

# BADANIE UŻYTECZNOŚCI WYBRANYCH MATERIAŁÓW POLIMEROWYCH DO ZASTOSOWAŃ W INŻYNIERII BIOMEDYCZNEJ – wybrane zagadnienia

Autor: inż. Katarzyna Grzywacz

Kierunek studiów: Inżynieria w medycynie, II stopień

Promotor: dr inż. Małgorzata Zaborniak

Rok akademicki: 2022/2023

## GENEZA

Praca powstała w odpowiedzi na rosnące zainteresowanie zastosowaniem materiałów polimerowych w inżynierii biomedycznej oraz potrzebę wypełnienia luki w dotychczasowych badaniach naukowych, które nie skupiały się w dostatecznym stopniu na ocenie wpływu badania starzeniowego i procesu sterylizacji na te materiały. Głównym celem pracy było dostarczenie istotnych informacji dotyczących trwałości i wytrzymałości badanych materiałów oraz słuszności ich zastosowania medycznego. Przeprowadzone badania stanowiły podstawę do dalszych analiz, dotyczących badania pełzania materiałów podczas zginania prostego.

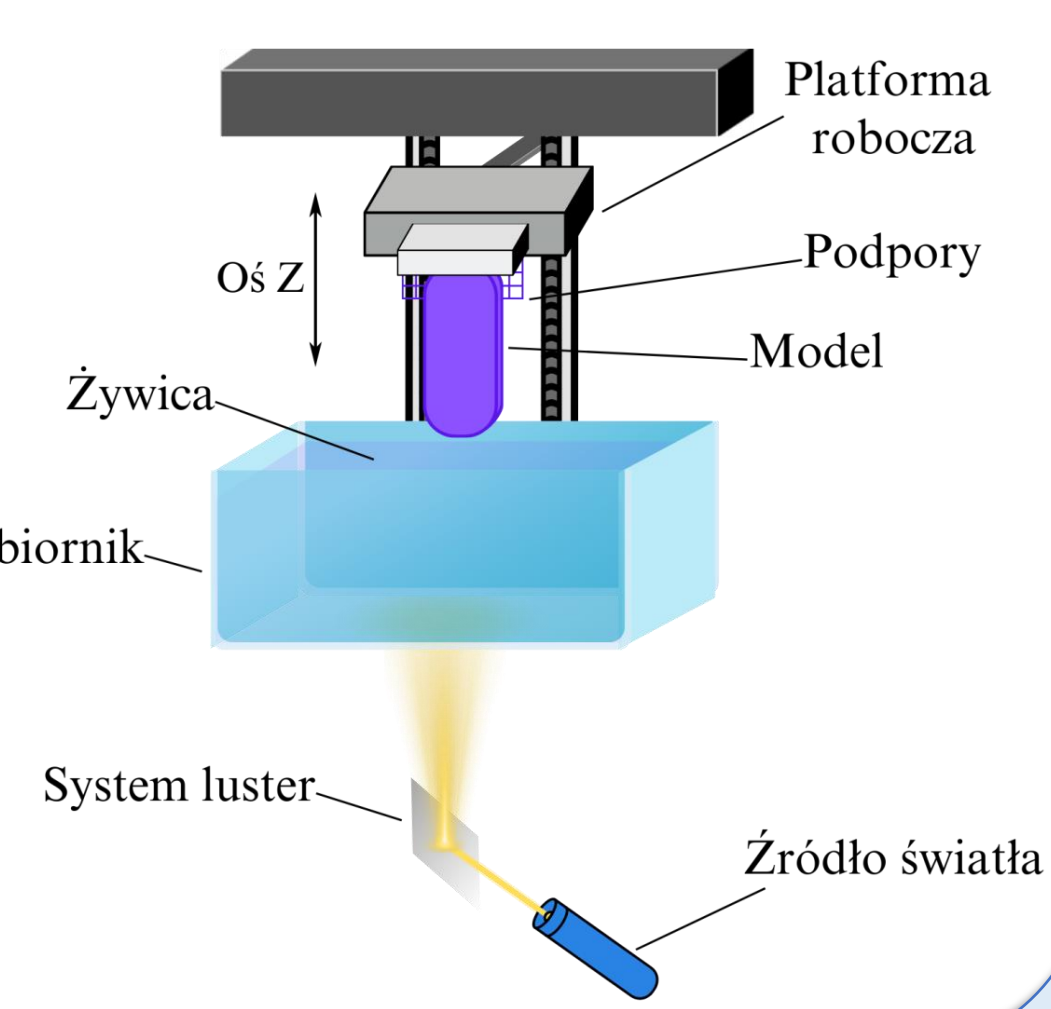
## CEL PRACY

Analiza wpływu badania starzeniowego oraz sterylizacji na wybrane materiały polimerowe do zastosowań w inżynierii biomedycznej.

## ZAKRES PRACY

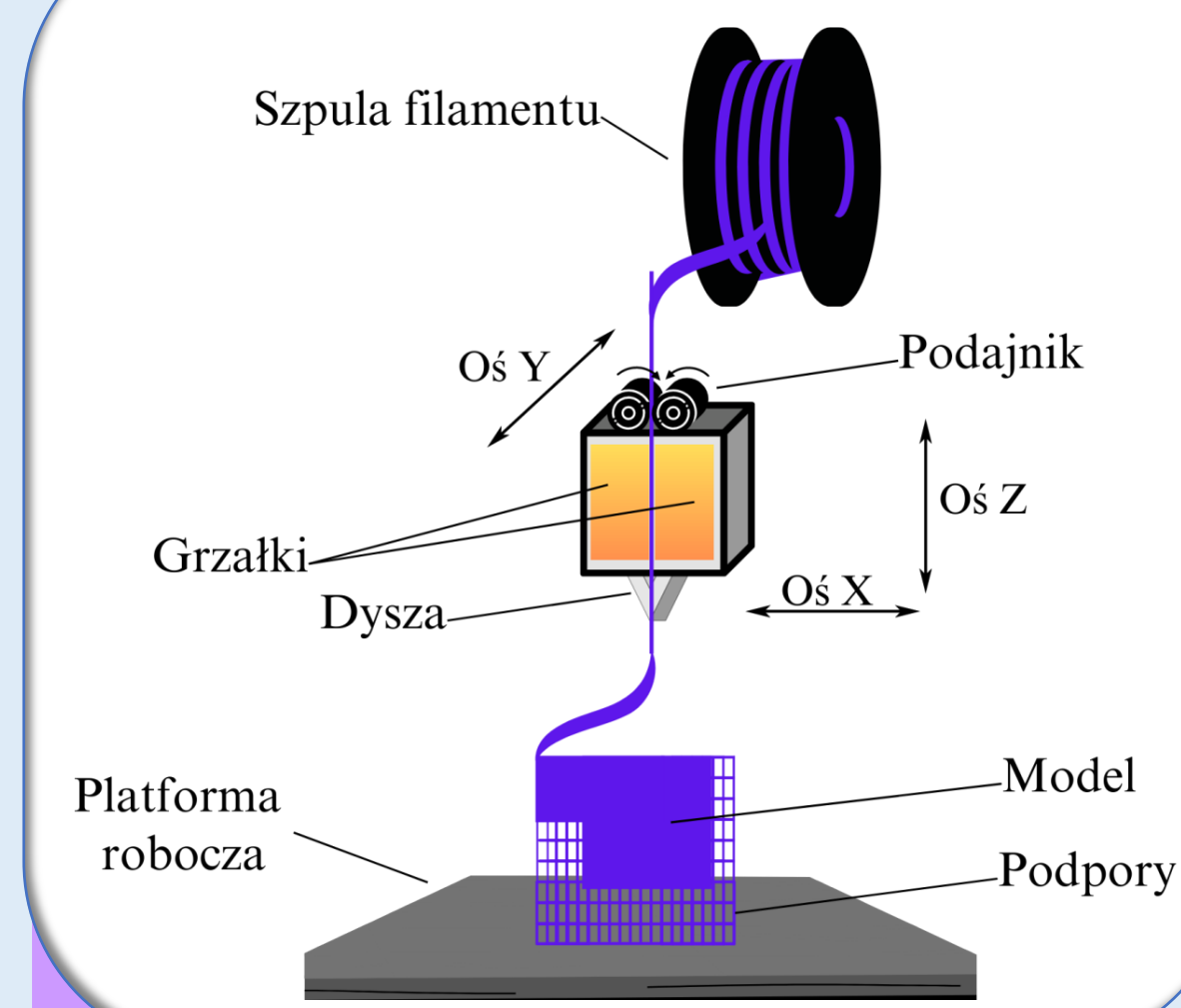
- ❖ Przedstawianie metody sterylizacji parowej próżnią frakcjonowaną.
- ❖ Przegląd metod druku oraz materiałów polimerowych do zastosowań w inżynierii biomedycznej.
- ❖ Modelowanie oraz wydruk próbek materiałowych wybranymi metodami.
- ❖ Przeprowadzenie procesu sterylizacji oraz badania starzeniowego.
- ❖ Ocena wizualna wpływu wskazanych czynników na wybrane materiały.

### Metoda DLP



Żywica fotoutwardzalna Anycubic Standard UV

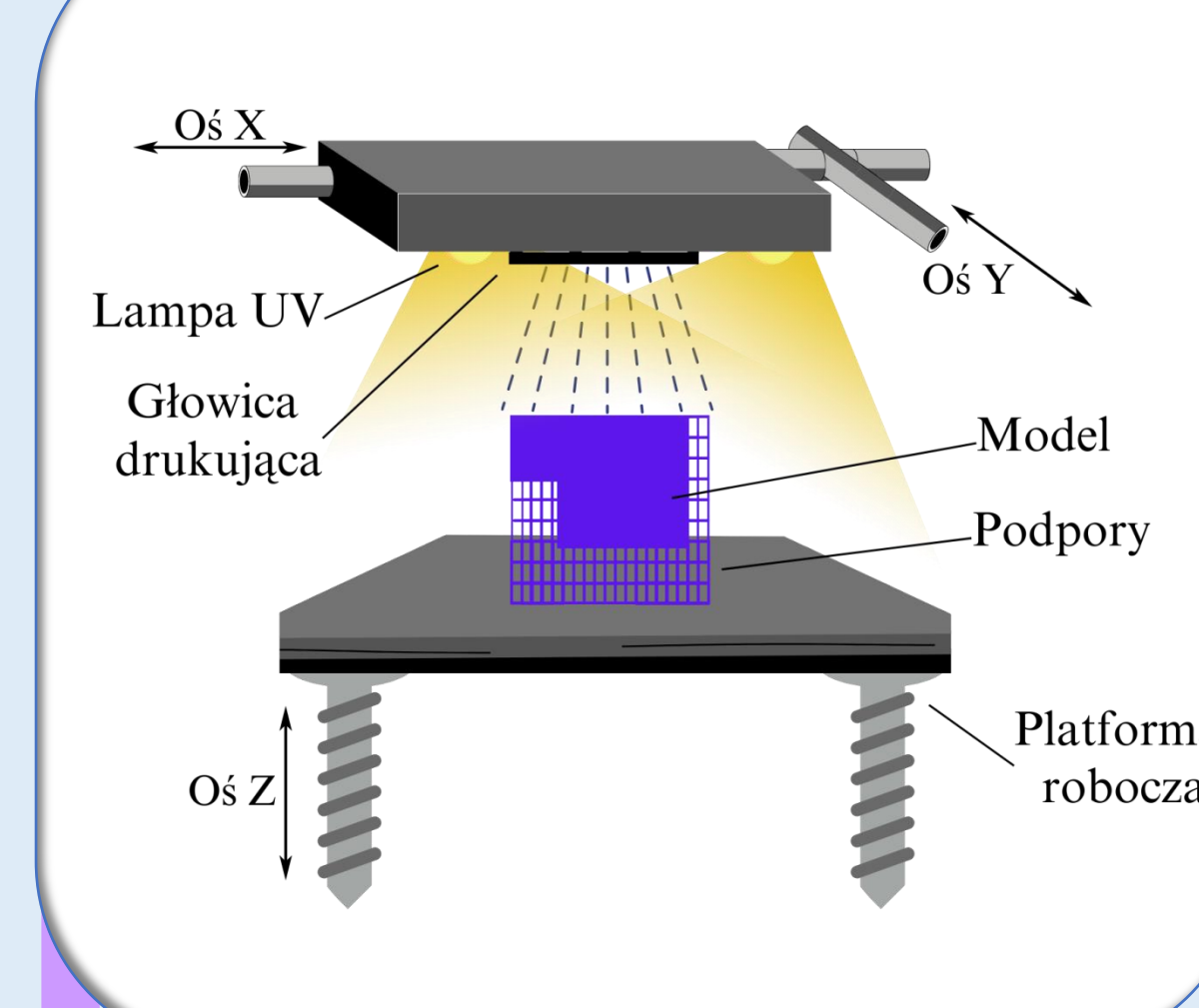
### Metoda FDM/FFF



Polimer 3DGence PEEK w zamkniętej komorze

Polimer Noctuo UltraPLA

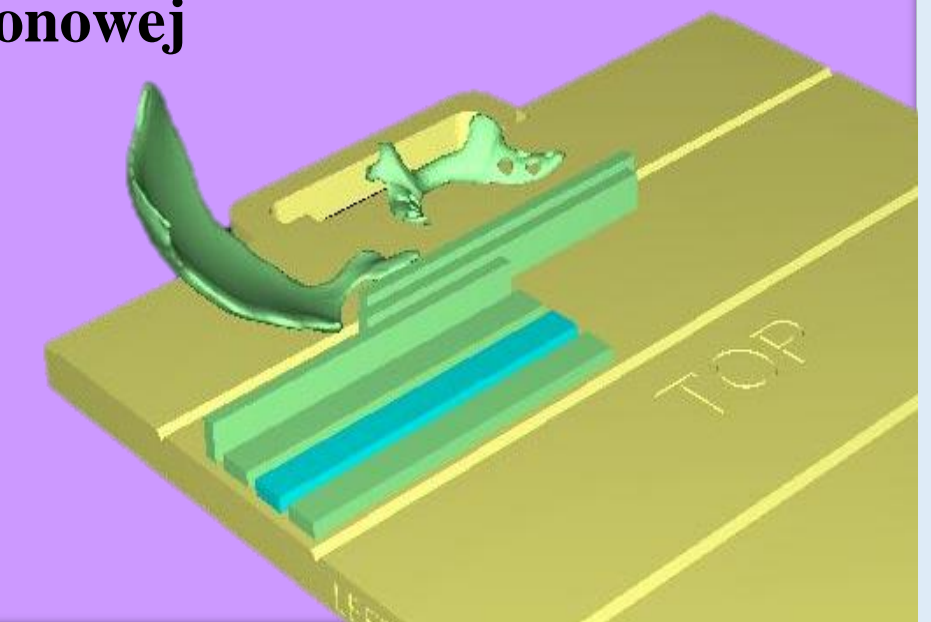
### Metoda PolyJet



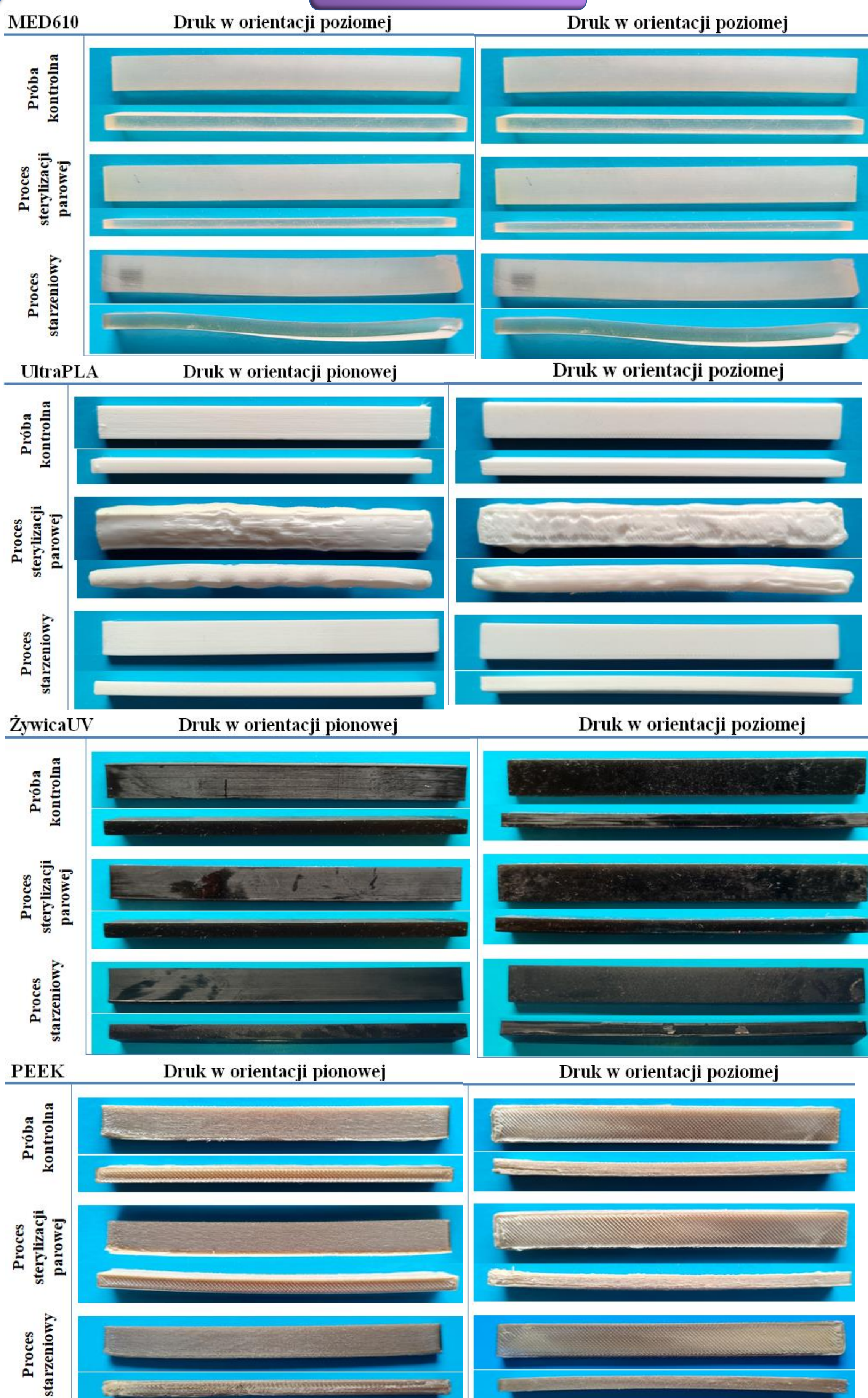
Polimer Stratasys MED610

Przeprowadzono procedurę wytworzenia modeli w celu zoptymalizowania i weryfikacji parametrów druku 3D. Drukowanie wykonano w dwóch różnych orientacjach względem osi maszyny:

- poziomej
- pionowej



## WYNIKI

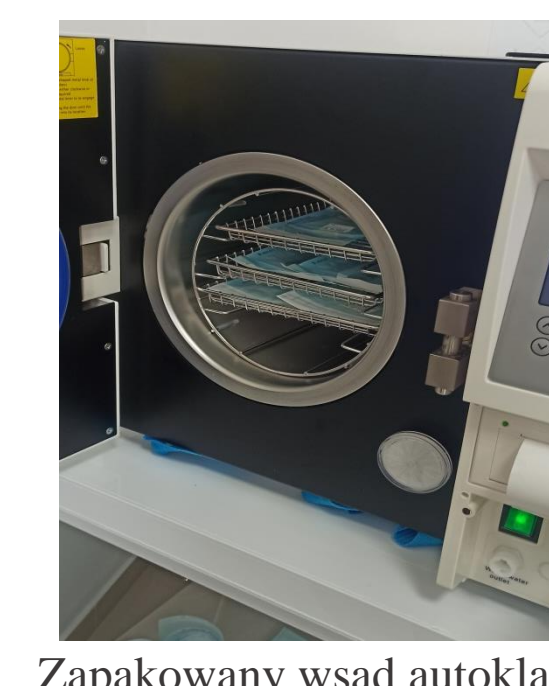


## Steryliczacja parowa z próżnią frakcjonowaną

- ❖ Proces niszczenia zdolnych do życia drobnoustrojów na produkcji
- ❖ Procesy przygotowawcze:
  - mycie
  - dezynfekcja
- ❖ Przygotowanie pakietów sterylizacyjnych oznakowanych wskaźnikami
- ❖ Wykonanie sterylizacji w autoklawie E 12L BLACK firmy IS YESON
  - materiały porowate
  - 121°C



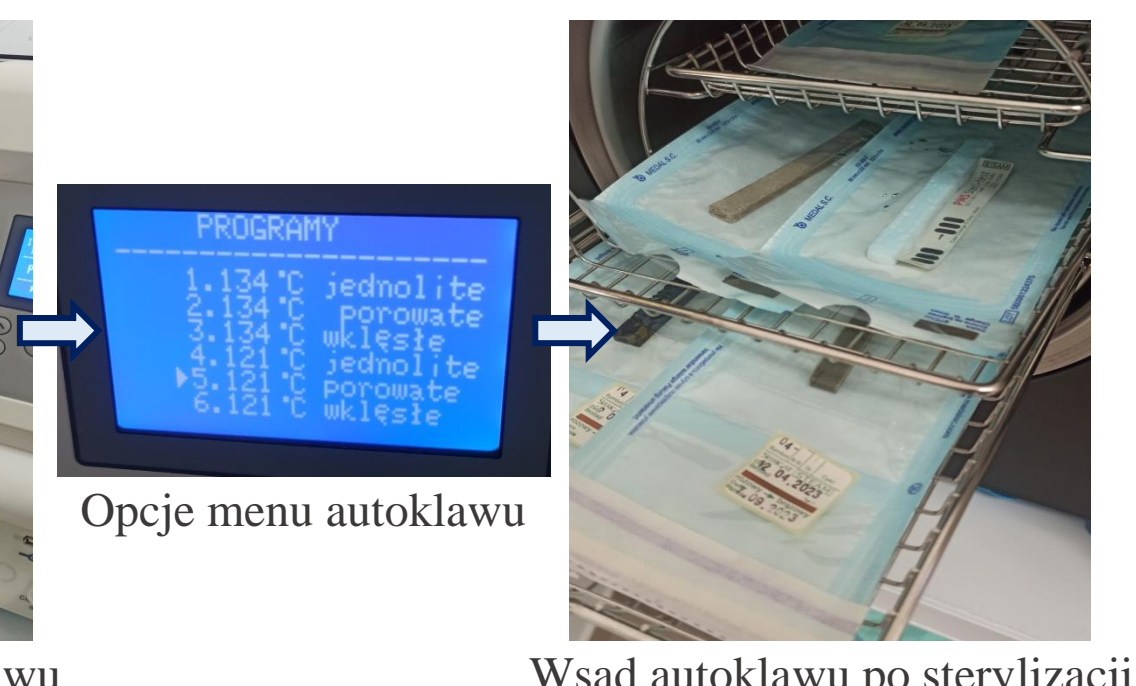
Zgranie i oznakowanie pakietów sterylizacyjnych



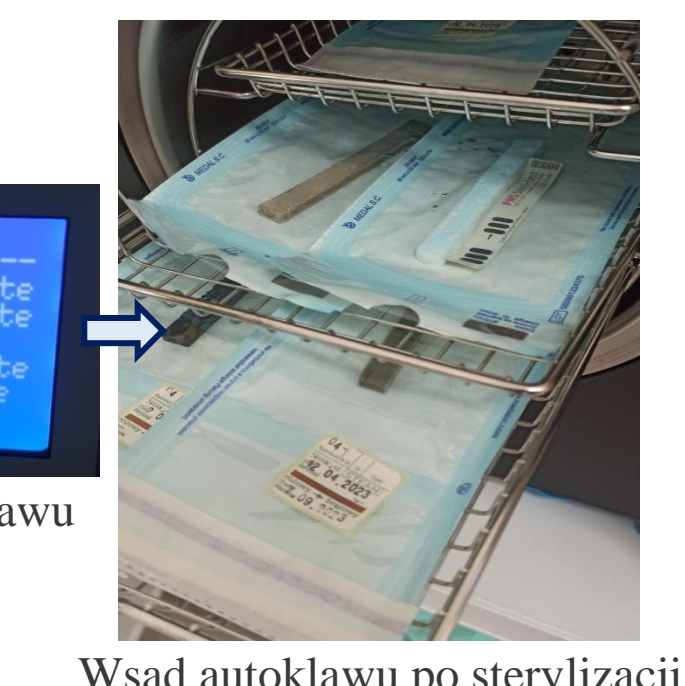
Zapakowany wsad autoklawu



Etapowo przedstawiony proces mycia i dezynfekcji



Opcje menu autoklawu



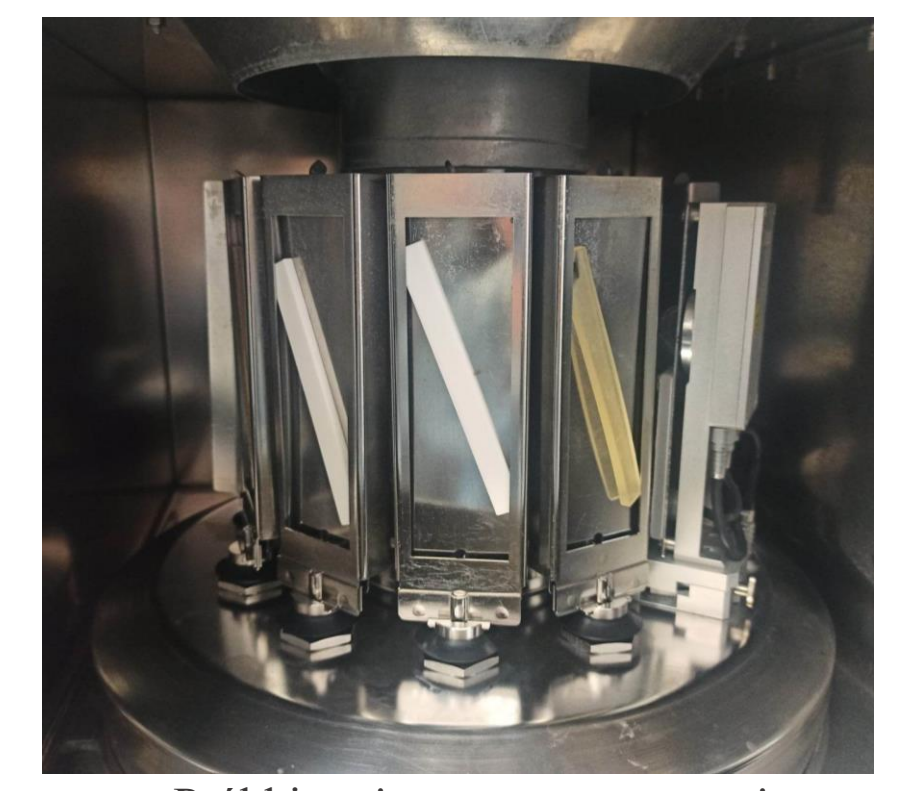
Wsad autoklawu po sterylizacji

## Badanie starzeniowe

- ❖ Symulacja i przyspieszenie naturalnych procesów starzenia się materiałów
- ❖ Wykonanie badania w komorze Xenotest Alpha+ firmy ATLAS
- ❖ Według normy PN-EN ISO 4892-2
- ❖ Parametry procesu:
  - UV → 2 godziny
  - Spryskiwanie wodą → 18 minut
  - Natężenie napromieniowania →  $60 \pm 2 \text{ W/m}^2$
  - Temperatura →  $38 \pm 3^\circ\text{C}$
  - 100 cykli ekspozycji → 200 godzin



Komora Xenotest Alpha+ firmy ATLAS



Próbki umieszczone na statywie

## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Próbki z materiału PEEK, wytwarzane w orientacji poziomej, wykazywały wyraźne wygięcia zarówno po procesie sterylizacji, jak i po badaniu starzeniowym, co sugeruje ich niewłaściwą odporność na te czynniki. Co więcej, już na etapie wydruku można zaobserwować deformacje modelu. Dodatkowo, metoda starzeniowa spowodowała odbarwienie modeli wykonanych z tego materiału. Natomiast kształtki z polimeru MED610 nie wykazały żadnych nieprawidłowości po procesie sterylizacji, jednak badanie starzeniowe wyraźnie zniekształciło próbki w obu orientacjach. Wykorzystanie żywicy UV w procesie druku przyniosło pozytywne rezultaty, ponieważ modele z tego materiału nie wykazywały nieprawidłowości ani po sterylizacji, ani po badaniu starzeniowym. Natomiast modele wykonane z UltraPLA podczas sterylizacji uległy znacznemu puchnięciu i rozwarstwieniu, tracąc swój pierwotny kształt. Jednak w badaniu starzeniowym zachowały swoją formę. Przeprowadzona ocena wizualna pozwoliła na obserwację zmian koloru i struktury materiałów, a także ich odporności na działanie czynników starzeniowych i procesu sterylizacji. Analiza wpływu badania starzeniowego i dekontaminacji na wybrane materiały dostarcza informacji o ich trwałości i przydatności w zastosowaniach medycznych. Ponadto, przegląd metod druku oraz materiałów polimerowych stanowi cenną wiedzę przy projektowaniu implantów i modeli medycznych. Otrzymane wyniki i zebrane dane mogą być wykorzystane jako podstawa do dalszych badań i doskonalenia materiałów oraz procesów sterylizacji w kontekście zastosowań medycznych.