunkiem prof. dr hab. Marka Kowalczuka, na Wydziale Chemicznym Politechniki Śląskiej.

W latach 2003-2011 dr inż. Michał Sobota zatrudniony był w Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych, Polskiej Akademii Nauk na stanowisku asystenta w Pracowni Materiałów Biodegradowalnych (pracownia kierowana przez Pana prof. dr hab. Marka Kowalczuka). Następnie w Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych (2011-2017) Polskiej Akademii Nauk na stanowisku adiunkta w Pracowni Materiałów Biodegradowalnych (pracownia również kierowana przez Pana prof. dr hab. Marka Kowalczuka). Od 2017r. do teraz pracuje w Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych, Polskiej Akademii Nauk na stanowisku adiunkta w Pracowni Polimerowych Materiałów Biomedycznych (pracownia kierowana przez Pana prof. dr hab. Janusza Kasperczyka).

Habilitant już przed uzyskaniem stopnia doktora był aktywny na polu naukowym – 2 rozdziały w monografiach naukowych, 8 artykułów w czasopismach naukowych, 11 artykułów w czasopismach nieindeksowanych w bazie danych „Scopus", 2 wykłady na zaproszenie, 35 wystąpień na konferencjach krajowych i międzynarodowych, wykonawca w dwóch projektach, 2001-2006 członek Polskiego Towarzystwa Chemicznego, 2 staże (Rumunia i Utrech), uczestnictwo w 3 programach europejskich oraz 2 patenty.

Dr inż. Michał Sobota prowadzi bardzo intensywną działalność naukową. Po uzyskaniu stopnia doktora powstały: 2 rozdziały w monografiach naukowych, 35 artykułów w czasopismach naukowych (IF 113,237; 2565 MNiSW), 9 artykułów w czasopismach nieindeksowanych w bazie danych „Scopus", 7 wykładów na zaproszenie (w tym jeden plenarny), 44 wystąpienia na konferencjach krajowych i międzynarodowych, kierownik projektu (1 zakończony, 1 w trakcie realizacji), wykonawca w projektach wdrożeniowych B+R, NCBiR (8 zakończonych, 2 w trakcie realizacji) oraz recenzent 3 prac naukowych, współpraca z otoczeniem społeczno-gospodarczym (szkolenie, zlecenie, opracowania, badania), 15 patentów, 3 zgłoszenia patentowe, 3 wdrożenia oraz 3 ekspertyzy.

Przeprowadzona ogólna charakterystyka działalności naukowej dr inż. Michała Soboty pokazuje, iż tematyka jest bardzo trafna. Badania podjęte przez Habilitanta mają duże znaczenie zarówno poznawcze, jak i aplikacyjne.

Należy stwierdzić, że **Habilitant** jest dojrzałym uczonym, który **potrafi samodzielnie rozwiązywać zadania naukowe oraz określić ich znaczenie w zastosowaniach praktycznych.**

2. Ocena osiągniecia naukowego

Jako osiągnięcie naukowe w rozumieniu Ustawy, będące indywidualnym wkładem do dyscypliny Inżynieria Biomedyczna, Kandydat przedkłada spójny ze sobą cykl wybranych, powiązanych tematycznie artykułów naukowych pod wspólnym tytułem: „Efekt pamięci kształtu jako funkcjonalna właściwość bioresorbowalnych poliestrów do zastosowań w wyrobach medycznych". Cykl obejmuje łącznie 9 prac wchodzących w osiągniecie habilitacyjne (8 artykułów i 1 patent), z których wszystkie są z lat 2014-2022, natomiast 8 jest opublikowane w czasopismach o zasięgu światowym i wskaźniku IF zawierającym się w przedziale od 1,540 do 6,510. Sumaryczny wskaźnik IF artykułów wchodzących w osiągnięcie wynosi 31,467. Punktacja czasopism według obowiązującej klasyfikacji MNiSW wynosi od 70 do 140, a suma punktów to 810.

W latach 2013-2016 Habilitant pełnił funkcję kierownika w projekcie SONATA (2012/05/D/ST5/03384) zatytułowanym „Syntetyczne analogi biopoliestrów alifatycznych generujące kontrolowaną odpowiedź w postaci efektu mechanicznego na bodziec temperaturowy".

Celem naukowym cyklu prac wchodzących w osiągnięcie habilitacyjne było określenie pomiędzy morfologią materiału, architekturą łańcucha polimerowego, a możliwością regulacji efektu pamięci kształtu w poliestrach bioresorbowalnych. Celem było również określenie innych czynników wpływających na funkcjonalność wyżej wymienionych materiałów do zastosowań w wyrobach medycznych.

Dr inż. Michał Sobota wykonał szereg badań, które umożliwiły poznanie istotnych zjawisk i zależności dotyczących zagadnienia efektu pamięci kształtu w bioresorbowalnych poliestrach i kopoliestrach L- i D-laktydu oraz poli(R,S)-3-hydroksymaślanu. Zdobyta wiedza umożliwiła Habilitantowi opracowanie rusztowań naczyniowych oraz włóknin opatrunkowych samo-dopasowujących się w wyniku zjawiska pamięci kształtu. Materiały te mogą, również zostać wykorzystane w formowaniu resorbowalnych „smart" systemów uwalniania leków, a wyniki badań potwierdzają duże ich znaczenie praktyczne. Opracowane na ich podstawie procedury i metody formowania, czy przetwarzania poliestrów alifatycznych, mające na celu wywoływanie i sterowanie zjawiskiem pamięci kształtu, zostały ujęte ochroną patentową.

Do najważniejszych osiągnięć będących istotnym wkładem w obszarze nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie naukowej Inżynierii Biomedycznej są:

- określenie wpływu dodatku biokompatybilnego plastyfikatora poli[(R,S)-3-hydroksymaślanu] na zmianę parametrów efektu pamięci kształtu wyrobów z polilaktydu lub z kopolimerów laktydowych;
- określenie zależności pomiędzy morfologią materiału i architekturą łańcucha polimerowego, a głównymi właściwościami efektu pamięci kształtu, takimi jak: temperatura inicjacji zmiany kształtu oraz wartość siły generowanej przez element w trakcie zainicjowanej termicznie zmiany kształtu;
- określenie wpływu warunków kondycjonowania termicznego bioresorbowalnych poliestrowych nano- i mikro włóknin na własności efektu pamięci kształtu oraz opracowanie sposobu kondycjonowania post-procesowego elementów wytworzonych metodą mikrowtrysku zastosowanych w technologii otrzymywania cienkościennych stentów naczyniowych;
- opracowanie metody otrzymywania napełniacza polimerowego o podwyższonej adhezji do osnowy poliestrowej modyfikującej morfologię materiału oraz właściwości mechaniczne kompozytów otrzymywanych metodą termoplastycznego przetwórstwa;
- opracowanie metody regulowania profilu degradacji materiałów włóknistych, (pośrednio wpływającą na profil uwalniania substancji leczniczych z tych włóknin), wykorzystującą oddziaływania między włóknami wykonanymi z materiałów o zróżnicowanej hydrofilowości.

Ważnym osiągnieciem dr inż. Michała Soboty były badania eksperymentalne ujęte w cyklu prac wchodzących w osiągniecie habilitacyjne.

Habilitant w ramach projektu NCBiR POIR.04.01.02-00-0105/17 – MICROINJSTENT (główny wykonawca), opracował technologię przetwórstwa związaną z formowaniem stentu oraz jego aplikacją. Założeniem badawczym projektu było opracowanie technologii wytwarzania biodegradowalnego stentu z efektem pamięci kształtu w celu uniknięcia nadmiarowych uszkodzeń, które mogłyby wystąpić w trakcie mocowania (zaciskania) stentu na cewniku balonowym oraz podczas implantacji, gdy stent jest rozprężany. Do rozwiązania problemu wykorzystane zostały wyniki badań nad regulowaniem pamięci kształtu z wykorzystaniem zmian w morfologii materiału, jak i zmian w strukturze polimerowej (prace H1 i H3 – wchodzące w osiągnięcie habilitacyjne).

Dr inż. Michał Sobota zajmował się również badaniami nad opatrunkami częściowo degradowalnymi z pamięcią kształtu. Są one stosowane na przykład do leczenia przepuklin. Obecnie autor opracowuje opatrunek zbudowany z włókniny nieresorbowalnej wytwarzanej z włókien biozgodnych poliuretanów wymieszanych bezładnie z włóknami wykonanymi z polimerów bioresorbowalnych. Poszczególne składniki kompozytowej włókniny mają oddzielną funkcję w opatrunku. Część resorbowalna włókniny odpowiada za efekt pamięci kształtu opatrunku, jak również stanowi nośnik uwalnianej substancji aktywnej np. przeciwzapalnej, antybiotycznej, czy też cytostatycznej. Habilitant opisał, iż w trakcie badań nad tego rodzaju opatrunkami zaobserwował, że nie tylko rodzaj zastosowanego polimeru resorbowalnego ma wpływ na profil uwalniania substancji aktywnej z włókien resorbowalnych, ale również obecność substancji leczniczych oraz włókien nieresorbowalnych w zależności od własności fizycznych zastosowanego polimeru wpływa na przyspieszenie lub spowolnienie elucji (praca H9 - wchodzące w osiągnięcie habilitacyjne).

Przeprowadzone wyniki badań wskazują na możliwość regulacji efektu pamięci kształtu w poliestrach bioresorbowalnych za pomocą zmiany morfologii materiału polimerowego, która zależy z kolei od mikrostruktury i architektury polimeru oraz od dodatków plastykujących zmieniających stopień krystaliczności, co udowodnił Habilitant. Wykazał również, że zmiany w morfologii materiału polimerowego po wykonaniu testu efektu pamięci kształtu, tak samo jak obecność innego rodzaju włókien wykonanych z innego materiału polimerowego niż badany (np. w mieszanych materiałach włóknistych) wpływają na przebieg biodegradacji, która jest istotną cechą poliestrów bioresorbowalnych, szczególnie w perspektywie zastosowania tych materiałów jako rezerwuarów substancji biologicznie aktywnej w systemach kontrolowanego uwalniania leków.

Autoreferat Habilitanta kończy rozdział dotyczący przyszłych kierunków badań. Zawiera on rozwiązania dotyczące materiałów polimerowych resorbowalnych, które to mają duże perspektywy zastosowania w implantologii w postaci rusztowań pod hodowlę tkankową, a także w postaci implantów okresowych.

3. Ocena dorobku naukowego

Dr inż. Michał Sobota od początku swojej pracy naukowej skoncentrował się na materiałach z efektem pamięci kształtu, ich wytwarzaniu oraz zastosowaniu w implantologii.

U Habilitanta do istotnej aktywności realizowanej w instytucie macierzystym, jak również w zagranicznej uczelni zaliczyć można opracowanie w 2007r. środowiskowej oceny cyklu życia (LCA-Life Cycle Assessment) dla technologii otrzymywania ataktycznego poli[(R,S)-3-hydroksymaślanu]. W trakcie trzymiesięcznego pobytu w Department of Science, Technology and Society (STS) na Uniwersytecie, w Utrech w Niderlandach w ramach europejskiego projektu COST-Action 868 (SHORT TERM SCIENTIFIC MISSIONS) "Biotechnical Functionalisation of Renewable Polymeric Materials" - opracował dwa alternatywne scenariusze technologiczne otrzymywania poli[(R,S)-3-hydroksymaślanu] uwzględniające negatywny wpływ produkcji na środowisko, wyrażony w ilości emitowanego dwutlenku węgla oraz w ilości zużytej energii nieodnawialnej. Rezultaty tych prac były zawarte w projekcie POIG.01.03.01-00-018/08 MARGEN, którego celem było otrzymanie opakowań ulegających recyklingowi organicznemu, a poli[(R,S)-3- hydroksymaślan] jako modyfikator właściwości mechanicznych opakowań stanowił surowiec planowany do wdrożenia.

Po doktoracie aktywność naukowa Habilitanta skupiona była na prowadzeniu konsultacji technologicznych z zakresu optymalizacji funkcjonalności prototypów w trakcie zabiegów in vivo w Centrum Badawczo Rozwojowym firmy Polsko-Amerykańskie Kliniki Serca w ramach realizowanych projektów:

- NR PBS3/A9/38/2015 - BSM STENT, „Opracowanie metody otrzymywania samorozprężalnych, biodegradowalnych, polimerowych stentów naczyniowych uwalniających leki";
- STRATEGMED 2/269760/1/NCBR/2015 – APOLLO, „Opracowanie i kompleksowa ocena biodegradowalnego i elastycznego stentu wewnątrznaczyniowego rozprężanego na balonie opartego na cienkich przęsłach o wysokiej wytrzymałości";
- STRATEGMED 1/233166/6/NCBR/2014 – INFLOW, "Opracowanie i wdrożenie pierwszej polskiej niskoprofilowej zastawki aortalnej implantowanej przezskórnie";
- POIR.04.01.02-00-0105/17 – MICROINJSTENT, "Technologia otrzymywania stentów naczyniowych nowej generacji metodą mikrowtrysku".

Wynikiem tych prac było otrzymanie prototypów, zgodnych z wymaganiami pracowników medycznych, co zostało potwierdzone sprzedażą licencji do wykorzystania wyników projektu „Inflow".

Swoją aktywność naukową dr inż. Michał Sobota realizuje w pracach badawczych w zakresie badań podstawowych we współpracy z jednostkami naukowymi zlokalizowanymi również w Polsce , co potwierdzają publikacje zamieszczone w wykazie utworów.

Dr inż. Michał Sobota może pochwalić się wystąpieniami na krajowych i międzynarodowych konferencjach (przed uzyskaniem stopnia doktora – 35 oraz po – 44) oraz wykładami na zaproszenie (przed uzyskaniem stopnia doktora – 2, oraz po – 7, w tym wykład plenarny), był edytorem „Review Editor" w czasopiśmie naukowym Frontiers in Chemistry/Polymer Chemistry, oraz recenzentem prac naukowych:

2016 i 2018 Journal of Applied Polymer Science(dwie recenzje);

2016 Przetwórstwo Tworzyw;

Z przedstawionej dokumentacji wynika, że Habilitant nie uczestniczył w redakcjach naukowych monografii.

Dr inż. Michał Sobota dwukrotnie został nagrodzony przez Radę Naukową CMPW PAN, za wyróżniającą aktywność naukową w latach 2020-2021 (stanowisko adiunkta) oraz 2012-2013(stanowisko asystenta). Dodatkowo, w 2009 roku otrzymał Nagrodę Przewodniczącego Wydziału III Nauk Matematycznych, Fizycznych i Chemicznych PAN, prof. dr hab. Janusza Jurczaka za najlepsze prace przedstawione na sesji sprawozdawczej w formie posterów z informacją o pracach badawczych prowadzonych w Centrum w 2009r.

Podsumowując stwierdzam, że dorobek naukowy, w tym również publikacyjny dr inż. Michała Soboty jest wystarczający w ubieganiu się o stopień doktora habilitowanego.

4. Ocena dorobku w zakresie działalności dydaktycznej, organizacyjnej i wdrożeniowej.

W 2021r. dr inż. Michał Sobota był członkiem komisji ds. opracowania strategii wprowadzenia zmian przystosowujących Centrum do wymogów otrzymania logo HR Excellence in Research.

Jeśli chodzi o osiągnięcia dydaktyczne, Habilitant wypromował (jako promotor pomocniczy) dwóch doktorantów, a obecnie sprawuje funkcje promotora pomocniczego pracy doktorskiej, dotyczącej włóknin opatrunkowych. Jest opiekunem prac magisterskich oraz miał pod opieką stażystę.

W 2007 - 2008 uczestniczył w organizowaniu stanowiska Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych PAN oraz prezentowaniu doświadczeń na Dniach Nauki w Zabrzu.

Habilitant w zakresie działalności wdrożeniowej, współpracuje z sektorem gospodarczym, wykonuje ekspertyzy oraz opracowania. Jako współtwórca poszczycić się może trzema medalami:

- złotym medal podczas Targów INTARG® 2021 dla wynalazku „Opracowanie nowej technologii wytwarzania biodegradowalnych stentów naczyniowych i wieńcowych metodą mikrowtrysku";
- medal przyznany przez Rumuńskie Ministerstwo Edukacji, Badań, Młodzieży i Sportu za wysoki poziom naukowy i techniczny wynalazku „Biodegradable textiles and methods of their manufacture" w ramach projektu BIOGRATEX przyznany podczas 61 Wystawy „The World Exhibition on Inventions, Research and New Technologies – Brussels Innova" 2012-11-17;
- złoty medal Brussels Eureka! podczas 61 Wystawy „The World Exhibition on Inventions, Research and New Technologies – Brussels Innova" za wynalazek pt.: "Biodegradable textiles and methods of their manufacture", w ramach projektu "BIOGRATEX" 2012-11-17.

Całokształt działalności dydaktycznej, organizacyjnej i wdrożeniowej oceniam pozytywnie i uważam, ze należy go uznać za wystarczający.

5. Wnioski końcowe

Podstawowym wymogiem w ocenie dorobku habilitacyjnego, zgodnie z wymogami art. 221 ust. 4 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r. poz. 742), jest wykazanie przez Habilitanta znacznego wkładu w rozwój dyscypliny naukowej.

Oceniając całokształt dorobku naukowego dr inż. Michała Soboty, stwierdzam, że Habilitant wniósł znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej Inżynieria Biomedyczna. Poziom dorobku naukowego należy uznać za wystarczający do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego. Habilitant wykazuje się niezwykłą aktywnością naukową oraz aplikacyjną.

Wskaźniki dorobku naukowego Habilitanta (po uzyskaniu stopnia doktora), według stanu na dzień pisania Autoreferatu wynoszą:

- Sumaryczny IF publikacji, według JCR – 130,6;
- Liczba cytowani (WoS) – 528
- Insex Hirscha (WoS) - 15

Cykl publikacji naukowych, przedstawiony przez Habilitanta do oceny, po uzyskaniu stopnia doktora, zawiera wartości dodane do dyscypliny naukowej Inżynieria Biomedyczna. Nie mniej jednak uważam, że samodzielny, autorski wkład Habilitanta powinien być większy, w postaci większej ilości samodzielnych publikacji naukowych (lub pierwszego autorstwa) oraz autorstwa korespondencyjnego.

Po zapoznaniu się z dostarczonymi materiałami stwierdzam, że osiągnięcia dr inż. Michała Soboty mogą być podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie Inżynieria Biomedyczna.

Wnioskuję do Komisji Habilitacyjnej i Rady Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna Politechniki Śląskiej o nadanie dr inż. Michałowi Sobocie stopnia doktora habilitowanego nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria Biomedyczna.

dr hab. inż. Beata Swieczko-Zurek, prof. uczelni