

Wielokrotnie przetwarzany biokompozyt polimerowy PHBV-włókno lniane jako materiał stosowany w produkcji wyrobów użytkowych

Grzegorz Janowski, Wiesław Frącz, Łukasz Bąk, Anna Czerniecka-Kubicka

Politechnika Rzeszowska, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Katedra Przeróbki Plastycznej

Nr zgłoszenia patentowego: P.434163

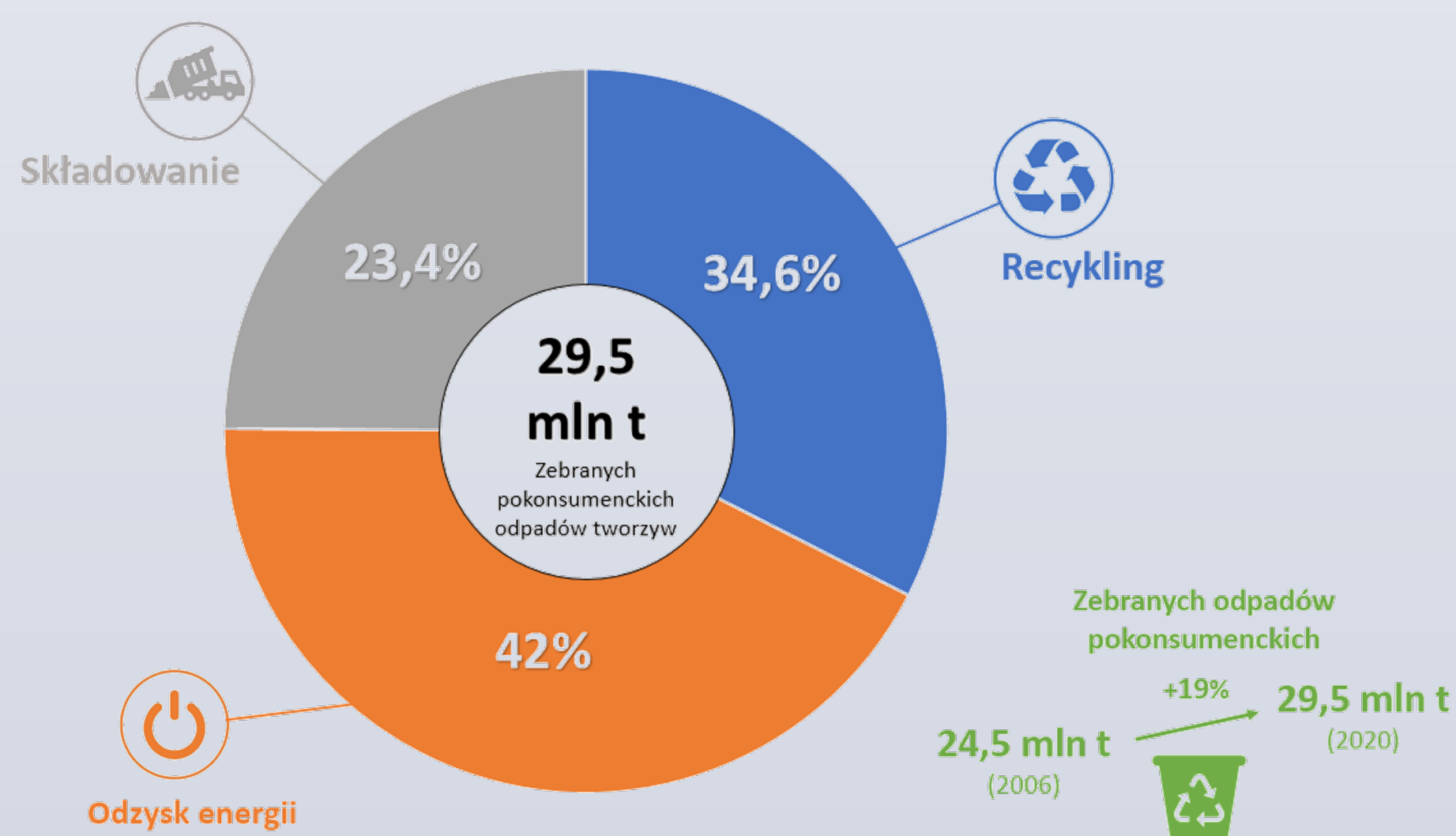
Streszczenie

Istotnym problemem współczesnego świata jest stale zwieszająca się ilość odpadów z tworzyw sztucznych. Należy wspomnieć, że materiały te są w większości pochodzenia petrochemicznego, nie ulegają biodegradacji i z różnym skutkiem poddawane są recyklingowi. PHBV (poli(kwas 3-hydroksymasłowy-co-3-hydroksywalerianowy)) należący do grupy polihydroksyalkanianów (PHA) jest polimerem pochodzenia naturalnego w pełni biodegradowalnym. Z uwagi na wysokie koszty wytworzenia jest rzadko stosowany w technologii wtryskiwania przez co ma obecnie małe możliwości komercjalizacji. Jedną z metod obniżenia kosztów wytwarzania oraz poprawienia właściwości ww. materiału jest zastosowanie krótkich włókien lnianych jako wypełniacza w matrycy PHBV. Autorzy wynalazku przeprowadzili już badania w kontekście wytwarzania, oceny właściwości mechanicznych i przetwórczych biokompozytu PHBV-włókno lniane. Stwierdzono znaczącą poprawę większości właściwości mechanicznych, przetwórczych i użytkowych biokompozytu w stosunku do czystego PHBV, gdzie również odnotowano, że uzyskany biokompozyt może być min. 5-cio krotnie ponownie przetwarzany (poddawany recyklingowi). Wytworzony biokompozyt może być stosowany jako substytut tworzyw sztucznych pochodzenia petrochemicznego w wyrobach wtryskowych i wytłaczanych, z uwagi na jego pochodzenie, biodegradowalność i możliwość ponownego przetworzenia.

Słowa kluczowe: PHBV, biopolimer, włókna lniane, recykling, ponowne przetworzenie, wtryskiwanie

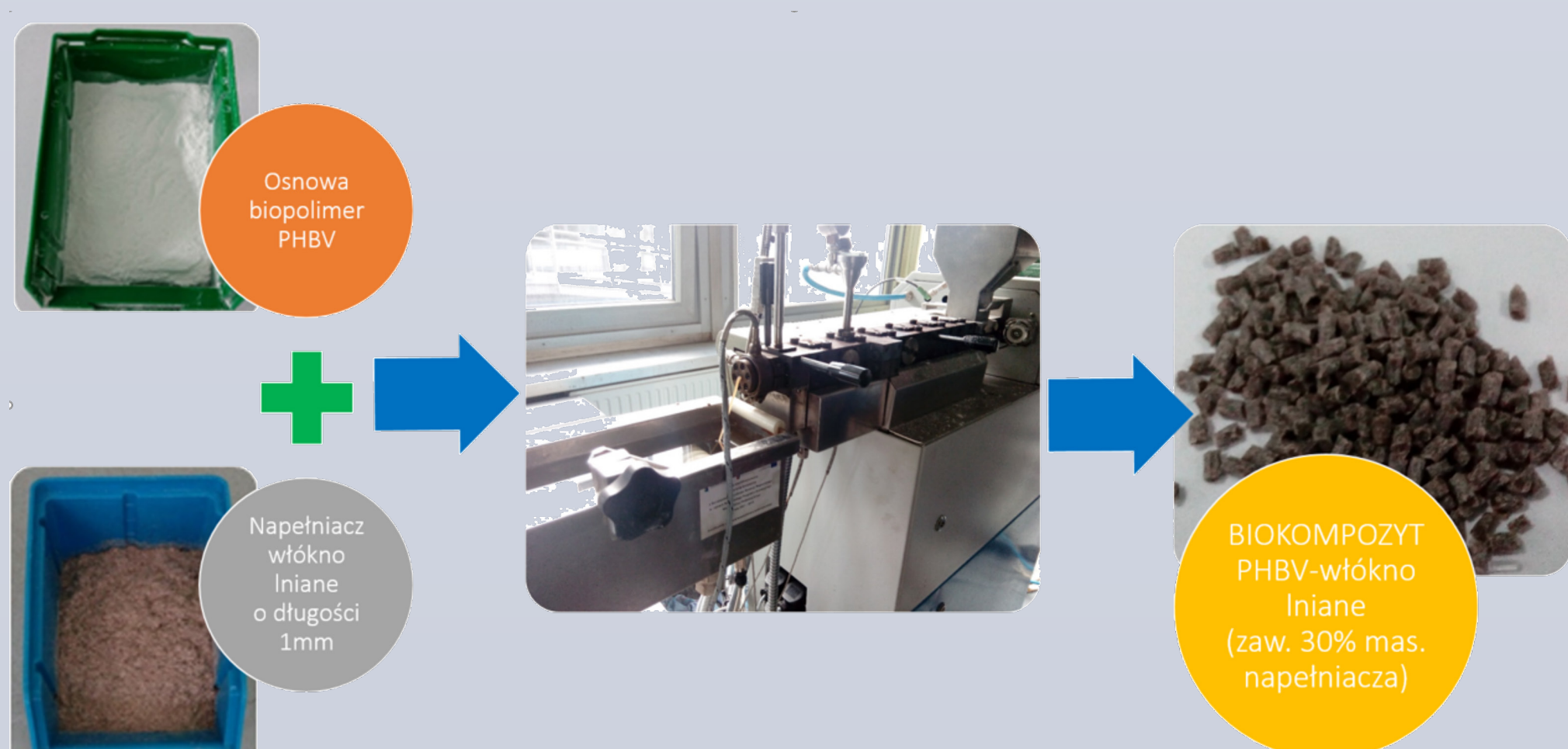
Potrzeba opracowania nowoczesnego biokompozytu

W 2020 roku; na świecie, wyprodukowano 367 milionów ton tworzyw sztucznych, a zapotrzebowanie na nie w krajach Unii Europejskiej wynosiło 49,1 miliona ton (dla Polski wynosiło ono 7,5% zapotrzebowania UE). Ogromne zapotrzebowanie na te materiały wiąże się z problemem zagospodarowania odpadami, gdzie za odpad pokonsumencki uznaje się wyrób po zakończeniu fazy użytkowania. Zebrane odpady możemy podzielić na: poddawane recyklingowi, takie z których odzyskujemy energię oraz na odpady składowane na wysypiskach. W 2020 roku w krajach Unii Europejskiej zebrano 29,5 miliona ton pokonsumenckich odpadów z tworzyw sztucznych, 34,6% poddano recyklingowi, z 42% odzyskano energię, a aż 23,4% składowano (bieżące dane polskojęzyczne z raportu Fundacji Plastics Europe Polska: „Tworzywa – Fakty 2021 - Analiza produkcji, zapotrzebowania oraz odzysku tworzyw sztucznych w Europie”). Wprowadzenie nowych przepisów unijnych w 2018 roku dot. odpowiedniego gromadzenia i przetwarzania polimerów biodegradowalnych oraz kompostowanych skłania do rozwoju technologii opracowywania nowych materiałów opartych na zasobach naturalnych – materiałów pochodzenia naturalnego takich jak włókna lniane i polimery podwójnie zielone (jak np. PHBV), gdyż po spełnieniu swojego zastosowania użytkowego mogą być rozłożone do czynników pierwszych w procesie biodegradacji, jak również mogą być ponownie min. pięciokrotnie poddawane ponownemu przetworzeniu (recyklingowi) co dodatkowo obniża koszty wytwarzania i wspiera działania proekologiczne dotyczące cyklu życia wyrobów i materiałów z nich wykonanych.



Metoda wytworzenia biokompozytu

Bioompozyt wytłaczano wykorzystując wyciarkarkę dwuślimakową i jednoślimakową firmy Zamak przy nastawnych wartościach temperatury na poszczególnych strefach grzewczych. Wytłaczany biokompozyt granulowano na stanowisku wyposażonym w wannę chłodzącą oraz granulator. W procesie wytłaczania otrzymano granulaty, który został wykorzystany do formowania wtryskowego.

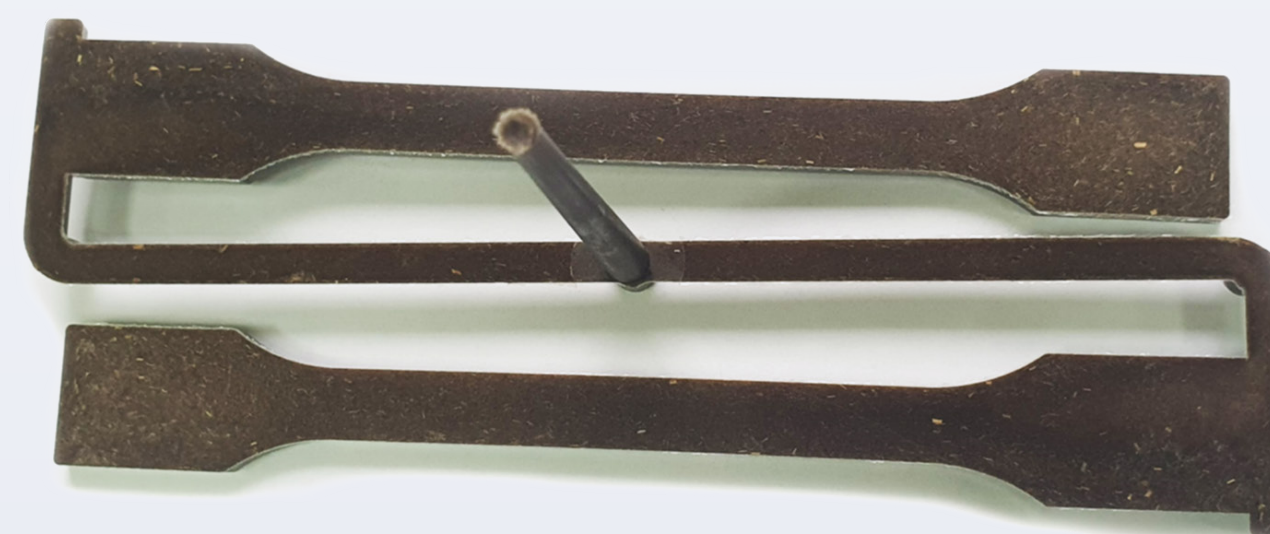


Formowanie wtryskowe próbek z opracowanego biokompozytu

Do procesu formowania wtryskowego użyto wtryskarkę DrBoy 55E wyposażoną w system Priamus służący do monitorowania i sterowania procesu formowania wtryskowego. W badaniach wykorzystano formę wtryskową z wkładkami przeznaczonymi do próby jednoosiowego rozciągania (zgodnie z normą PN-EN ISO 527),



Wtryskarka DrBoy 55E użyta w przetwórstwie biokompozytu



Wypraska z biokompozytu PHBV-włókna lniane (30% mas.)

Wybrane właściwości biokompozytu

Na podstawie przeprowadzonych badań przedwdrożeniowych odnotowano, iż z sukcesem można wytworzyć biokompozyt zaw. 30% wag. wypełniacza, obniżając o ok. 25% cenę, poprawiając o ok. 10% twardość, zwiększając ok. 12% wytrzymałość na rozciąganie, zwiększając o ok. 150% wartość modułu Younga, obniżając o ok. 65% skurcz wzdłużny wypraski w stosunku do czystego PHBV. W tym miejscu należy przypomnieć o naturalnym pochodzeniu biokompozytu polimerowego, który ulega biodegradacji i może być poddawany min. pięciokrotnie recyklingowi, którego właściwości mechaniczne i użytkowe mogą po piątym cyklu ponownego przetworzenia (recyklingu) pogorszyć się jedynie o ok. 10%, co obniża dodatkowo koszty wytwarzania wyrobów i pozwala na wydłużenie cyklu życia tworzywa w obiegu zamkniętym.

Zalety biokompozytu i możliwości jego zastosowania/komercjalizacji

Wytworzony biokompozyt może mieć szerokie zastosowanie w produkcji wyrobów wytwarzanych w technologii wtryskiwania i wytłaczania. W kontekście tym wytworzony i zbadany biokompozyt chroniony patentem może być udostępniany w formie sprzedaży praw oraz udzielenia licencji na sposób jego otrzymywania.

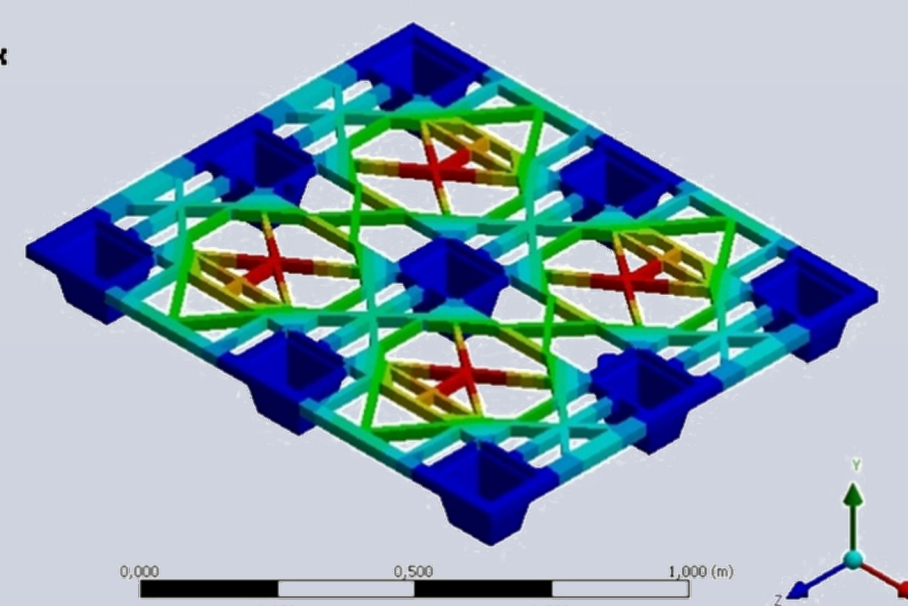
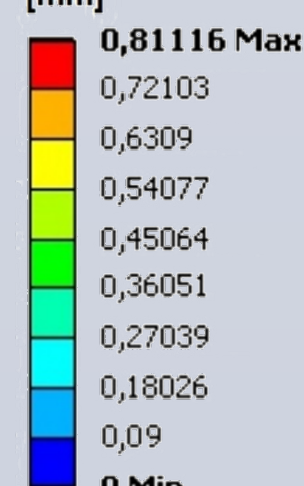
Po opracowaniu nowoczesnego biokompozytu stwierdzono znaczącą poprawę większości właściwości mechanicznych, przetwórczych i użytkowych biokompozytu w stosunku do czystego PHBV, gdzie również odnotowano, że uzyskany biokompozyt może być min. 5-cio krotnie ponownie przetwarzany (poddawany recyklingowi). Wskazane wyżej zalety/właściwości przyczyniają się do zwiększenia szansy jego komercjalizacji w kontekście zastosowania jako substytut tworzyw sztucznych pochodzenia petrochemicznego, które nie ulegają biodegradacji.

Opracowany materiał może mieć zastosowanie do produkcji wyrobów konkretnego przeznaczenia. Kierunki poszukiwań możliwości zastosowania ww. materiału skupiły się na produkcji wyrobu użytkowego, który spełniałby następujące kryteria:

- ulega zużyciu po pewnym czasie użytkowania,
- nie naprawia się go po uszkodzeniu,
- może pełnić funkcję wyrobu obciążonego w trakcie użytkowania,
- może mieć bezpośredni kontakt z organizmami żywymi.

Docelowo zważając na ww. kryteria biokompozyt ten może mieć zastosowanie m.in. w produkcji: palet z tworzyw sztucznych, skrzynek na owoce/warzywa, pojemników na odpady szpitalne typu gaziki itp., elementów zabezpieczających sprzedawaną elektronikę w kartonach i opakowań, jednorazowych sztućcy. Odbiorcą rozwiązania mogą być firmy produkujące detale ww. przeznaczenia w procesie formowania wtryskowego.

Maksymalne ugięcie [mm]



Wizualizacja maksymalnego ugięcia palety wykonanej z biokompozytu w trakcie pracy

Podziękowania

Wybrane badania dotyczące opracowanego biokompozytu realizowano w ramach projektu „Inkubator Innowacyjności 4.0” – temat grantu: „Ocena wpływu wielokrotnego przetwarzania biokompozytu PHBV-włókno lniane na właściwości mechaniczne i przetwórcze wyrobów wtryskowych”.