



Dr hab. inż. Cezary Rapiejko, prof. uczelni
Politechnika Łódzka, Wydział Mechaniczny,
Katedra Technologii Materiałowych i Systemów Produkcji,
ul. Stefanowskiego 1/15, 90-924 Łódź
e-mail: cezary.rapiejko@p.lodz.pl
tel.: 42 631 22 75

RECENZJA
OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO I AKTYWNOŚĆ NAUKOWEJ
DR. INŻ. ADRIANA LEWANDOWSKIEGO
Z POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ, WYDZIAŁU
MECHANICZNEGO TECHNOLOGICZNEGO

Temat rozprawy habilitacyjnej:

**Wybrane zagadnienia modelowania CFD procesu
wytłaczania tworzyw polimerowych**

ŁÓDŹ, marzec 2024 r.



Katedra Technologii Materiałowych i Systemów Produkcji

90-924 Łódź, ul. Stefanowskiego 1/15, budynek A22 tel.:42 631 22 75, fax: 42 636 51 05,
www.mechaniczny.p.lodz.pl



RECENZJA

OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO I AKTYWNOŚĆ NAUKOWEJ

DR. INŻ. ADRIANA LEWANDOWSKIEGO

Z POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ, WYDZIAŁU MECHANICZNEGO
TECHNOLOGICZNEGO

Temat osiągnięcia naukowego - monografii:

Wybrane zagadnienia modelowania CFD procesu wytłaczania tworzyw polimerowych

Ocenę osiągnięcia naukowego, którym jest rozprawa habilitacyjna, aktywności naukowej, osiągnięć dydaktycznych i organizacyjnych dr. inż. Adriana Lewandowskiego przedstawiam na podstawie wydanej monografii na temat „Wybrane zagadnienia modelowania CFD procesu wytłaczania tworzyw polimerowych”, a także znanych mi prac opublikowanych i wykonanych przez Habilitanta.

I. OCENA ROZPRAWY HABILITACYJNEJ

1. Ocena tematu i zakresu pracy

Materiały polimerowe należą do podstawowej grupy materiałów inżynierskich. Charakteryzują się różnorodnymi właściwościami, co pozwala na ich szerokie zastosowanie w różnych dziedzinach. Do typowych procesów technologicznych w przetwórstwie tworzyw sztucznych (tworzyw termoplastycznych) należy m.in. proces wtryskiwania oraz wytłaczania, za pomocą którego wytwarzane są w sposób ciągły różne elementy np.: taśmy, płyty, profile itp. Kształtowanie tych materiałów odbywa się pod wpływem podwyższonej temperatury, dzięki czemu zostają

upłynnione (lub topią się) i pozwalają się formować, a po ochłodzeniu zestalają się zachowując nadany kształt.

W przetwórstwie tworzyw sztucznych w szczególności w technologii prasowania wtryskowego, są znane oraz dobrze dopracowane modele i oprogramowanie do przeprowadzania symulacji komputerowych, ponieważ dotyczą analizy wypełnienia wnęki formy o określonej (skończonej) objętości uplastycznionym tworzywem. Natomiast w przypadku procesu wytłaczania, przeprowadzenie modelowania oraz symulacji komputerowych jest znacznie trudniejsze. Związane jest to z faktem, że trzeba wziąć pod uwagę zagadnienia modelowania procesów ślimakowych wraz z analizą mechanizmu transportu i uplastyczniania tworzywa w skomplikowanej przestrzeni głowica-ślimak-cylinder.

Tematyką modelowania CFD procesu wytłaczania tworzyw polimerowych, od wielu lat zajmuje się dr inż. Adrian Lewandowski. W swojej monografii Habilitant proponuje koncepcję modelowania procesu na podstawie bezwymiarowych charakterystyk przepływu tworzywa w wylączarce, które uzyskuje się w wyniku trudnych i czasochłonnych obliczeń numerycznych CFD, a następnie aproksymuje się modelami regresyjnymi i implementuje do globalnego modelu procesu. Globalny model procesu wytłaczania uwzględnia modelowanie przepływu tworzywa uplastycznionego w ślimaku i głowicy wylączarskiej.

Podsumowując, uważam, że tematyka podjęta przez Habilitanta jest trafna, bardzo istotna zarówno ze względów poznawczych, jak i aplikacyjnych. Przyjęty zakres pracy i uzyskane wyniki oceniam pozytywnie.

2. Ocena merytoryczna rozprawy

Rozprawa habilitacyjna dr. inż. Adriana Lewandowskiego zatytułowana „Wybrane zagadnienia modelowania CFD procesu wytłaczania tworzyw polimerowych”, została wydana przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2023 r., ISBN 978-83-8156-564-6.

Monografia liczy 137 stron, składa się z 6 rozdziałów uzupełnionych liczącą 275 pozycji bibliografią oraz streszczeniem w języku polskim i angielskim. Recenzentami wydawniczymi byli: prof. dr hab. inż. Elżbieta Bociąga, Politechnika Śląska oraz prof. dr hab. inż. Ryszard Steller, Politechnika Wroclawska.

Oceniana praca jest monografią zarówno o charakterze naukowym, poznawczym, jak i praktycznym. Obejmuje problematykę związaną modelowaniem CFD procesu wytłaczania na podstawie bezwymiarowych charakterystyk przepływu w wytłaczarce i stanowi zwieńczenie wieloletnich badań i prac Habilitanta.

W pracy w rozdziale 1. Autor przedstawił aktualny stan wiedzy, w którym scharakteryzował proces wytłaczania tworzyw polimerowych oraz przeanalizował zagadnienia związane z modelowaniem procesu wytłaczania ze szczególnym zwróceniem uwagi na globalne ujęcie procesu od chwili transportu tworzywa w stanie stałym po określenie modelu jego uplastycznienia. Analizując tę część pracy Habilitant przeprowadził analizę powszechnie znanych i stosowanych modeli opracowanych przede wszystkim dla wytłaczarki jednoślindakowej stosując do modelowania transportu metodę elementów dyskretnych (DEM). Zagadnienia związane z uplastycznieniem zostały opisane w dalszej części pracy, w której zwrócono uwagę na dobrze opisany proces i modele wytłaczania jednoślindakowego z zasilaniem grawitacyjnym oraz na proces mniej znany z zasilaniem dozowanym. W dalszej części monografii Autor poruszył zagadnienia związane z analizą i możliwościami modelowania transportu tworzywa uplastycznionego w wytłaczarkach jednoślindakowych oraz dwuślindakowych w oparciu o metody elementów skończonych (MES). Następnie przedstawił problematykę dotyczącą modelowania komputerowego procesu wytłaczania zwracając uwagę, że pomimo znacznych możliwości stosowania metod numerycznych oraz zaproponowanych modeli uplastycznienia przez np.: Tadmor'a, White'a czy też Wilczyńskiego, to w procesie wytłaczania wciąż występuje wiele zagadnień nierozwiązanych i dotychczas niestosowanych w ujęciu całościowym modelowania procesu wytłaczania. W dalszej części analizy aktualnego stanu wiedzy Autor zwrócił uwagę, na bardzo istotne zagadnienie związane z rodzajem i właściwościami tworzyw

sztucznych, co warunkuje w modelowaniu wytłaczania tworzyw polimerowych przyjęcie założenia braku lub występowania zjawiska poślizgu tworzywa na ściankach kanału przepływu (ślimaka, cylindra czy głowicy) zakładając, że uplastycznione tworzywo ma prędkość ścianki kanału. W dalszej części pracy zwrócono również uwagę na uwzględnienie w procesie modelowania przepływu z granicą płynięcia, którą wykazują niektóre tworzywa tj. kompozyty polimerowe czy tworzywa napelnione.

Na podstawie przeprowadzonej krytycznej analizy wielu badań i opracowań, Habilitant zwrócił uwagę, że nie rozważano pełnego trójwymiarowego, nienewtonowskiego modelowania procesu wytłaczania z uwzględnieniem granicy płynięcia w wytłaczarce (ślimaku) i głowicy. Tylko takie modelowanie umożliwi globalne modelowanie wytłaczania z uwzględnieniem granicy płynięcia oraz wyznaczenie punktu pracy wytłaczarki, co stało się inspiracją do opracowania modelowania CFD procesu wytłaczania jednoślimakowego przez Habilitanta.

Podsumowując charakterystykę tej części pracy zawierającej przegląd literatury stwierdzam, że jest to dobre wprowadzenie czytelnika w tematykę rozprawy.

W rozdziale 2. w oparciu o przeprowadzoną analizę aktualnego stanu wiedzy Autor przedstawił cel i zakres pracy. W pracy podjęto następujące zagadnienia modelowania CFD procesu wytłaczania jednoślimakowego:

- ✓ *modelowanie przepływu tworzywa uplastycznionego w rzeczywistej trójwymiarowej przestrzeni przepływu przy zastosowaniu elementów ślimakowych o konwencjonalnej geometrii w celu budowy bezwymiarowych charakterystyk przepływu, umożliwiających wykorzystanie wyników tego modelowania do modelowania globalnego procesu,*
- ✓ *modelowanie przepływu tworzywa uplastycznionego w rzeczywistej trójwymiarowej przestrzeni przepływu przy zastosowaniu elementów ślimakowych o niekonwencjonalnej geometrii w celu budowy bezwymiarowych charakterystyk przepływu, umożliwiających wykorzystanie wyników tego modelowania do modelowania globalnego procesu,*

- ✓ *modelowanie uplastyczniania tworzywa w wylączarce na gruncie obliczeniowej mechaniki płynów (CFD),*
- ✓ *modelowanie przepływu w wylączarce (w przestrzeni ślimaka i głowicy) tworzyw wykazujących granicę płynięcia,*
- ✓ *modelowanie przepływu w wylączarce (w przestrzeni ślimaka i głowicy) tworzyw wykazujących poślizg podczas przepływu.*

W oparciu o zdefiniowane zagadnienia Autor określił cel monografii, którym jest: *„rozwiązanie przedstawionych wyżej zagadnień na gruncie modelowania CFD ze szczególnym uwzględnieniem stosowania tych rozwiązań do globalnego modelowania procesu wylączania, realizowanego w wielokrotnych, iteracyjnych pętlach obliczeń, w celu poszukiwania punktu pracy wylączarki, definiowanego wydajnością procesu (natężeniem przepływu tworzywa) oraz ciśnieniem wylączania (gradientem ciśnienia w głowicy wylączarskiej)”*.

Zarówno cel jak i przyjęty zakres pracy są sformułowane poprawnie i przystają do całości monografii.

W rozdziale 3. Autor monografii przedstawił metodykę badawczą charakteryzując w rozdziale zastosowane do przeprowadzenia modelowania oraz symulacji komputerowych oprogramowanie ANSYS Polyflow.

W rozdziale 4. Habilitant przedstawił modelowanie procesu wylączania jednoślimakowego odpowiednio: w podrozdziale 4.1. modelowanie przepływu tworzywa polimerowego w głowicy wylączarskiej, a w podrozdziale 4.2. przepływ tworzywa w wylączarce jednoślimakowej.

W podrozdziale 4.1.1. Autor przeprowadził analizę zbieżnych przepływów ciśnieniowych newtonowskich i nienewtonowskich w kanałach o przekroju kołowym i prostokątnym, odpowiadającym modelom głowic wylączarskich. Wyznaczono za pomocą symulacji rozkłady prędkości, szybkości ścinania, ciśnienia oraz rozkłady prędkości, szybkości ścinania i lepkości wzdłuż kanału cylindra.

W podrozdziale 4.1.2. Habilitant przedstawił rezultaty badań związanych z modelowaniem trójwymiarowym przepływu tworzywa. Przedstawione wyniki dotyczą modelowania zagadnienia wytłaczania tworzyw polimerowych z uwzględnieniem efektu poślizgu w głowicy wytłaczarskiej. Do modelowania w rzeczywistej, trójwymiarowej (3D) geometrii głowicy zastosowano model potęgowy Ostwalda-de Waele'a, a do modelowania efektu poślizgu zastosowano uogólnione prawo Navier'a. Wyznaczono wpływ parametru poślizgu na profil prędkości i ciśnienia oraz na charakterystykę głowicy wytłaczarskiej.

W podrozdziale 4.1.3. przedstawiono rezultaty symulacji trójwymiarowego przepływu tworzyw z granicą płynięcia w głowicy wytłaczarskiej. Wyniki badań dotyczą modelowania przepływów lepkoplastycznych w głowicy wytłaczarskiej przeprowadzone w oparciu o model Bingham'a. Wyznaczono wpływ granicy płynięcia na profil prędkości ścinania i ciśnienia w głowicy wytłaczarskiej oraz charakterystykę głowicy. Przeprowadzono również badania dotyczące wpływu krytycznej szybkości ścinania na profil prędkości ścinania i ciśnienia oraz charakterystykę głowicy wytłaczarskiej.

W rozdziale 4.2. Autor przedstawił rozważania dotyczące przepływu tworzyw polimerowych w wytłaczarce jednoślindakowej modelując przepływ uwzględniający ruch obrotowy ślimaka ze stałą prędkością w cylindrze. W podrozdziale 4.2.1. przedstawiono zagadnienia związane z modelowaniem mającym na celu zbadania rozkładu parametrów przepływu dla różnych gradientów ciśnienia: gradientu dodatniego ($\partial p / \partial z > 0$, tj. $\Delta p < 0$), gradientu zerowego ($\partial p / \partial z = 0$, tj. $\Delta p = 0$) i gradientu ujemnego ($\partial p / \partial z < 0$, tj. $\Delta p > 0$). Wyznaczono stosując metodę elementów skończonych (MES) rozkłady prędkości, szybkości ścinania i lepkości, ciśnienia oraz składowych prędkości dla różnych gradientów ciśnienia. W tej części pracy Habilitant zwrócił uwagę, że istotnym jest podczas przeprowadzania badań symulacyjnych uwzględnienie występowania szczeliny pomiędzy ślimakiem a cylindrem, ponieważ mamy do czynienia z przepływem przeciekowym, który ma istotny wpływ na natężenie przepływu. W ramach przedstawionych badań Autor zaproponował koncepcję modelowania procesu na podstawie bezwymiarowych charakterystyk

przepływu tworzywa w wylączarce, które wyznacza się na drodze czasochłonnych obliczeń numerycznych CFD. W dalszej części pracy w podrozdziale 4.2.2. Habilitant podjął się przeprowadzenia badań modelowania przepływu tworzywa z zastosowaniem ślimaka niekonwencjonalnego. Należy podkreślić, że dotychczas w literaturze nie rozwiązano zagadnienia modelowania przepływu uplastycznionego tworzywa w rzeczywistej trójwymiarowej przestrzeni elementów niekonwencjonalnych ślimaka. Do badań Autor przyjął dwa rodzaje ślimaków mieszających: ślimak typu „maczuga” oraz Maddock’a. W trakcie badań realizowanych dla ślimaka typu „maczuga” wyznaczono rozkłady ciśnienia wzdłuż elementu mieszającego dla różnych warunków przepływu, prędkości obrotowej ślimaka oraz dwóch różnych zmiennych płynięcia. Analogicznie jak w przypadku analiz przeprowadzonych dla ślimaka konwencjonalnego wyznaczono charakterystyki bezwymiarowe przepływu. W dalszej części pracy Habilitant przedstawił wyniki badań stosując model ślimaka Maddock’a, dla którego wyznaczono rozkład ciśnienia, szybkość ścinania i lepkości wzdłuż osi ślimaka przy różnych parametrach procesu tj.: różnych natężeniach przepływu i prędkościach obrotowych ślimaka, a także dla różnych wartości wykładnika płynięcia. W tej części pracy Autor również przedstawił charakterystyki bezwymiarowe przepływu dla ślimaka Maddocka.

Treść tych rozdziałów upoważnia do stwierdzenia, że dr inż. Adrian Lewandowski jest doświadczonym zarówno naukowcem jak i eksperymentatorem, co pozwala Autorowi dość swobodnie posługiwać się nowoczesnymi metodami badawczymi.

W podrozdziale 4.2.3. Autor przedstawił wyniki badań uogólnionego modelowania procesu uplastyczniania tworzywa w procesie wylączania stosując równanie Cross’a – Williamsa-Landela-Ferry’ego, zwracając szczególną uwagę na metodykę modelowania (odpowiednie warunki definiowania przestrzeni obliczeń wyznaczanej przez siatkę elementów skończonych) oraz badając wpływ parametrów materiałowych przetwarzanego tworzywa na przebieg uplastyczniania. Na podstawie przeprowadzonych badań symulacyjnych Habilitant wyznaczył rozkład temperatury tworzywa w procesie wylączania wskazując obszary fazy stałej od fazy ciekłej,

co pozwoliło na ocenę przebiegu uplastyczniania tworzywa w procesie wytłaczania jednoślimakowego.

W podrozdziale 4.2.4. Habilitant przedstawił trójwymiarowe, nienewtonowskie modelowanie zagadnienia wytłaczania tworzyw polimerowych z uwzględnieniem efektu poślizgu w wytłaczarce. Badania przeprowadzono uwzględniając przepływ w kanale ślimaka przy różnych warunkach poślizgu, z poślizgiem na powierzchni ślimaka, poślizgiem na powierzchni cylindra oraz poślizgu na powierzchni ślimaka i cylindra. Wyznaczono w oparciu o przeprowadzone modelowanie i symulacje komputerowe profil prędkości bez poślizgu i z poślizgiem – na ślimaku, na cylindrze oraz na ślimaku, wpływ parametru modelu poślizgu F_{slip} na profil prędkości w kanale ślimaka z poślizgiem na ślimaku, wpływ parametru F_{slip} na profil ciśnienia w ślimaku z poślizgiem na ślimaku i cylindrze przy różnych wartościach natężenia przepływu oraz wpływ parametru F_{slip} na charakterystykę ślimaka. Ponadto rozważono zagadnienie wpływu poślizgu na charakterystykę pracy wytłaczarki. Zaproponowana metoda wyznaczania efektu poślizgu powinna być brana pod uwagę podczas globalnego modelowania procesu wytłaczania ze szczególnym uwzględnieniem rodzaju tworzywa sztucznego, na co zwrócił uwagę Habilitant w swoich badaniach.

W podrozdziale 4.2.5. Autor przedstawił w pełni trójwymiarowe, nienewtonowskie modelowanie przepływów lepkoplastycznych w ślimaku wytłaczarki jednoślimakowej. W tym rozdziale przedstawiono wpływ parametrów modelu płynu z granicą płynięcia na przepływ tworzywa polimerowego w wytłaczarce. Wyznaczono wpływ granicy płynięcia τ_0 na profil prędkości/szybkości ścinania i profil ciśnienia, na charakterystykę ślimaka. Ponadto zbadano wpływ krytycznej szybkości ścinania γ_c na profil prędkości/szybkości ścinania i profil ciśnienia oraz charakterystykę ślimaka. Otrzymane wyniki badań są cenne zarówno ze względów poznawczych, jak i aplikacyjnych, ponieważ Habilitant na podstawie swoich badań jednoznacznie wskazuje, że *„efekt granicy płynięcia powinien być uwzględniany przy globalnym modelowaniu procesu wytłaczania, szczególnie w przypadku materiałów takich jak kompozyty polimerowe (np. kompozyty drzewne), zawiesziny polimerowe”*.

Badania te stanowią niewątpliwie oryginalne duże osiągnięcie Habilitanta.

W rozdziale 5. Habilitant w formie podsumowania scharakteryzował koncepcję możliwości modelowania globalnego przepływu w procesie wytłaczania w oparciu badania własne opisane we wcześniejszych rozdziałach monografii. Zwrócił szczególną uwagę, że *„koncepcje modelowania CFD procesu wytłaczania na podstawie bezwymiarowych charakterystyk przepływu tworzywa w wytłaczarce. Te charakterystyki uzyskuje się w wyniku trudnych i czasochłonnych obliczeń numerycznych, ale aproksymuje się je modelami regresyjnymi i implementuje do globalnego modelu procesu. Model globalny, w wielokrotnych, obliczeniowych pętlach iteracyjnych, korzysta z modeli regresyjnych, co zapewnia szybkie obliczenia z dobrą dokładnością.”*

Monografia zakończona jest rozdziałem *„Wnioski i perspektywy naukowe”*, którym Autor zawarł najważniejsze spostrzeżenia związane ze zrealizowanymi badaniami.

Zaproponowaną koncepcję i uzyskane wyniki zintegrowanego modelowania i przepływu tworzywa uplastycznionego na gruncie obliczeń CFD można uznać za w pełni nowatorskie.

Do największych osiągnięć Habilitanta należy bez wątpienia zaliczyć:

- opracowanie koncepcji i metodyki modelowania klasycznego wytłaczania jednoślیمakowego z zastosowaniem konwencjonalnych i niekonwencjonalnych (specjalizowanych) elementów ślimakowych,
- opracowanie bezwymiarowych charakterystyk przepływu tworzywa w wytłaczarce,
- zastosowanie bezwymiarowych charakterystyk do globalnego modelu procesu poprzez aproksymację wyników badań symulacyjnych modelami regresyjnymi,
- opracowanie zagadnienia modelowania uwzględniającego przepływ z poślizgiem oraz przepływ z granicą płynięcia.

Praca habilitacyjna pod względem edycyjnym została przygotowana starannie, napisana jest poprawnym językiem z użyciem właściwej terminologii.

Reasumując stwierdzam, że w mojej opinii przedłożona do oceny monografia dr. inż. Adriana Lewandowskiego, dowodzi wysokich kwalifikacji naukowych Kandydata i odpowiada wymogom Ustawy stawianym pracom habilitacyjnym.

II. OPINIA O DOROBKU NAUKOWYM I ZAWODOWYM

1. Ocena dorobku naukowego Kandydata

Pan dr inż. Adrian Lewandowski w 2006 roku obronił z wyróżnieniem pracę magisterską na kierunku Mechanika i Budowa Maszyn w Politechnice Warszawskiej, na Wydziale Inżynierii Produkcji w Warszawie. Po ukończeniu studiów w latach 2007-2011 pracował jako asystent na Wydziale Inżynierii Produkcji Politechniki Warszawskiej. Pracę doktorską p.t.: „Modelowanie przepływu tworzyw polimerowych w wylączarce dwuślimakowej przeciwbieżnej” obronił w 2011 r. Promotorem pracy był prof. dr hab. inż. Krzysztof Wilczyński. Recenzentami byli prof. dr hab. inż. Józef Koszkuł z Politechniki Częstochowskiej oraz dr hab. inż. Jacek Garbarski, prof. Politechniki Warszawskiej.

Po obronie pracy doktorskiej Autor kontynuował działalność naukową pracując w latach 2012 – 2021 na stanowisku adiunkta (badawczo-dydaktyczny) na Wydziale Inżynierii Produkcji Politechniki Warszawskiej, a od roku 2021 na Wydziale Mechanicznym Technologicznym, Politechniki Warszawskiej. Od roku 2022 pełni obowiązki Kierownika Zakładu Przetwórstwa Tworzyw Sztucznych w Instytucie Techniki Wytwarzania na Wydziale Mechanicznym Technologicznym Politechniki Warszawskiej.

W okresie od 2012 do 2022 roku uczestniczył w wielu projektach badawczych, efektem czego opublikował zespołowo dwadzieścia cztery artykuły w czasopiśmie krajowych oraz zagranicznych, ponadto jest współautorem w jedenastu rozdziałach w monografiach. Większość publikacji dotyczy badań związanych z modelowaniem uplastycznienia tworzyw polimerowych.

W latach 2008-2019 Habilitant uczestniczył jako główny wykonawca w trzech projektach badawczych finansowanych przez Narodowe Centrum Nauki oraz w jedenastu projektach finansowanych przez Politechnikę Warszawską.

W latach 2021-2023 prezentował swoje wyniki badań na czterech konferencjach naukowych o zasięgu międzynarodowym. W ramach działalności naukowej był członkiem w dwóch komitetach naukowych konferencji oraz pełnił funkcję redaktora wydania specjalnego czasopisma *Polimer*, Special Issue "Advances in Screw Processing of Polymeric Materials - In Memory of Professor James Lindsay White". Ponadto, jest członkiem w dwóch organizacjach i towarzystwach naukowych. Jest recenzentem w sześciu czasopismach naukowych o zasięgu międzynarodowym.

W 2014 r. Autor odbył trzymiesięczny staż naukowy w Lehrstuhl Polymere Werkstoffe Universität Bayreuth, w ramach którego realizował badania w projekcie pt. *„Badania wytłaczania dwuślimakowego zawansowanych materiałów polimerowych”*, którego finansowanie otrzymał na drodze wygranego konkursu CAS/34/POKL organizowanego przez Centrum Studiów Zaawansowanych Politechniki Warszawskiej, współfinansowanego przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego. Projekt obejmował badania reologiczne, doświadczalne oraz symulacyjne polimerowych kompozytów drzewnych. Dodatkowo brał udział w projekcie „Polypropylene/Halloysite nanocomposites using a co-rotating twin screw extruder” realizowanym przez katedrę Materiałów Polimerowych Uniwersytetu w Bayreuth. Wyniki zrealizowanych tam badań zostały opublikowane w czasopiśmie „Polymers” w 2018 roku.

W roku 2013 Autor odbył staż naukowo-badawczy w firmie produkującej specjalistyczne urządzenia do pomiarów reologicznych GÖTTFERT Werkstoff-Prüfmaschinen GmbH, a w 2015 r. wziął udział w „Europejskiej Szkole Reologii” w Department of Chemical Engineering KU Leuven.

W ramach pracy naukowej prowadzi działalność związaną ze współpracą z otoczeniem społecznym i gospodarczym współpracując z dwoma przedsiębiorstwami. Jest współautorem zgłoszenia patentowego w roku 2018

o nr PL421409A1 zatytułowanego „Urządzenie dozowania substancji dodatkowej do substancji podstawowej oraz sposób dozowania substancji dodatkowej do substancji podstawowej”. Ponadto, brał udział w wykonaniu pięciu opinii na zamówienie podmiotów gospodarczych.

Jak widać dorobek technologiczny i aplikacyjny Habilitanta jest znaczny.

Dorobek publikacyjny dr. inż. Adriana Lewandowskiego obejmuje 77 artykułów w czasopismach naukowych znajdujących się w bazie JCR. Indeks Hirscha wg bazy Web of Science wynosi $h=13$, liczba cytowań 405, wg Scopus odpowiednio $h=14$, liczba cytowań 431 zaś wg Google Scholar $h=14$, liczba cytowań 543. Sumaryczny IF=35,339. Łączny dorobek wynosi 919 punktów wg MNiSW.

Należy nadmienić, że dr inż. Adrian Lewandowski za osiągnięcia naukowe otrzymał wielokrotnie nagrodę Rektora PW.

Podsumowując stwierdzam, że aktywność i dorobek naukowy dr. inż. Adriana Lewandowskiego jest dobry, o właściwej proporcji prac teoretycznych i eksperymentalnych.

2. Działalność dydaktyczna i organizacyjna

Dr inż. Adrian Lewandowski prowadzi zajęcia dydaktyczne na Mechanicznym Technologicznym na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych, na trzech kierunkach studiów tj. Mechanika i Budowa Maszyn, Automatyzacja i Robotyzacja Procesów Produkcyjnych oraz Zarządzanie i Inżynieria Produkcji (również na specjalności anglojęzycznej Global Production Engineering and Management) obejmujące wszystkie formy dydaktyczne, a więc wykłady, zajęcia projektowe i laboratoryjne. Opracował programy trzech przedmiotów dotyczących: Modelowanie CFD zagadnień przepływu płynów, studia magisterskie, wykład oraz laboratoria; Komputerowe wspomaganie projektowania w przetwórstwie tworzyw sztucznych, studia magisterskie, zajęcia komputerowe; Projektowanie i modelowanie procesów przetwórstwa tworzyw sztucznych, studia magisterskie, zajęcia projektowe.

Ponadto opracował materiały dydaktyczne i pomoce do zajęć z wielu przedmiotów, w tym materiały wideo do zajęć zdalnych w czasie pandemii oraz jest współautorem czterech podręczników i skryptów.

Habilitant kierował 42 pracami dyplomowymi inżynierskimi i magisterskimi. Opracował program i przeprowadził szkolenie pt. „Zarządzanie procesami przetwarzania tworzyw sztucznych” w ramach projektu Inżynierski Inkubator Przedsiębiorczości współfinansowanego przez Unię Europejską w ramach Programu Operacyjnego „Wiedza – Edukacja – Rozwój”.

W latach 2009-2015 współorganizował coroczną międzynarodową konferencję doktorantów i młodych naukowców *Young Scientists Towards the Challenges of Modern Technology*.

Swoją działalnością wspiera aktywność *Koła Naukowego Przetwórstwa tworzyw Sztucznych „Polimer”*.

Śledząc i analizując drogę zawodową i działalność organizacyjną Habilitanta, uważam że jest imponująca.

Całokształt dorobku dr. inż. Adriana Lewandowskiego w zakresie działalności dydaktycznej i organizacyjnej należy uznać za dobry.

III. WNIOSEK KOŃCOWY

W wyniku analizy monografii oraz dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego dr. inż. Adriana Lewandowskiego mogę stwierdzić, iż Habilitant:

- wybrał temat rozprawy ważny dla rozwoju teorii i technologii przetwórstwa tworzyw sztucznych,
- przyjął wystarczająco szeroki zakres zagadnień rozpatrywanych w rozprawie i rozwiązał wiele istotnych problemów związanych modelowaniem procesu wytłaczania tworzyw polimerowych, co ma duże znaczenie zarówno naukowe jak i praktyczne; dzięki temu monografia wraz z dorobkiem naukowym tworzą wartościowy wkład do dyscypliny inżynieria mechaniczna,

co pozwala wyrazić opinię, iż rozprawa oraz dorobek naukowy spełniają wymagania stawiane w przewodach habilitacyjnych. Powyższe wywody uzasadniają mój wniosek o wystąpienie do Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Warszawskiej o nadanie dr. inż. Adrianowi Lewandowskiemu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

25.03.2024r. A. Rapiętko