

## RECENZJA

### **osiągnięcia naukowego, aktywności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej dr Joanny Jaworskiej opracowana w związku z postępowaniem o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria biomedyczna**

#### 1. PODSTAWA OPRACOWANIA

Podstawą opracowania recenzji w postępowaniu habilitacyjnym dr Joanny Jaworskiej w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria biomedyczna jest Pismo Z2.400.84.2023 Rady Doskonałości Naukowej z dnia 29 września 2023 r.

Załączona dokumentacja zawiera: wniosek przewodni, dane wnioskodawcy (załącznik 1), kopię dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora nauk technicznych (załącznik 2), autoreferat w języku polskim (załącznik 3) przedstawiający opis osiągnięcia stanowiącego podstawę wszczęcia postępowania habilitacyjnego w tym wykaz osiągnięć naukowych (załącznik 4) - zgodnie z zapisami wynikającymi z art. 219, ust. 1, pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018r. poz. 1668. ze zm.), kopie publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego (załącznik 5), oświadczenia współautorów określające indywidualny wkład w publikacje (załącznik 6) oraz kserokopie dokumentów potwierdzających aktywność Kandydatki (załącznik 7 i 8).

#### 2. CHARAKTERYSTYKA KANDYDATKI

Dr Joanna Jaworska ukończyła w 2004 r. studia magisterskie na Uniwersytecie Jagiellońskim w Krakowie na Wydziale Chemii. W tym samym roku została zatrudniona na stanowisku asystenta w Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych PAN, w Zespole Polimerowych Materiałów Biomedycznych (wcześniej Zespół Polimeryzacji Koordynacyjnej). W roku 2011 obroniła pracę doktorską i uzyskała stopień doktora nauk chemicznych w zakresie chemii na Wydziale Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie. Rozprawa doktorska pod tytułem: „Wpływ mikrostruktury łańcucha na proces degradacji hydrolytycznej poliestrów: glikolidu, laktydu, ε-kaprolaktonu” była przygotowana pod kierunkiem prof. dr. hab. Janusza Kasperczyka. Po uzyskaniu stopnia doktora pani Jaworska została zatrudniona na stanowisku adiunkta w Zespole Polimerowych Materiałów Biomedycznych Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych PAN, gdzie nadal pracuje.

Jej zainteresowania naukowe, od pracy doktorskiej do omawianego poniżej osiągnięcia habilitacyjnego, z dużą konsekwencją koncentrują się wokół zagadnienia zastosowania

polimerów, w tym polimerów biodegradowalnych i powłok polimerowych w zastosowaniu na implanty, ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień dotyczących systemów uwalniania leków w celu poprawy funkcjonalności stosowanych w praktyce implantów.

### 3. OCENA OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO BĘDĄCEGO PODSTAWĄ WSZCZĘCIA POSTĘPOWANIA HABILITACYJNEGO

Zgodnie z wnioskiem Kandydatki z dnia 10 maja 2023 roku osiągnięciem naukowym, będącym podstawą wszczęcia postępowania habilitacyjnego, jest cykl publikacji powiązanych tematycznie zatytułowany: „Opracowanie nowych systemów miejscowego uwalniania substancji leczniczych w postaci bioresorbowalnych implantów dopasowanych indywidualnie do założonej funkcji”.

Na cykl publikacji składa się 9 wieloautorskich artykułów opublikowanych w latach 2016 – 2022:

1. (H1) J. Szewczenko, W. Kajzer, M. Grygiel-Pradelok, J. Jaworska, K. Jelonek, K. Nowińska, M. Gawliczek, M. Libera, A. Marcinkowski, J. Kasperczyk, „*Corrosion Resistance of PLGA coated biomaterials*”, Acta of Bioengineering and Biomechanics, 2016, 19 (1).
2. (H2) J. Jaworska, K. Jelonek, W. Kajzer, J. Szewczenko, B. Kaczmarczyk, A. Marcinkowski, H. Janeczek, M. Pastusiak, M. Basiaga, J. Kasperczyk, „*Comparison of biodegradable poly(glycolide-ε-caprolactone) and poly(glycolide-ε-caprolactone-D,L-lactide) coatings enriched with ciprofloxacin formed on Ti6Al4V alloy*”, Polymer Degradation and Stability, 2018, 155, 136-144.
3. (H3) J. Jaworska, K. Jelonek, M. Jaworska-Kik, M. Musiał-Kulik, A. Marcinkowski, J. Szewczenko, A. Kajzer, M. Pastusiak, J. Kasperczyk; „*Development of antibacterial, ciprofloxacin-eluting biodegradable coatings on Ti6Al7Nb implants to prevent peri-implant infections*” Journal of Biomedical Materials Research, Part A, 2020, 108,4 1006-1015.
4. (H4) J. Jaworska, K. Jelonek, T.J. Wąsik, M. Mikłasińska-Majdanik, M. Kępa, J. Bratosiewicz-Wąsik, B. Kaczmarczyk, A. Marcinkowski, H. Janeczek, J. Szewczenko, W. Kajzer, M. Musiał-Kulik, J. Kasperczyk, „*Poly(lactide-co-trimethylene carbonate) coatings with ciprofloxacin, fusidic acid and azithromycin. The effect of the drug on the degradation and biological activity against different Staphylococcus reference strains*”, European Polymer Journal, 155, 2021.
5. (H5) J. Jaworska, K. Jelonek, M. Sobota, J. Kasperczyk, P. Dobrzynski, M. Musiał-Kulik, A. Smola-Dmochowska, H. Janeczek, B. Jarząbek, „*Shape-memory bioresorbable terpolymer composite with antirestenotic drug*”, Journal of Applied Polymer Science, 2015, 132.
6. (H6) J. Jaworska, J. Włodarczyk, P. Karpeta-Jarząbek, H. Janeczek, M. Stojko, J. Kasperczyk, „*Electrospun, drug-enriched bioresorbable nonwovens based on poly(glycolide-ε-caprolactone) and poly(D,L-lactide-glycolide) for urological applications*”, Polymer Degradation and Stability, 2019, 167, 94-101.
7. (H7) J. Jaworska, R. Smolarczyk, M. Musiał-Kulik, T. Cichoń, P. Karpeta-Jarząbek, J. Włodarczyk, M. Stojko, H. Janeczek, A. Kordyka, B. Kaczmarczyk, M. Pastusiak, J. Kasperczyk, „*Electrospun paclitaxel delivery system based on PGCL/PLGA in local*

*therapy combined with brachytherapy*”, International Journal of Pharmaceutics 2021, 602, 120596.

8. (H8) J. Jaworska, A. Orchel, A. Kaps, M. Jaworska-Kik, A. Hercog, M. Stojko, J. Włodarczyk, M. Musiał-Kulik, M. Pastusiak, J. Kasperczyk „*Bioresorbable nonwoven patches as taxane delivery systems for prostate cancer treatment*”, Pharmaceutics, 2022; 14(12):2835.
9. (H9) J. Jaworska, M Stojko, J. Włodarczyk, H. Janeczek, M. Godzierz, M. Musiał-Kulik, P. Bryniarski, J. Kasperczyk „*Docetaxel-loaded scaffolds manufactured by 3D printing as model, biodegradable prostatic stents*” Journal of Applied Polymer Science, 2022, e52283.

W ośmiu z dziewięciu artykułach dr Jaworska jest pierwszym autorem. Suma IF wyszczególnionych prac wynosi 35,043, a suma punktów MEiN (MNiSW) jest równa 670 (40).

Habilitantka w przedstawionym wykazie osiągnięć naukowych opisała wkład własny, pod względem merytorycznym, w powstałe publikacje. Dodatkowo w załączniku 6 przedstawiono oświadczenia współautorów o ich wkładzie i roli w danym artykule stanowiącym cykl publikacji będących osiągnięciem naukowym.

Dr Jaworska sformułowała cel badań przedstawionych w cyklu opublikowanych prac stanowiących osiągnięcie habilitacyjne w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria biomedyczna jako „*opracowanie nowych systemów miejscowego uwalniania substancji leczniczych w postaci bioresorbowalnych implantów dopasowanych indywidualnie do założonej funkcji o pożądanych właściwościach i potencjale terapeutycznym*”. Dodatkowo wyznaczyła cele szczegółowe, do których należało przeprowadzenie badań i wyjaśnienie wpływu wybranych polimerów na właściwości otrzymanych systemów uwalniania leków, na przebieg samej degradacji nośnika leku oraz na przebieg uwolnienia substancji leczniczej.

W autoreferacie zabrakło przeprowadzenia, pewnej syntetycznej, analizy stanu wiedzy z zakresu podejmowanego problemu badawczego, na podstawie którego sformułowano cel pracy. Oczywiście każdy z załączonych artykułów, będących składową osiągnięcia naukowego, zawiera pewne elementy analizy stanu wiedzy, ujęte w kontekście konkretnego tematu badawczego prezentowanego w danej pracy, nie daje to jednak pełnego, kompleksowego obrazu stanu wiedzy. Stąd też uwzględniając, że poszczególne etapy prac tworzą spójną całość, należałoby zaprezentować w autoreferacie podobną, zintegrowaną analizę literatury. Taka analiza powinna być podsumowana krytyczną oceną istniejącej wiedzy, jednocześnie wskazując na ewentualne luki, które jednoznacznie uzasadniają konieczność podjęcia prezentowanego przez Habilitantkę tematu badawczego.

Pewną niekompletność można dostrzec również w celach szczegółowych określonych przez Habilitantkę. O ile cel główny jest sformułowany bardzo klarownie i jednoznacznie, to cele szczegółowe niosą pewne wątpliwości gdyż są na zbyt dużym poziomie ogólności. Habilitantka zakłada wyjaśnienie wpływu wybranych polimerów na właściwości otrzymanych systemów uwalniania leków, nie określając jakie właściwości są najistotniejsze czy też krytyczne do osiągnięcia zamierzonego celu. Nie umniejsza to jednak przedstawionych wyników i wniosków wysuniętych na ich podstawie.

Zaprezentowane osiągnięcie habilitacyjne, obejmuje dwa główne obszary badań. W ramach pierwszego kierunku doktor Jaworska skoncentrowała się na opracowaniu i charakterystyce biblioteki biodegradowalnych powłok polimerowych, które zawierają różne substancje aktywne, takie jak ciprofloksacyna, kwas fusydowy czy azytromycyna. Powłoki te zostały stworzone na podłożach metalowych przy użyciu poliesterów alifatycznych oraz poliestrowęglańców, które zawierają jednostki laktydylowe, glikolidylowe, kaproilowe i węglanowe. W ramach drugiego kierunku badania koncentrowały się na opracowywaniu i opisaniu biodegradowalnych, implantowanych materiałów polimerowych z substancjami leczniczymi, takimi jak chlorowodurek papaweryny, paklitaksel, docetaksel i kabazytaksel. Wszystkie badania, zarówno w pierwszym jak i drugim obszarze, realizowano na bazie takich materiałów jak poliestery alifatyczne oraz poliestrowęglańce, zawierających jednostki laktydylowe, glikolidylowe, kaproilowe i węglanowe.

Artykuły od H1 do H4 dotyczyły opracowania i charakterystyki powłok polimerowych z lekiem na podłożach metalowych, skupiając się na stopach tytanu domieszkowanych niobem lub wanadem, które to są standardowo stosowane w praktyce klinicznej. Autorka przeprowadziła szereg badań oceniając głównie adhezję otrzymanych powłok polimerowych do podłoża podczas procesu degradacji, określając dynamikę rozpadu czy ewentualnego gwałtownego odrywania się powłoki od podłoża. Ważnym aspektem przeprowadzonych eksperymentów było określenie potencjału aplikacyjnego powłok z lekami, poprzez analizę przeciwbakteryjną potwierdzając tym samym przydatność opracowanych warstw polimerowych do określonych celów leczniczych.

Poza aspektami biokompatybilności czy odpowiednich cech fizyko-chemicznych samego materiału polimerowego niezwykle ważny jest prawidłowy dobór charakterystyk mechanicznych, szczególnie w obszarze modyfikacji implantów metalowych. Implanty te są wykorzystywane jako systemy wzmacniające czy zastępujące elementy układu szkieletowego w przypadku zmian traumatologicznych lub degeneracyjnych. W związku z tym przenoszą wysokie wartości obciążeń i narażone są na bardzo złożone, i zmienne układy sił. Dlatego też, w przypadku prac z zakresu powłok polimerowych stosowanych na podłoża metaliczne należałoby przeanalizować wpływ obciążeń na właściwości mechaniczne tego typu materiału hybrydowego i zachowania się samych powłok.

Do najistotniejszych efektów tej części cyklu badań należy zaliczyć: opracowanie powłok polimerowych z poli(laktydo-glikolidu) PLGA na biomateriałach metalowych (H-1); opracowanie powłoki ze zwiększoną funkcjonalnością przy wykorzystaniu ciprofloksacyny (CFX) (H-2); opracowanie biblioteki biodegradowalnych powłok z ciprofloksacyną, z zastosowaniem polimerów z jednostkami węglanowymi (H-3) oraz opracowanie powłoki z poli(laktydo-węglańcu trimetyleny) z lekami (H-4) o aktywności przeciwbakteryjnej.

Artykuły od H5 do H8 dotyczyły opracowania i charakterystyki biodegradowalnych, polimerowych systemów uwalniania leków o strukturze litej i strukturze włóknistej. W pierwszym etapie pracy (H5) Habilitantka wykorzystwała innowacyjny polimer w postaci poli(laktydo-glikolido-węglańcu trimetylanu) P(L/G/TMC) jako nośnika sirolimusu, który charakteryzuje się efektem pamięci kształtu i co więcej łączy dodatkowe cechy tj. biodegradowalność oraz kontrolowane uwalnianie leku. W kolejnych etapach wykorzystano

polimerowe struktury włókniste otrzymywane techniką elektroprzędzenia. Do najważniejszych osiągnięć tego nurtu badawczego należy zaliczyć: opisanie i wytworzenie polimerowego rusztowania zawierającego chlorowodorek papaweryny, uzyskując materiał uwalniający lek oraz o charakterystyce sprężystej, o potencjale aplikacyjnym w urologii; wytworzenie bioresorbowalnego systemu implantowanych włókien z paklitaksem w formie sprężystych płatków, umożliwiających swobodne umieszczenie w guzie nowotworowym; opracowanie efektywnego systemu uwalniania kabazytakselu, wykazujące doskonałe właściwości włóknotwórcze.

Wydaje się, iż ostatnia z cyklu praca H9, dotycząca biodegradowalnych materiałów polimerowych z systemem uwalniania leku, o strukturze ażurowej, uzyskanej na drodze druku 3D nie w pełni wpasowuje się do wcześniej prezentowanych zagadnień badawczych cyklu. Oczywiście Habilitantka nadal koncentruje się na bioresorbowalnych polimerach z systemem uwalniania leków, jednakże wprowadza kolejną metodę wytwarzania przy wykorzystaniu technologii przyrostowej z zastosowaniem filamentów umożliwiających wytwarzanie przestrzennych struktur ażurowych. Obecnie wytwarzanie z wykorzystaniem tzw. druku 3D jest szeroko stosowane szczególnie w produkcji implantów na bazie materiałów metalicznych i coraz szerzej materiałów polimerowych. Doktor Jaworska podjęła się nowego tematu stosując materiały nie posiadające czystości na poziomie czystości medycznej, a jest to istotny czynnik wpływający na ostateczne wyniki badań i to nie ze względu na brak jego biogodności ale zanieczyszczeń wpływających na właściwości fizyko-chemiczne materiału. Analizując wcześniejsze zagadnienia badawcze, wydaje się, że ta ostatnia praca wprowadza nowy aspekt, zakreślając obszar, w którym eksplorowane są różnorodne rodzaje materiałów polimerowych. Wybór metody druku 3D z zastosowaniem filamentów otwiera perspektywy na tworzenie struktur o bardziej złożonej formie. Jednakże praca ta jest dopiero przyczynkiem do kolejnej szerszej analizy i dalszych badań nad tym zagadnieniem. Pomimo dużego potencjału rozwojowego tego kierunku badań i rozwoju naukowego Habilitantki, zamieszczona praca nie do końca wpisuje się w dość spójny cykl artykułów H1÷H8. Praca ta nie wyczerpuje tematu, i w mojej opinii zaburza tak logiczną i konsekwentnie prowadzoną działalność badawczą udokumentowaną dogłębnymi analizami prezentowanymi w pracach H1÷H8.

Realizacja opracowanego programu badań umożliwiła, w sposób kompleksowy, na analizę wpływu wielu czynników na biodegradowalność powłok polimerowych oraz implantowanych materiałów polimerowych z substancjami leczniczymi co stanowi istotny wkład w rozwój nauki w dziedzinie biomateriałów.

Problematykę podjętą przez Habilitantkę należy uznać za bardzo istotną nie tylko z punktu widzenia poznawczego czy badawczego, lecz również praktycznego. Wykorzystywane w inżynierii biomedycznej materiały na implanty, pomimo szerokiego zastosowania, posiadają szereg ograniczeń i stanowią pewnego rodzaju kompromis między możliwościami technicznymi oraz technologicznymi współczesnego przemysłu a wymaganiami jaki stawia im sam organizm ludzki związanymi z biogodnością tkanek. Pogodzenie wszystkich stawianych biomateriałom wymagań stanowi wciąż ogromne wyzwanie poznawcze, a prowadzenie badań w tym zakresie jest kluczowe dla rozwoju współczesnej implantologii.

Należy więc zaznaczyć, że podjęta przez Habilitantkę tematyka badań jest aktualna pod względem naukowym i wpisuje się w główny nurt badań w obszarze inżynierii biomedycznej.

Do najważniejszych osiągnięć Habilitantki można zaliczyć:

- opracowanie i scharakteryzowanie biodegradowalnych powłok polimerowych z ciprofloksacyną, azytromycyną, kwasem fusydowym na podłożu metalowym - stopie tytanu Ti6Al7Nb, Ti6Al4V;
- opracowanie i scharakteryzowanie implantowanych systemów uwalniania substancji leczniczych tj. chlorowodoru papaweryny, paklitakselu, docetakselu i kabazytakselu przeznaczonych na biodegradowalne implanty do zastosowań m.in. w endourologii i uroonkologii, w tym wpływu zastosowanego rodzaju polimeru na właściwości implantowanych materiałów polimerowych z lekiem, przebieg procesu degradacji i na przebieg uwalniania leku;
- potwierdzony, w badaniach *in vitro/ in vivo*, potencjał aplikacyjny opracowanych rozwiązań świadczący o uzyskaniu zakładanych funkcji uwolnienia substancji leczniczych o zamierzonym działaniu.

Dokonując podsumowania można stwierdzić, że Habilitantka przedstawiła spójną koncepcję rozwiązania problemu badawczego, co świadczy o jej biegłości w planowaniu oraz wykonywaniu złożonych, wielopłaszczyznowych analiz jak również opanowaniu metodyki pracy badawczej – kluczowych umiejętności niezbędnych do skutecznego prowadzenia badań oraz kierowania zespołami naukowymi. Struktura tematyczna i klarowność analizy dowodzą, że Habilitantka posiada szeroki zakres wiedzy w sposób umożliwiający właściwe jej wykorzystanie i rozwijanie własnej działalności badawczej. Uważam, że przedstawiony, logiczny tok myślenia oraz dobrze udokumentowane wyniki badań, wnoszą oryginalne rozwiązania do wiedzy i mają znaczny wpływ na rozwój nauk inżynierijno-technicznych oraz mają duże walory aplikacyjne.

Reasumując tę część opinii, uważam że stopień realizacji osiągnięcia naukowego pt.: „Opracowanie nowych systemów miejscowego uwalniania substancji leczniczych w postaci bioresorbowalnych implantów dopasowanych indywidualnie do założonej funkcji” dr Joanny Jaworskiej stanowi spójną, metodologiczną całość, zawierającą nowe, oryginalne pod względem naukowym koncepcje oraz badania eksperymentalne.

Praca habilitacyjna wnosi istotny wkład do nauki w obszarze dyscypliny naukowej Inżynieria Biomedyczna.

#### 4. OCENA POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ I AKTYWNOŚCI NAUKOWYCH

W okresie po uzyskaniu stopnia naukowego doktora Habilitantka kontynuuje swoją działalność naukowo-badawczą pogłębiając wiedzę w obszarze nowych bioresorbowalnych kompozytów polimerowych w wykorzystaniu na powłoki funkcjonalne na różnych podłożach biomateriałów stosowanych na implanty oraz w obszarze intensywnie rozwijającego się zagadnienia dotyczącego polimerów jako nośników leków.

Zgodnie z danymi zawartymi w dokumentacji habilitacyjnej na dorobek naukowy dr Joanny Jaworskiej składa się 45 prac w postaci artykułów naukowych (z uwzględnieniem cyklu publikacji powiązanych tematycznie stanowiących główne osiągnięcie naukowe).

Po uzyskaniu stopnia doktora dorobek naukowy Habilitantki istotnie powiększył się z 13 prac przed uzyskaniem stopnia doktora, o kolejne 32 artykuły po uzyskaniu stopnia doktora, opublikowanych w czasopismach naukowych, w tym:

- 34 to prace zamieszczone w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR), w tym publikacje w czasopismach o zasięgu międzynarodowym i wysokim wskaźniku wpływu, z których szczególnie należy wymienić m.in.:
  - M. Antonowicz, J. Szewczenko, J. Jaworska, K. Jelonek, K. Joszko, B. Gzik-Zroska, PM. Nuckowski, P. Bryniarski, Z. Paszenda, D. Nakonieczny, KČ Barabaszová, J. Kasperczyk „Functional Properties of Polyurethane Ureteral Stents with PLGA and Papaverine Hydrochloride Coating”. *International Journal of Molecular Sciences* 2021, 22(14):7705, (MEiN=140, IF2020=5,923).
  - J. Szewczenko, W. Kajzer, A. Kajzer, M. Basiaga, M. Kaczmarek, R. Major, J. Jaworska, K. Jelonek, P. Karpeta-Jarząbek, M. Jaworska-Kik, J. Kasperczyk, “Influence of surface modification of Ti6Al7Nb alloy on adhesion of poly (lactide-co-glycolide) coating (PLGA)”, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 2020, 196, 111280, (MEiN=100, F=5,628).
  - K. Jelonek, P. Karpeta, J. Jaworska, M. Pastusiak, , J. Włodarczyk, J. Kasperczyk, P. Dobrzyński, “Comparison of extraction methods of sirolimus from polymeric coatings of bioresorbable vascular scaffolds”, *Materials Letters*, 2018, 214, 220-223, (IF=3,019).
  - M. Golda-Cepa, A. Chorylek, P. Chytrosz, M. Brzychczy-Wloch, J. Jaworska, J. Kasperczyk, M. Hakkarainen, K. Engvall, A. Kotarba, “Multifunctional PLGA/Parylene C Coating for Implant Materials – an Integral Approach for Biointerface Optimization” *ACS Applied Materials & Interfaces*, 2016, 8 (34), 22093–22105, 5, (MNSIW=40, IF=7,146).
  - A. Turek, E. Olakowska, A. Borecka, H. Janeczek, M. Sobota, J. Jaworska, B. Kaczmarczyk, B. Jarząbek, A. Gruchlik, M. Libera, A. Liśkiewicz, H. Jędrzejowska-Szypułka, J. Kasperczyk, “Shape-Memory Terpolymer Rods with 17- $\beta$ -estradiol for the Treatment of Neurodegenerative Diseases: an In Vitro and In Vivo Study”, *Pharmaceutical Research*, 2016, 33(12), 2967-2978, (MNSIW=40, IF 2016=3,002).
- 11 prac to publikacje naukowe punktowane (lista B; m.in.: *Engineering of Biomaterials*, *Advances in Intelligent Systems and Computing*, *Farmaceutski vestnik*).

Habilitantka w przedstawnym wykazie osiągnięć naukowych opisała wkład własny, pod względem merytorycznym, w powstałe publikacje.

Wskaźniki bibliometryczne Kandydatki wynoszą:

- sumaryczny *Impact Factor*: 113,371;
- sumaryczna liczba punktów MEIN: 1940;
- liczba cytowań (wg Web of Science): 384; bez autocytowań: 281;
- współczynnik Hirscha (wg Web of Science): 12.

Uważam, że osiągnięte wartości liczbowe wskaźników za bardzo dobre. Należy też zauważyć niezwykle wysoką zmianę sumarycznego IF z 14,649, osiągniętego przed uzyskaniem st. doktora o kolejne aż 98,722 IF po otrzymaniu st. doktora.

Pewnym uzupełnieniem działalności naukowej jest zaangażowanie w prezentowaniu własnych wyników badań na konferencjach krajowych i międzynarodowych i w tym zakresie pani Jaworska może się wykazać się ogromną aktywnością, gdyż uczestniczyła w 41 konferencjach, w tym aktywnie w roli autora prezentującego na 17 konferencjach, wśród których są dwa wykłady zaproszone (The International Workshop on Polymer Science and Polymeric Materials, 2017 r., Zabrze i XXVI Konferencja Pszczelarska, 2021 r. Częstochowa). Wykłady wygłoszone na zaproszenie są szczególnie godne zaznaczenia gdyż potwierdzają wysoką wiedzę i kompetencje prezentowane przez Habilitantkę.

Natomiast pewna luka pojawia się w aktywności naukowej dotyczącej odbytych staży realizowanych, w szczególności w jednostkach zagranicznych, których Habilitantka nie zrealizowała. Doktor Jaworska odbyła jeden 6-tygodniowy staż naukowy w Katedrze Biomateriałów i Inżynierii Wyrobów Medycznych na Wydziale Inżynierii Biomedycznej Politechniki Śląskiej, w okresie 27.03 - 08.05.2023 r. Istotnym uzupełnieniem, tego pewnego rodzaju niedoboru, jest Jej uczestnictwo i aktywność w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych. Habilitantka brała udział w pracach 7 zespołów realizujących projekty badawcze, finansowane na drodze konkursów, występując w nich w roli wykonawcy. Już w trakcie studiów doktoranckich Habilitantka brała udział w konsorcjum międzynarodowym realizującym projekt: „The influence of chain microstructure on hydrolytic degradation of copolymers of glycolide, lactide and caprolactone” Projekt Joint French-Polish CNRS-PAN scientific project w latach 2005-2006 w roli wykonawcy. Po uzyskaniu stopnia doktora uczestniczyła w 6 projektach realizowanych w konsorcjach krajowych, także w roli wykonawcy. Przy czym należy zaznaczyć, iż trzy projekty wykonywane były we współpracy ze stroną przemysłową, a trzy pozostałe, finansowane ze środków NCN, w konsorcjum z jednostkami naukowymi: Narodowy Instytut Onkologii w Gliwicach (2022-2025 r.), Politechnika Śląska (2016-2020 r.), Śląskie Centrum Chorób Serca (2015-2019 r.).

W okresie 30.09.2020 - 29.09.2021 r. doktor Jaworska kierowała własnym projektem badawczym Miniatura-4 „Nowe, implantowane, wielofunkcyjne systemy uwalniania cytostatyków otrzymane za pomocą elektroprzędzenia i druku 3D do zastosowań w uroonkologii”, który dotyczył opracowania wielofunkcyjnych, bioresorbowalnych systemów implantacyjnych dla uroonkologii i skupiał się na terapii nowotworu prostaty.

Aktywność doktor Jaworskiej w pozyskiwaniu i realizacji badań i analiz, przy współpracy z wieloma jednostkami naukowymi jak również współpracy z przemysłem ma swoje odzwierciedlenie w pracach naukowych publikowanych w czasopiśmie o wysokiej randze naukowej. Należy zaznaczyć, że umiejętności oraz doświadczenie w zastosowaniu nowoczesnych metod pomiarowych, jak również ogromna wiedza z zakresu chemii polimerów, biomateriałów i implantów umożliwia Habilitantce wielopłaszczyznowe podejście do często bardzo złożonych tematów dotyczących wspomagania leczenia różnych chorób cywilizacyjnych, które z dużym powodzeniem realizuje przy współpracy z wieloma ośrodków badawczych w kraju i za granicą, i które mają znaczenie nie tylko naukowe ale także użyteczne.



Habilitantka ma niewielkie doświadczenie w realizacji ekspertyz lub prac wykonanych na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców i realizowała w tym obszarze jedynie badania nad opracowaniem metody przygotowania biodegradowalnych powłok polimerowych na podłożach metalowych wykazujących funkcję uwalniania heparyny (praca zlecona w ramach projektu Miniatura dla Politechniki Śląskiej). Pani dr Jaworska posiada w swoim dorobku naukowym, jako współautorka, trzy patenty krajowe i jedno zgłoszenie patentowe, także o zasięgu krajowym, przy czym dwa patenty są wynikiem współpracy z American Heart of Poland i dotyczą sposobów wytwarzania powłok na polimerowe stenty naczyniowe. Natomiast jej aktywność w zakresie współpracy z otoczeniem społecznym i gospodarczym jest bardzo dobrze widoczna przy realizacji projektów badawczych wykonywanych z firmą Finnotech Sp. z o.o. w ramach projektu POIR („Opracowanie bioresorbowalnego filamentu zwiększającego funkcjonalność technologii druku 3D w zastosowaniach biomedycznych” (2020-2023 r.) oraz z Polsko-Amerykańskimi Klinikami Serca American Heart of Poland, Innovations for Heart and Vessels Sp. z o.o. w ramach projektu POIR (BSM STENT, „Opracowanie metody otrzymywania samorozprężalnych, biodegradowalnych, polimerowych stentów naczyniowych uwalniających leki”, 2015-2018 r.) oraz projektu POIR („Technologia otrzymywania stentów naczyniowych nowej generacji metodą mikrowtrysku”, 2017-2023 r.).

Doświadczenia dr Jaworskiej jako recenzenta obejmuje wykonanie 13 recenzji prac naukowych publikowanych w czasopismach międzynarodowych, w tym m.in.: *Materials Letters*, *Surfaces*, *Acta Biomaterialia*, *Fibers and Polymers*, *Journal of Biomaterial Applications*, co świadczy o dostrzeżeniu jej osiągnięć w obszarze biopolimerów czy polimerowych nośników leków przez środowisko naukowe.

Istotnym elementem w rozwoju naukowym jest udział w pracach zespołów badawczych, członkostwo w organizacjach i towarzystwach jak również w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism. Nie dopatrzyłam się w dorobku Kandydatki nagród i wyróżnień związanych z uczestnictwem w konkursach naukowych krajowych lub zagranicznych Habilitantki. Również brakuje informacji dotyczących członkostwa w gremiach towarzystw naukowych czy zespołach redakcyjnych czasopism, co uważam za istotne przeoczenie. Nie ma także wzmianki o nagrodach, które pani Jaworska otrzymała w trakcie swojej pracy zawodowej i naukowej. W latach 2005-2008 była beneficjentką stypendium z Regionalnego Funduszu Stypendiów Doktoranckich ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego, w ramach Zintegrowanego Programu Operacyjnego Rozwoju Regionalnego.

Opublikowane pozycje naukowe, po uzyskaniu stopnia doktora, oraz zrealizowane projekty badawcze wnoszą duży wkład w dyscyplinę naukową inżynieria biomedyczna i można stwierdzić, że dr Joanna Jaworska jest specjalistką w zakresie biodegradowalnych polimerów oraz systemów uwalniania leków stosowanych w celu poprawy funkcjonalności stosowanych w praktyce implantów.

Podsumowując ocenę w zakresie osiągnięć naukowo-badawczych dr Joanny Jaworskiej uważam, że są one wystarczające do starania się o stopień naukowy doktora habilitowanego w dyscyplinie inżynieria biomedyczna.

## 5. OCENA DZIAŁALNOŚCI DYDAKTYCZNEJ, ORGANIZACYJNEJ I POPULARYZUJĄCEJ NAUKĘ

Dr Joanna Jaworska prowadziła zajęcia dla studentów chemii UJ (wykłady: chemia organiczna oraz chemia środowiska) jedynie w trakcie realizacji swoich studiów doktoranckich, co jest uzasadnione i wynika z jej zatrudnienia w jednostce badawczej, w której nie jest prowadzona działalność dydaktyczna. Sprawowała pomocniczą opiekę naukową nad studentami studiów magisterskich Wydziału Nauk Farmaceutycznych z Oddziałem Medycyny Laboratoryjnej Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach oraz była opiekunem pomocniczym 4 prac magisterskich, a po uzyskaniu stopnia doktora była opiekunem pomocniczym w kolejnych 4 pracach magisterskich.

Pani Jaworska została członkiem Rady Naukowej CMPW PAN w 2022 r. Była członkiem komisji rekrutacyjnej w konkursie w projekcie: „Wstrzykiwalny biodegradowalny system lokalnego kontrolowanego uwalniania leków sieciowany supramolekularnie in situ”, 2016-2020 r.

Wyniki swoich badań naukowych przedstawiła m.in. (poza wcześniej wymienionymi konferencjami) wygłaszając wykład nt. Spektroskopii Magnetycznego Rezonansu Jądrowego dla doktorantów w Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych PAN w Zabrze w latach 2011, 2013, 2015 oraz seminarium w Narodowym Centrum Onkologii w Gliwicach, gdzie przedstawiła zagadnienia dotyczące bioresorbowalnych włókien polimerowych wzbogaconymi paklitaksem jako potencjalnymi systemami terapeutycznymi w terapii przeciwnowotworowej w roku 2019.

Habilitantka uczestniczyła także w popularyzacji tematyki związanej z technikami obrazowania medycznego, w tym m.in. prowadziła liczne pokazy, w ramach których przybliżała zasady i możliwości stosowania metody magnetycznego rezonansu jądrowego dla studentów Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach, a także dla uczniów szkół średnich i gości wizytujących w CMPW PAN, jak również praktykantów. W 2008 roku brała udział w programie telewizyjnym Laboratorium, gdzie prezentowała technikę spektroskopii magnetycznego rezonansu jądrowego, którą to tematykę przybliżyła także w ramach wywiadu dla kanału YouTube 1spożywczy w 2021 r., a dotyczącą możliwości jej wykorzystania w ocenie jakości miodów (co jest kontynuacją prac nad tym ciekawym zagadnieniem przez Habilitantkę).

Swoje umiejętności i wiedzę z zakresu technik obrazowania medycznego Pani Jaworska rozwijała w ramach wielu szkoleń takich jak obsługa Spektrometru Magnetycznego Rezonansu Jądrowego w Niemczech a także w Polsce, organizowanych przez firmę Bruker.

We wniosku brakuje informacji dotyczącej innej działalności organizacyjnej, jak na przykład członkostwo w komitetach organizacyjnych konferencji naukowych.

## 6. WNIOSEK KOŃCOWY

Z przedstawionej wyżej oceny dotyczącej: osiągnięcia naukowego będącego podstawą wszczęcia postępowania habilitacyjnego, pozostałych osiągnięć naukowych, działalności dydaktycznej dr Joanny Jaworskiej, stwierdzam że odpowiada ona warunkom stawianym kandydatom ubiegającym się o nadanie stopnia doktora habilitowanego określonych w Ustawie

o Stopniach i Tytule Naukowym – art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 1668 ze zm.).

Przytoczone elementy dorobku Habilitantki świadczą zarówno o Jej dojrzałej samodzielności naukowej, zdolności do pracy w zespole badawczym, jak również o kwalifikacjach do prowadzenia badań, wymagających współpracy wielu specjalistów. Rozwijana przez Habilitantkę tematyka ma walory naukowe i użyteczne, a uzyskane wyniki mogą przyczynić się do głębszego poznania problematyki materiałów polimerowych w zastosowaniu na implanty, a szczególnie nowych implantowanych systemów uwalniania substancji leczniczych o programowalnym procesie biodegradacji.

Wobec powyższego wyrażam pozytywną opinię w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego dr Joannie Jaworskiej przez Radę Dyscypliny Inżynieria Biomedyczna Politechniki Śląskiej.

