

**WNIOSEK**  
**O PRYZNANIE STYPENDIUM NA REALIZACJĘ NAUKOWEGO STAŻU ZAGRANICZNEGO**  
**„INICJATYWA DOSKONAŁA WSPÓŁPRACA MIĘDZYNARODOWA – PROGRAMY STAŻOWE”**

**I. Dane wnioskodawcy**

Imię i nazwisko wnioskodawcy:	Jacek Andrzejewski
Adres e-mail:	jacek.andrzejewski@put.poznan.pl
Wydział:	Wydział Inżynierii Mechanicznej
Nr tel.:	

1. Dotychczasowa aktywność naukowo-badawcza wnioskodawcy, w tym w szczególności:

- wykaz publikacji o wysokim stopniu prestiżu (określić centyle oraz IF) z okresu ostatnich 4 lat
- uczestnictwo w grantach o znaczeniu międzynarodowym i krajowym, w tym granty UE, NCBR, NCN, FNP i MNiSW

**Publikacje:**

Główne publikacje autora wniosku:

1. The development of a new type of sustainable flame retarded polyamide 6 (PA6)-based composites, modified with biocarbon/phosphorus flame retardant/basalt fiber system (BC/OP/BF). The evaluation of the material performance and flammability  
**Jacek Andrzejewski, Łukasz Kemnitz, Kamila Salasińska**  
Polymer Degradation and Stability - 2024, vol. 229, s. 111002 (1-17), (IF: **6,3**; Citescore: **91**)
2. Manufacturing and characterization of sustainable and recyclable wood-polypropylene biocomposites: Multiprocessing-properties-structure relationships  
**Jacek Andrzejewski, Mateusz Barczewski, Dorota Czamecka-Komorowska, Tomasz Rydzkowski, Katarzyna Gawdzińska, Vijay Kumar Thakur**  
Industrial Crops and Products - 2024, vol. 207, part 2, s. 117710-(1-9),  
doi:10.1016/j.indcrop.2023.117710, (IF: **5,6**; Citescore: **92**)
3. Biocarbon-based sustainable reinforcing system for technical polymers. The structure-properties correlation between polycarbonate (PC) and polybutylene terephthalate (PBT)-based blends containing acrylonitrile-butadiene-styrene (ABS)  
**Jacek Andrzejewski, Anna Danielak, Adam Piasecki, Aminul Islam, Marek Szostak**  
Sustainable Materials and Technologies - 2023, vol. 36, s. e00612-1-e00612-19, doi: 10.1016/j.susmat.2023.e00612,  
(IF: **8,6**; Citescore: **93**)
4. The Use of Recycled Polymers for the Preparation of Self-Reinforced Composites by the Overmolding Technique: Materials Performance Evaluation  
**Jacek Andrzejewski**  
Sustainability - 2023, vol. 15, iss. 14, s. 11318-1-11318-16,  
doi: 10.3390/su151411318, (IF: **3,3**; Citescore: **88**)
5. Development of a New Type of Flame Retarded Biocomposite Reinforced with a Biocarbon/Basalt Fiber System: A Comparative Study between Poly(lactic Acid) and Polypropylene  
**Jacek Andrzejewski, Sławomir Michałowski**  
Polymers - 2022, vol. 14, iss. 19, s. 4086-1-4086-24,  
doi: 10.3390/polym14194086, (IF: **5,0**; Citescore: **76**)
6. A comparative study of biocarbon reinforced polyoxymethylene and polyamide: materials performance and durability  
**Jacek Andrzejewski, Joanna Aniśko, Joanna Szulc**  
Composites Part A: Applied Science and Manufacturing - 2022, vol. 152, s. 106715-1-106715-14, doi:  
10.1016/j.compositesa.2021.106715, (IF: **8,7**; Citescore: **96**)

7. A Novel Manufacturing Concept of LCP Fiber-Reinforced GPET-Based Sandwich Structures with an FDM 3D-Printed Core  
**Jacek Andrzejewski**, Marcin Gronikowski, Joanna Aniśko  
 Materials - 2022, vol. 15, iss. 15, s. 5405-1-5405-17,  
 doi: 10.3390/ma15155405, (IF: **3,4**; Citescore: **70**)
8. The Use of Nanoscale Montmorillonite (MMT) as Reinforcement for Polylactide Acid (PLA) Prepared by Fused Deposition Modeling (FDM)—Comparative Study with Biocarbon and Talc Fillers  
**Jacek Andrzejewski**, Mateusz Markowski, Mateusz Barczewski  
 Materials - 2022, vol. 15, iss. 15, s. 5202 - 1-5205 – 18,  
 doi: 10.3390/ma15155205, (IF: **3,4**; Citescore: **70**)
9. Development of Toughened Flax Fiber Reinforced Composites. Modification of Poly(lactic acid)/Poly(butylene adipate-co-terephthalate) Blends by Reactive Extrusion Process  
**Jacek Andrzejewski**, Michał Nowakowski  
 Materials - 2021, vol. 14, no. 6, s. 1-1523-21-1523,  
 doi: 10.3390/ma14061523, (IF: **3,4**; Citescore: **70**)
10. Preparation of hybrid poly(lactic acid)/flax composites by the insert overmolding process: Evaluation of mechanical performance and thermomechanical properties  
**Jacek Andrzejewski**, Marek Szostak  
 Journal of Applied Polymer Science - 2021, vol. 138, iss. 2, s. 49646-(1-10),  
 doi: 10.1002/app.49646, (IF: **3,0**; Citescore: **73**)

Publikacje uzupełniające:

1. The use of chain extenders as processing aids in the valorization of single-use polylactide (PLA) products by rotomolding  
 Mateusz Barczewski, Joanna Aniśko, Aleksander Hejna, Mariusz Marć, Marta Safandowska, Krzysztof Lewandowski, Zaida Ortega, Patryk Mietliński, **Jacek Andrzejewski**  
 Journal of Cleaner Production - 2024, vol. 478, s. 143969-(1-7), (IF: **9,7**; Citescore: **98**)
2. The Recyclability of Fire-Retarded Biobased Polyamide 11 (PA11) Composites Reinforced with Basalt Fibers (BFs): The Influence of Reprocessing on Structure, Properties, and Fire Behavior  
 Mateusz Barczewski, Aleksander Hejna, **Jacek Andrzejewski**, Joanna Aniśko, Adam Piasecki, Adrian Mróz, Zaida Ortega, Daria Rutkowska, Kamila Sałasińska  
 Molecules - 2024, vol. 29, iss. 13, s. 3233-1-3233-21,  
 doi:10.3390/molecules29133233, (IF: **4,2**; Citescore: **83**)
3. Mechanical and Rheological Evaluation of Polyester-Based Composites Containing Biochar  
 Sebastian Jurczyk, **Jacek Andrzejewski**, Adam Piasecki, Marta Musioł, Joanna Rydz, Marek Kowalczyk  
 Polymers - 2024, vol. 16, iss. 9, s. 1231-1-1231-16,  
 doi:10.3390/polym16091231, (IF: **4,7**; Citescore: **81**)
4. Design, clinical applications and post-surgical assessment of bioresorbable 3D-printed craniofacial composite implants  
 Sara Targońska, Monika Dobrzyńska-Mizera, Maria Laura Di Lorenzo, Monika Knitter, Alessandra Longo, Maciej Dobrzyński, Monika Rutkowska, Szczepan Barnaś, Bogdan Czapiga, Maciej Stagraczyński, Michał Mikulski, Małgorzata Muzalewska, Marek Wyleżół, Justyna Rewak-Soroczyńska, Nicole Nowak, **Jacek Andrzejewski**, John Reeks, Rafał J. Wigłusz  
 Biomaterials Science - 2024, in press,  
 doi:10.1039/d3bm01826a, (IF: **5,8**; Citescore: **89**)
5. The Development of Sustainable Polyethylene Terephthalate Glycol-Based (PETG) Blends for Additive Manufacturing Processing - The Use of Multilayered Foil Waste as the Blend Component  
 Mikołaj Garwacki, Igor Cudnik, Damian Dziadowiec, Piotr Szymczak, **Jacek Andrzejewski**  
 Materials - 2024, vol. 17, iss. 5, s. 1083-1-1083-24,  
 doi: 10.3390/ma17051083, (IF: **3,1**; Citescore: **73**)
6. The Efficiency Evaluation of the Reactive Extrusion Process for Polyethylene Terephthalate (PET). Monitoring of the Industrial Foil Manufacturing Process by In-Line Rheological Measurements  
 Piotr Szymczak, Damian Dziadowiec, **Jacek Andrzejewski**, Marek Szostak  
 Applied Sciences - 2023, vol. 13, iss. 6, s. 3434--3434-13,  
 doi: 10.3390/app13063434, (IF: **2,5**; Citescore: **79**)
7. Overview of the Cast Polyolefin Film Extrusion Technology for Multi-Layer Packaging Applications  
 Damian Dziadowiec, Danuta Matykiewicz, Marek Szostak, **Jacek Andrzejewski**  
 Materials - 2023, vol. 16, iss. 3, s. 1071-1-1071-21,  
 doi: 10.3390/ma16031071, (IF: **3,1**; Citescore: **73**)
8. The effect of layer height and post-curing temperature on the shape memory properties of smart polymers in vat photopolymerization

- Anna Danielak, Siddharth Singh Chauhan, Aminul Islam, **Jacek Andrzejewski**, David Bue Pedersen  
 Rapid Prototyping Journal - 2023, vol. 29, iss. 2, s. 354-365,  
 doi: 10.1108/RPJ-06-2021-0138, (IF: 3,4; Citescore: 87)
11. bioXpul™ - technology for manufacturing PLA-based biocomposites with increased thermomechanical stability  
 Mateusz Barczewski, Olga Mysiukiewicz, **Jacek Andrzejewski**, Danuta Matykiewicz, Katarzyna Skórczewska,  
 Krzysztof Lewandowski, Michał Jakubowicz, Joanna Aniśko, Bartosz Gapiński, Kamila Sałasińska, Adam Piasecki,  
 Michał Dutkiewicz  
 Manufacturing Letters - 2023, vol. 35, s. 43-47,  
 doi: 10.1016/j.mfglet.2022.11.007, (IF: 1,9; Citescore: 65)
  12. Surface Functionalization of Poly(lactic acid) via Deposition of Hydroxyapatite Monolayers for Biomedical Applications  
 Katarzyna Dopierała, Monika Knitter, Monika Dobrzyńska-Mizera, **Jacek Andrzejewski**, Aneta Bartkowska, Krystyna  
 Prochaska  
 Langmuir - 2023, vol. 39, iss. 44, s. 15610-15619,  
 doi: 10.1021/acs.langmuir.3c01914, (IF: 3,7; Citescore: 78)
  13. Utilization of Multilayered Polyethylene Terephthalate (PET)-Based Film Packaging Waste Using Reactive  
 Compatibilizers and Impact Modifier  
 Piotr Szymczak, Damian Dziadowiec, Adam Piasecki, Marek Szostak, **Jacek Andrzejewski**  
 Sustainability - 2023, vol. 15, iss. 20, s. 14986-1-14986-18,  
 doi: 10.3390/su152014986, (IF: 3,3; Citescore: 88)
  14. (Bio)degradable biochar composites – Studies on degradation and electrostatic properties  
 Marta Musioł, Joanna Rydz, Henryk Janeczek, Aleksandra Kordyka, **Jacek Andrzejewski**, Tomasz Sterzyński,  
 Sebastian Jurczyk, Mariana Cristea, Krzysztof Musioł, Marian Kampik, Marek Kowalczyk  
 Materials Science and Engineering B - 2022, vol. 275, s. 115515-1-115515-10,  
 doi: 10.1016/j.mseb.2021.115515, (IF: 3,6; Citescore: 72)
  15. New way to obtain the poly(L-lactide-co-D,L-lactide) blend filled with nanohydroxyapatite as biomaterial for 3D-printed  
 bone-reconstruction implants  
 Sara Targońska, Monika Dobrzyńska-Mizera, Marta Wujczyk, Justyna Rewak-Soroczynska, Monika Knitter,  
 Katarzyna Dopierała, **Jacek Andrzejewski**, Rafał J. Wiglusz  
 European Polymer Journal - 2022, vol. 165, s. 110997-1-110997-9,  
 doi: 10.1016/j.eurpolymj.2022.110997, (IF: 6; Citescore: 92)
  16. Rotational molding of polylactide (PLA) composites filled with copper slag as a waste filler from metallurgical industry  
 Mateusz Barczewski, Aleksander Hejna, Joanna Aniśko, **Jacek Andrzejewski**, Adam Piasecki, Olga Mysiukiewicz,  
 Małgorzata Bąk, Bartosz Gapiński, Zaida Ortega  
 Polymer Testing - 2022, vol. 106, s. 107449-1-107449-11,  
 doi: 10.1016/j.polymertesting.2021.107449, (IF: 5,1; Citescore: 89)
  17. Thermomechanical and Fire Properties of Polyethylene-Composite-Filled Ammonium Polyphosphate and Inorganic  
 Fillers: An Evaluation of Their Modification Efficiency  
 Mateusz Barczewski, Aleksander Hejna, Kamila Sałasińska, Joanna Aniśko, Adam Piasecki, Katarzyna Skórczewska,  
**Jacek Andrzejewski**  
 Polymers - 2022, vol. 14, iss. 12, s. 2501 - 1-2501 – 23,  
 doi: 10.3390/polym14122501, (IF: 5; Citescore: 76)

#### Uczestnictwo w projektach:

1. OPUS 26 - Opracowanie nowego podejścia do produkcji i kompatybilizacji mieszanin poliestrowych z zastosowaniem  
 hybrydowych dodatków organiczno-nieorganicznych, finansowanie, nr projektu, koszt realizacji: Narodowe Centrum  
 Nauki (NCN); UMO-2023/51/B/ST8/00775; 2 372 028,00 PLN  
 Okres realizacji, rola w projekcie: 01.07.2024 – 25.07.2027, wykonawca
2. INNOGOW – wsparcie innowacyjności gospodarki odpadów wielkogabarytowych, finansowanie, nr projektu, koszt  
 realizacji: Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (MNiSW); NdS-II/SP/0039/2024/01; 1 063 700.00 PLN.  
 Okres realizacji, rola w projekcie: 2023 – 2026, wykonawca
3. Opracowanie zindywidualizowanych implantów biodegradowalnych do zabiegów rekonstrukcji kości –  
 CRANIOIMPLANTS, finansowanie, nr projektu, koszt realizacji: Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBR);  
 POIR.01.01.01-00-0646/19; 7 940 717,18 PLN  
 okres realizacji, rola w projekcie: 01.02.2020 – 31.12.2023, wykonawca

Maksymalna liczba punktów: 30

Przyznane pkt

28

## 2. Aktywność międzynarodowa – udział w stażach naukowo-badawczych i mobilnościach zagranicznych (min. miesięcznych)

W trakcie dotychczasowej działalności naukowej aktywność międzynarodowa wnioskodawcy obejmowała różne działania, z czego najbardziej wymierne rezultaty przyniosły dwa długoterminowe staże naukowe.

- Najdłuższy pobyt obejmował pobyt na stanowisku PostDoC, które miało miejsce w Bioproducts Development Center (BDDC) na Uniwersytecie w Guelph w Kanadzie. 12-miesięczny staż w ośrodku BDDC pozwolił rozwinąć moją wiedzę i umiejętności naukowe. Podczas stażu Wnioskodawca wziął udział w kilku projektach naukowych, których wymiernym efektem były publikacje naukowe. Najważniejszym aspektem pobytu było jednak mentoring ze strony kierownika BDDC, profesora AK Mohanty'ego, oraz możliwość pracy z interdyscyplinarnym zespołem, w którego skład wchodziłi specjaliści z zakresu chemii, biologii i inżynierii technologicznej.

- W ramach edycji programu Bekkera (2019), Wnioskodawca odbył 4-miesięczny (marzec-czerwiec 2020) staż na Duńskim Uniwersytecie Technicznym (DTU). Pobyt na DTU obejmował realizację badań naukowych w tematyce „Formowanie wtryskowe kompozytów hybrydowych wzmocnionych biopochodnym układem wzmacniającym”, co wiązało się częściowo z tematyką prac podejmowanych w trakcie stażu PostDoc, przy czym ze względu na specjalizację prac realizowanych na Wydziale Mechanicznym DTU, kierunek badań obejmował analizę potencjału zastosowania biokompozytów w obszarze zaawansowanej techniki przetwórstwa polimerów jaką jest mikrowtryskiwanie. Pobyt okazał się cennym doświadczeniem, ponieważ projekt badawczy realizowany podczas pobytu w DTU pozwolił na publikację wielu wyników stanowiących część wniosku habilitacyjnego Wnioskodawcy.

Maksymalna liczba punktów: 10

Przyznane pkt

10

## 3. Wpływ uczestnictwa w stażu zagranicznym na dalszy rozwój naukowy wnioskodawcy.

Ocenie podlega wpływ Stażu zagranicznego na realizację planów naukowych wnioskodawcy:

Rzeczywiste zainteresowania naukowe Wnioskodawcy obejmują głównie metody przetwarzania polimerów i materiałoznawstwo. W ostatnich latach w szczególności techniki modyfikacji polimerów w kontekście zastosowań druku 3D. KU Leuven jest wiodącą instytucją w obszarze metod wytwarzania addytywnego, co sprawia, że jednostka przyjmująca jest najlepszym wyborem do realizacji planowanego projektu. Udział w programie stażowym może pozwolić na dalszy rozwój kariery naukowej Wnioskodawcy i poszerzenie wiedzy w dyscyplinie naukowej.

Współpraca międzynarodowa jest obecnie głównym czynnikiem postępu w większości dziedzin naukowych. Planowany przeze mnie udział w programie stażowym oraz sam pobyt w ośrodku KU Leuven może być również ważnym krokiem w rozwoju współpracy naukowej między KU Leuven a Politechniką Poznańską (PP). Moje osobiste doświadczenia związane z zagranicznymi pobytami naukowymi pozwalają mi stwierdzić, że współpraca tego typu przyczynia się nie tylko do możliwości prowadzenia badań w ośrodkach naukowych najwyższej rankingu światowego. Przyczyniają się również do zwiększenia potencjału naukowego pracowników uczelni, zwiększenia ich doświadczenia i rozwoju umiejętności. Praca w zagranicznych ośrodkach naukowych pozwala również poznać standardy pracy w międzynarodowych zespołach badawczych, co jest trudne do wdrożenia w polskich warunkach. Moje własne doświadczenia związane z pobytem stażowym na uczelniach zagranicznych pozwalają mi stwierdzić, że tego typu współpraca jest najbardziej rozwijającym charakterem rozwoju kompetencji kadry naukowej, co bezpośrednio przekłada się na korzyści dla rodzimej jednostki naukowej. W kontekście planowanej współpracy z zespołem KUL, wspólne badania naukowe przyniosą bezpośredni efekt w postaci publikacji naukowych i wystąpień konferencyjnych. Chciałbym jednak, aby głównym efektem mojego pobytu była dalsza współpraca z uczelnią, zarówno w ramach współpracy osobistej, jak i wspólnych projektów badawczych w ramach programów międzynarodowych jak Weave, M.Era.NET, lub Horyzont Europa.

Realizacja projektu stażowego w KU Leuven, podobnie jak w przypadku zakończonego wcześniej pobytu w DTU, powinna przyczynić się do dalszego rozwoju kariery, nie tylko Wnioskodawcy, ale także innych członków zespołu Instytutu Technologii Materiałowych (PUT), którzy mogą w przyszłości skorzystać z nawiązanych kontaktów naukowych.

Maksymalna liczba punktów: 20

Przyznane pkt

20

## II. Dane dotyczące współpracy z ośrodkiem goszczącym

Nazwa zagranicznego ośrodka goszczącego:	Katholieke Universiteit Leuven (KU Leuven)
Wydział lub inna jednostka organizacyjna:	Processing of Polymers & Innovative Material Systems Research Group
Kraj:	Belgia
Adres:	KU Leuven (Bruges Campus) Spoonwegstraat 12 8200 Brugges - Sint-Michiels
Imię i nazwisko opiekuna naukowego w ośrodku goszczącym, który może potwierdzić wolę przyjęcia wnioskodawcy:	Prof Frederic Desplentere, Head of Processing of Polymers & Innovative Material Systems
Data rozpoczęcia i zakończenia stażu zagranicznego:	15 czerwca 2025 - 15 września 2025
Długość stażu zagranicznego w miesiącach:	3 miesiące

### 1. Ranga i poziom naukowy ośrodka goszczącego oraz dorobek opiekuna naukowego:

Ocenie podlega ośrodek goszczący, w tym jego rozpoznawalność międzynarodowa i znaczenie dla danej dyscypliny, dokonania zespołu, w którym wnioskodawca planuje zrealizować staż, pozycja naukowa opiekuna merytorycznego (jego rozpoznawalność międzynarodowa w uprawianej dyscyplinie), uzasadnienie odbywania Stażu zagranicznego w wybranym ośrodku goszczącym w kontekście działań planowanych we wniosku.

#### Ośrodek goszczący:

Miejscem realizacji planowanego stażu jest Katolicki Uniwersytet w Leuven (KU Leuven). Uczelnia jest jedną z najstarszych uczelni w Europie, założona w 1425 roku, po dziś dzień jest największą uczelnią krajów Beneluksu. KU Leuven jest regularnie wysoko klasyfikowana w wielu prestiżowych światowych rankingach. W rankingu 100 najbardziej innowacyjnych uniwersytetów w Europie agencja Reuters już czwarty rok z rzędu uznała KU Leuven za najbardziej innowacyjną uczelnię w Europie. Ponadto w rankingu Reuters Top 100: Najbardziej innowacyjne uniwersytety świata KU Leuven zajmuje 7. pozycję. W globalnym rankingu (Shanghai Ranking) uczelnia została sklasyfikowana na 86. miejscu. Struktura KUL obejmuje obecnie kilkanaście wydziałów w tym 5 inżynierskich, które zlokalizowane są na kilku kampusach w Kortrijk, Antwerpii, Gandawie, Brugii, Ostendzie, Geel, Diepenbeek, Aalst, Sint-Katelijne-Waver i Brukseli. Obecnie uczelnia kształci ponad 65 tys. studentów.

Na wysoką pozycję KU Leuven składa się kilka czynników, gdzie w pierwszej kolejności mierzalnym współczynnikiem jest jakość prac naukowych realizowanych przez pracowników naukowych. Uczelnia zatrudnia około 4000 pracowników naukowo-dydaktycznych, z czego ponad 2000 to stanowiska Postdoc. Wyniki prac naukowych są rokrocznie publikowane w około 11 tys. artykułach naukowych. Wysoki standard badań naukowych potwierdza duża ilość grantów ERC (European Research Council), świadczy to o atrakcyjnym kierunku dla najlepszych badaczy na świecie. Wysoka pozycja w rankingach wynika też z dużej aktywności wdrożeniowej, ponad 150 spółek spin-off zostało założonych na KUL, natomiast tylko w 2023 roku uczelnia uzyskała 163 patenty.

Wspomniane liczby stanowią jasną informację na temat wiodącej roli KU Leuven w kształtowaniu środowiska akademickiego w Europie i na świecie.

#### Zespół naukowy:

Planowany pobyt stażowy realizowany będzie w grupie badawczej ProPoliS (Campus Brugges), zespół od wielu lat działa aktywnie w wielu obszarach technik produkcyjnego, w szczególności wytłaczania i wtryskiwania materiałów termoplastycznych. Ośrodek prowadzi badania nad tworzywami sztucznymi wzmocnionymi krótkimi włóknami, biopolimerami i biokompozytami, materiałami pochodzącymi z recyklingu. Od kilku lat prowadzi też liczne projekty w obszarze badań nad lekkimi konstrukcjami polimerowymi i/lub kompozytowymi, oraz wytwarzaniem przyrostowym z wykorzystaniem metody wytłaczania (MEX). Ta ostatnia grupa tematyczna stanowi przedmiot zainteresowania ośrodka w ramach planowanego projektu. Grupa ProPoliS ma bliskie powiązania z Grupą Materiałów Kompozytowych (MTM KU Leuven), oraz Instytutem Wytwarzania Przyrostowego KUL (Leuven.AM).

Zespół badawczy kierowany jest przez profesora Frederika Desplementere, w chwili obecnej zatrudnia kilkanaście osób, w tym personel naukowy, technicznych oraz studentów doktoranckich. Ze względu na profil działalności nakierowany na możliwość prowadzenia badań przemysłowych, wyposażenie laboratorium ProPoliS obejmuje zarówno sprzęt przeznaczony do przygotowania kompozycji polimerowych i próbek badawczych (wytłaczarki dwu i jedno-ślismakowe, wtryskarki), jak i w pełni wyposażony park urządzeń do testowania właściwości materiałów polimerowych/kompozytowych. W kontekście planowane projektu szczególnie istotnym aspektem działalności ośrodka goszczącego jest bardzo dobrze wyposażone laboratorium pomiarów reologicznych, wyposażone w reometry rotacyjne oraz dedykowane do badań przepływowych polimerów reometry kapilarnie. Doświadczenie zespołu w prowadzeniu pomiarów reologicznych i symulacji przepływu polimerów, był jednym z głównych czynników decydującym o wyborze ośrodka do realizacji projektu. Wysokie kwalifikacje zespołu ProPoliS oraz całej grupy AM.Leuven w dziedzinie kontaktów przemysłowych i wdrażania wyników projektów naukowych stanowi dodatkowy atut uzasadniający wybór zespołu KU Leuven.

#### **Opiekun merytoryczny:**

Frederik Desplementere, który w ramach planowane projektu będzie pełnił rolę opiekuna projektu ze strony KU Leuven. Profesor Desplementere uzyskał tytuł doktorski 2007 roku, pod opieką Ignaasa Verpoesta, temat pracy "Multiscale modelling of stochastic effects in mould filling simulations for thermoplastic composites" realizowany był w Katedra Inżynierii Materiałowej (MTM) KU Leuven. Już w trakcie studiów doktoranckich znalazł zatrudnienie na swojej macierzystej uczelni. Od ponad 12 lat jest kierownikiem laboratorium i grupy badawczej ProPoliS, umiejscowionej na kampusie Brugges (KU Leuven). Swoją działalność dydaktyczną realizuje na kilku wydziałach KUL, gdzie wyklada przedmioty obejmujące technologie przetwórstwa polimerów, pomiarów właściwości materiałów polimerowych i kompozytowych oraz zagadnienia związane z praktycznym zastosowaniem symulacji przepływu polimerów. Jest też autorem ponad 40 publikacji naukowych, jest promotorem 10 prac doktorskich, i kierownikiem w kilku projektach badawczych. Indeksy bibliograficzne wskazują, że prace profesora Desplementere były cytowane 1180 razy, a jego indeks Hirsha wynosi 16 (dane z dnia 25.01.2025). Poza działalnością akademicką Frederic Desplementere ma bardzo bogate doświadczenie przemysłowe obejmujące liczne projekty wdrożeniowe i prace zlecone przez firmy z branży przetwórczej.

Tematyka badań prowadzona przez Frederica Desplenteres obejmuje następujące zagadnienia:

- zastosowanie metod symulacji przepływu w technice przetwórstwa laminatów polimerowych,
- analiza właściwości reologicznych materiałów wrażliwych na warunki procesowe,
- charakterystyka materiałów wzmocnionych włóknami krótkimi,
- modyfikacja polimerów termoplastycznych napełniaczami pochodzenia naturalnego,
- techniki wytwarzania mieszanin polimerowych przeznaczonych do obróbki technikami przyrostowymi,
- zastosowanie technik symulacji w procesie odlewania rotacyjnego,
- technologie recyklingu materiałów wielokomponentowych,
- projektowanie narzędzi do obróbki techniką wtryskiwania, oraz symulacja procesu wtryskiwania.

Tematyka badań realizowana w ramach planowanego pobytu wpisuje się w dotychczasową działalność prof. Frederika Desplentere i jego zespołu.

#### **Uzasadnienie wyboru ośrodka:**

KU Leuven jest uczelnią posiadającą bardzo bogate doświadczenie w zakresie badań nad modyfikacją materiałów polimerowych oraz rozwojem technik wytwarzania przyrostowego. To te dwa aspekty stanowią główną tematykę prac dla omawianego projektu, dlatego wybór ośrodka o najbardziej rozwiniętej bazie laboratoryjnej wydaje się oczywistym wyborem. Dodatkowo w przypadku KU Leuven aktywność wielu jednostek zajmujące się tematyką druku 3D została połączona w ramach Instytut Wytwarzania Przyrostowego (Leuven.AM). W ramach funkcjonowania tej pozawydziałowej jednostki działalność ponad 50 naukowców została ukierunkowana na rozwój tych technik wytwarzania. W przypadku badań naukowych i wdrożeniowych tworzy to doskonałe środowisko dla skutecznego prowadzenia badań, również dla planowanego projektu stażowego. W wyniku sprawnej kooperacji z naukowcami z różnych grup możliwe będzie przeprowadzenie zaawansowanych badań strukturalnych lub symulacyjnych, koniecznych dla lepszego poznania właściwości fizyko-chemicznych dla nowo opracowanych materiałów. Jedną z mocnych stron grupy KU Leuven AM jest ścisła współpraca badaczy z Wydziału Inżynierii Mechanicznej, Wydziałem Inżynierii Chemicznej (CIT) i Wydziałem Inżynierii Materiałowej (MTM). Jest to bardzo ważny czynnik decydujący o dotychczasowych sukcesach i daje obiecujące perspektywy w kontekście planowanego projektu. Badania w Leuven.AM obejmują pełny wachlarz technik wytwarzania przyrostowego, w tym projektowanie materiałów i surowców, rozwój i optymalizację procesów, charakterystykę i ostatecznie wytwarzanie przyrostowe. Łącząc tę szeroką wiedzę specjalistyczną, instytut tworzy wartościowe rozwiązania technologiczne. Poza działalnością czysto naukową KU Leuven jest wiodącym ośrodkiem badawczym dostarczającym rozwiązania z zakresu druku 3D dla przemysłu. Ze względu na aplikacyjny charakter prowadzonych prac jest to również ważny aspekt realizacji projektu. Do przykładów skutecznego wdrażania wyników prac naukowych w dziedzinie technik przyrostowych jest sukces takich firm jak Materialise, Metris i LayerWise, które są światowymi liderami w zakresie dostarczania zaawansowanego oprogramowania do obróbki strukturalnej modeli 3D, skanowania obiektów przestrzennych i wytwarzania zaawansowanych technicznych metodami druku 3D.

Maksymalna liczba punktów: 20

Przyznane pkt

20

Biorąc pod uwagę tematykę projektu, w tym wykorzystanie odpadowych poliestrów termoplastycznych jako głównej matrycy dla opracowanych materiałów, kluczowym aspektem badań będzie ocena właściwości przetwórczych i ich dostosowanie do wymagań metody druku z filamentu. Z tego powodu kluczowymi analizowanymi aspektami będą właściwości reologiczne i stabilność termiczna. Pozostałe badania będą koncentrować się głównie na ogólnej ocenie właściwości funkcjonalnych opracowanych materiałów, gdzie celem badań będzie szczegółowa charakterystyka przygotowanych mieszanek. Dlatego większość testów zostanie przeprowadzona przy użyciu próbek drukowanych w technologii 3D, a próbki wtryskiwane zostaną przygotowane w celu określenia punktów odniesienia właściwości. Oprócz standaryzowanej oceny właściwości mechanicznych i termomechanicznych, testy zostaną uzupełnione o wyniki pomiarów analizy termicznej i obserwacji mikroskopowych.

#### Spodziewane rezultaty:

Podobnie jak w przypadku klasycznych projektów naukowych, badania naukowe prowadzone w ramach planowanego stażu będą miały na celu wypracowanie nowych standardów wiedzy i opracowanie rozwiązań o potencjale aplikacyjnym. Z tego powodu wyniki badań będą stanowić cenny materiał publikacyjny. Podobnie jak większość znanych instytucji naukowych, KU Leuven jest również instytucją nastawioną na popularyzację wiedzy technicznej, gdzie najskuteczniejszym sposobem oceny jej działań są publikacje naukowe i prezentacje konferencyjne. Innym planowanym rezultatem projektu będzie również stała współpraca z ośrodkiem goszczącym, co ze względu na rangę KU Leuven stwarza realne szanse na możliwość efektywnego zastosowania we wspólnych projektach naukowych. Zarówno Politechnika Poznańska (PP), jak i KU Leuven są instytucjami nastawionymi na tworzenie rozwiązań w ramach zrównoważonych technologii. Dlatego współpraca w tych kwestiach w zakresie recyklingu polimerów i nowoczesnych technik przetwórstwa tworzy doskonałą platformę do dalszej współpracy. Jednak obecnie trudno jest przewidzieć mierzalne efekty tych dalszych działań. Biorąc pod uwagę potencjał publikacyjny planowanych prac naukowych. Minimalny plan obejmuje publikację 3-4 artykułów naukowych, które mogą zostać przygotowane w trakcie pobytu i w wyniku działań realizowanych w ramach stażu. Ponadto planowane jest zaprezentowanie wyników badań na co najmniej dwóch konferencjach naukowych o zasięgu międzynarodowym.

Maksymalna liczba punktów: 20

Przyznane pkt

20

ŁĄCZNA LICZBA PRYZNANYCH PUNKTÓW:

98

10.03.2025

Data i czytelny podpis Przewodniczącego Komisji Wydziałowej



## 2. Zakres i sposób realizacji planowanych działań

Ocenie podlega wartość naukowa działań planowanych we wniosku, metody badawcze, planowane rezultaty, w szczególności wnioski o przyznanie grantów badawczych międzynarodowych, publikacje w czasopiśmie o wartości cencylowej co najmniej 80 lub patenty międzynarodowe, adekwatność czasu trwania wyjazdu do zaplanowanych działań oraz powiązanie z indywidualnym planem naukowo-badawczym.

### **Cele naukowe:**

Koncepcja pracy ma na celu opracowanie materiału o możliwie najwyższej zawartości odpadowego politereftalanu etylenu. Poprzednie prace na ten temat wskazują na możliwość wytworzenia filamentu i przeprowadzenia procesu druku FDM z pierwotnego i poddanego recyklingowi PET (rPET), co stanowi wyzwanie ze względu na niską lepkość większości tego typu materiałów. Omawiane badania zakładały, że skład bazowy powinien zawierać mieszaninę rPET/kopolimer w stosunku wagowym 50/50%, co wydaje się rozwiązaniem optymalnym, jak wskazano we wcześniejszych pracach naukowych. Przetwarzanie niemodyfikowanego PET przy użyciu druku 3D niesie ze sobą pewne trudności. Po pierwsze, temperatura topnienia homopolimeru PET wynosi co najmniej 250 °C, co wymaga stosowania wyższych temperatur dyszy drukującej. W przypadku drukowania kopolimeru PETG minimalna temperatura uplastycznienia wynosi zwykle 230–240 °C. Oprócz wyższej temperatury topnienia, przebieg zmian lepkości podczas topienia PET jest wysoce niekorzystny, szczególnie w przypadku popularnych odmian przeznaczonych do formowania wtryskowego preform butelek i materiałów pochodzących z przetworzonej żywicy rPET. Przetwarzanie homopolimeru politereftalanu etylenu jest możliwe po stopieniu jego fazy krystalicznej, co odróżnia go od kopolimerów amorficznych, w których obróbka kształtująca może zachodzić powyżej temperatury zeszczenia. Przetwarzanie polimerów amorficznych umożliwia płynną zmianę lepkości poprzez podniesienie temperatury elementu grzejnego; w przypadku druku FDM jest to dysza/hotend wylączarki. W przypadku PET typowym zjawiskiem jest szybkie przejście ze stanu stałego do ciekłego tuż powyżej temperatury topnienia. W wielu przypadkach wskaźnik MFR przekracza 100 g/10 min, co utrudnia proces drukowania 3D i powoduje nieregularny przepływ materiału z dyszy. Ostatnią cechą, która ogranicza stosowanie PET w druku 3D jest tendencja tego polimeru do krystalizacji, gdzie powstawanie fazy krystalicznej zwiększa skurcz i tym samym tendencję do wyginania się wytworzonych modeli. Ze względu na powyższe czynniki, podejście do drukowania dobrej jakości produktów drukowanych w 3D z niemodyfikowanego PET jest dużym wyzwaniem, z pewnością trudnym do osiągnięcia dla niedoświadczonego użytkownika.

### **Opis problemu naukowego:**

Głównym problemem badawczym omawianego projektu jest konieczność stabilizacji właściwości reologicznych mieszanek zawierających odpady politereftalanu etylenu. Ze względu na wysoki wskaźnik płynięcia (MFR) tego polimeru, uzyskanie filamentu o stabilnej średnicy jest bardzo wymagającym zadaniem. Niska lepkość tego polimeru utrudnia również prawidłowe przeprowadzenie procesu druku 3D. Typowym zjawiskiem negatywnym jest rozplwanie się warstwy polimeru na powierzchni platformy roboczej. Grubość warstwy materiału jest wówczas trudna do ustabilizowania i powoduje niejednorodność właściwości wykonanego modelu. Rozwiązaniem tego problemu, które zostanie przetestowane w ramach projektu, będzie optymalizacja procesu wylączania mieszanki polimerowej w procesie wylączania reaktywnego. Zastosowanie tej metody powinno zwiększyć masę cząsteczkową zdegradowanych makrocząsteczek PET. Proces ten pozwoli również pośrednio na lepszą kompatybilność z pozostałymi składnikami układu. Dodatkowo projekt przeanalizuje drugi ważny aspekt wykorzystania materiałów na bazie PET w druku 3D wynikający z ich częściowej krytyczności. W przypadku większości dostępnych komercyjnie filamentów materiały charakteryzują się najniższym możliwym poziomem krystaliczności, co ogranicza skurcz produktów i minimalizuje deformacje podczas produkcji. Ze względu na fakt, że odpadowe odmiany PET mają zwykle większą tendencję do krystalizacji, czynnik ten zostanie wykorzystany w badaniach w celu poprawy odporności cieplnej gotowych produktów. Plan badań przewiduje możliwość uzyskania dobrych wyników zarówno poprzez dobór odpowiednich warunków termicznych dla procesu druku 3D, jak i poprzez obróbkę cieplną gotowych produktów.

### **Innowacyjność planowanych prac:**

W obecnych badaniach nad drukiem 3D znaczna część badań w zakresie recyklingu tworzyw sztucznych dotyczy zagospodarowania odpadów po procesie drukowania, w szczególności polilaktydu (PLA) i kopolimeru ABS. W praktyce przemysłowej filamenty pochodzące z wtórnego przetwarzania drukowanych modeli są już dostępne na rynku. Niestety, ze względu na konieczność ujednolicenia koloru, większość tego typu materiałów dostępna jest w kolorze czarnym lub szarym. W przeciwieństwie do przykładów wymienionych powyżej, koncepcja pracy zakłada produkcję filamentu pierwotnego z materiałów odpadowych z innych procesów technologicznych, w szczególności odpadów poprodukcyjnych i poużytkowych z przemysłu opakowaniowego. Jest to istotna nowość, ponieważ uwzględnia możliwość wykorzystania odpadów polimerowych już na pierwszym etapie produkcji filamentu pierwotnego. Co ważne, proponowana koncepcja umożliwi rozwiązanie problemów kolorystycznych, ponieważ w przypadku opakowań na bazie PET materiał pozostaje przezroczysty, dzięki czemu możliwe jest jego barwienie na dowolny kolor w trakcie dalszych procesów przetwórczych.

### **Metodyka prac:**



From

**Prof Frederik Desplentere**

Department of Materials Engineering

**Katholieke Universiteit Leuven (KUL)**

To

**PhD Jacek Andrzejewski**

Institute of Materials Technology (ITMat)

Faculty of Mechanical Engineering

**Poznan University of Technology (PUT)**

This letter is to extend an invitation to Dr Jacek Andrzejewski to conduct research as a Visiting Research Fellow at the **Katholieke Universiteit Leuven (KUL) Processing of Polymers & Innovative Material Systems Research Group (ProPoliS)**. As a Visiting Researcher, Dr Andrzejewski will likely be engaged with other members of the KUL and the broader academic community in research and scholarship activities that may generate intellectual property. We will also make every effort to ensure that the assumptions of the implemented project have been achieved and that the results have helped develop new technologies.

I will personally take over the role of intern project supervisor (**Frederik Desplentere**). I am a specialist in the field of modification of polymer materials, simulation of technological processes, and methods of testing polymer and composite products. I also act as the leader of the **ProPoliS Research Group**. Therefore, I have the best understanding of the possibilities of carrying out research tasks in the host unit. Due to the fact that the topics of scientific works carried out by Dr. **Jacek Andrzejewski** largely overlap with the research carried out at the KUL, I believe that a joint project may allow for an effective exchange of experience, not only in the field of planned research but also in the course of a more general exchange of scientific experiences.

The appropriate hosting facility, which is an integral unit within the KUL structure, is the **Processing of Polymers & Innovative Material Systems Research Group (ProPoliS)**. ProPoliS is a center combining the experience of scientists from the Faculty of Engineering Technology and the Department of Materials Engineering. The center aims to serve as a unique platform for the development of the field of polymer/composite modification and the development of plastics manufacturing techniques.

The implementation of the discussed project (***Development of novel types of heat-resistant materials intended for manufacturing using extrusion-based 3D printing***) will allow for the broadening of research on the development of sustainable materials in additive manufacturing processing. The subject of the project can be considered interdisciplinary because it combines both material and mechanical engineering topics. The described research is of an implementation nature; however, for some of the planned works, in particular thermomechanical analysis measurements, the results will allow for a better understanding of the conditions of formation of the crystalline phase during additive manufacturing; therefore, they can be categorized as basic research. The subject of sustainable materials is of interest to many research centers around the world. The utilization of waste types of polymers and further modification aimed to increase the heat resistance of 3D-printed parts should contribute to the reduction of production costs and influence and reduce the negative impact of these processes on the environment. In accordance with the project expectations, the main planned result of the project will be long-term cooperation with the host center, which, due to the rank of **KUL**

(Katholieke Universiteit Leuven), creates real opportunities for the possibility of effective application in joint scientific projects. The main direct result should be considered planned publications of the results of scientific work carried out as part of an internship stay. Because the subject of the project is an innovative issue from the point of view of material applications, it is planned to cover selected solutions with patent protection.

I believe this visit will further develop mutual research cooperation between the Poznan University of Technology and Katholieke Universiteit Leuven in the fields of polymer materials modification and modern processing techniques.

I declare that the internship stay will not be financed with additional funding provided by KU Leuven or any other institution.

**Frederik Desplentere**

Head of Processing of Polymers & Innovative Material Systems Research Group (ProPolis)  
KU Leuven Bruges Campus  
Spoorwegstraat 12  
8200 Brugges - Sint-Michiels (Belgium)

Frederik  
Desplentere  
(Signature)

Digitally signed by  
Frederik Desplentere  
(Signature)  
Date: 2025.02.04  
16:07:51 +01'00'

dr hab. inż. **Jacek Andrzejewski**  
Instytut Technologii Materiałów  
Wydział Inżynierii Mechanicznej

**Oświadczenie o niepobieraniu stypendium z innych źródeł finansowania**

Oświadczam, że mój pobyt stażowy na **Katholieke Universiteit Leuven** (KU Leuven) nie będzie finansowany z żadnych innych środków poza dotacją w ramach programu „**Inicjatywa doskonała współpraca międzynarodowa – programy stażowe**” realizowanego przez **Politechnikę Poznańską**. W przypadku przyznania mi dodatkowych środków finansowych niezwłocznie powiadomię organizatorów programu o wysokości i źródle finansowania dodatkowego stypendium.

04.02.2025 ..... *Andrzejewski*

(data i czytelny podpis Wnioskodawcy)

