**Nazwa przedmiotu:**

Obliczeniowa mechanika płynów

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Liliana Mirosz

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Inżynieria Środowiska

**Grupa przedmiotów:**

Podstawowe

**Kod przedmiotu:**

1110-ISSCiG-MSP-2204

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2023/2024

**Liczba punktów ECTS:**

3

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

Wykład 15h + Zajęcia komputerowe 30h + Studia literaturowe 10h + Zadanie projektowe 30h = Razem 80h

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

1,5

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

nie dotyczy

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 15h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 30h |

**Wymagania wstępne:**

Matematyka I. Termodynamika. Mechanika płynów. Środowisko i programowanie w języku Matlab.

**Limit liczby studentów:**

zgodnie z aktualnym regulaminem PW

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest wprowadzenie do obliczeniowej dynamiki płynów. Studenci nauczą się numerycznego rozwiązywania problemów modelowania przepływu płynów, poprzez opracowanie i przetestowanie własnych programów w Matlab oraz rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem oprogramowania Ansys Fluent.

**Treści kształcenia:**

Wprowadzenie do arytmetyki zmiennoprzecinkowej. Sformułowanie zachowawcze i niezachowawcze układu równań zachowania. Metody numeryczne dla równań Eulera i Naviera-Stokesa. Warunki brzegowe i początkowe. Analiza stabilności, warunek CFL. Dyfuzja i dyspersja numeryczna. Metody różnic skończonych i metody objętości skończonej, schematy jawne/niejawne. Przepływy płynu ściśliwego ze schematami o wysokiej rozdzielczości (TVD, MUSCL, ENO, WENO) w przypadku występowania oscylacji lub nieciągłości. Teoria problemów Riemanna. Walidacja i weryfikacja modeli (Method of manufactured solutions). Przepływy płynu nieściśliwego z wymianą ciepła z otoczeniem. Uderzenie hydrauliczne. Ocena jakości wyników numerycznych i efektywności metod numerycznych dla podstawowych problemów obejmujących modelowanie przepływu płynów.
W ramach lekcji komputerowych z Matlab studenci stosują różne metody numeryczne dla praw zachowania (np. liniowe równanie falowe, równanie Burgersa, równania Eulera).

**Metody oceny:**

średnia ważona z oceny z wykonania zadania projektowego (waga 0,4) i oceny ze sprawdzianu pisemnego (waga 0,6), obie oceny muszą być pozytywne

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

• E. F. Toro - Riemann Solvers and Numerical Methods for Fluid Dynamics, Springer, Third Edition, 2009.
• R J. Leveque - Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems, Cambridge University Press, 2004.
• J. S. Hesthaven – Numerical Methods for Conservation Laws – From Analysis to Algorithms, SIAM, 2018.
• C. B. Laney – Computational Gasdynamics, Cambridge University Press, 1998.
• R. Zarzycki – Wymiana ciepła i ruch masy w inżynierii środowiska, WNT, Warszawa, 2005.
• F.P. Incropera, D.P. DeWitt – Fundamentals of heat and mass transfer, Wiley, USA, 2002.

**Witryna www przedmiotu:**

.

**Uwagi:**

.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka IS\_W03:**

Posiada rozszerzoną, uporządkowaną wiedzę w zakresie wykorzystania metod numerycznych do modelowania procesów przepływowych. Zna podstawowe metody dyskretyzacji równań różniczkowych.

Weryfikacja:

sprawdzian pisemny, zadanie projektowe

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG.o, P7U\_W

**Charakterystyka IS\_W10:**

Posiada szczegółową i podbudowaną teoretycznie wiedzę z mechaniki i dynamiki płynów w zakresie przepływów w sieciach ciepłowniczych i gazowniczych.

Weryfikacja:

sprawdzian pisemny, zadanie projektowe

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG

**Charakterystyka IS\_W13:**

Posiada szczegółową wiedzę o funkcjonalności pakietów inżynierskiego oprogramowania CFD przy doborze i eksploatacji urządzeń technologicznych i regulacyjnych w sieciach ciepłowniczych i gazowniczych.

Weryfikacja:

sprawdzian pisemny, zadanie projektowe

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka IS\_U01:**

Potrafi opisać przebieg procesów przepływowych z wykorzystaniem praw termodynamiki, transportu ciepła i masy oraz mechaniki płynów i hydrodynamiki w zastosowaniu do procesów występujących w ciepłownictwie i gazownictwie. Potrafi sformułować, zdyskretyzować i rozwiązać proste zagadnienie brzegowe dla równań zachowania opisujących ruch płynu.

Weryfikacja:

egzamin pisemny, zadanie projektowe

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o

**Charakterystyka IS\_U04:**

Potrafi, wykorzystując odpowiedni pakiet inżynierski, wykonać symulację prostego zagadnienia przepływowego a następnie krytycznie zinterpretować wyniki obliczeń.

Weryfikacja:

egzamin pisemny, zadanie projektowe

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_U04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka IS\_K01:**

Rozumie potrzebę podnoszenia kompetencji zawodowych. Potrafi zidentyfikować i wyeliminować zagrożenia wynikające z błędnie przeprowadzonych symulacji komputerowych.

Weryfikacja:

dyskusja na zajęciach

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_K, I.P7S\_KK