



mgr Kamila Czerniak

Toruń, 12.01.2022 r.

Dr hab. n. techn. Rafał Malinowski
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut
Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników
ul. M. Skłodowskiej-Curie 55
87-100 Toruń

RECENZJA

***osiągnięcia naukowego pt. „Zastosowanie kompozytowych układów
hybrydowych i mieszanin polimerowych w przetwórstwie tworzyw
technicznych” oraz istotnej aktywności naukowej***

dra inż. Jacka Andrzejewskiego

opracowana w związku z wszczętym postępowaniem o nadanie Mu stopnia
doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych
w dyscyplinie naukowej inżynieria mechaniczna.

Podstawą formalną przygotowania niniejszej recenzji jest zlecenie Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Poznańskiej, Pana dr hab. inż. Olafa Ciszaka, prof. PP, przesłane mi pismem (znak DM.075.230.2021) datowanym na dzień 09.11.2021 r. Podstawą merytoryczną opracowania tej recenzji jest dokumentacja załączona do tego zlecenia, którą otrzymałem w dniu 19.11.2021 r.

Po wstępnym zapoznaniu się z treścią otrzymanych dokumentów, a także biorąc pod uwagę to, że obszar działalności naukowej Habilitanta jest zgodny z moimi zainteresowaniami naukowymi, stwierdziłem, że mogłem przystąpić do opracowania recenzji osiągnięcia naukowego oraz istotnej aktywności naukowej dra inż. Jacka Andrzejewskiego w związku z Jego wszczętym postępowaniem habilitacyjnym. Jednocześnie oświadczam, że nie prowadziłem i nie prowadzę z Habilitantem żadnych wspólnych badań naukowych oraz że nie jesteśmy współautorami jakiegokolwiek publikacji naukowej.

Ocena przedstawiona w recenzji została przygotowana na podstawie kryteriów określonych w art. 219 ust. 1 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668). Kierując się wskazanymi w Ustawie wymogami prawnymi przedstawiono – poza wprowadzającymi informacjami podstawowymi o Habilitancie – kolejno: (i) ocenę osiągnięcia naukowego, stanowiącego wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny naukowej, (ii) ocenę Jego aktywności naukowej, oraz (iii) konkluzję końcową będącą wypadkową wyżej wymienionych ocen.

1. Informacje podstawowe o Habilitancie

Dr inż. Jacek Andrzejewski uzyskał tytuł zawodowy magistra inżynieria w 2009 roku kończąc studia na Wydziale Budowy Maszyn i Zarządzania Politechniki Poznańskiej. Pracę magisterską pt. „*Proces technologiczny wytapiania tytanu i jego stopów w plazmowych piecach metalurgicznych*” wykonał pod kierunkiem dra hab. inż. Andrzeja Modrzyńskiego. W 2011 roku został zatrudniony na tym samym Wydziale na stanowisku starszego referenta ds. badawczych. Następnie, w latach 2011-2019, pracował na stanowisku asystenta, a od początku roku akademickiego 2019/2020 – na stanowisku adiunkta. W międzyczasie, w latach 2017-2018, pracował na stanowisku PostDoc Researcher w Bioproduct Discovery & Development Centre na University of Guelph, w Kanadzie. W 2014 roku uzyskał stopień doktora nauk technicznych nadany Mu przez Radę Wydziału Budowy Maszyn i Zarządzania Politechniki Poznańskiej. Promotorem rozprawy doktorskiej pt. „*Przetwórstwo i właściwości jednopolimerowych kompozytów poliestrowych*” był dr hab. inż. Marek Szostak. Obecnie dr inż. Jacek Andrzejewski kontynuuje w macierzystej jednostce swoje działalności naukową i dydaktyczną, które szczegółowo scharakteryzowano w punktach 2 i 3 niniejszej recenzji.

2. Ocena osiągnięcia naukowego

2.1. Znaczenie tematyki przedstawionej w jednotematycznym cyklu publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe przedłożone do oceny

Tematyka obejmująca oceniane osiągnięcie naukowe Habilitanta dotyczy zagadnień związanych z opracowywaniem i wytwarzaniem nowych rodzajów materiałów polimerowych, a także nowych metod przetwórstwa tych materiałów. Prace badawcze o podobnej tematyce prowadzone były już około 100 lat temu. Było to związane z odkryciem pierwszych polimerów, a także stwierdzeniem ich wielkiego potencjału użytkowego i związanej z tym koniecznością modyfikowania ich właściwości. Wtedy to powstały pierwsze polimerowe materiały kompozytowe typu bekelit napełniony celulozą, a nieco później poliestrowe kompozyty z włóknami szklanymi. W miarę opracowywania coraz to nowszych rodzajów polimerów, składników dodatkowych modyfikujących ich właściwości, a także postępu w technologii przetwórstwa tych materiałów, oczekiwań społecznych i uwarunkowań legislacyjnych, powstała ogromna liczba możliwych kombinacji dotyczących wytwarzania nowych materiałów. Co więcej, jeżeli weźmie się również pod uwagę kwestie recyklingu i ochrony środowiska naturalnego, to wiedza dotycząca nowych rodzajów materiałów polimerowych (w tym kompozytowych), sposobów ich wytwarzania, ich właściwości i możliwych aplikacji, jest niepełna i wymaga ciągłego uzupełniania.

Obecnie polimery i kompozyty polimerowe stanowią jedne z podstawowych grup materiałów inżynierskich. Poza wieloma cennymi zaletami tych materiałów, wykazują one również mniej korzystne cechy w aspekcie ochrony środowiska naturalnego i ich wieloletniego rozkładu w tym środowisku. Rosnąca konsumpcja tworzyw polimerowych

i związana z tym ilość odpadów konsumenckich stanowią aktualnie jeden z najczęściej podejmowanych problemów współczesnej cywilizacji. Jednym ze sposobów ograniczenia tych niekorzystnych zmian jest stosowanie biodegradowalnych odpowiedników klasycznych polimerowych materiałów niebiodegradowalnych. Jednakże ze względu na ich mniej korzystne właściwości użytkowe i parametry przetwórcze muszą być one odpowiednio modyfikowane, a w tym poprzez wytwarzanie mieszanin polimerowych, kompozytów lub nanokompozytów, a także muszą być modyfikowane procesy przetwórcze i niektóre rozwiązania konstrukcyjne stosowane w maszynach i urządzeniach do przetwórstwa tych materiałów.

Zatem wytwarzanie nowych rodzajów materiałów polimerowych, a zwłaszcza kompozytów niebiodegradowalnych i biodegradowalnych oraz udoskonalanie technik ich przetwórstwa, ma obecnie bardzo duże znaczenie zarówno naukowe, jak i praktyczne. Prace w tym zakresie prowadzone są na całym świecie w wielu jednostkach naukowych. Wyniki tych prac są szeroko upowszechniane w literaturze naukowej i patentowej, a także na konferencjach o zasięgu lokalnym i międzynarodowym. Część z nich jest również wdrażana do produkcji przez dominujące światowe koncerny, a także przez krajowych przedsiębiorców. Należy również zaznaczyć, że zapotrzebowanie na tego typu materiały i nowe technologie będzie sukcesywnie się zwiększać, a co za tym idzie konieczne będzie również poszukiwanie w najbliższej przyszłości nowych źródeł surowców do ich wytwarzania, a także niskoenergetycznych i niskoemisyjnych technologii przetwórstwa. Wszystko to świadczy o dużym znaczeniu tematyki badawczej przedstawionej do oceny.

Jednotematyczny cykl publikacji Habilitanta, stanowiący oceniane osiągnięcie naukowe, zawiera artykuły dotyczące opracowywania nowych kompozytów i mieszanin polimerowych, w tym biodegradowalnych, a także technologii ich przetwarzania. Najwięcej uwagi poświęcono technologii wtryskiwania nowych materiałów, a w dalszej kolejności technologiom prasowania i druku 3D. Habilitant stosował w swoich pracach jako fazę ciągłą takie polimery jak: poliwęglan (PC), poli(akrylonitryl-co-butadien-co-styren) (ABS), polioksymetylen (POM), polipropylen (PP), poli(tereftalan etylenu) (PET), polilaktyd (PLA) oraz poli(adypinian-co-tereftalan butylenu) (PBAT). Jako fazę rozproszoną stosował biowęgiel, włókna węglowe, włókna bazaltowe, proszek korkowy, mączkę drzewną, włókna lniane, prepregi PLA/len oraz talk. **Artykuły zawarte w ocenianym jednotematycznym cyklu publikacji są ważne i oryginalne, obejmują aktualną problematykę poruszaną przez wiele zespołów naukowo-badawczych na całym świecie w obszarach takich nauk jak inżynieria mechaniczna, inżynieria materiałowa oraz inżynieria chemiczna. Są to również artykuły poruszające dość trudne kwestie związane z pewnym kompromisem między właściwościami nowych materiałów, a ich przetwórstwem, podatnością na biodegradację i możliwościami aplikacyjnymi.**

2.2. Ocena jednotematycznego cyklu publikacji pt. „Zastosowanie kompozytowych układów hybrydowych i mieszanin polimerowych w przetwórstwie tworzyw technicznych”, stanowiącego podstawę postępowania habilitacyjnego

Jednotematyczny cykl publikacji pt. „Zastosowanie kompozytowych układów hybrydowych i mieszanin polimerowych w przetwórstwie tworzyw technicznych”, przedstawiony przez Habilitanta w załączniku nr 3 do *Wniosku o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego* zawiera 11 artykułów opublikowanych w czasopiśmie naukowych posiadających wskaźnik Impact Factor (IF) oraz indeksowanych w naukowych bazach danych takich jak *Web of Science* oraz *Scopus*. Z tych artykułów 10 zostało zamieszczonych w pełnych wersjach drukowanych w załączniku nr 7 do *Wniosku* (brak jest wydruku artykułu opublikowanego w *Materials & Design*, który jest jednakże załączony w wersji elektronicznej). Wszystkie te artykuły są pracami wieloautorскими, przy czym Habilitant jest w każdym przypadku ich pierwszym i głównym współautorem, a dodatkowo w 7 z tych artykułów jest też autorem korespondencyjnym. Wkład twórczy Habilitanta w ich powstanie jest następujący: 50% w 3 artykułach co najmniej trójautorских, 60% w 6 artykułach co najmniej dwuautorских oraz 80% w 2 artykułach dwuautorских. Widać zatem, że wkład twórczy Habilitanta w powstanie każdej publikacji jest dominujący. Udziały procentowe poszczególnych autorów są potwierdzone załączonymi do *Wniosku* oświadczeniami (załącznik nr 5). Wszystkie czasopisma, w których ukazały się oceniane artykuły, są renomowanymi periodykami anglojęzycznymi o zasięgu międzynarodowym. Ich sumaryczny wskaźnik IF (określony dla danego roku, w którym ukazywały się poszczególne artykuły) wynosi 47,84, a liczba punktów ministerialnych (według aktualnej listy MEiN oraz według „starej” listy MNiSW, tj. obowiązującej przed 31.07.2019 r.) wynosi 1215. Warto zauważyć, że prace te są szeroko cytowane; artykuł opublikowany w *Composites Part B 163 (2019) 655–668* był (na dzień 12.01.2022 r.) cytowany już 33-krotnie (dane z bazy *Scopus*), a wszystkie artykuły wchodzące w skład ocenianego cyklu publikacji były łącznie cytowane już 158-krotnie (dane z bazy *Scopus*), co jest wynikiem bardzo dobrym.

Tematyka i najważniejsze osiągnięcia Habilitanta przedstawione w poszczególnych artykułach jednotematycznego cyklu są następujące:

- a) Zbadanie łącznego wpływu biowęgla oraz włókien węglowych na właściwości PC przy udziale niewielkiej (0,5% mas.) ilości kopolimeru akrylowo-styrenowego. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono: (i) niską efektywność stosowanego biowęgla, co wynikało głównie z problemów technologicznych będących następstwem zjawiska hydrolizy osnowy polimerowej, a także niekorzystnej morfologii struktury napełniacza oraz (ii) konieczność dalszego modyfikowania PC poprzez wytwarzanie m.in. mieszanin polimerowych z jego udziałem.
- b) Opracowanie kompozytu hybrydowego zawierającego biowęgiel i włókna węglowe w układzie z mieszaniną PC/ABS. Stwierdzono, że pomimo niskiego współczynnika

wzmocnienia kompozytu biowęglem, korzystne efekty uzyskuje się w jego układzie hybrydowym, tj. z włóknami węglowymi, co dodatkowo ogranicza rozszerzalność cieplną i zmniejsza anizotropię otrzymanych materiałów.

- c) Określenie wpływu hybrydowego układu dwóch napełniaczy, tj. biowęgla i włókien bazaltowych na właściwości semikrystalicznego POM. Badania te umożliwiły stwierdzenie mniejszego względnego wpływu zdegradowanych makrocząsteczek polimerowych na właściwości otrzymanych kompozytów, głównie z uwagi na obecność fazy krystalicznej POM.
- d) Wykazanie: (i) niekorzystnego lub neutralnego wpływu stosowania wyłącznie napełniacza korkowego w kompozytach na bazie PP lub PLA na ich właściwości mechaniczne, (ii) braku możliwości obniżenia gęstości tego typu kompozytów uzyskiwanych techniką wtryskiwania, (iii) korzystnego wpływu na ograniczoną chłonność wilgoci przez te kompozyty w wyniku obecności w strukturze korka suberyny o charakterze hydrofobowym, a także (iv) poprawy właściwości mechanicznych badanych kompozytów w wyniku zastosowania układu hybrydowego, tj. napełniaczy korkowego i drzewnego.
- e) Technologiczne zweryfikowanie możliwości stosowania prepregów typu PLA/len w procesie ich obtryskiwania niemodyfikowanym PLA lub kompozytem PLA zawierającym rozdrobnione paździerze lniane. W wyniku przeprowadzonych prób technologicznych stwierdzono, że możliwe jest uzyskanie trwałego połączenia pomiędzy kompozytowym prepregiem, a wtryskiwanym polimerem z pominięciem etapu podgrzewania wkładki kompozytowej.
- f) Opracowanie technologii wytwarzania kompozytów samowzmocnionych w procesie prasowania dwukomponentowych włókien polipropylenowych bez występowania zjawiska relaksacji ich struktury. Efekt ten uzyskano w wyniku dodawania, podczas procesu prasowania włókien polipropylenowych, układu hybrydowego napełniaczy mączki drzewnej i celulozy. Powodowało to ograniczenie mobilności włókien dwukomponentowych w wyniku ich wymieszania z napełniaczami naturalnymi.
- g) Zastosowanie technologii wtryskiwania w otrzymywaniu hybrydowych kompozytów samowzmocnionych bez konieczności stosowania etapu podgrzewania wkładki w celu uplastycznienia osnowy kompozytu. Wykonane prace potwierdziły możliwość otrzymania nowych materiałów hybrydowych stanowiących wkładkę dwukomponentową (prepreg srPET) o osłonie z LPET obtryskiwaną takimi polimerami jak: GPET lub PET wtryskowy.
- h) Określenie wpływu stosunku masowego komponentów mieszaniny PLA/POM oraz dodatku kopolimeru EBA-GMA i wydłużacza łańcuchów polimerowych (CE) na właściwości mieszaniny PLA/POM, a także oznaczenie zawartości fazy krystalicznej mieszaniny PLA/POM (50/50) w procesie jej obróbki cieplnej. Określenie możliwości

kontrolowania właściwości cieplnych i mechanicznych mieszaniny PLA/POM, w pewnym zakresie udziałów masowych obu komponentów, bez konieczności stosowania składników dodatkowych.

- i) Porównanie właściwości mechanicznych i cieplnych próbek badawczych otrzymanych w procesie druku 3D oraz w procesie wtryskiwania mieszanin PLA/PBAT kompatybilizowanych za pomocą wydłużacza łańcuchów polimerowych. W pracy stwierdzono, że otrzymane materiały nie mają dobrych właściwości termomechanicznych, które jednakże mogą być poprawione poprzez zmianę parametrów procesu druku 3D techniką FDM.
- j) Uzyskanie materiałów kompozytowych na bazie mieszaniny PLA/PBAT wzmocnionych włóknami lnianymi, o szczególnie korzystnych właściwościach cieplnych, nawet przy dużej zawartości PBAT. Efekt ten uzyskano w wyniku procesu reaktywnego wytłaczania obu polimerów z kompatybilizatorem, dzięki czemu udało się uzyskać temperaturę HDT większości próbek na poziomie co najmniej 100°C.
- k) Zbadanie i porównanie właściwości mieszanin GPET/PC, a także kompozytów GPET/PC zawierających talk. W pracy stwierdzono, że otrzymane kompozyty charakteryzują się znacznie większą temperaturą HDT w porównaniu do mieszanin GPET/PC. Te z kolei wykazywały lepsze właściwości mechaniczne, a szczególnie wytrzymałość na rozciąganie, w porównaniu do badanych kompozytów z talkiem.

Rezultaty badań przedstawione w ocenianym cyklu publikacji są spójne tematycznie i obejmują zagadnienia otrzymywania i badań nowych kompozytowych układów hybrydowych oraz mieszanin polimerowych przetwarzanych w takich procesach technologicznych jak wtryskiwanie, prasowanie lub druk 3D. W publikacjach tych Habilitant bardzo dobrze wyjaśnił zjawiska występujące w poszczególnych procesach technologicznych, a także przybliżył te zagadnienia, które dotąd były słabo poznane lub niewyjaśnione. Warto podkreślić jest również to, że część wyników badań przedstawionych prac ma charakter wyraźnie użyteczny, co może stanowić podstawę do ich późniejszego wdrażania. Efekty prac naukowych Habilitanta świadczą o Jego znaczącej wiedzy z zakresu inżynierii mechanicznej, a także inżynierii materiałowej i przetwórstwa tworzyw polimerowych. **Przedstawiony cykl publikacji oceniam wysoko, ma on dużą wartość naukową i użyteczną, a także stanowi istotny wkład w obszarze rozwijania nowych materiałów polimerowych i technologii ich przetwarzania.**

Za najważniejsze osiągnięcia naukowe Habilitanta, przedstawione w jednotematycznym cyklu publikacji, uznaję: (i) opracowanie technologii wytwarzania kompozytów polimerowych zawierających napełniacze biowęglowe, a zwłaszcza tych o osnowie bardziej podatnej na degradację, (ii) określenie efektów łącznego stosowania dwóch rodzajów napełniaczy (hybrydyzacji) na najważniejsze właściwości badanych

materiałów, (iii) opracowanie nowego sposobu wytwarzania kompozytów hybrydowych w zmodyfikowanym procesie obtryskiwania wkładek samowzmacnianych, (iv) wyjaśnienie obserwowanych w swoich pracach badawczych zjawisk, np. anizotropii podczas kształtowania kompozytów hybrydowych w procesie wtryskiwania, (v) opracowanie nowych kompozytów biodegradowalnych o znaczącej odporności cieplnej, oraz (vi) opracowanie nowych rodzajów materiałów przeznaczonych do druku 3D techniką FDM.

Przedstawiona powyżej ocena jednotematycznego cyklu publikacji pt. „Zastosowanie kompozytowych układów hybrydowych i mieszanin polimerowych w przetwórstwie tworzyw technicznych”, a także najważniejsze osiągnięcia naukowe, są podstawą do stwierdzenia, że publikacje te **stanowią znaczny i oryginalny wkład do dyscypliny naukowej inżynieria mechaniczna. Zatem, przedstawione osiągnięcie spełnia warunki określone w art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668).**

3. Ocena istotnej aktywności naukowej

3.1. Publikacje naukowe

Z przedstawionych przez Habilitanta w autoreferacie wskaźników bibliometrycznych wynika, że jest on współautorem – na dzień 05 maja 2021 roku – 33 artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach znajdujących w bazie danych *Web of Science*. Spośród tych prac, 26 zostało opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora, co stanowi prawie 79%. Z kolei w załączniku nr 4 do *Wniosku* zestawione są w sumie 34 artykuły naukowe opublikowane w czasopismach znajdujących się w bazie danych *Web of Science* z czego 27 po uzyskaniu stopnia doktora.

Aktualnie dorobek publikacyjny Habilitanta jest jeszcze większy. Na dzień 12.01.2022 r. składa się na niego 40 artykułów zestawionych w bazie danych *Web of Science* lub 45 artykułów zestawionych w bazie danych *Scopus*. Na podstawie aktualnych wskaźników bibliometrycznych tych baz Jego indeks Hirscha wynosi odpowiednio 11 i 13, a liczba cytowań – odpowiednio 440 i 481. **Wskaźniki te świadczą o dużej rozpoznawalności międzynarodowej Habilitanta i o znaczącym uznaniu jego prac naukowych, czego dowodem są chociażby ich cytowania w najlepszych światowych czasopismach naukowych, takich jak np. *Progress in Polymer Science* (IF: 29,190).**

Większość artykułów, opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora, zestawionych w obu bazach naukowych została opublikowana w czasopismach o wysokim wskaźniku IF (średni IF>3), a niektóre z nich w czasopismach o jednym z najwyższych wskaźników IF, jakie dotyczą czasopism o zagadnieniach polimerowych. Są to trzy artykuły opublikowane w *Composites Part B: Engineering* (IF: 9,078; 200 pkt. MEiN), oraz po jednym w: *Composites Science and Technology* (IF: 8,528; 140 pkt. MEiN), *ACS Sustainable Chemistry and Engineering* (IF: 8,198; 140 pkt. MEiN), *Materials and Design* (IF: 7,991; 140 pkt.

MEiN), *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing* (IF: 7,664; 140 pkt. MEiN). Wszystkie te czasopisma, poza ostatnim, znajdują się również na prestiżowej liście czasopism TOP 10%. W sześciu z tych artykułów Habilitant był głównym współautorem. Na uwagę zasługuje również fakt, że średni wskaźnik IF czasopism, w których Habilitant publikował wyniki swoich badań po uzyskaniu stopnia doktora, jest wielokrotnie większy niż ten dotyczący czasopism, w których Habilitant publikował swoje prace przed uzyskaniem stopnia doktora.

Z zestawionych w obu bazach danych publikacji wynika również to, że zainteresowania naukowe Habilitanta dotyczą także innych zagadnień niż te przedstawione w jednotemetycznym cyklu publikacji. Obejmują one problemy technologii odlewania rotacyjnego, wpływu warunków przetwórstw tworzyw na ich właściwości, a także modyfikowania materiałów polimerowych za pomocą wybranych nanonapełniaczy polimerowych. Świadczy to dobrze o działalności naukowej Habilitanta, który nie skupia się wyłącznie na jednym zagadnieniu, a wykracza szerzej i obejmuje również obszary inżynierii materiałowej, technologii chemicznej i przetwórstwa tworzyw polimerowych.

Habilitant jest także współautorem 9 artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach nie znajdujących się w bazie danych *Web of Science*, z czego 3 ukazały się po uzyskaniu stopnia doktora. Dodatkowo w swoim dorobku naukowym posiada współautorstwo w 2 rozdziałach w monografii (jedno przed doktoratem), z których jeden, opublikowany w 2019 roku, jest wydany w wersji anglojęzycznej przez wydawnictwo Springer Nature AG.

Przedstawione tu osiągnięcia publikacyjne potwierdzają w pełni predyspozycje i przygotowanie merytoryczne Habilitanta do samodzielnego prowadzenia badań naukowych.

3.2. Patenty i zgłoszenia patentowe

Część rezultatów swoich badań Habilitant opatentował, przy czym wszystkie 4 patenty zostały udzielone przez UPRP po uzyskaniu stopnia doktora. Uzyskane patenty uzupełniają również 7 zgłoszeń patentowych dokonanych również w UPRP. Patenty i zgłoszenia patentowe dotyczą przede wszystkim sposobów wytwarzania nowych materiałów polimerowych, a głównie kompozytów, biokompozytów i nanokompozytów, a także nowych produktów przeznaczonych do określonych aplikacji. W uzyskanych prawach własności przemysłowej Habilitant w większości przypadków jest głównym twórcą wynalazków.

Zarówno uzyskane patenty, jak i zgłoszenia patentowe, stanowią bardzo ważną część aktywności naukowej Habilitanta, świadczą o Jego działalności wynalazczej, wysokich kwalifikacjach inżynierskich, a także są ściśle związane z Jego główną działalnością naukową.

3.3. Udział w konferencjach

Istotną formą upowszechniania wyników badań Habilitanta są również wystąpienia konferencyjne. Jest on współautorem 32 wystąpień konferencyjnych, które w 78% miały miejsce po uzyskaniu stopnia doktora. Po uzyskaniu tego stopnia Habilitant wygłosił 15 referatów oraz przedstawił 10 posterów, w obu przypadkach będąc ich jedynym autorem lub głównym współautorem. Prezentacje te przedstawione były na 16 konferencjach naukowych o zasięgu krajowym (6 konferencji) i międzynarodowym (10 konferencji), w języku polskim lub języku angielskim. Upowszechniane na konferencjach rezultaty badań Habilitanta dotyczyły przede wszystkim Jego głównego nurtu badawczego, stanowiącego oceniane osiągnięcie naukowe.

3.4. Projekty badawcze

W czasie całej swojej działalności naukowej Habilitant realizował kilkanaście różnego rodzaju projektów badawczych. W okresie po doktoracie był kierownikiem 2 projektów finansowanych kolejno przez Narodowe Centrum Nauki (NCN) oraz Narodową Agencję Wymiany Akademickiej (NAWA). Były to projekty realizowane w ramach konkursu MINIATURA 2 (z NCN) oraz w ramach programu Bekkera (z NAWA). Oprócz tego był kierownikiem 2 projektów realizowanych w ramach działalności statutowej. Jako wykonawca brał również udział w realizacji takich projektów jak: LIDER – dwukrotnie (finansowany z Narodowego Centrum Badań i Rozwoju – NCBiR), POIR (finansowany z NCBiR), OMAFRA - Partnership Research Program oraz Natural Sciences and Engineering Research Council (NSERC). Realizując te projekty, a zwłaszcza o charakterze międzynarodowym, Habilitant zdobył duże doświadczenie, a w tym w zakresie zarządzania zespołami badawczymi. **Stwierdzam zatem, że w wyniku realizacji wyżej wymienionych projektów badawczych posiada On kompetencje do samodzielnego kierowania własnymi zespołami naukowymi.**

3.5. Współpraca naukowa

Habilitant prowadził i prowadzi szeroką współpracę naukową w skali krajowej i międzynarodowej, a w tym z sektorem przemysłowym. Habilitant wykazał aktywną współpracę międzynarodową z trzema wiodącymi jednostkami naukowymi. W latach 2017-2018 współpracował z zespołem prof. Amara K. Mohanty i prof. Manjusri Misry z Bioproduct Discovery & Development Centre na University of Guelph w Kanadzie, gdzie realizował staż naukowy typu PostDoc. Wyniki tej współpracy zaowocowały wspólnymi publikacjami naukowymi, które są ściśle związane z główną działalnością naukową Habilitanta i które wchodzi w skład Jego osiągnięcia naukowego. Druga współpraca międzynarodowa realizowana w 2020 roku w ramach stypendialnego programu Bekkera

finansowanego przez NAWA została nawiązana z zespołem prof. Aminula Islma z Mechanical Engineering Department na Technical University of Denmark. Wydział Mechaniczny tej uczelni jest jednym z wiodących ośrodków specjalizujących się w badaniach wtryskiwania tworzyw polimerowych, a zwłaszcza technologią mikrowtryskiwania. Zakres prowadzonych prac w tej jednostce stanowi również część osiągnięcia naukowego Habilitanta. Trzecim zespołem współpracującym z Habilitantem był zespół prof. Dervalá Dos Santos Rossy z Universidade Federal do ABC z Brazylii. Badania prowadzone w ramach tej współpracy stanowiły również główny obszar badawczy Habilitanta. Nawiązana współpraca Habilitanta z jednostkami zagranicznymi potwierdza Jego międzynarodowe uznanie, a uzyskane efekty tych współprac oceniam wysoko. Ponadto doświadczenie zdobyte w zespołach kierowanych przez profesorów o międzynarodowym autorytecie wzmacnia kompetencje Habilitanta do samodzielnego prowadzenia badań naukowych.

Współpraca krajowa Habilitanta obejmuje 6 jednostek, z którymi aktywnie prowadził On prace badawcze, tj.:

- a) Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy (obecnie Politechnika Bydgoska), w którym realizowane były liczne projekty, a w tym: wspólny projekt ECOPAT (FP7-SME-262595), projekt LIDER, projekty związane z działalnością statutową, a także projekty nad modyfikacją tworzyw kompozytowych oraz mieszanin typu PLA/POM stanowiących część przedstawionego przez Habilitanta osiągnięcia naukowego.
- b) Politechnikę Krakowską, gdzie prowadzono wspólne badania w zakresie modyfikowania właściwości pianek poliuretanowych, udokumentowane zgłoszeniem patentowym i publikacją naukową.
- c) Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, w którym prowadzone są wspólne prace badawcze nad palnością materiałów kompozytowych zawierających biowęgiel, co mieści się w głównym obszarze badawczym Habilitanta.
- d) Politechnikę Gdańską, gdzie wykorzystywane są przez Habilitanta odpady gumowe w procesie odlewania rotacyjnego.
- e) Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych Polskiej Akademii Nauk, wykonujące m.in. badania biodegradacji kompozytów zawierających biowęgiel.
- f) Instytut Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych Polskiej Akademii Nauk, realizujący wspólne prace w zakresie wytwarzania bioresorbowalnych implantów kompozytowych otrzymywanych techniką druku 3D.

Obszary tematyczne realizowane z poszczególnymi krajowymi jednostkami naukowymi są zgodne z główną działalnością Habilitanta i w znacznej mierze dotyczą jego głównego osiągnięcia naukowego. Wartość prowadzonej współpracy oceniam wysoko, tym bardziej, że część rezultatów ma wyraźny potencjał aplikacyjny.

Współpraca Habilitanta z sektorem przemysłowym jest dość szeroka, bo obejmuje w sumie 15 przedsiębiorstw. Jej zakres dotyczy głównie wykonywania różnego rodzaju prac badawczych lub rozwojowych, ekspertyz, analiz, a także prób technologicznych. Habilitant wykazał również osiągnięcia wdrożeniowe, z czego 3 na 5 dokonanych zostało po uzyskaniu stopnia doktora. Wdrożenia te dotyczyły wytwarzania techniką druku FDM implantów bioresorbowalnych (dla firmy Syntplant Sp. z o.o.), opracowania technologii nanoszenia powłok polimocznikowych na warstwy ochronne rurociągów wodnych (dla firmy Terlan Sp. z o.o.) oraz opracowania konstrukcji przenośnego urządzenia do pomiarów udarności profili PVC (dla firmy VOX Profile Sp. z o.o.). Habilitant realizował również projekt dotyczący opracowania nowych materiałów techniką pultruzji. W wyniku współpracy z przemysłem powstały także 4 zgłoszenia patentowe, a opracowana technologia bioXpulTM została objęta chronionym znakiem towarowym. Tematyka współpracy Habilitanta z przedsiębiorcami znacząco wykracza poza główny zakres Jego działalności, co oceniam bardzo wysoko i co świadczy o Jego dużej wiedzy, a w tym praktycznej.

3.6. Działalność dydaktyczna

Habilitant prowadził i prowadzi na uczelni macierzystej zajęcia dydaktyczne dla studentów na studiach I i II stopnia na trzech Wydziałach: (a) Inżynierii Mechanicznej, (b) Inżynierii Zarządzania oraz (c) Inżynierii Materiałowej i Fizyki Technicznej. W ramach zajęć realizuje wykłady, laboratoria oraz projekty. Tematyka wygłaszanych przez niego wykładów dotyczy głównie zagadnień przetwórstwa tworzyw sztucznych, budowy maszyn do przetwórstwa tworzyw oraz technologii stosowanych w tym przetwórstwie. Większy zakres działalności dydaktycznej obejmują zajęcia laboratoryjne prowadzone przez Habilitanta. Obejmują one dodatkowo zagadnienia materiałów konstrukcyjnych oraz rozwoju technologii bezubytkowych. W ramach zajęć dydaktycznych realizuje również projekt pt. „Niekonwencjonalne systemy wytwarzania”. Habilitant prowadzi także zajęcia laboratoryjne na studium podyplomowym w zakresie: (a) przetwórstwa tworzyw sztucznych i gumy oraz (b) konstrukcji form wtryskowych i narzędzi do przetwórstwa tworzyw sztucznych. Poza jednostką macierzystą prowadzi również zajęcia o specjalności *Industrial Design* na Uniwersytecie SWPS w Poznaniu.

Znaczna część działalności dydaktycznej Habilitanta dotyczy Jego opieki w charakterze promotora nad przygotowaniem prac dyplomowych studentów Politechniki Poznańskiej. Jest on promotorem 13 prac inżynierskich oraz 17 magisterskich. Od 2020 roku pełni również funkcję promotora pomocniczego w dwóch przewodach doktorskich. Poza tym opiekuje się studentami zagranicznymi przebywającymi na Politechnice Poznańskiej w ramach programu IAESTE (The International Association for the Exchange of Students for Technical Experience), a także studentami odbywającymi wizytacje w zakładach

przemysłowych. **Wykazana przez Habilitanta działalność dydaktyczna potwierdza Jego wysoką wartość jako nauczyciela akademickiego i pracownika dydaktycznego.**

3.7. Działalność organizacyjna

Habilitant był członkiem komitetu organizacyjnego następujących konferencji:

- a) Kongres Reologiczny – Poznań 2013.
- b) XII Konferencja Naukowo-Techniczna „Kierunki Modyfikacji i Zastosowań Tworzyw Polimerowych” – Rydzyna 2013.
- c) XXII Profesorskie Warsztaty Naukowe – Brodowo 2015.

Od 2018 roku jest członkiem Polskiego Towarzystwa Materiałów Polimerowych, a od 2019 roku jest członkiem Stowarzyszenia Polskich Wynalazców i Racjonalizatorów. Jest również (od 2019 roku) opiekunem prężnie działającego koła naukowego „Matrix” przy Instytucie Technologii Materiałów Politechniki Poznańskiej.

3.8. Staże naukowe

Zestawione przez Habilitanta staże odbyte po uzyskaniu stopnia doktora obejmują 3 pobyty w zagranicznych jednostkach naukowych. Szczególnie wysoko oceniam 2 pobyty stażowe w Technical University of Denmark (staż 4-miesięczny) oraz w University of Guelph (staż 12-miesięczny). Staż w Slovak University of Technology in Bratislavia miał raczej charakter dłuższej (prawie trzytygodniowej) wizytacji, ale również o ważnym znaczeniu dla nawiązanej współpracy naukowej. Przedstawione przez Habilitanta pozostałe staże, w tym dwa przemysłowe w przedsiębiorstwach Activ Electronik Sp. z o.o. oraz MPTS Sp. z o.o., miały istotne znaczenie praktyczne jednakże nie dotyczyły ściśle głównego nurtu prowadzonych przez Habilitanta badań naukowych, a także realizowane były przed uzyskaniem stopnia doktora.

3.9. Stypendia i nagrody

Aktywność naukowa Habilitanta została zauważona i doceniona szczególnie w ostatnich dwóch latach, w których przyznane zostały Mu 2 ważne stypendia. Pierwszym było Stypendium naukowe dla wybitnych młodych naukowców przyznane w 2020 roku przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Drugim było stypendium stażowe w ramach programu Bekkera, o czym już wcześniej wspomniano. **Uzyskanie obu stypendiów potwierdza dojrzałość naukową Habilitanta, a także Jego zdolność do prowadzenia samodzielnej działalności naukowej.** Oprócz tego, Habilitant jest laureatem konkursu Laur Innowacyjności 2020, co potwierdza jego umiejętności inżynierskie i dużą wartość realizowanych przez Niego prac. W latach 2015, 2018 i 2019 otrzymał również nagrodę zespołową Rektora Politechniki Poznańskiej za osiągnięcia naukowe. W roku 2015 został

ponadto wyróżniony przez Polską Akademię Nauk w konkursie na najlepszą oryginalną pracę twórczą.

3.10. Działalność recenzencka i ekspercka

Habilitant prowadził i prowadzi aktywną działalność recenzencką i ekspercką. Dotyczy ona kilku obszarów. Pierwszy związany jest z wykonywaniem recenzji artykułów naukowych przesyłanych do różnych czasopism anglojęzycznych. W sumie Habilitant wykonał recenzje dla 18 czasopism. Warto tu podkreślić wyjątkowo dużą liczbę wszystkich wykonanych recenzji (110), z czego aż 74 stanowią recenzje wykonane dla czasopisma *Polymers*, co częściowo może wynikać z członkostwa Habilitanta w radzie recenzentów tego czasopisma.

Drugi obszar związany jest z wykonywaniem recenzji wniosków o finansowanie badań naukowych. W tym przypadku Habilitant był ekspertem Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej, a także National Research, Development and Innovation Office Hungary (NRDI).

Trzeci obszar dotyczy wykonanych opinii eksperckich nt. innowacyjności technologii wdrażanych w przedsiębiorstwach. Habilitant w latach 2018 i 2019 wykonał 2 takie opinie dla firm JES Opakowania Sp. z o.o. oraz L-R. Legutko-Recykling PHU.

Ostatni obszar obejmuje uczestnictwo w zespołach eksperckich lub konkursowych, w których Habilitant dwukrotnie pełnił funkcję członka zespołu oceniającego, tj. podczas Międzynarodowych Targów Poznańskich oraz Targów ITM Polska.

Są to istotne działalności recenzenckie i eksperckie, potwierdzające wysokie kompetencje Habilitanta zarówno w skali krajowej, jak i międzynarodowej, a poza tym świadczące o tym, że jest on cenionym naukowcem zarówno w kraju, jak i poza nim.

3.11. Inne osiągnięcia i aktywności naukowe

Habilitant jest ponadto autorem trzech wykładów przedstawionych na zaproszenie Komisji Budowy Maszyn PAN, Komitetu Nauk o Materiałach PAN oraz organizatorów warsztatów pt. „Wytwarzanie i właściwości (bio)kompozytów” na targach Kompozyty-EXPO – 6. Wszystkie wygłoszone wykłady mieszczą się w obszarze głównej działalności naukowej Habilitanta i stanowią część jego osiągnięcia naukowego.

W czasie swojej działalności naukowej wziął także udział w 19 szkoleniach podnoszących Jego kwalifikacje, z czego 7 odbył po doktoracie. Były to na ogół specjalistyczne kursy dotyczące technik badawczych, zarządzania projektami lub językowe.

3.12. Podsumowanie istotnej aktywności naukowej

Istotną aktywność naukową Habilitanta oceniam wysoko. Szczegółowo została ona przedstawiona w punktach 3.1-3.11. Warto podkreślić jest to, że Habilitant prowadzi aktywną działalność naukową o szerokim spektrum, tzn. odnoszącą się do różnych kryteriów, a m.in.: publikowania, w tym w monografiach, patentowania, upowszechniania wyników

badań na konferencjach, wdrożeń rezultatów prac badawczych, wnioskowania o granty i ich realizacji, odbywania staży, ubiegania się o stypendia i nagrody, współpracy naukowej (międzynarodowej i krajowej, w tym z sektorem przemysłowym), a także działalności dydaktycznej (w tym promotorskiej), organizacyjnej oraz recenzenckiej i eksperckiej. O istotnej aktywności naukowej Habilitanta świadczą również Jego wskaźniki bibliometryczne, które obecnie są wielokrotnie większe niż te przed uzyskaniem stopnia doktora i które z roku na rok znacząco się zwiększają. Potwierdzają to również trzy najnowsze publikacje Habilitanta, które zostały już opublikowane w tym roku. Na szczególną uwagę zasługuje znacząca aktywność naukowa Habilitanta w zakresie współpracy krajowej i międzynarodowej z innymi jednostkami naukowymi, w tym w ramach odbytych staży naukowych w zagranicznych ośrodkach badawczych. **Podsumowując, stwierdzam, że przedstawiona aktywność naukowa Habilitanta jest istotna i wartościowa, a tym samym spełnione są warunki określone w art. 219 ust. 1 pkt. 3 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668).**

4. Wniosek końcowy

Na podstawie szczegółowej analizy przedłożonych mi dokumentów, a także baz danych literatury naukowej (*Web of Science* i *Scopus*), stwierdzam, że osiągnięcie naukowe dra inż. Jacka Andrzejewskiego ujęte w jednotematycznym cyklu publikacji pt. „*Zastosowanie kompozytowych układów hybrydowych i mieszanin polimerowych w przetwórstwie tworzyw technicznych*”, stanowi znaczny i oryginalny wkład do dyscypliny naukowej *inżynieria mechaniczna*. Stwierdzam ponadto, że dr inż. Jacek Andrzejewski wykazuje istotną i szeroką aktywność naukową w więcej niż jednej jednostce naukowej, w tym zagranicznej, a także że osiągnął znaczącą pozycję naukową w dyscyplinie *inżynieria mechaniczna*. **W związku z powyższym Habilitant spełnia wszystkie warunki konieczne do uzyskania stopnia doktora habilitowanego, określone w art. 219 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668).**

Uwzględniając powyższe oceny osiągnięcia naukowego oraz istotnej aktywności naukowej dra inż. Jacka Andrzejewskiego, w pełni popieram Jego wniosek o nadanie Mu stopnia *doktora habilitowanego nauk inżynieryjno-technicznych* w dyscyplinie naukowej *inżynieria mechaniczna*. Wnoszę zatem do Komisji Habilitacyjnej o pozytywne rozpatrzenie wniosku dra inż. Jacka Andrzejewskiego.


Dr hab. n. techn. Rafał Malinowski