

# Praca dyplomowa inżynierska

## Analiza właściwości mechanicznych wielowarstwowych struktur mikro/nanowłóknistych



**Autor: Wiktoria Rzempełuch**

Nr albumu: 298057

Promotor: dr inż. Beata Butruk-Raszeja

Opiekun pomocniczy: mgr inż. Iwona Łopianiak

Rok akademicki: 2021/2022

### Wprowadzenie

Nauki techniczne niosą za sobą szereg możliwości, które odpowiednio wykorzystane przyczyniają się do rozwoju odmiennych dziedzin nauki. Jedną z takich możliwości jest połączenie umiejętności technicznych z nauką o ludzkim zdrowiu. Istotne jest wykorzystanie inżynierii do celów rekonstrukcji organów wewnętrznych czy zastąpienia poszczególnych części układów zamkniętych obecnych w organizmie ludzkim, jak na przykład wytwarzanie protez naczyń krwionośnych małych średnic.

### Cel i zakres pracy

Celem pracy jest porównanie właściwości mechanicznych struktur mikro- i nanowłóknistych wytworzonych metodą rozdmuchu roztworu polimeru oraz ocena ich przydatności w ramach potencjalnego zastosowania jako protezy naczyń krwionośnych małych średnic (<6 mm).

Zakres pracy obejmuje:

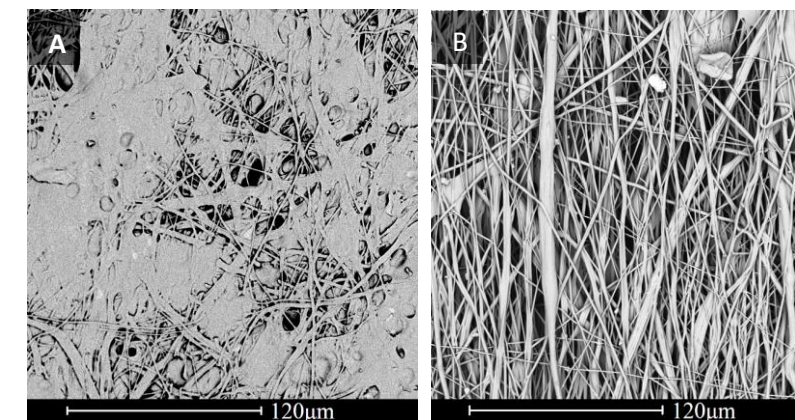
- Wykonanie przeglądu literatury,
- Opracowanie metodyki badawczej,
- Wykonanie badań doświadczalnych,
- Opracowanie i analizę uzyskanych wyników badań doświadczalnych,
- Sformułowanie wniosków końcowych.

### Część teoretyczna

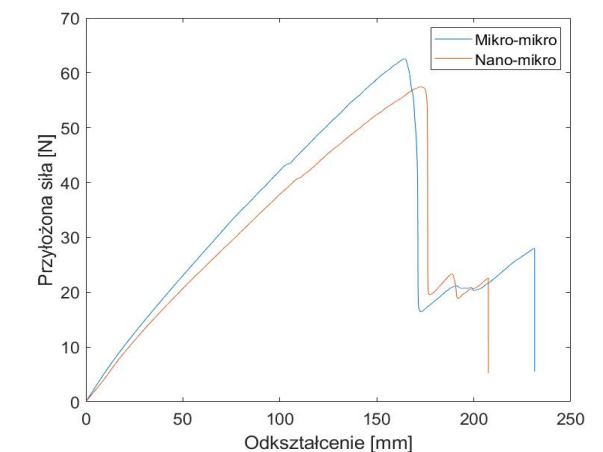
W części teoretycznej w ramach przeglądu literatury, opisano sposoby wytwarzania struktur włóknistych. Przybliżono definicję terminu „biomateriał” oraz przedstawiono ich klasyfikację, jak również rolę w medycynie oraz właściwości fizykochemiczne, którymi powinny się odznaczać. Wytłumaczono pojęcie „trombogenność” biomateriałów, a także wymieniono możliwe sposoby modyfikacji powierzchni biomateriałów mające na celu poprawienie biogodności materiału. Uwzględniono rolę poliuretanów jako polimerów konstrukcyjnych oraz wyjaśniono zalety ich specyficznej budowy. Dodatkowo wskazano zastosowanie struktur mikro- i nanowłóknistych w medycynie oraz w innych dziedzinach.

### Część doświadczalna

Podstawę części doświadczalnej stanowi analiza i porównanie właściwości mechanicznych protez wytworzonych z roztworów poliuretanu ChronoFlex® C75A w 1,1,1,3,3,3-hexafluoro-2-propanolu (HFIP) o stężeniach 2% i 5% w/w. Badaniom poddano dwa rodzaje struktur warstwowych (mikro-mikro, nano-mikro) różniące się rodzajem i ilością warstw. Wyznaczono porowatość, średnią średnicę włókien, średnią średnicę porów oraz ukierunkowanie włókien na podstawie zdjęć powierzchni wewnętrznej i zewnętrznej oraz przekrojów struktur wykonanych mikroskopem SEM. Powierzchnie struktur przedstawiono na Rys. 1.



**Rys. 1.** Zdjęcia SEM powierzchni struktury mikro-mikro: powierzchnia wewnętrzna w powiększeniu 1000x (A), powierzchnia zewnętrzna w powiększeniu 1000x (B)



**Rys. 2.** Krzywe zależności przyłożonej siły od odkształcenia dla struktur mikro-mikro i nano-mikro

Przeprowadzając statyczną próbę rozciągania zbadano właściwości mechaniczne struktur oraz sporządzono krzywe zależności przyłożonej siły od odkształcenia (Rys. 2.). Zbadano właściwości chemiczne powierzchni za pomocą spektroskopii fourierowskiej w podczerwieni oraz wyznaczono czasy wnikania kropli w powierzchnie protez w zależności od ich morfologii.

### Wnioski

Zebrane wyniki badań wskazują, że badane struktury odznaczają się dużą wytrzymałością na rozciąganie, o czym świadczy wysoka wartość maksymalnej siły powodującej zerwanie struktur podczas statycznej próby rozciągania. Niskie wartości modułu Young'a również wskazują na wysoką elastyczność i odporność na potencjalne deformacje wynikające ze zmian prędkości przepływu krwi. Uzyskane czasy wnikania w powierzchnie struktur są długie, co świadczy o tym, że materiały nie są hydrofilowe. Przeprowadzone badania oraz uzyskane wyniki potwierdzają, że badane struktury mikro- i nanowłókniste wykonane metodą rozdmuchu roztworu polimeru mogą z powodzeniem pełnić rolę protez naczyń krwionośnych małych średnic (<6 mm). Metoda rozdmuchu roztworu polimeru umożliwia wytwarzanie powtarzalnych struktur włóknistych.