

# Praca dyplomowa inżynierska

## Wykorzystanie obliczeniowej mechaniki płynów do modelowania okołozastawkowych przecieków krwi



**Autor: Dagmara Tarapata**

Nr albumu: 283226

Promotor: dr inż. Krzysztof Wojtas

Rok akademicki: 2020/2021

### Wprowadzenie

Przeciek okołozastawkowy jest jedną z poważniejszych komplikacji, które mogą wystąpić po przeszczepie zastawki serca. Najbardziej dotkliwe miejsce wystąpienia przecieku znajduje się wokół zastawki mitralnej, łączącej lewy przedsionek z lewą komorą serca. Możliwą konsekwencją przecieku okołozastawkowego jest wystąpienie zjawiska hemolizy krwi.

### Cel i zakres pracy

Celem pracy jest wykorzystanie obliczeniowej mechaniki płynów (CFD) jako narzędzia wspomagającego ocenę niekorzystnego wpływu obecności szczeliny okołozastawkowej o stosunkowo niewielkich rozmiarach, przy różnorodnym położeniu względem aorty.

Zakres pracy obejmuje:

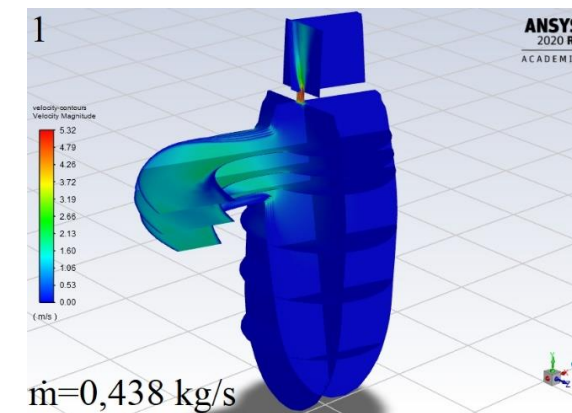
- przegląd literatury o tematyce z dziedziny medycznej;
- stworzenie uproszczonego modelu geometrii lewej komory serca wraz z przeciekiem okołozastawkowym zastawki mitralnej;
- implementacja modelu do oprogramowania ANSYS Fluent;
- analizę wpływu położenia przecieku na ryzyko wystąpienia hemolizy oraz parametry przepływu krwi.

### Część teoretyczna

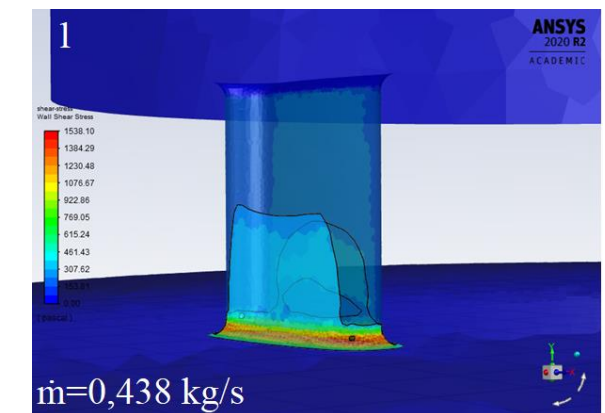
Zaprezentowano przegląd literatury nt. budowy układu krwionośnego człowieka, budowę oraz cykl pracy ludzkiego serca wraz z podstawami dotyczącymi układu sercowo-naczyniowego. Poruszono również zagadnienie przecieków okołozastawkowych, częstotliwości ich występowania oraz potencjalnych konsekwencji, w szczególności hemolizy czerwonych krwinek.

### Część obliczeniowa

Opisano procedurę tworzenia siatki obliczeniowej oraz metodykę obliczeń odpowiednią dla analizowanej geometrii - warunki brzegowe, parametry obliczeń oprogramowania ANSYS Fluent. W celu uproszczenia modelu obliczeniowego, symulacja została przeprowadzona w stanie ustalonym. Wybrano cztery dyskretne wartości natężenia objętościowego, posługując się profilem przepływu krwi przez aortę podczas skurczu. W ten sposób próbowano odwzorować rzeczywiste, dyskretne stany, które następują w trakcie pracy serca.



Rys. 1. Profil prędkości



Rys. 2. Naprężenie ścinające na ścianach szczeliny, w określonych powierzchniach wartości naprężenia ścinającego przekroczyły przyjętą bezpieczną wartość

### Wyniki

Profil ciśnienia, choć w rzeczywistym układzie ulegający zmianom w czasie, nie podlega im w zastosowanym modelu. Jest to skutek postaci zastosowanych warunków brzegowych ciśnienia, ustalając ich wartość na stałą, średnią dla całego skurczu serca. Miało to na celu uproszczenie badanego zagadnienia. Krew przepływając przez szczelinę okołozastawkową gwałtownie przyspiesza, w wyniku zwięzienia światła przewodu oraz z powodu różnicy ciśnienia pomiędzy komorą a przedsionkiem, która napędza przepływ płynu. Zaobserwowano, że powstałe naprężenia ścinające osiągnęły w części szczeliny wartości prowadzące do hemolizy. Na podstawie obserwacji wykresów konturowych, wydaje się, że jest niewielki wpływ położenia szczelin na naprężenia ścinające. Najwyższe wartości naprężeń ścinających występują natomiast na niewielkiej powierzchni szczeliny na granicy z komorą.

### Wnioski

Uzyskane wyniki wskazują, że uproszczony model lewej komory serca pozwala na skuteczną obserwację parametrów przepływu krwi, w tym przypadku naprężeń ścinających, podczas wystąpienia stanu patologicznego przecieku okołozastawkowego. Zaobserwowano występowanie naprężeń ścinających mogących powodować zachodzenie hemolizy nawet w przypadku szczeliny o niewielkich rozmiarach. Stwierdzono ponadto niewielki wpływ położenia szczeliny okołozastawkowej na powstające naprężenia ścinające.