

Kielce, 29.02.2024r.

Dr hab. Lidia Dąbek, prof. PŚk  
Wydział Inżynierii Środowiska, Geodezji i Energetyki Odnawialnej  
Katedra Inżynierii Sanitarnej  
Politechnika Świętokrzyska

**Ocena osiągnięcia naukowego oraz dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego  
Pana dr inż. Stanisława Frąckowiaka  
stanowiącego podstawę postępowania habilitacyjnego  
w dziedzinie nauk inżynierjno-technicznych,  
w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka**

***Informacje ogólne***

Niniejsza opinia została opracowana na podstawie pisma Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej dr hab. inż. Roberta Króla, prof. uczelni oraz uchwały nr 886/37/RDND08/2021-2024 Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Wrocławskiej z dnia 13 grudnia 2023r, dotyczącej powołania składu komisji habilitacyjnej w celu przeprowadzenia postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk inżynierjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka wszczętego na wniosek dr inż. Stanisława Frąckowiaka w dniu 9 sierpnia 2023r, na podstawie osiągnięcia naukowego, które stanowi cykl jednotematycznych publikacji pt. „Analiza możliwości implementacji wybranych biopolimerów jako alternatywy dla konwencjonalnych tworzyw sztucznych”. Oceny dokonałam na podstawie wymaganej przepisami dokumentacji obejmującej:

1. Wniosek przewodni
2. Dane wnioskodawcy
3. Kopia dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora
4. Autoreferat
5. Wykaz osiągnięć naukowych
6. Cykl publikacji składających się na osiągnięcie naukowe wraz z oświadczeniami
7. Zaświadczenia dotyczące działalności przytoczonej w załącznikach

Dokumenty te wypełniają wymagania formalne przewidziane dla procedury habilitacyjnej.

***Informacje o Kandydacie***

Pan dr inż. Stanisław Frąckowiak jest absolwentem Politechniki Wrocławskiej, Wydziału Mechanicznego, kierunku mechanika i budowa maszyn w zakresie inżynierii materiałów konstrukcyjnych. Dyplom magistra inżyniera uzyskał w 2003r. na podstawie pracy magisterskiej pt. „Kompozyty elektroprzewodzące”, promotorem pracy był dr hab. inż. Marek Kozłowski. Stopień doktora nauk technicznych Habilitant uzyskał w 2008r., na podstawie rozprawy doktorskiej pt. „Polimerowe materiały sensoryczne z pierwotnych i odpadowych tworzyw sztucznych”, obronionej

prze Radą Naukową Instytutu Inżynierii i Ochrony Środowiska Politechniki Wrocławskiej. Promotorem rozprawy był dr hab. inż. Marek Kozłowski, a recenzentami prof. dr hab. inż. Krzysztof Pielichowski oraz dr hab. Andrzej Szczurek.

W latach 2011-2012 Habilitant był zatrudniony na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Wrocławskiej na stanowisku asystenta, a od 2012r. pracuje jak adiunkt na tym samym Wydziale.

### **Ocena osiągnięcia naukowego**

#### **Ocena formalna**

Jako osiągnięcie naukowe, w myśl art. 219 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (z dnia 20 lipca 2018 r. Dz.U.2018, poz. 1668 z póź.zm.), będące podstawą ubiegania się o stopień doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, Pan dr inż. Stanisław Frąckowiak przedstawił cykl 6 monotematycznych publikacji pt. „Analiza możliwości implementacji wybranych biopolimerów jako alternatywy dla konwencjonalnych tworzyw sztucznych”. W skład osiągnięcia wchodzi następujące publikacje:

1. Stanisław Frąckowiak, Joanna Ludwiczak, Karol J. Leluk, Kazimierz Orzechowski, Marek Kozłowski. Foamed poly(lactic acid) composites with carbonaceous fillers for electromagnetic shielding. *Materials & Design*. 2015, vol. 65, s. 749-756.
2. Stanisław Frąckowiak, Joanna Ludwiczak, Marek Kozłowski. Multifunctionality of foamed poly(lactid acid) and its composites with nanofillers. *Polymer Composites*. 2015, vol. 36 nr 9, s. 1647-1652.
3. Stanisław Frąckowiak, Joanna Ludwiczak, Karol J. Leluk, Marek Kozłowski. New class of shear oriented, biodegradable packaging material. *Composites Part B, Engineering*. 2016, vol. 92, s. 1-8.
4. Joanna Ludwiczak, Stanisław Frąckowiak, Karol J. Leluk, Study of thermal, mechanical and barrier properties of biodegradable PLA/PBAT films with highly oriented MMT. *Materials*. 2021, vol. 14, nr 23, art. 7189, s. 1-12.
5. Karol J. Leluk, Stanisław Frąckowiak, Joanna Ludwiczak, Tomasz Rydzkowski, Vijay Kumar. Thakur. The impact of filler geometry on polylactid acid-based sustainable polymer composites. *Molecules*. 2021, vol. 26, nr 1, art. 149, s. 1-19.
6. Stanisław Frąckowiak. Sustainable Approaches to Plastics. *Rocznik Ochrona Środowiska*. 2023, vol. 25, pp. 128-140.

Publikacje stanowiące dzieło naukowe zostały opublikowane w latach 2015-2023, w czasopiśmie, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie MNiSW/MEN sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. b. Sumaryczna liczba punktów w punktacji MNiSW wynosi 430, a sumaryczny IF osiągnięcia naukowego wynosi 19,505, co wskazuje na uznaną renomę czasopiśmie. Należy jednak zaznaczyć, że wśród wskazanych prac tylko 1 jest publikacją samodzielną, a pozostałe to publikacje współautorskie. Do publikacji (1)-(3) dołączone są oświadczenia współautorów, natomiast w pracach (4) i (5) udział wszystkich autorów w stworzeniu prac został podany w Author Credit Statement. Szczegółowa analiza załączonych oświadczeń wskazuje, że autorzy co prawda podali jaki był ich wkład w powstanie danej publikacji, ale nie określili jaki to był udział procentowy. Z tego też względu bardzo trudno oszacować faktyczny udział Habilitanta w powstaniu każdej z prac (1)-(5). Jest to tym trudniejsze, że podany opis wkładu Habilitanta jest bardzo ogólny np.; w pracy (1) Habilitant podał, że Jego wkład polegał na

„konsultacji merytorycznej, konceptualizacji, opracowaniu wstępnej wersji artykułu, przeprowadzeniu pomiarów oporności skośnej, koordynacji pracy pozostałych Autorów” – z tego opisu trudno wywnioskować czy Habilitant brał udział w tym co jest, obok wykonania badań, istotną częścią publikacji czyli w merytorycznym opracowaniu wyników jak również sformułowaniu wniosków. W publikacji (4) wkład Habilitanta polegał na „konceptualizacji, przeprowadzeniu części pomiarów i ocenie otrzymanych wyników, ocenie poprawności edytorskiej pracy”. Z przedstawionego opisu nie wynika, aby był to wkład wiodący, a „ocena poprawności edytorskiej pracy” nie oznacza wkładu naukowego w opracowanie i dyskusję wyników. W pracach (1)-(5) Habilitant podał, że uczestniczył tylko w opracowaniu „wstępnej wersji artykułu”, co rodzi pytanie jaki był faktyczny udział w przygotowaniu tej właściwej, ostatecznej wersji artykułu. Pomijając te niefortunne sformułowania przyjął, że udział wszystkich współautorów był równie ważny, co oznacza, że wkład Habilitanta w powstanie publikacji przedstawionych jako dzieło naukowe wynosi od 20% do 33% w pracach (1)-(5) i 100% w pracy (6). Pomimo, że udział ten trudno uznać za wiodący, to doceniam umiejętność pracy zespołowej Habilitanta, która jest ważnym atutem samodzielnego pracownika naukowego, a fakt zapraszania do współpracy naukowej wskazuje, że Pan dr inż. Stanisław Frąckowiak jest cenionym specjalistą.

Pomimo powyższych uwag, w mojej ocenie, przedstawiony jak dzieło cykl publikacji pt. „Analiza możliwości implementacji wybranych biopolimerów jako alternatywy dla konwencjonalnych tworzyw sztucznych” spełnia wymogi formalne art. 219 ust.1, pkt 2 litera b ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz.U.2018, poz. 1668 z późn.zm).

### **Ocena merytoryczna**

Problemy zanieczyszczenia środowiska naturalnego odpadami z tworzyw sztucznych, wyczerpujące się zasoby surowców kopalnych w oparciu, o które materiały te są otrzymywane, coraz wyższe standardy jakości środowiska oraz rosnąca świadomość społeczeństwa spowodowały wzrost zainteresowania właściwościami i możliwościami wykorzystania biopolimerów - nowych, polimerowych materiałów użytkowych, przyjaznych dla środowiska naturalnego. Coraz szersza gama biopolimerów otrzymywanych na bazie paliw kopalnych jak i surowców naturalnych oraz znaczący wzrost ich produkcji przekłada się na nowe możliwości ich wykorzystania już nie tylko w medycynie i inżynierii tkankowej, jak miało to miejsce w latach 60.-70. XX wieku, ale również w produkcji wielkotonażowej, w szczególności związanej z wytwarzaniem opakowań. Biopolimery obok zalet, wśród których jest ich biodegradowalność, posiadają ograniczenia wynikające z szeregu niekorzystnych właściwości użytkowych jak np. znaczna przenikalność niektórych gazów przez folie biopolimerowe czy też mała odporność na odkształcenia w podwyższonej temperaturze. Z tego też względu prowadzone są liczne badania dotyczące zarówno otrzymywania biopolimerów jak i ich modyfikacji w celu uzyskania materiałów/kompozytów o pożądanym właściwościach. W ten właśnie obszar wpisują się badania prowadzone przez Pana dr inż. Stanisława Frąckowiaka dotyczące modyfikacji biopolimerów takich jak: PLA – poli(kwas mlekowy), PBAT – poliadypinian 1,4-butylenu-co-tereftalan 1,4-butylenu oraz PBS – poli(bursztynian butylenu), poprzez wprowadzanie do niniejszych biopolimerów lub ich mieszanin różnych dodatków takich jak: sadza, włókna węglowe, włókna celulozy, strącony węgiel wapnia oraz modyfikowany montmorylonit, jak również zastosowanie zróżnicowanych technologii spieniania. Modyfikacje miały na celu uzyskanie kompozytów mających zastosowanie do produkcji opakowań dedykowanych konkretnym branżom. Wyniki przeprowadzonych w tym zakresie badań własnych jak

i efekty analizy danych literaturowych zaprezentowane zostały w publikacjach zgłoszonych jako dzieło naukowe. Główne cele badań prowadzonych przez Habilitanta dotyczą:

- powiązania technologii produkcji opracowanych materiałów z ich końcowymi właściwościami funkcjonalnymi,
- odniesienie metod modyfikacji składników materiałów kompozytowych do oddziaływań na granicy osnowa/napełniacz,
- oceny potencjału opracowanych materiałów do zastąpienia tworzyw ropopochodnych.

W publikacji (1) „*Foamed poly(lactic acid) composites with carbonaceous fillers for electromagnetic shielding*”, Habilitant skupił się na otrzymaniu kompozytu na bazie polilaktydu PLA modyfikowanego sadzą oraz nanowłóknami węglowymi. Istotną częścią badań było wykorzystanie procesu spieniania w celu otrzymania materiału o małej gęstości i mikroporowatej strukturze mającej wpływ na izolacyjność termiczną i właściwości mechaniczne kompozytu, a dzięki wypełniaczom w postaci sadzy lub włókien węglowych wpływającą również na przewodność elektryczną. Zakres badań odnosił się do oceny wpływu rodzaju dobranej sadzy oraz sposobu spieniania na morfologię otrzymanych kompozytów ich właściwości termiczne oraz skuteczności ekranowania elektromagnetycznego. Osiągnięciem Habilitanta wynikającym z niniejszej publikacji było wykazanie, że:

- spienianie kompozytów przewodzących powoduje zwiększenie skuteczności ekranowania elektromagnetycznego dla materiałów o stężeniu wypełniacza zbliżonym do progu perkolacji;
- najwyższą absorpcję dla częstotliwości w zakresie radiowym uzyskuje się dla kompozytów o niskiej zawartości wypełniacza,
- wyższą skuteczność ekranowania uzyskuje się w przypadku kompozytów zawierających sadzę a nie nanowłókna węglowe.
- bardziej jednorodną i dobrze zdyspergowaną strukturę komórkową kompozytów uzyskuje się dla materiałów wypełnionych nanowłóknami węglowymi. Sadza wykazywała tendencję do tworzenia aglomeratów, co sprzyjało zarastaniu komórek.

Kolejne badania Habilitanta dotyczące modyfikacji polilaktydu PLA zostały zaprezentowane w publikacji (2) pt. „*Multifunctionality of foamed poly(lactid acid) and its composites with nanofillers*”. Badania te dotyczyły modyfikacji właściwości kompozytów otrzymanych na bazie PLA przy zastosowaniu jako wypełniaczy: sadzy – w celu otrzymania kompozytów termoczułych; montmorylonitu zmodyfikowanego oktadecyloaminą (środek powierzchniowo czynny) - w celu otrzymania kompozytu o zmniejszonej przepuszczalności dla tlenu. Istotną częścią badań Habilitanta była ocena wpływu procesu spieniania przy użyciu azotu lub środka porotwórczego jakim była mieszanina wodorowęglanu sodu i kwasu cytrynowego na właściwości uzyskanych kompozytów. Przedmiotem analiz była morfologia otrzymanych kompozytów, szybkość transmisji tlenu oraz reakcja na zmiany temperatury. Osiągnięciem Habilitanta było wykazanie, że:

- zastosowana technologia spieniania ma istotne znaczenie dla struktury otrzymanego materiału,
- dzięki zastosowaniu sadzy jako wypełniacza otrzymane kompozyty mogą mieć zastosowanie jako czujniki temperatury,
- zastosowanie montmorylonitu prowadzi do otrzymania kompozytu o podwyższonej barierowości dla tlenu.



W dalszym etapie prac, zaprezentowanych w publikacji (3) pt. „*New class of shear oriented, biodegradable packaging material*”, Habilitant skoncentrował się na otrzymaniu nowych biokompozytów poprzez mieszanie ze sobą różnych biopolimerów, co jest zadaniem trudnym. Badania szczegółowe dotyczyły opracowania anizotropowego kompozytu polimerowego na bazie poli(bursztynianu butylenu) oraz poli(kwasu mlekowego), przy zastosowaniu nanorurek węglowych jako wypełniacza. Dzięki odpowiednio przeprowadzonemu procesowi obróbki mieszanin biopolimerów, w połączeniu z dodatkiem wielościennych nanorurek węglowych oraz nadanie odpowiedniej orientacji wytworzonych wstęg biokompozytów Habilitant uzyskał kompozyt o właściwościach anizotropowych. Istotnym osiągnięciem było również wykazanie, że z zaproponowanej mieszanki biopolimerów możliwe jest otrzymanie kompozytu o obniżonej oporności elektrycznej oraz polepszonych właściwościach mechanicznych w porównaniu do polimerów wyjściowych.

Kolejne wyniki badań prowadzonych przez Habilitanta dotyczących otrzymywania kompozytów drogą mieszania biopolimerów zostały zaprezentowane w publikacji (4) „*Study of thermal, mechanical and barrier properties of biodegradable PLA/PBAT films with highly oriented MMT*”. W ramach tych badań Habilitant wykazał możliwość uzyskania kompozytów o określonych właściwościach w wyniku mieszania polilaktydu (PLA) z poli(adypinianem butylenu-co-tereftalanem butylenu) (PBAT). Poprawę przyczepności międzywarstwowej, zwiększającej mieszalność badanych polimerów, Habilitant uzyskał dzięki zastosowaniu preparatu Joncryl 4368 (BASF). Wprowadzony dodatek zwiększał lepkość i masę cząsteczkową PLA, poprawiając stabilność termiczną i elastyczność mieszaniny PLA/PBAT dzięki tworzeniu się rozgałęzionych łańcuchów. Wprowadzona modyfikacja skutkowała również zwiększeniem wodoodporności otrzymanych kompozytów. Drugim analizowanym dodatkiem był montmorylonit zawierający trimetylostearyl amonowy, substancję o właściwościach antystatycznych i bakteriobójczych. Analogicznie jak we wcześniejszych pracach zakres badań kompozytów obejmował właściwości mechaniczne, reologiczne, morfologiczne, przepuszczalność tlenu oraz zwilżalność. Habilitant wykazał, że wprowadzone dodatki zwiększają wytrzymałość na rozciąganie, przy czym zdecydowanie korzystniejsze jest stosowanie montmorylonitu, który lokował się w obszarze międzyfazowym mieszanki PLA/PBAT. Wykazał również, że dodatek montmorylonitu znacząco obniża przepuszczalność tlenu i pary wodnej. Analogicznie jak w poprzednich pracach również w tej publikacji poza stwierdzeniem, że w badaniach wykorzystane zostały biopolimery Habilitant nie analizował żadnych aspektów środowiskowych, chociażby w kontekście wpływu wprowadzonych dodatków o właściwościach antystatycznych i bakteriobójczych na proces biodegradacji otrzymanych kompozytów.

W kolejnej publikacji (5) „*The impact of filler geometry on polylactid acid-based sustainable polymer composites*” Habilitant zaprezentował wyniki badań dotyczące wpływu wypełniaczy takich jak: włókna celulozowe, strącany węgiel wapnia oraz organicznie modyfikowany montmorylonit, różniących się kształtem, wielkością oraz hydrofilowością na właściwości funkcjonalne kompozytów uzyskanych na osnowie polilaktydu (PLA). Badania dotyczyły wpływu zastosowanych wypełniaczy na gęstość kompozytów, sprężystość, właściwości termomechaniczne, przewodność cieplną, morfologię oraz przepuszczalność dla tlenu. Habilitant wykazał, że kształt zastosowanego wypełniacza ma wpływ na właściwości biokompozytu.

Przedstawiony cykl publikacji zamyka praca (6) pt. „*Sustainable Approaches to Plastics*”, która jest przeglądem literatury dotyczącym otrzymywania jak i wykorzystania biopolimerów jako alternatywy dla tworzyw sztucznych. Habilitant skupił się na biopolimerach otrzymywanych z surowców



odnawialnych, takich jak: skrobia, celuloza, chitozan, poli(kwas mlekowy) oraz biopolimery wytwarzane przez mikroorganizmy, pokazując zalety jak i ograniczenia, co do możliwości ich wykorzystania w kontekście produkcji opakowań. Zwrócił również uwagę, że w celu otrzymania kompozytów o określonej funkcjonalności konieczne jest stosowanie odpowiednich dodatków jak i technologii wytwarzania. Habilitant zwrócił również uwagę na problem i zagrożenia wynikające z obecności tworzyw sztucznych w środowisku oraz że tylko niewielka część tworzyw poddawana jest recyklingowi, jak również scharakteryzował najczęściej stosowane metody recyklingu. Analizując dane literaturowe Habilitant stwierdził, że udział biopolimerów na rynku tworzyw sztucznych jest wciąż niewielki jednak rozwój badań nad możliwościami ich wykorzystania jest znaczący i przyszłości biopolimery i biokompozyty staną się alternatywą dla tworzyw sztucznych otrzymywanych w oparciu o surowce nieodnawialne. Szkoda, że w niniejszej publikacji Habilitant nie odniósł się do wyników badań własnych w tym zakresie.

W mojej ocenie podjęta przez Habilitanta tematyka badań jest aktualna i bardzo ważna, ale nie wpisuje się w zakres dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Jest faktem, że Habilitant wykorzystuje biopolimery jako materiały przyjazne środowisku, ale w mojej ocenie nie jest to wystarczające, aby uznać, że wyniki prowadzonych prac wnoszą nową wiedzę w zakres dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Należy podkreślić, że istotą podjętych i opublikowanych przez Habilitanta badań było otrzymywanie biokompozytów o zadanych właściwościach, pozwalających na ich wykorzystanie do produkcji opakowań na potrzeby konkretnych branż, w tym branży spożywczej wymagającej opakowań charakteryzujących się niską przepuszczalnością dla tlenu i wilgoci oraz branży elektronicznej, dla której ważna jest np. zdolność do ekranowania promieniowania elektromagnetycznego. Sam Habilitant podając w autoreferacie najważniejsze osiągnięcia poznawcze wynikające z przeprowadzonych badań wskazuje na właściwości otrzymanych kompozytów, które są ważne z punktu widzenia ich dalszego wykorzystania i nie odnosi się do aspektów środowiskowy tzn. nie ocenia czy zastosowana technologia wytwarzania i stosowane dodatki wpływają np. na podatność na biodegradację czy też przetwarzanie otrzymanych materiałów, co wpisywałoby się w zakres inżynierii środowiska w obszarze gospodarki odpadami. Pomimo, że w każdej z publikacji włączonej do cyklu stanowiącego dzieło naukowe Habilitant napisał, że otrzymane kompozyty są biodegradowalne to nie potwierdził tego żadnymi badaniami. Stwierdzenie, że materiał jest biodegradowalny jest stwierdzeniem ogólnym. Biodegradowalność można zagwarantować tylko wtedy, gdy zarówno polimer jak i dodatki oraz wypełniacze również ulegają biodegradacji. Co więcej biodegradowalność zależy od ogółu warunków bio-geo-chemicznych podczas degradacji kompozytu, a istotne znaczenie mają miejsce, temperatura, dostępne składniki odżywcze i tlen, aktywność mikrobiologiczna itp. Habilitant nie sprawdził jaki będzie wpływ zastosowanych wypełniaczy oraz innych dodatków (np. stosowanego w pracy (4) preparatu Joncryl 4368 (BASF) oraz trimetylostearylu amonowego - substancji o właściwościach antystatycznych i bakteriobójczych), na biodegradowalność otrzymanych kompozytów, pomimo, że stosowane wypełniacze takie jak sadza, włókna węglowe czy też nanorurki węglowe oraz inne dodatki nie podlegają biodegradacji. Habilitant nie przeprowadził standardowych testów wskazujących w jakich warunkach otrzymane kompozyty ulegają degradacji. Z punktu widzenia inżynierii środowiska istotne byłoby, szczególnie w odniesieniu do nowych kompozytów, sprawdzenie czy opakowania wyprodukowane w oparciu o te materiały będzie można np. kompostować w warunkach domowych, czy tylko w warunkach kompostowania przemysłowego, istotna jest również informacja jak te materiały będą się zachowywały w środowisku morskim czy też w glebie. Należy również zwrócić uwagę, że Habilitant w żaden sposób nie odniósł się do kwestii oznakowania

opakowań otrzymanych na bazie opracowanych kompozytów, jak również systemu zbiórki zużytych opakowań tzn. czy powinny być gromadzone w pojemnikach z frakcją „bio”, czy w pojemnikach na „tworzywa i metale”. W swoich pracach Habilitant nie wiąże właściwości otrzymanych kompozytów z aspektami gospodarki w obiegu zamkniętym, stanowiącej najbardziej aktualny kierunek rozwoju gospodarki odpadami będącej istotną częścią inżynierii środowiska.

Podsumowując dorobek Pana dr inż. Stanisława Frąckowiaka przedstawiony w cyklu publikacji pod wspólnym tytułem „*Analiza możliwości implementacji wybranych biopolimerów jako alternatywy dla konwencjonalnych tworzyw sztucznych*”, uważam, że Habilitant trafnie rozpoznał i wskazał istotne i kluczowe kwestie dotyczące możliwości wykorzystania biopolimerów, substancji biodegradowalnych, do otrzymywania kompozytów o zadanych właściwościach, które mogą być wykorzystywane do produkcji opakowań na potrzeby branży opakowaniowej i które w przyszłości mogą być alternatywą dla tworzyw sztucznych. Przedstawione prace reprezentują odpowiedni poziom naukowy i wskazują na umiejętność prowadzenia badań w zespołach badawczych. Niestety w mojej ocenie, uzasadnionej powyżej, nie wpisują się w zakres dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Nie zmienia to faktu, że uważam, że dorobek Habilitanta jest znaczący i ważny i z pewnością wpisuje się w rozwój dyscyplin naukowych zajmujących się budową i właściwościami materiałów. Z tego też względu uważam, że postępowanie w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego powinno być prowadzone w ramach innej dyscypliny.

***Ocena innych osiągnięć naukowych Habilitanta oraz aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni, Instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej***

Analizując całościowy dorobek naukowy Pana dr inż. Stanisława Frąckowiaka, obejmujący zarówno publikacje stanowiące dzieło naukowe jak i pozostałe osiągnięcia należy stwierdzić, że koncentruje się on wokół zagadnień dotyczących badania właściwości tworzyw polimerowych, w tym biopolimerów oraz kompozytów otrzymywanych na ich bazie, jak również modyfikacji ich właściwości pod kątem przydatności do wykorzystania w różnych obszarach, w tym do wytwarzania opakowań nowej generacji. W szczególności badania te dotyczyły analizy zależności pomiędzy składem, technologią przetwarzania, rodzajem użytego wypełniacza, a właściwościami końcowymi otrzymanych materiałów. Część badań dotyczyła również nowych metod recyklingu tworzyw konwencjonalnych.

Sumaryczny, istotny dorobek naukowy Habilitanta, obejmuje autorstwo lub współautorstwo:

- 24 opublikowanych prac naukowych, w tym 6 wskazanych jako dzieło naukowe, z czego:
  - 19 to publikacje w czasopismach z bazy WoS, posiadających IF : *Materials & Design* (1), *Polymer Composites* (2), *Composites Part B, Engineering* (1), *Materials* (1), *Molecules* (1), *Rocznik Ochrona Środowiska* (1), *Polymers* (1), *Building Acoustics* (1), *Cellulose Chemistry and Technology* (2), *Journal of Polymers and the Environment* (1), *Cellular Polymers* (1), *Polymers and Polymer Composites* (1), *Sensor Letters* (1), *Journal of Vinyl & Additive Technology* (1), *e-Polymers* (1), *International Journal of Material Forming* (1), *Sensors and Actuators. B, Chemical* (1), z czego 2 przed doktoratem;
  - 5 publikacji bez IF w czasopismach takich jak: *Key Engineering Materials*, *Polimery*, *Czasopismo Techniczne. M*, *Mechanika*, *Recykling*;
  - 7 rozdziałów w monografiach, w tym 1 przed doktoratem;

- 24 referaty wygłoszone na konferencjach krajowych i zagranicznych, z czego 7 przed doktoratem;

oraz

- wykonanie 14 recenzji dla wydawnictw takich jak: *Materials, Polymers, Applied Sciences, Micromachines, Molecules, Biomass Conversion and Biorefinery, Journal of Polymers and the Environment*;
- wykonanie 8 ekspertyz na zlecenie otoczenia społeczno-gospodarczego, w tym: Security Experts Sp. z o.o. Poznań (2011), Hyper Hygenics S.A. Warszawa (2015-2016), Szczyrba S.C. Rogów, (2016), Winkelmann Sp. z o.o. Legnica (2016), Autoliv Poland Sp. z o.o. Oława (2019), RTP Polska Sp. z o.o. Nowa Wieś Wrocławska (2019) – wszystkie ekspertyzy dotyczyły badań i oceny właściwości i jakości materiałów takich jak: plomby celnicze, materiały polimerowe, guma, folia, tworzywa sztuczne, sztuczna nawierzchnia boiska;
- udział w realizacji 11 projektów badawczych, w których Habilitant był wykonawcą, w tym:
  - w 2 projektach przed doktoratem takich jak:
    - *Innovative Molecular modeling approach to upgrade polymeric materials from post industrial rejects* (FP6, NMP3- CT2003-505471) – zadaniem Habilitanta było wykonanie kompozytów na osnowie polimerów pochodzących ze zużytych lamp samochodowych oraz ocena ich właściwości przetwórczych i wytrzymałościowych;
    - *New classes of Engineering Composites Materials from Renewable Resources „BIOCOMP”* (FP6-NMP, NMP2-CT-2005-515769) – Habilitant zajmował się badaniem właściwości mechanicznych i reologicznych otrzymanych kompozytów;
  - 9 projektach po doktoracie takich jak:
    - *Nowe przyjazne dla środowiska kompozyty polimerowe z wykorzystaniem surowców odnawialnych* (POIG.01.03.01-00-092/08-00) – zadaniem Habilitanta było wykonanie części kompozytów oraz ocena ich właściwości;
    - Wykorzystanie nanotechnologii w nowoczesnych materiałach „NanoMat” (POIG.01.01.02-02-002/08) – udział Habilitanta polegał opracowywaniu nowych kompozytów elektroprzewodzących, zawierających wybrane nanonapełniacze (nanorurki węglowe i inne);
    - *Polimerowe chirurgiczne systemy resorbowalne z pamięcią kształtu „MEMSTENT”* (POIG.01.03.01-00-123/08) – Habilitant był zaangażowany w opracowywanie właściwej receptury materiału, programowanie efektu pamięci kształtu oraz ocenę właściwości użytkowych i przetwórczych otrzymanych struktur;
    - *Materiały opakowaniowe nowej generacji z tworzywa polimerowego ulegającego recyklingowi organicznemu „MARGEN”* (POIG.01.03.01-00-018/08-00) - udział Habilitanta w projekcie sprowadzał się do realizacji części zadań dotyczących przygotowywania mieszanin i kompozytów na podstawie materiałów opracowanych przez inne jednostki, oceny właściwości reologicznych, jak i analizy wpływu procesów przetwórczych na wybrane właściwości opracowywanych materiałów;



- *Materiały polimerowe otrzymywane innowacyjnymi technikami przetwórstwa odpadów z elektroniki i samochodów* (POIG 01.03.01-00-025 / 08) – Habilitant uczestniczył w przygotowaniu wniosku, próbach technologicznych, ocenie właściwości otrzymanych recyklatów, jak i przygotowaniu końcowego raportu;
- *Opracowanie technologii odzysku polistyrenu z odpadowego styropianu budowlanego* (Bon na Innowacje–POIR.02.03.02-02-0003 / 61) - Habilitant uczestniczył w przygotowaniu wniosku, próbach technologicznych, ocenie właściwości otrzymanych recyklatów, jak i przygotowaniu końcowego raportu;
- *Conversion of phytogenic silica reach food industry by-products into value-added products "Convert-Si"* (ERA-NET-IB /Convert-Si /13/2016) - wkład Habilitanta w realizację projektu dotyczył zadań poświęconych opracowaniu parametrów procesu elektroprzędzenia, określeniu charakterystyki reologicznej wykorzystanych materiałów, określeniu właściwości fizykochemicznych otrzymanych struktur;
- *Biocomposite Packaging for Active Preservation of Food "BioFoodPack"* (M-ERA.NET2 /0019/2016) - wkład Habilitanta w realizację projektu dotyczył zadań związanych z otrzymywaniem kompozytów elektroprzewodzących, oceną właściwości, wdrażaniem opracowywanych materiałów do produkcji opakowań;
- *Opracowanie innowacyjnych, wymiennych struktur energochłonnych kasków ochronnych na bazie tworzyw biodegradowalnych „Biokask”* (LIDER/0223/L-11/2019) - udział Habilitanta w projekcie dotyczył wytworzenia części mieszanin oraz przeprowadzenia prób technologicznych na drodze wtrysku materiałów na bazie tworzyw biodegradowalnych mających zastosowanie jako wkładki ochronne do kasków sportowych;
- udział w 4-dniowych warsztatach „Rheological Measurements” organizowanych przez Wydział Inżynierii Chemicznej Katolickiego Uniwersytetu w Leuven, Belgia (18-21.10.2009r.), co umożliwiło Habilitantowi zapoznanie się z nowymi metodami pomiarów właściwości lepkością materiałów polimerowych,
- realizację 10-dniowego stażu naukowego w Institute of Macromolecular Chemistry Petru Poni (ICMPP), Iasi, Rumunia (5-15.09.2022) – w ramach którego Habilitant prowadził pomiary właściwości biopolimerów oraz ustalono zakres dalszej współpracy w ramach tematu „Zrównoważone Hybrydowe materiały Polimerowe do Zastosowań Przyjaznych Środowisku” – niestety w dokumentacji złożonej przez Habilitanta brak informacji czy projekt jest realizowany i jaki jest udział Habilitanta.

Całościowy dorobek publikacyjny Habilitanta (przed i po uzyskaniu stopnia doktora) wyrażony liczbą punktów MNiSW oraz MEiN (wg danych podanych w dokumentacji wniosku), w tym publikacje wchodzące w skład cyklu, wynosi 907, sumaryczny IF 36,939. Liczba cytowań (bez autocytowań) wynosi wg bazy Scopus 185, wg bazy WoS 150, wg bazy Google Scholar 229. Indeks Hirscha wynosi wg bazy Scopus 9, wg WoS 7, a wg Google Scholar 10.

Dorobek ten jest znaczny i w mojej ocenie wypełnia wymogi ustawowe stawiane osobom ubiegającym się o stopień doktora habilitowanego. Większość publikacji została zamieszczona w czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym znajdujących się na liście MEN/MNiSW. Habilitant wykazał się udziałem w licznych projektach badawczo-rozwojowych finansowanych ze środków programów operacyjnych

Innowacyjna Gospodarka oraz Infrastruktura i Rozwój, co świadczy o innowacyjności realizowanych badań. Działalność naukowa realizowana w innych uczelniach, w tym zagranicznych udokumentowana jest tylko krótkoterminowym stażem naukowym, ale efektem jest wspólna publikacja i deklarowana jest ze strony Uczelni dalsza współpraca. Wobec powyższego stwierdzam, że Habilitant wykazuje się istotną aktywnością naukową, o której mowa w art. 219 ust.1 pkt 3 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym, co oznacza, że dorobek ten spełnia kryteria stawiane kandydatom ubiegającym się o uzyskanie stopnia doktora habilitowanego, ale z uwagi na zakres tematyczny badań aktywność ta nie odnosi się do dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Zarówno dorobek, jak i zakres działalności naukowej realizowanej w ramach udziału w projektach badawczych oraz krótkoterminowym stażu naukowym, odnosi się do otrzymywania i badania właściwości materiałów polimerowych pod kątem ich przydatności do określonych zastosowań. Jest faktem, że w większości bazą są biopolimery jako materiały przyjazne środowisku i w ocenie Habilitanta mogą w przyszłości być alternatywą dla tworzyw sztucznych, ale to nie aspekt środowiskowy, ale właściwości użytkowe otrzymanych biokompozytów są treścią dorobku. Z tego też względu w mojej ocenie całościowy dorobek i aktywność naukowa Habilitanta przyczyniają się do rozwoju nauki, ale w dyscyplinach, dla których obszarem badań jest otrzymywanie i właściwości materiałów, w tym biokompozytów i w tych dyscyplinach dorobek ten powinien być oceniany.

#### ***Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę***

Pan dr inż. Stanisław Frąckowiak jako adiunkt na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Wrocławskiej z pewnością prowadzi zajęcia dydaktyczne niestety w dokumentacji wniosku brak jest informacji na ten temat. Można natomiast stwierdzić, że wykazuje się aktywnością organizacyjną na rzecz Uczelni o czym świadczą nagrody Rektora PWr przyznane w 2017, 2018, 2019 i 2021 roku. Habilitant pełni funkcję Pełnomocnika Dziekana ds. studenckich Praktyk zawodowych oraz bierze aktywny udział w pracach realizowanych w ramach Sekcji Tworzyw Sztucznych i Recyklingu Koła Naukowego Environmental Team pełniąc funkcje opiekuna niniejszej sekcji.

Istotną formą aktywności organizacyjnej jest koordynacja współpracy z Institute of Macromolecular Chemistry Petru Poni (ICMPP) w Rumunii. Habilitant brał również udział w Komitecie naukowym X Konferencji Interdyscyplinarne Zagadnienia w Inżynierii i Ochronie Środowiska EKO-DOK 2018.

W ramach współpracy z otoczeniem społecznym i gospodarczym Pan dr inż. Stanisław Frąckowiak wykonał ponad 30 zleceń badawczych dla firmy Armacell Poland, Środa Śląska dotyczących badań wytrzymałościowych i właściwości reologicznych dostarczonego stopu, jak również wykonał 4 badania wytrzymałościowe surowców, również recyklatów, na zlecenie firmy DBI Plastics, Świdnica.

Przedstawiona powyżej działalność organizacyjna i współpraca z otoczeniem społeczno-gospodarczym choć dość skromna to wypełnia wymagania zwyczajowo stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego.

### **Podsumowanie i wnioski końcowe**

Podsumowując całość dorobku naukowego, dydaktycznego oraz organizacyjnego Pana dr inż. Stanisława Frąckowiaka stwierdzam, że:

- przedstawiony do oceny cykl jednotematycznych publikacji pt. „*Analiza możliwości implementacji wybranych biopolimerów jako alternatywy dla konwencjonalnych tworzyw sztucznych*” z formalnego punktu widzenia jest osiągnięciem naukowym wypełniającym wymagania art. 219 ust.1 pkt.2 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (z dnia 20 lipca 2018 r. Dz.U.2018, poz. 1668 z póź.zm.), ale z uwagi na zakres tematyczny dotyczący otrzymywania i właściwości materiałów o zadanych parametrach użytkowych nie wpisuje się w zakres dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka,
- całościowy dorobek naukowy Habilitanta, obejmujący autorstwo i współautorstwo publikacji w liczących się czasopismach krajowych jak i zagranicznych, rozdziały w monografiach, udział w konferencjach i wygłoszone referaty konferencyjne, wykonane ekspertyzy oraz recenzje, współpraca z innymi jednostkami naukowymi i odbyty krótkoterminowy staż naukowy wskazuje na istotną aktywność naukową, o której mowa w art. 219 ust.1 pkt.3 ww. ustawy, ale zakres tematyczny nie wpisuje się w obszar dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka,
- całościowy dorobek organizacyjny oraz współpraca z otoczeniem społeczno-gospodarczym, spełniają wymagania stawiane samodzielnemu pracownikowi naukowemu.

Wobec powyższego uważam, że dyskusja w pełnym składzie Komisji Habilitacyjnej powinna zdecydować o tym, czy zasadne jest procedowanie wniosku o nadanie stopnia doktora habilitowanego Panu dr inż. Stanisławowi Frąckowiakowi w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, czy też wniosek ten powinien zostać skierowany do oceny w innej dyscyplinie naukowej.

*Liolia Dąbelska*