

## Streszczenie

Celem niniejszej rozprawy doktorskiej było opracowanie, wykonanie oraz weryfikacja funkcjonalna prototypu indywidualnie dopasowanej ortezy stawu kolanowego, wykonanej z nowego typu kompozytu wielowarstwowego (MLC, z ang. multi-layered composite), łączącego niską masę z wysoką sztywnością i wytrzymałością mechaniczną. Konstrukcja ortezy oparta została na hybrydowym układzie materiałowym, w którym przestrzenny rdzeń, wykonany z wykorzystaniem technologii druku 3D, wzmocniono zewnętrznymi strukturami włókienniczymi, a całość zaimpregnowano żywicą epoksydową.

W ramach prac badawczych zastosowano dwie główne technologie wzmacniania: plecionkę wykonaną z włókien węglowych oraz haft techniczny (TFP, z ang. tailored fiber placement) z włókna szklanego, układanego zgodnie z kierunkiem głównego obciążenia wzdłuż powierzchni rdzenia. Przyjęta metodyka obejmowała analizę literaturową, badania eksperymentalne, modelowanie matematyczne i numeryczne (MES), a także przeprowadzanie prac wdrożeniowych w postaci prototypu ortezy. Przeprowadzono testy mechaniczne kompozytów w różnych konfiguracjach materiałowych, analizę dopasowania struktur włókienniczych do przestrzennego rdzenia oraz ocenę jakości adhezji międzywarstwowej. Do analizy struktury wewnętrznej wykorzystano tomografię komputerową (Micro-CT).

Z powodzeniem zastosowano modele matematyczne do opisu właściwości mechanicznych badanych struktur kompozytowych. Opracowany model analityczny oraz numeryczny został zweryfikowany na podstawie wyników badań eksperymentalnych, wykazując wysoką zgodność, co umożliwiło symulację różnych wariantów modyfikacji materiałowej.

W wyniku przeprowadzonych badań opracowano lekką, funkcjonalną i wytrzymałą konstrukcję ortezy stawu kolanowego, precyzyjnie dopasowaną do anatomicznych kształtów kończyny użytkownika. Wykazano, że zastosowany kompozyt MLC z tekstylnym wzmocnieniem może być z powodzeniem wykorzystany w nowoczesnych rozwiązaniach ortotycznych, łączących technologię druku 3D, inżynierię materiałową oraz zgodność z regulacjami prawnymi. Uzyskane wyniki stanowią podstawę do dalszych prac rozwojowych nad wyrobami, w których produkcja form ze względu na jednostkowy charakter nie ma uzasadnienia biznesowego.