

# Praca dyplomowa inżynierska

## Modelowanie procesu mieszania przy użyciu obliczeniowej mechaniki płynów w reaktorze typu *wave*



**Autor: Sandra Mochtak**

Nr albumu: 298028

Promotorzy: profesor uczelni dr hab. inż. Łukasz Makowski  
profesor uczelni dr hab. inż. Maciej Pilarek

Rok akademicki: 2021/2022

### Wprowadzenie

Organizmy żywe do hodowli, wzrostu i namnażania wymagają szczególnych warunków otoczenia. Aby je zapewnić budowane są różnego typu bioreaktory, w tym zyskujące coraz większą popularność bioreaktory typu *wave*. Bardzo ważnym aspektem hodowli mikroorganizmów i organizmów wyższych jest ich wrażliwość na naprężenia ścinające, które mogą powodować ich śmierć. W pracy wykonano symulacje mieszania w bioreaktorze typu *wave*, których celem było sprawdzenie parametrów mieszania bioreaktora i ich wpływu na prędkość mieszania, naprężenia ścinające oraz intensywność mieszania. Tymi parametrami były: częstotliwość wychyleń platformy i kąt wychylenia platformy bioreaktora podczas oscylacyjnych wychyleń.

### Cel i zakres pracy

Celem pracy było przeprowadzenie symulacji numerycznych mieszania zachodzącego w bioreaktorze typu *wave* w programie Ansys Fluent. Zakres pracy obejmował:

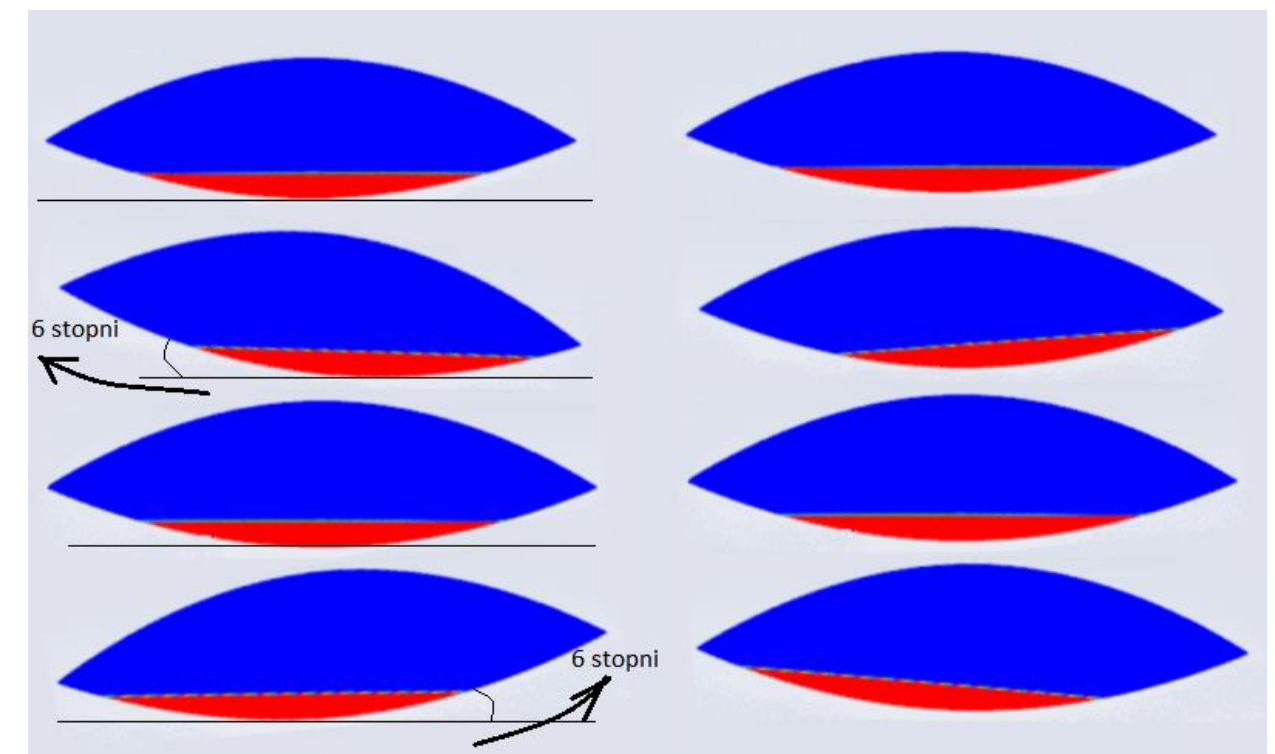
- Utworzenie przeglądu literaturowego dotyczącego charakterystyki bioreaktorów, w szczególności bioreaktora typu *wave* oraz aplikacyjności bioreaktorów
- Adaptację funkcji w programie Ansys Fluent
- Przeprowadzenie serii obliczeniowych symulacji mieszania zachodzącego w naczyniu hodowlanym bioreaktora typu *wave* dla wybranych zestawów paramterów
- Analizę otrzymanych wyników obliczeń modelowych układu i zapisanie wniosków.

### Część teoretyczna

Opisano: czym jest bioreaktor, podział bioreaktorów, ich charakterystykę oraz zastosowanie, ze zwróceniem szczególnej uwagi na bioreaktor typu *wave*. Przedstawiono oprogramowanie Ansys Fluent oraz metody numeryczne stosowane w obliczeniowej mechanice płynów.

### Część obliczeniowa

W części obliczeniowej pracy wykonano uproszczoną geometrię bioreaktora typu *wave* wprowadzono pewną objętość biomasy oraz trasera, za pomocą którego badana była intensywność mieszania. Ruch oscylacyjnych wychyleń bioreaktora został wprowadzony za pomocą funkcji UDF (ang. *User Defined Function*).



Rys.1. Zasada ruchu oscylacyjnego bioreaktora typu *wave*

Mając gotowy model bioreaktora, wykonano obliczenia dla różnych parametrów pracy bioreaktora, na których podstawie wykonano odpowiednie wykresy.

### Wnioski

Mieszanie typu *wave* przeprowadzane w bioreaktorze z oscylacyjnie wychylaną platformą zależy od kąta wychylenia platformy oraz od częstotliwości jej wychyleń, gdzie drugi czynnik ma większy wpływ na intensywność mieszania. Wartości naprężeń oraz prędkości średnich i maksymalnych są zdecydowanie wyższe przy mieszaniu o większym kącie wychylenia i większej częstotliwości wychyleń. Jednocześnie im większy kąt wychylenia i częstotliwość wychyleń, tym mieszanie jest bardziej efektywne. Mimo porównywalnej wartości bezwymiarowej liczby Reynoldsa dla dwóch badanych przypadków, wielkości naprężeń ścinających i prędkości znacznie się od siebie różniły.