

POLITECHNIKA ŚLĄSKA  
WYDZIAŁ MECHANICZNY TECHNOLOGICZNY  
Instytut Mechaniki i Inżynierii Obliczeniowej

**Praca doktorska**

Wyznaczanie własności mechanicznych tkanki kostnej gąbczastej na  
podstawie obrazowania mikrotomograficznego

mgr inż. Łukasz Cyganik

Promotor: dr hab. inż. Grzegorz Kokot, prof. nzw. w Pol. Śl.

GLIWICE 2018

# Wyznaczanie własności mechanicznych tkanki kostnej gąbczastej na podstawie obrazowania mikrotomograficznego

## Streszczenie

Praca przedstawia badania nad opracowaniem nieinwazyjnej metody oceny własności mechanicznych tkanki kostnej gąbczastej na podstawie obrazowania mikrotomograficznego. Metoda wykorzystuje ilościową mikrotomografię komputerową do wyznaczenia struktury kości gąbczastej oraz rozkładu gęstości mineralnej tkanki kostnej. Następnie, poprzez zastosowanie odpowiedniej zależności korelującej moduł Younga z gęstością mineralną tkanki kostnej, wyznaczany jest rozkład modułu Younga wewnątrz struktury kości gąbczastej. Otrzymane w ten sposób własności mechaniczne kości gąbczastej mogą zostać wykorzystane do wyznaczenia charakterystyk mechanicznych struktur kości gąbczastej poprzez wykorzystanie np. metody elementów skończonych. Mimo wielu zależności modułu Younga od gęstości tkanki kostnej dostępnych w literaturze, do tej pory nie wykonano jednoznacznych badań wskazujących, która zależność charakteryzuje się największą dokładnością przewidywania własności mechanicznych tkanki kostnej gąbczastej. Dlatego też głównym problemem w opracowaniu nieinwazyjnej metody oceny własności tkanki kostnej gąbczastej było wytypowanie odpowiedniej zależności korelującej moduł Younga z gęstością o wysokiej dokładności przewidywania własności mechanicznych.

W ramach badań opracowano nową zależność korelującą moduł Younga z gęstością mineralną tkanki kostnej oraz zweryfikowano pod względem dokładności przewidywania własności mechanicznych kilka innych zależności dostępnych w literaturze. Badania obejmowały eksperymentalne testy mechaniczne przeprowadzane na sześciennych próbkach kości gąbczastej, w których wykorzystano metodę cyfrowej korelacji obrazu do pomiaru rzeczywistych pól przemieszczeń i odkształceń próbek kości gąbczastej poddanych statycznemu ściskaniu. Ponadto wykorzystanie ilościowej tomografii komputerowej oraz metody elementów skończonych pozwoliło na przeprowadzenie symulacji numerycznych prób ściskania na modelach próbek kości gąbczastej. W modelach numerycznych własności mechaniczne tkanki kostnej wyznaczano na podstawie wytypowanych do badań zależności korelujących moduł Younga z gęstością tkanki kostnej. Porównanie wyników otrzymanych z pomiarów eksperymentalnych oraz wyników symulacji numerycznych pozwoliło na wyznaczenie dokładności przewidywania własności mechanicznych tkanki kostnej dla każdej badanej zależności. Największą dokładność osiągnięto dla autorskiej zależności modułu

Younga od gęstości tkanki kostnej. Zastosowanie tej zależności w połączeniu z ilościową tomografią komputerową tworzy nową metodę nieinwazyjnego wyznaczania własności mechanicznych tkanki kostnej gąbczastej.