

Praca dyplomowa inżynierska

Modelowanie naprężeń ścinających podczas przepływu krwi w tętnicach



Autor: Krystian Bączek

Nr albumu: 290887

Promotor: prof. uczelni dr hab. inż. Łukasz Makowski

Opiekun pomocniczy: mgr inż. Krystian Jędrzejczak

Rok akademicki: 2022/2023

Wprowadzenie

Wykorzystywanie obliczeniowej mechaniki płynów do analizy przepływu krwi pozwala w sposób nieinwazyjny dowiedzieć się o zmianach zachodzących w tętnicach. Obliczenia symulacyjne pozwalają poznać profil prędkości i zmianę naprężeń ścinających na ściankach tętnic. Dzięki przeprowadzonej analizie możemy dowiedzieć się o zmianach zachodzących w organizmie i dobrać odpowiednie leczenie.

Cel i zakres pracy

Celem pracy jest analiza naprężeń ścinających podczas przepływu krwi w tętnicach. Zbadano parametry przepływu (prędkość maksymalna, profil prędkości) oraz naprężenia ścinające. Badania przeprowadzono przy wykorzystaniu programu Fluent.

Zakres pracy obejmuje:

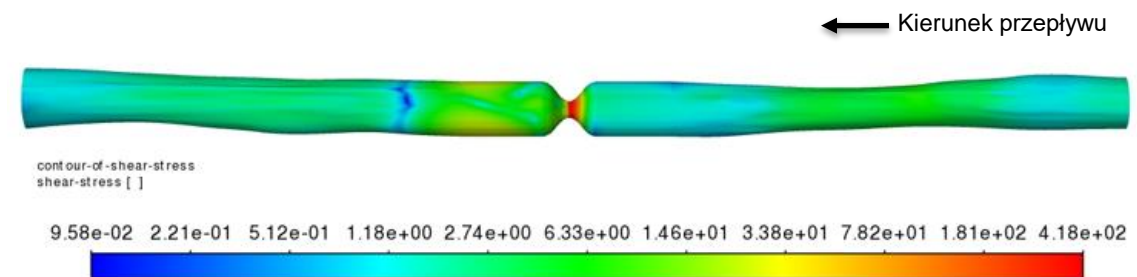
- Przygotowanie geometrii do analizy
- Wytworzenie siatek obliczeniowych
- Przeprowadzenie symulacji przepływu w każdej z geometrii
- Analiza i porównanie otrzymanych wyników

Obliczenia

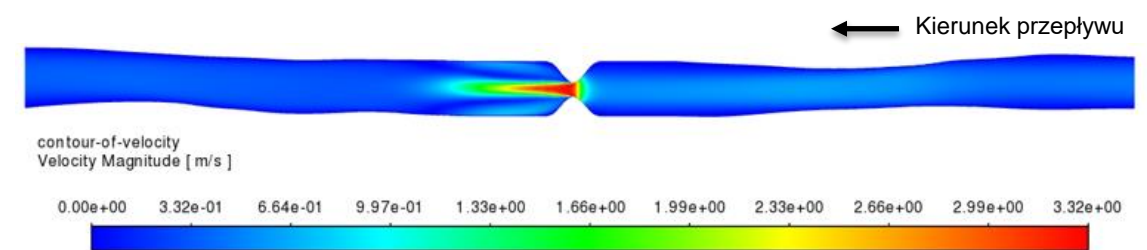
W części obliczeniowej dobrano siatki numeryczne dla czterech geometrii. Następnie zadano warunki brzegowe dla każdego badanego przypadku i przeprowadzono symulacje w programie Fluent. Zbadano naprężenia ścinające na ściankach, rozkład profilu prędkości oraz sumę komórek, w których wartość naprężeń ścinających przekroczyła wartość graniczną i dochodzi do hemolizy krwi.

Wyniki części obliczeniowej

Dla trzech modeli geometrycznych rozważono 5 przypadków zależnych od prędkości wlotowej krwi. Dla czwartego modelu geometrycznego wykonano 10 przypadków. Przyjmowano prędkości w zakresie od 0,05 [m/s] do 0,25 [m/s] dla trzech geometrii i od 0,05 [m/s] do 0,5 [m/s] dla czwartej geometrii. Dla każdego pomiaru zebrano wartości wymienione wyżej oraz wygenerowano wykresy konturowe przedstawiające zmierzone wartości. Przykładowy wykres konturowy naprężeń ścinających na ściankach i rozkład profilu prędkości w przekroju pokazano odpowiednio na Rys. 1 i Rys. 2



Rys. 1. Naprężenia ścinające na ściankach



Rys. 2. Rozkład profilu prędkości

Największe zmiany zauważono w najwęższym przekroju każdej tętnicy. Zwężenie geometrii powodowało wzrost prędkości zgodnie z równaniem ciągłości. Natomiast naprężenia ścinające większe od wartości granicznej osiągnęto dla bardzo niskich prędkości wlotowych krwi równych 0,15-0,20 [m/s].

Wnioski

Wykorzystanie obliczeniowej mechaniki płynów do analizy zmian w tętnicach pozwala przy pomocy symulacji komputerowych zidentyfikować miejsca narażone na hemolizę krwi. Już minimalna zmiana prześwitu tętnicy może powodować występowanie działań niepożądanych. Dzięki analizie można dobrać odpowiednie metody leczenia.