

mgr inż. Arkadiusz Antonowicz

Warszawa, dn. 10.10.2024 r.

Wydział Inżynierii Chemicznej i Procesowej

Zakład Intensyfikacji Procesów Przemysłowych

Politechnika Warszawska

## **STRESZCZENIE ROZPRAWY DOKTORSKIEJ**

### **pt. „ Nieinwazyjne metody pomiaru pola przepływu w fantomach układu krwionośnego wytworzonych przy użyciu metod druku 3D ”**

promotor: prof. dr hab. inż. Łukasz Makowski

promotor pomocniczy: dr inż. Krzysztof Wojtas

Niniejsza rozprawa doktorska poświęcona jest opracowaniu metodyki pomiaru rozkładu pola przepływu laserowej anemometrii obrazowej i stężeń laserowo indukowanej fluorescencji w układach transparentnych wytworzonych z wykorzystaniem metod druku 3D do badania problemów układu krwionośnego. Motywacją do podjęcia tego tematu było wciąż wysokie i powszechne zagrożenia dla zdrowia i życia ludzkiego w przypadku wystąpienia chorób układu krwionośnego. Pierwszym etapem pracy było dobranie odpowiedniej technologii druku oraz materiałów, które pozwoliłyby na wytworzenie fantomu konkretnego fragmentu układu krwionośnego. Wiąże się to również z opracowaniem całego procesu przygotowania powierzchni wydruku do pomiarów optycznych, które wymagają transparentności oraz gładkiej, płaskiej powierzchni. Ponadto, ciecz wykorzystywana do badań musi spełniać zarówno warunki podobieństwa do reologii krwi jak też warunki optyczne aparatury pomiarowej laserowej anemometrii obrazowej. W ramach tej pracy przeprowadzono pomiary w układach przepływowych imitujących kształt wybranych odcinków ludzkiego układu krwionośnego uzyskanych dzięki wykorzystaniu obrazów otrzymanych z tomografu komputerowego pacjentów. Otrzymane rezultaty mogą być wykorzystywane m.in. walidacji obliczeniowej mechaniki płynów. Zakres możliwości opracowanej procedury pomiarowej został opisany w kilka publikacjach i wciąż pojawiają się nowe możliwości badawcze, których rezultaty są opracowywane do dalszego publikowania. Wykazanie zgodności eksperymentalnej

mechaniki płynów z obliczeniową pozwala na dokładną analizę matematyczną ruchu elementów krwi w środowisku naturalnym, a w szczególności na określanie warunków powstawania schorzeń czy parametrów występujących przy różnych zmianach chorobowych. Lepsze zrozumienie zachodzących zjawisk przyczyni się do wcześniejszego diagnozowania oraz określenia zagrożeń związanych z ich wystąpieniem. Dodatkową korzyścią wynikającą z prowadzenia tych badań było wytworzenie modeli układu krwionośnego zachowujących właściwości żywych tkanek – ich elastyczność oraz wytrzymałość. To z kolei pozwoliło nie tylko na prowadzenie badań z zachowaniem naturalnych odkształceń w zależności od ciśnienia, ale również okazało się doskonałym narzędziem szkoleń oraz ćwiczeń przed skomplikowanymi zabiegami i operacjami, co redukuje ryzyko powikłań oraz dyskomfortu pacjentów.

**Słowa kluczowe:** PIV, laserowa anemometria obrazowa, PLIF, planarna laserowo-indukowana fluorescencja, druk 3D, współczynnik załamania światła, problemy układu krwionośnego, miażdżyca, reologia krwi