**Nazwa przedmiotu:**

Wstęp do obliczeniowej mechaniki płynów

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Łukasz Makowski, profesor uczelni

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Inzynieria Chemiczna i Procesowa

**Grupa przedmiotów:**

Obieralne

**Kod przedmiotu:**

1070-IC000-ISP-OBMA1

**Semestr nominalny:**

5 / rok ak. 2020/2021

**Liczba punktów ECTS:**

2

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1. Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów 30
2. Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc. 5
3. Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc. 5
4. Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc. 15
Sumaryczny nakład pracy studenta 55

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

-

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

-

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 15h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 15h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

brak

**Limit liczby studentów:**

-

**Cel przedmiotu:**

1. Zaznajomienie studentów z podstawowymi zagadnieniami dotyczącymi obliczeniowych analiz przepływów.
2. Nabycie wiedzy na temat wykorzystania kodu numerycznego do symulacji prostych procesów inżynierii chemicznej i procesowej.
3. Student po ukończeniu wykładu uzyska podstawową wiedzę z zakresu numerycznej symulacji transportu pędu, energii.

**Treści kształcenia:**

Wykład
1. Zalety obliczeniowej mechaniki płynów, CFD jako narzędzie projektowe.
2. Obszary zastosowań CFD w inżynierii chemicznej i procesowej.
3. Pakiety komercyjne CFD: typy pakietów, cechy charakterystyczne i użytkowe, wymagania hardware’owe,
przewidywane kierunki rozwoju.
4. Podstawy teoretyczne obliczeniowej mechaniki płynów - metoda różnic skończonych, metoda objętości skończonych, metoda elementów skończonych, stabilność schematu numerycznego.
5. Podstawowe etapy procesu analizy numerycznej – konstruowanie siatek numerycznych, warunki graniczne, rozwiązania numeryczne, błędy dyskretyzacji, błędy użytkownika, interpretacja wyników obliczeń.
6. Opracowanie i prezentacja wyników symulacji: przykłady obróbki i wizualizacji danych z obliczeń CFD.
7. Przykłady zastosowań szczegółowych CFD w inżynierii chemicznej: reaktory chemiczne, wymienniki ciepła, promienniki.
Ćwiczenia projektowe
1. Wprowadzenie do oprogramowania Ansys Workbench
2. Zastosowanie oprogramowania Design Modeler i Space Claim do tworzenia geometrii domen obliczeniowych
3. Zastosowanie oprogramowania Ansys Mesh do tworzenia siatek obliczeniowych
4. Zastosowanie oprogramowania numerycznego Ansys Fluent do rozwiązania równania bilansu pędu, masy i energii
5. Omówienie walidacji i weryfikacji uzyskiwanych wyników numerycznych. Analiza błędów numerycznych.
6. Omówienie oraz wykonanie projektu związanego z modelowaniem wybranego procesu inżynierii chemicznej i procesowej przy użyciu obliczeniowej mechaniki płynów.

**Metody oceny:**

1. sprawdzian pisemny
2. wykonanie projektu
3. dyskusja
4. seminarium

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. Ferziger J. H., Perić M. „Computational methods for fluid dynamics”, 1996
2. Anderson J. D. „Computational fluid dynamics”, 1995.
3. Jaworski Z. „Numeryczna mechanika płynów w inżynierii chemicznej i procesowej”, 2005.
4. Chung T. J. „Computational fluid dynamics”, 2002.
5. Prosnak W. „Wprowadzenie do numerycznej mechaniki płynów”, 1993.
6. Fletcher C. A. J. „Computational techniques for fluid dynamics”, 2002.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

Wykład realizowany jest w formie zdalnej na platformie MS Teams. Zajęcia projektowe realizowane są w sposób kontaktowy lub zdalny w laboratorium ETO.
Wykład:
Na wykładzie (15 godz.) obecność nie jest obowiązkowa. Weryfikacja osiągnięcia efektów uczenia dla tej części zajęć jest dokonywana na podstawie wyniku zaliczenia pisemnego, dla którego wyznacza się dwa terminy przed końcem zajęć w semestrze zimowym. Zaliczenie odbywa się zdalnie na platformie MS Teams. Student przystępując do zaliczania zdalnego zobowiązany jest do włączenia kamery oraz mikrofonu. Na prośbę prowadzącego student musi okazać legitymację. W trakcie zaliczenia student nie korzysta z żadnych materiałów oraz pomocy innych osób. Student wypełnia Oświadczenie, gdzie oświadcza, że zaliczenie wykonał samodzielnie bez pomocy innych osób. Oświadczenia przesyłane są na adres poczty e-mailowej prowadzącego zajęcia. Zaliczenie wykładu z całości materiału objętego programem przedmiotu jest oceniane w skali od 0 do 25 punktów. W celu zaliczenia wykładu wymagane jest uzyskanie co najmniej 12,5 punktów.
Zaliczenie projektu jest warunkiem przystąpienia do zaliczenia wykładu.
Ćwiczenia projektowe:
Do udziału w zajęciach projektowych nie jest wymagane zaliczenie części wykładowej. W trakcie semestru należy wykonać jeden projekt i przedłożyć go do oceny prowadzącemu zajęcia w terminie ustalonym z prowadzącym. Zadania studenci wykonują w zespołach do 8 osób. Zaliczenie odbywa się na podstawie złożonego projektu oraz ustnego kolokwium projektowego, które odbywa się zdalnie na platformie MS Teams. Studenci przystępujący do zaliczania zdalnego zobowiązani są do włączenie kamery oraz mikrofonu. Na prośbę prowadzącego student musi okazać legitymację. Na zaliczenie student powinien znać treść, sposób wykonania oraz zagadnienia teoretyczne stanowiące podstawę wykonania obliczeń projektowych. Za projekt można uzyskać maksymalnie 25 punktów. W celu zaliczenia projektu wymagane jest uzyskanie co najmniej 12,5 punktów.
Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest uzyskanie pozytywnych ocen z części wykładowej i projektowej. Oceny końcowe z ćwiczeń projektowych i zaliczenia wykładu są wystawiane wg następujących skali: <25.5 pkt –2,0; 25,5÷30,0 – 3,0; 30,5÷35,0 – 3,5; 35,5÷40,0 –4,0; 40,5÷45,0 –4,5; 45,5÷50,0 – 5,0. W przypadku nieuzyskania zaliczenia przedmiotu konieczne jest jego powtórzenie w kolejnym cyklu realizacji zajęć, przy czym powtórzeniu podlega jedynie ta część przedmiotu (wykład i/lub projekt), z której student nie uzyskał oceny pozytywnej.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W1:**

Student rozszerza swoją wiedzę o praktyczne zastosowania metod rozwiązywania równań różniczkowych. Umie prawidłowo zdefiniować warunki brzegowe i początkowe tych równań.

Weryfikacja:

sprawdzian pisemny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG.o, P6U\_W

**Charakterystyka W2:**

Student poznaje zalety modelowania procesów inżynierii chemicznej i procesowej (w tym zjawisk przenoszenia pędu, masy i energii) z wykorzystaniem obliczeniowej mechaniki płynów.

Weryfikacja:

sprawdzian pisemny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o, III.P6S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

Student poznaje zasady budowy modeli numerycznych na potrzeby wspomagania prac inżynierskich w aplikacjach inżynierii chemicznej i procesowej.

Weryfikacja:

sprawdzian pisemny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_U04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

**Charakterystyka U2:**

Student poznaje możliwości obliczeniowej mechaniki płynów do modelowania pracy reaktorów chemicznych i biochemicznych. Zapoznał się z prawidłową walidacją i weryfikacją rezultatów obliczeń numerycznych.

Weryfikacja:

wykonanie projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_U07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka KS1:**

Student posiada umiejętność konieczności samodokształcania.

Weryfikacja:

wykonanie projektu, dyskusja, seminarium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_KK, P6U\_K