

Badania w zakresie inżynierii materiałowej
w Zakładzie Materiałów Ceramicznych i Polimerowych
Wydziału Inżynierii Materiałowej
Politechniki Warszawskiej

Zespół: Materiały Polimerowe

Prof. dr hab. inż. Joanna Ryszkowska

Dr inż. Milena Leszczyńska

Mgr inż. Anna Czajka

Mgr inż. Dominik Grzęda

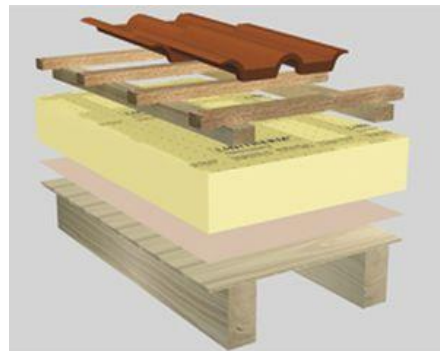
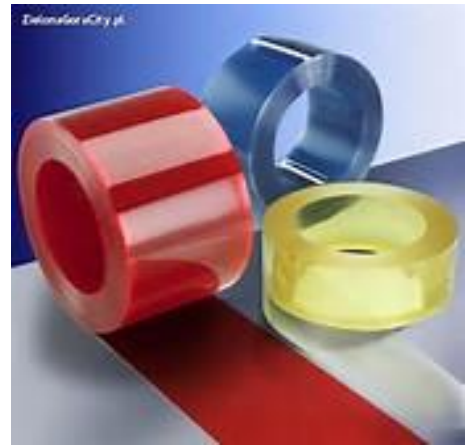
Mgr inż. Grzegorz Węgrzyk

Spotkanie Sekcji Materiały Niemetalowe KIMiM PAN
Warszawa, 28.03.2023



Materiały poliuretanowe

Czynniki wpływające na strukturę i właściwości materiałów poliuretanowych elastomerów i różnych typów pianek



Zależności pomiędzy składem różnych grup pianek poliuretanowych, a ich strukturą i właściwościami

Badania procesów wytwarzania materiałów poliuretanowych otrzymywanych z zastosowaniem nowej generacji surowców, w tym:

- z surowców odnawialnych, w tym zwłaszcza pozyskiwanych z biomasy pochodzącej z odpadów przemysłu rolno-spożywczego,
- porofory pozyskiwane z CO₂.

Kontynuowane są badania nad pozyskiwaniem nowych surowców z biomasy zgodnie z wytycznymi Gospodarki Obiegu Zamkniętego.

Opracowano nowe generacje materiałów poliuretanowych przeznaczonych do różnych zastosowań:

- pianek sztywnych do użycia jako materiały izolacyjne,
- pianek elastycznych do użycia w meblarstwie, jako materiały pomocnicze w medycynie,
- elastomery poliuretanowe do użycia w różnych branżach przemysłu.

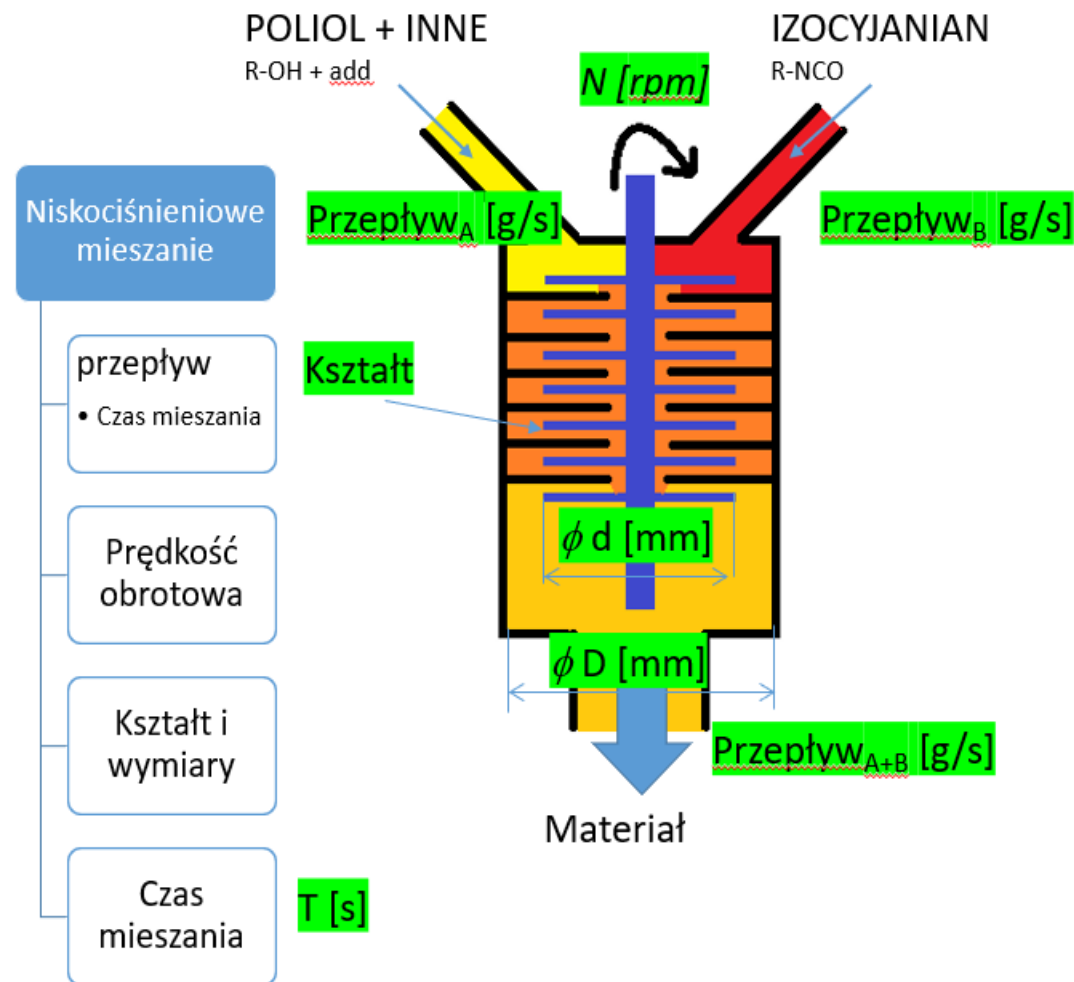
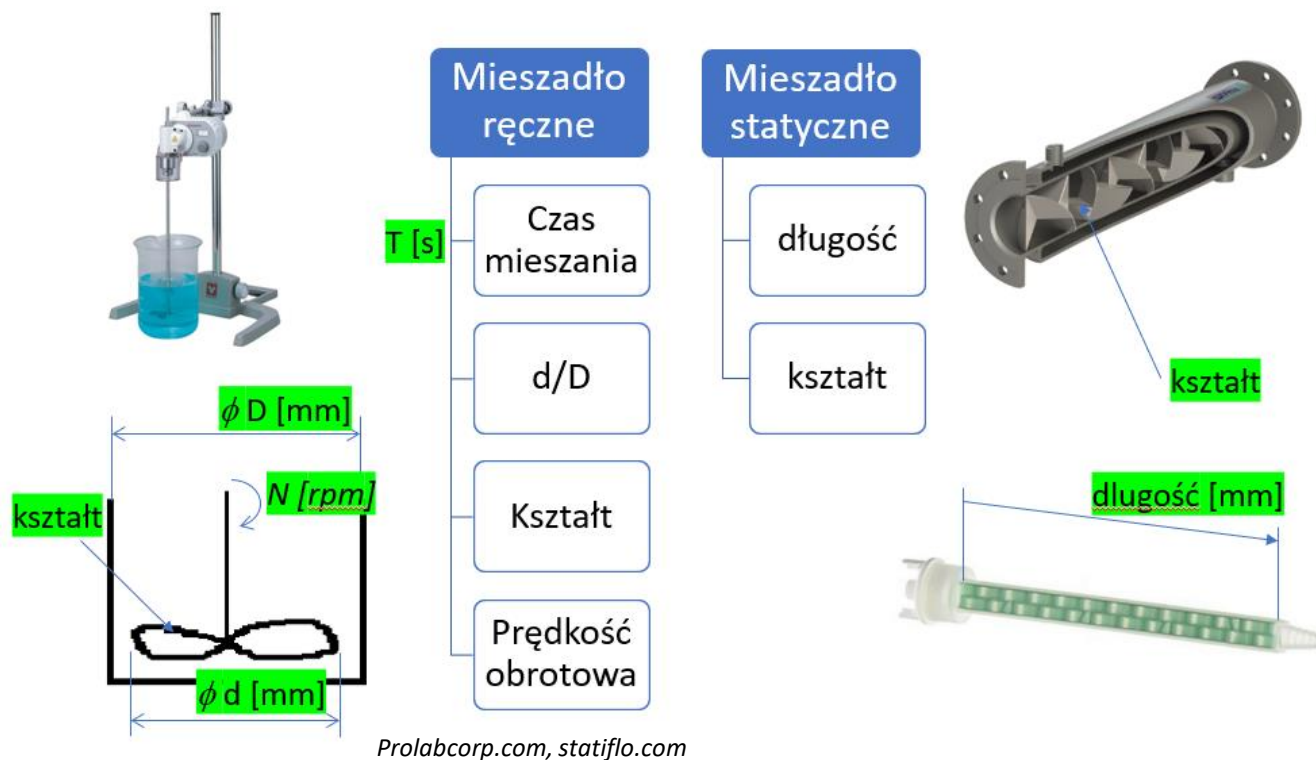


Materiały poliuretanowe

Zależności pomiędzy parametrami przetwórstwa różnych grup pianek poliuretanowych, a ich strukturą i właściwościami

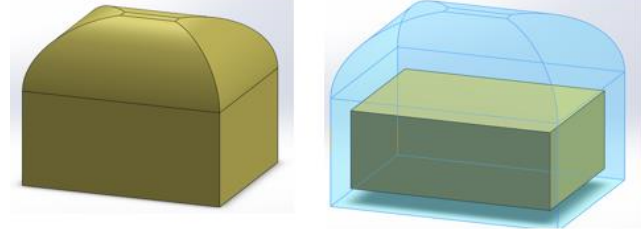
Najczęściej stosowane metody mieszania:

- Mieszanie ręczne za pomocą mieszadła obrotowego
- Mieszadło statyczne – dynamiczny przepływ
- Niskociśnieniowe mieszanie 5-10 bar



Materiały poliuretanowe

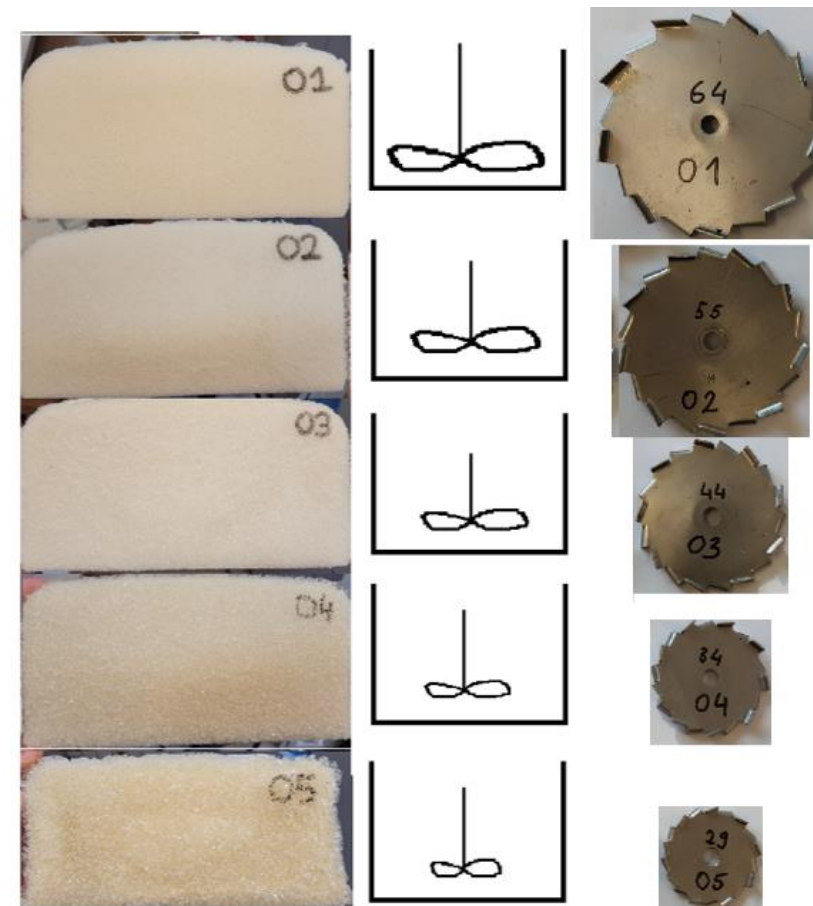
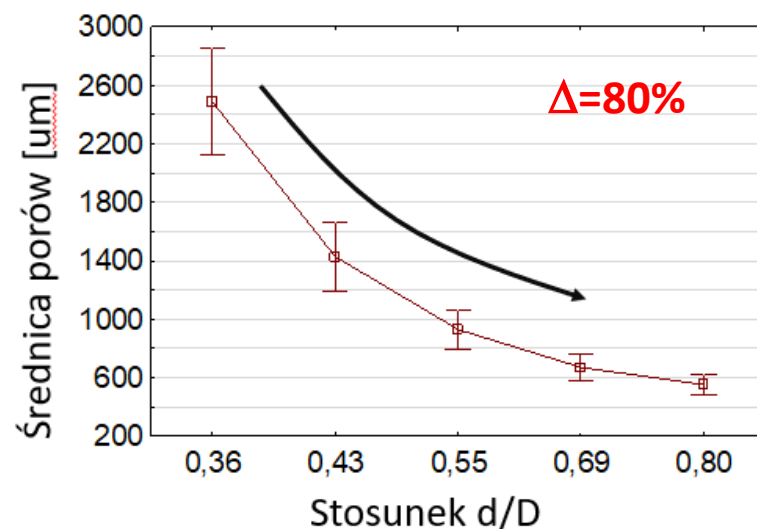
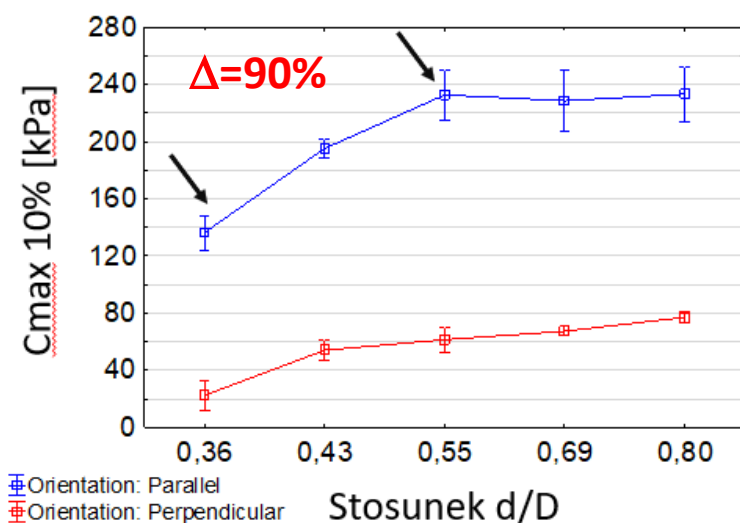
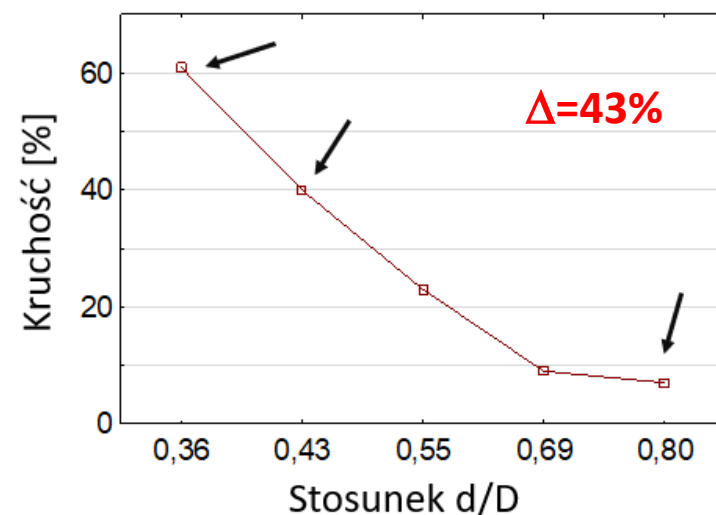
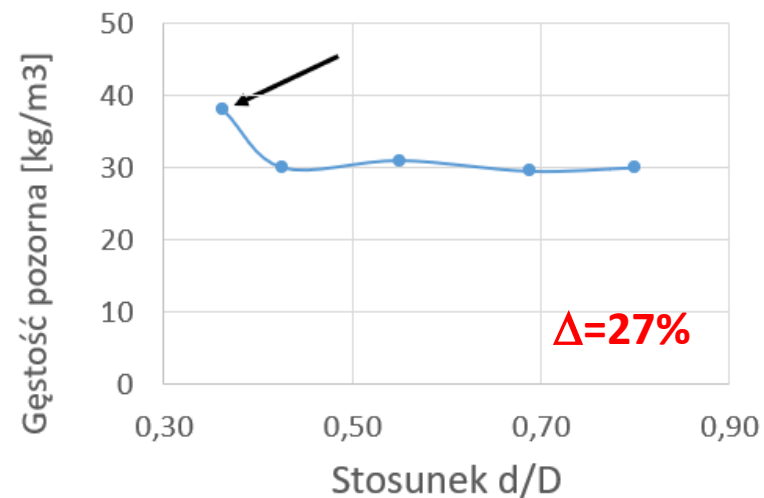
Zależności pomiędzy parametrami przetwórstwa różnych grup pianek poliuretanowych, a ich strukturą i właściwościami



Sztywna pianka poliuretanowa

Mieszanie ręczne za pomocą mieszadła obrotowego - zmienny stosunek d/D - 64/80, 55/80, 44/80, 34/80, 29/80

- 5 bloków z piany sztywnej - 150g/ każdy , Stała temperatura 22° C, Czas mieszania - 10 s

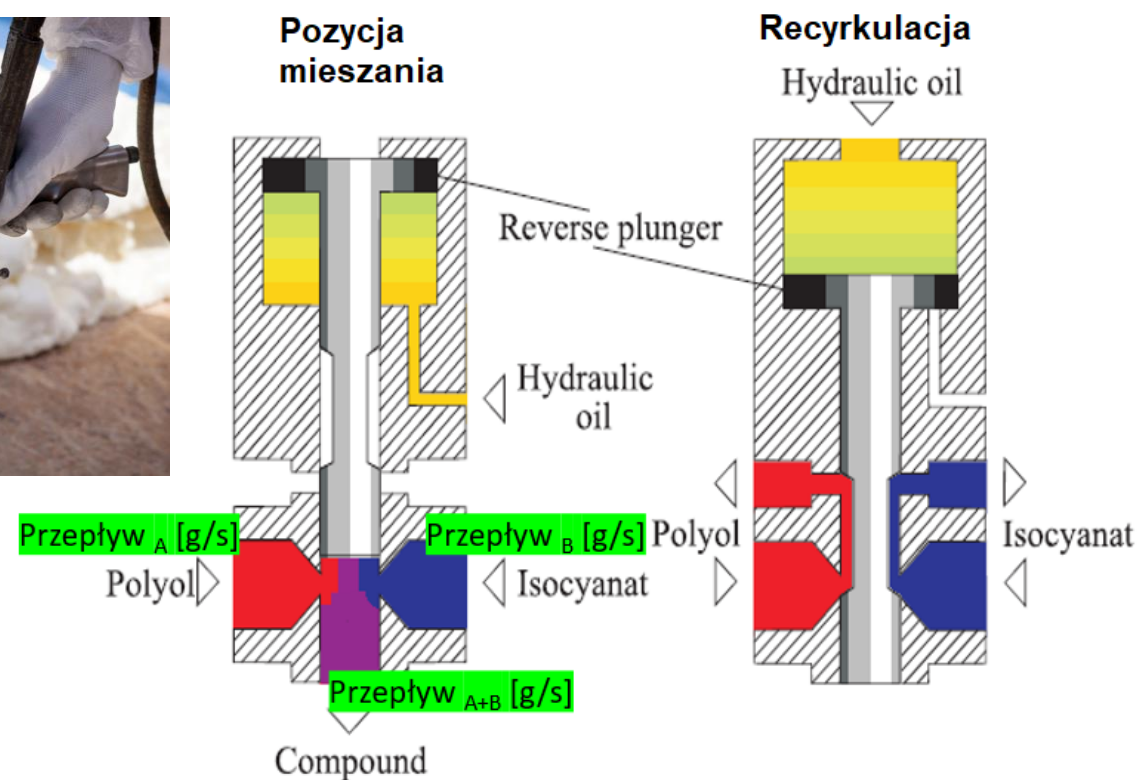


Materiały poliuretanowe

Zależności pomiędzy parametrami przetwórstwa różnych grup pianek poliuretanowych, a ich strukturą i właściwościami

Najczęściej stosowane metody mieszania:

- Wysokociśnieniowe mieszanie 100 – 200 bar
 - mieszanie dynamiczne/uderzeniowe
- Pistolet mieszający - mieszanie dynamiczne



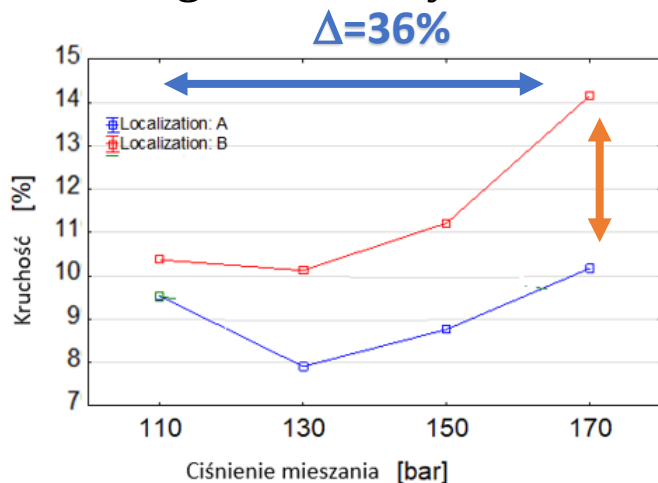
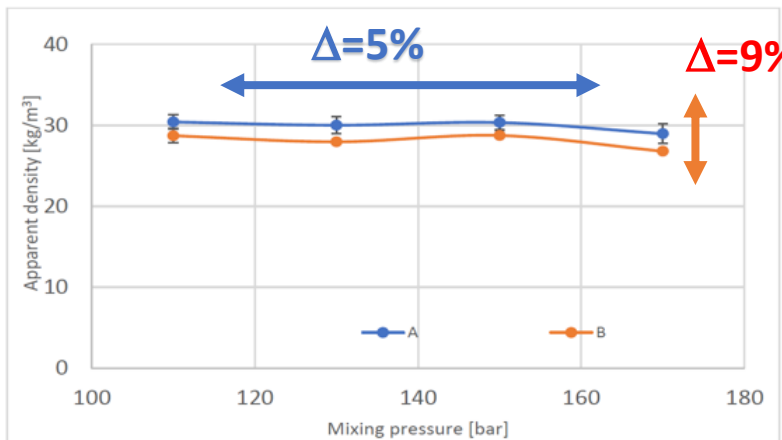
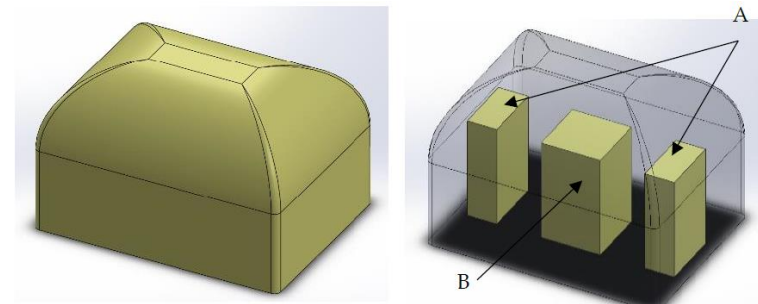
We współpracy z Instytutem Technologii Drewna w Rydze prowadzimy badania nad wpływem parametrów procesu natryskiwania na strukturę i właściwości sztywnych pianek PUR

Zależności pomiędzy parametrami przetwórstwa różnych grup pianek poliuretanowych, a ich strukturą i właściwościami

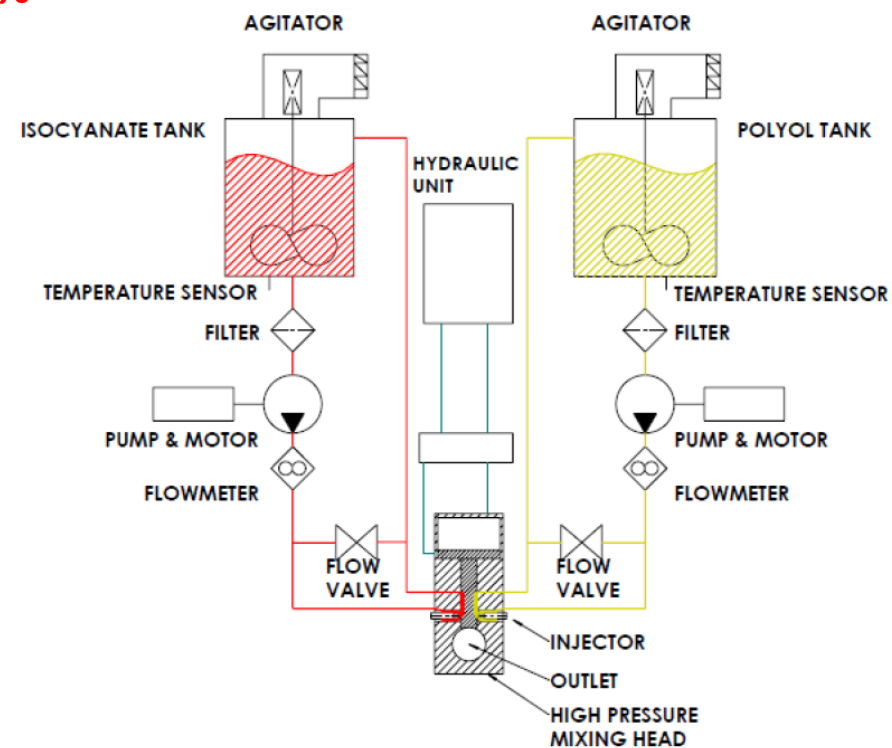
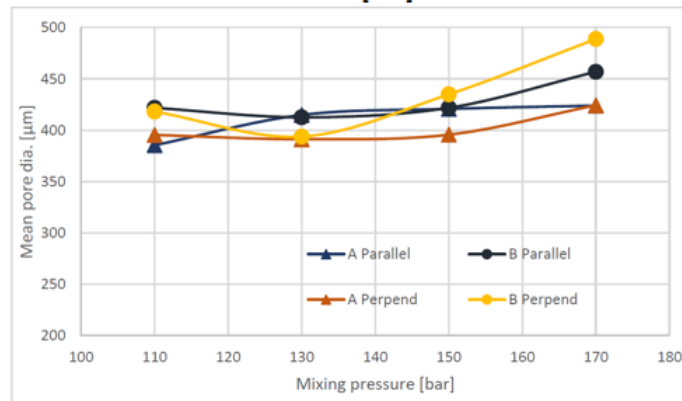
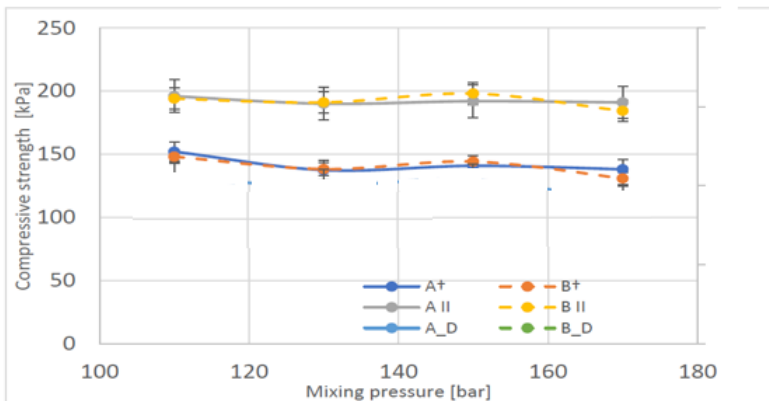
Sztywna pianka poliuretanowa

Mieszanie wysokociśnieniowe- zmienne ciśnienie mieszania – 110, 130, 150, 170 bar

Stała temperatura -23° C, stały przepływ – 600 g/s, czas wtrysku-1s



$\Delta=30\%$



Węgrzyk, G.; Grzęda, D.; Ryszkowska, J. The Effect of Mixing Pressure in a High-Pressure Machine on Morphological and Physical Properties of Free-Rising Rigid Polyurethane Foams—A Case Study. Materials 2023, 16, 857. <https://doi.org/10.3390/ma16020857>

Materialy poliuretanowe

Zależności pomiędzy składem różnych grup materiałów poliuretanowych, a ich strukturą i właściwościami

Kompozyty poliuretanowe o osnowie z pianek elastycznych i sztywnych z:

addytywnymi i reaktywnymi dodatkami ograniczającymi palność

- Wyniki badań palności: IO= 26-31 % test UL94 klasa V0

Współpraca z prof. dr hab. inż. M. Oleksym,

Politechnika Rzeszowska

Współpraca z firmą Instuseal S.A.

Recykling pianek poliuretanowych

Recykling elastomerów poliuretanowych

Współpraca z firmą Biosystem S.A.

Współpraca z firmą Asma Polska

Pianki formowane do uszczelnień części twarzowych sprzętu ochrony układu oddechowego



Współpraca z dr inż. M. Okrasą, CIOP

Materiały poliuretanowe

Materiały polimerowe o zróżnicowanej charakterystyce mechanicznej i funkcjonalnej, przeznaczone do wytwarzania protez kończyn technikami addytywnymi

Ok. 60 mln osób na całym świecie żyło z amputacją kończyny z powodu urazów (2018).

Ok. 4,7 mln osób w Europie (2019) (Szacuje się, że do 2050 r. liczby te mogą się podwoić)

Ok. 0,4 mln osób rocznie w Europie poddawanych jest amputacji

Ok. 0,1% osób z populacji rocznie rodzi się bez kończyn lub z ich deformacjami

Amputacje:

- **45%** to efekt urazów,
- **54%**, jest spowodowana chorobami naczyniowymi tj. cukrzyca, zarostowa choroba tętnic obwodowych,
- **1%** choroby nowotworowe lub infekcje.

Kierownik projektu: dr inż. Maciej Dębowski

Realizatorzy:

Wydział Chemiczny, Wydział Inżynierii Materiałowej, Wydział Mechaniczny
Energetyki i Lotnictwa



**Wydział
Chemiczny**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA



1. Ziegler-Graham, K.; MacKenzie, E.J.; Ephraim, P.L.; Trivison, T.G.; Brookmeyer, R. Estimating the Prevalence of Limb Loss in the United States: 2005 to 2050. Arch. Phys. Med. Rehabil. 2008, 89, 422–429, doi:10.1016/j.apmr.2007.11.005.
2. McDonald, C.L.; Westcott-McCoy, S.; Weaver, M.R.; Haagsma, J.; Kartin, D. Global prevalence of traumatic non-fatal limb amputation. Prosthet. Orthot. Int. 2020, doi:10.1177/0309364620972258.

Materiały polimerowe o zróżnicowanej charakterystyce mechanicznej i funkcjonalnej, przeznaczone do wytwarzania protez kończyn technikami addytywnymi

Lej mocujący:

obecnie → **guma silikonowa** lub **żywic**,
i wewnętrzny miękki wkład - **żel**

Wady:

- słaba sterowność protezą,
- pojawiający się ruch wzłużny kikuta względem leja protezy może powodować dyskomfort, otarcia i uszkodzenia tkanek miękkich w okolicy kikuta,
- zwiększona potliwość kikuta, zaleganie potu
- bardzo wysoka cena
- ograniczona dostępność.

Lej mocujący: do protez kosmetycznych, mechanicznych i bionicznych

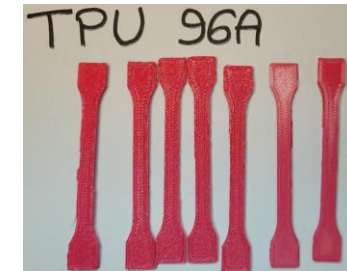
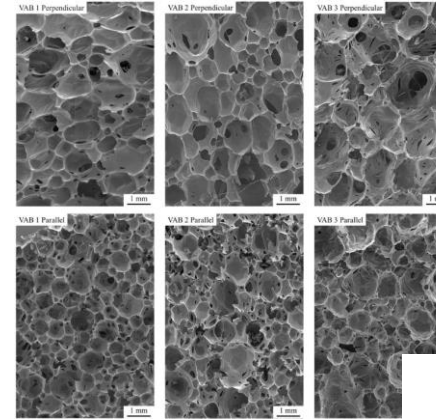


Materiały polimerowe o zróżnicowanej charakterystyce mechanicznej i funkcjonalnej, przeznaczone do wytwarzania protez kończyn technikami addytywnymi



Lej mocujący - propozycja rozwiązania:

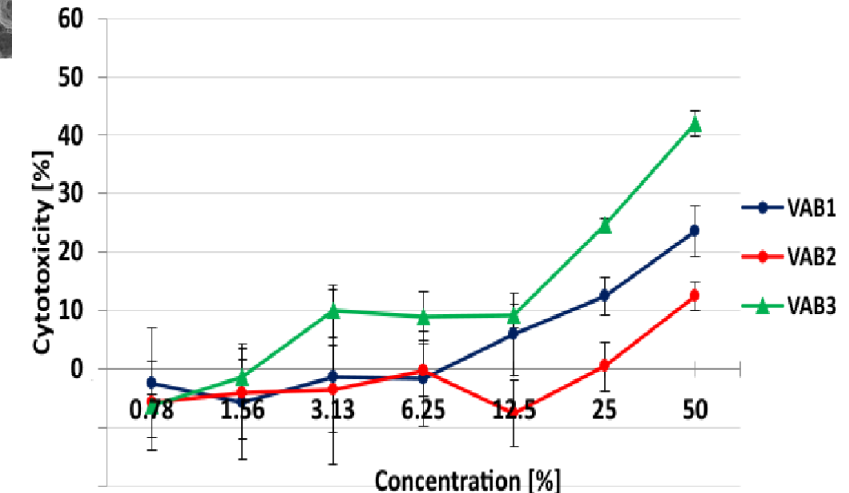
- lej wykonany drukiem 3D z TPU
- wkładka z biozgodnej lepkosprężystej pianki poliuretanowej



Współpraca z dr inż. A. Nowak,
Politechnika Łódzka

Zalety rozwiązania:

- skrócenie czasu i kosztów wykonania leja
- zwiększenie komfortu użytkowników protez,
- wydłużenie czasu użytkowania bez ryzyka podrażnienia, bądź uszkodzenia tkanek miękkich kikuta
- odprowadzanie potu użytkownika protezy

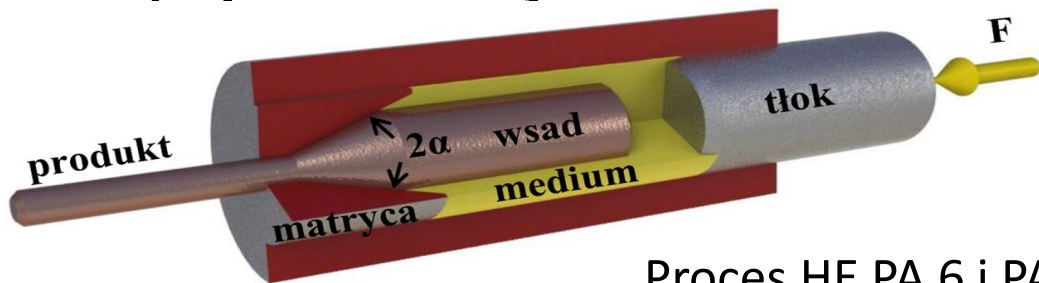


Grzęda, D.; Węgrzyk, G.; Nowak, A.; Komorowska, G.; Szczepkowski, L.; Ryszkowska, J. Effect of Different Amine Catalysts on the Thermomechanical and Cytotoxic Properties of 'Visco'-Type Polyurethane Foam for Biomedical Applications. *Materials* 2023, 16, 1527. <https://doi.org/10.3390/ma16041527>

Grzęda, D.; Węgrzyk, G.; Leszczyńska, M.; Szczepkowski, L.; Gloc, M.; Ryszkowska, J. Viscoelastic Polyurethane Foams for Use as Auxiliary Materials in Orthopedics. *Materials* 2022, 15, 133. <https://doi.org/10.3390/ma15010133>

Materiały polimerowe o zróżnicowanej charakterystyce mechanicznej i funkcjonalnej, przeznaczone do wytwarzania protez kończyn technikami addytywnymi

Poliamidy i hybrydowe kompozyty o osnowie z poliamidów przetwarzane metodą hydroekstruzji HE



Proces HE PA 6 i PA 6.6



	PA 6	PA 6.6		PA 6	PA 6.6
Moduł sprężystości przy zginaniu E_f [MPa]	↑ 160%	↑ 65%	Granica plastyczności σ_y [MPa]	↑ 648%	↑ 575%
Wytrzymałość na zginanie σ_{fM} [MPa]	↑ 67%	↑ 24%	Wytrzymałość na rozciąganie σ_M [MPa]	↑ 465%	↑ 620%

Współpraca z UNIPRESS PAN

Skorupska, M.; Kulczyk, M.; Przybysz, S.; Skiba, J.; Mizeracki, J.; Ryszkowska, J. Mechanical Reinforcement of Polyamide 6 by Cold Hydrostatic Extrusion. Materials 2021, 14, 6045. <https://doi.org/10.3390/ma14206045>

Poliamidy i hybrydowe kompozyty o osnowie z poliamidów przetwarzane metodą druku 3D



PA 6



Kompozyt PA 6

Współpraca z prof. dr hab. inż. M. Oleksym, Politechnika Rzeszowska

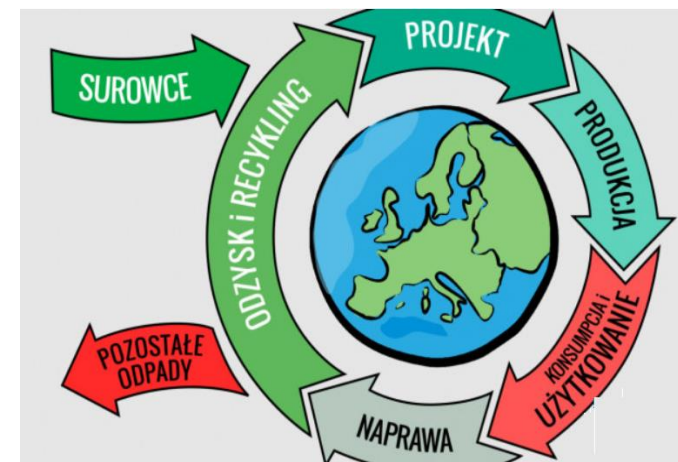


**Wydział
Chemiczny**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Gospodarka o obiegu zamkniętym

Koncepcja gospodarki, w której: wartości, produkty, materiały oraz surowce powinny pozostawać w obiegu tak długo, jak jest to możliwe, a wytwarzanie odpadów powinno być zminimalizowane



Budowanie gospodarki o obiegu zamkniętym obejmuje:

- projektowanie i procesy produkcyjne w obiegu zamkniętym,
- wzmocnienie pozycji konsumentów,
- **przekształcanie odpadów w zasoby.**



Wytłoki aronii



Słoma pszenna



Wysłodki buraczane



Wytłoki aronii



Słoma pszenna



Wysłodki buraczane

Odpady z przemysłu rolno-spożywczego

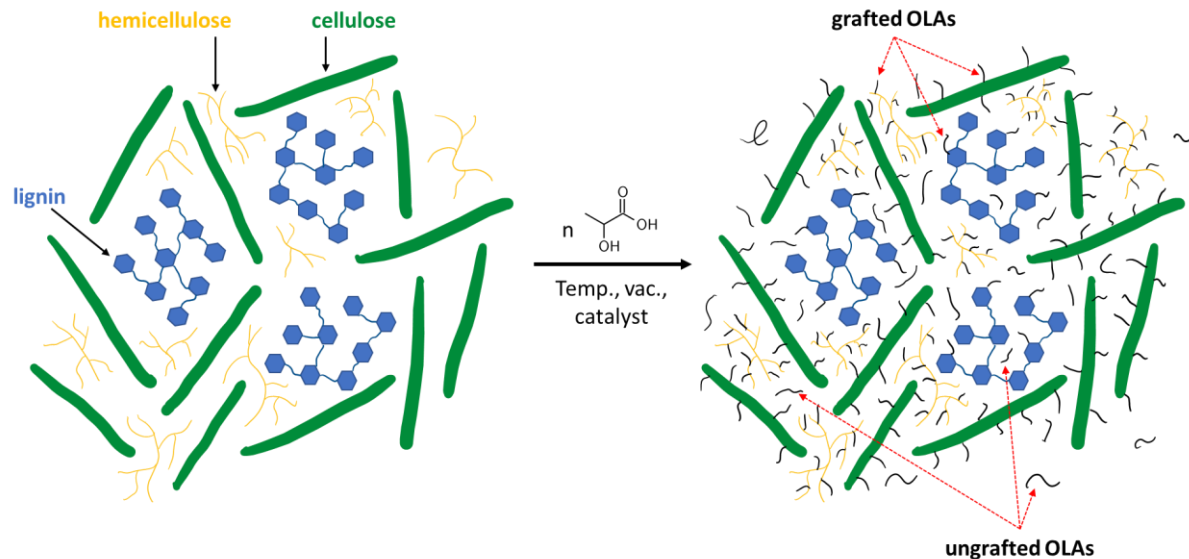
Biodegradowalne biokompozyty

Modyfikacja napełniaczy lignocelulozowych do wytwarzania biodegradowalnych biokompozytów z PLA

- modyfikacja z użyciem kwasu mlekowego
- silanizowanie grup hydroksylowych

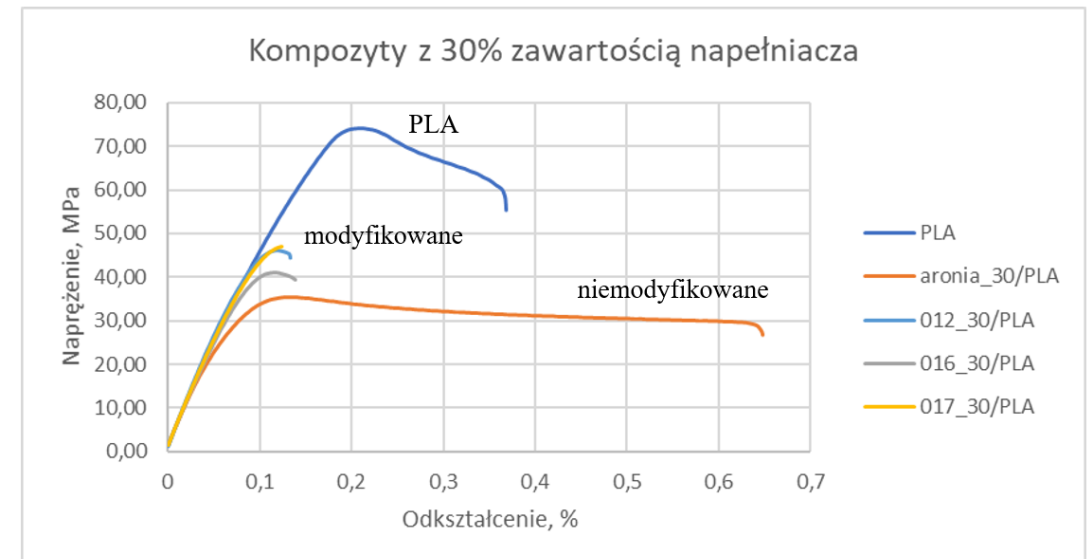
Cele modyfikacji chemicznej:

- zmniejszenie hydrofilowości napełniacza lignocelulozowego;
- zwiększenie adhezji napełniacz-osnowa;



Współpraca z dr hab. inż. A. Plichtą prof. uczelni,
Wydział Chemiczny Politechnika Warszawska

Współpraca z dr hab. inż. R. Przekop prof. uczelni,
Centrum Zaawansowanych Technologii UAM w Poznaniu



Biodegradowalne biokompozyty

PLA Ingeo™



▶ 20/30/40 [%]

porzeczka po ekstrakcji nadkrytycznej

PLA – P - Ekstrakt

▶ 20/30/40 [%]

porzeczka – wyciągi po produkcji wina

PLA – P - Wyciągi

▶ 20/30/40 [%]

młóto browarniane

PLA - Młóto

Bioplast 106



▶ 20/30/40 [%]

porzeczka po ekstrakcji nadkrytycznej

Bioplast – P - Ekstrakt

▶ 20/30/40 [%]

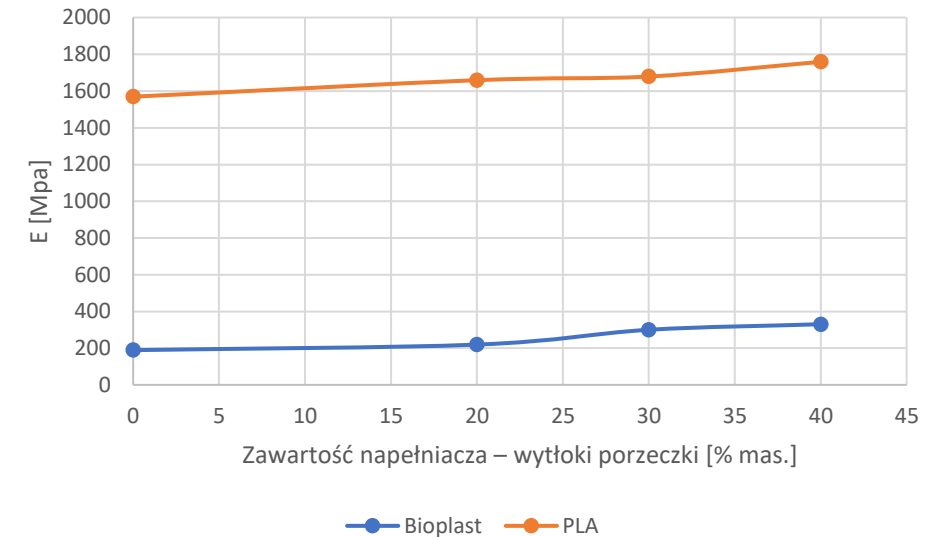
porzeczka – wyciągi po produkcji wina

Bioplast – P - Wyciągi

▶ 20/30/40 [%]

młóto browarniane

Bioplast - Młóto



Bioplast
+
Porzeczka
wyciągi



PLA
+
Porzeczka
wyciągi

Zespół z Wydziału Inżynierii Materiałowej PW z nagrodą Prezesa Zarządu PKN ORLEN

Zespół pod kierownictwem prof. Joanny Ryszkowskiej zdobył II nagrodę w ogólnopolskim konkursie na „Najlepszą pracę badawczą wykonaną na rzecz PKN ORLEN” w 2022 r.

Wyróżnieni zostali prof. Joanna Ryszkowska, dr Leonard Szczepkowski, dr inż. Milena Leszczyńska, mgr inż. Radosław Bulski i Katarzyna Klimaszewska.

Celem konkursu jest promowanie najlepszych wzorców realizowania prac badawczych. Istotnym założeniem jest także motywowanie do współpracy nauki i biznesu oraz stworzenie nowoczesnych rozwiązań, które w konsekwencji znajdą praktyczne zastosowanie w firmie.