**Nazwa przedmiotu:**

Metody Obliczeniowe Mechaniki Płynów

**Koordynator przedmiotu:**

Dr hab. inż. Sławomir Kubacki

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Lotnictwo i Kosmonautyka

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

ML.NK348

**Semestr nominalny:**

7 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

3

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

Liczba godzin kontaktowych: 50, w tym:
a) wykład – 30 godz.;
b) laboratorium – 15 godz.;
c) konsultacje – 5 godz.
Praca własna studenta – 20 godzin, w tym:
a) 15 godz. – przygotowywanie się do laboratoriów i wykładów,
b) 10 godz. – przygotowywanie się do egzaminu.
Razem: 75 godz.

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

2 punkty ECTS - liczba godzin kontaktowych: 50, w tym:
a) wykład – 30 godz.;
b) laboratoria – 15 godz.;
c) konsultacje – 5 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1 punkt ECTS - 23 godziny pracy studenta, w tym:
a) udział w ćwiczeniach laboratoryjnych - 15 godzin;
b) przygotowywanie się do laboratorium - 8 godzin.

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

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

**Wymagania wstępne:**

Mechanika płynów I, Informatyka II.

**Limit liczby studentów:**

180 osób wykład, 12-osobowe grupy laboratoryjne.

**Cel przedmiotu:**

Poznanie podstawowych metod obliczeniowej mechaniki płynów i jej wykorzystania do symulacji przepływów występujących w zastosowaniach technicznych.

**Treści kształcenia:**

Przegląd modeli matematycznych i fizycznych w mechanice płynów. Twierdzenie transportu Reynoldsa. Sformułowanie zachowawcze i niezachowawcze. Podstawowe typy dyskretyzacji równań modelowych (metoda różnic skończonych, warunki brzegowe i początkowe, stabilność, warunek CFL, bariera Godunowa). Ogólne algorytmy dla zadań nieliniowych (iteracje proste, kwazilinearyzacja, zamrażanie współczynników, iteracje w pseudoczasie). Symulacja przepływów nieściśliwych (metoda korekcji ciśnienia dla przepływów nieściśliwych). Metoda objętości skończonych (dyskretyzacja członów konwekcyjnych przy pomocy schematów kawałkami-liniowych i upwind). Metoda podziału strumienia. Uśrednione w czasie równania Naviera-Stokesa. Równania transportu naprężeń Reynoldsa. Modelowanie turbulencji (model Prandtla dla przepływu w turbulentnej warstwie przyściennej i model k-).

W ramach przedmiotu prowadzone są laboratoria z wykorzystaniem oprogramowania Ansys Fluent.

**Metody oceny:**

Egzamin oraz punktowy system oceny pracy i postępów studenta na zajęciach laboratoryjnych.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Zalecana literatura:
1. Hirsch, Charles, Numerical computation of internal and external flows, 2007.
2. Versteeg, Henk Kaarle, An introduction to computational fluid dynamics, 2007.
Dodatkowa literatura: - Materiały na stronie http://c-cfd.meil.pw.edu.pl

**Witryna www przedmiotu:**

http://c-cfd.meil.pw.edu.pl/ccfd/index.php?item=6

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka ML.NK348\_W1:**

Zna podstawowe modele i równania mechaniki płynów.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK348\_W1:**

Zna podstawowe modele i równania mechaniki płynów.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK348\_W1:**

Zna podstawowe modele i równania mechaniki płynów.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK348\_W2:**

Zna podstawowe metody dyskretyzacji równań różniczkowych.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK348\_W3:**

Zna ograniczenia stabilnościowe metod dyskretyzacji.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK348\_W3:**

Zna ograniczenia stabilnościowe metod dyskretyzacji.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka ML.NK348\_U1:**

Potrafi zdyskretyzować i rozwiązać proste zagadnienie brzegowe.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK348\_U1:**

Potrafi zdyskretyzować i rozwiązać proste zagadnienie brzegowe.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK348\_U1:**

Potrafi zdyskretyzować i rozwiązać proste zagadnienie brzegowe.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK348\_U2:**

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

Weryfikacja:

Bieżąca praca na laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK348\_U2:**

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

Weryfikacja:

Bieżąca praca na laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK348\_U2:**

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

Weryfikacja:

Bieżąca praca na laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK348\_U3:**

 Potrafi, wykorzystując odpowiedni pakiet inżynierski, przygotować siatkę obliczeniową dla prostego zagadnienia przepływowego.

Weryfikacja:

Bieżąca praca na laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK348\_U3:**

 Potrafi, wykorzystując odpowiedni pakiet inżynierski, przygotować siatkę obliczeniową dla prostego zagadnienia przepływowego.

Weryfikacja:

Bieżąca praca na laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK348\_U3:**

 Potrafi, wykorzystując odpowiedni pakiet inżynierski, przygotować siatkę obliczeniową dla prostego zagadnienia przepływowego.

Weryfikacja:

Bieżąca praca na laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka ML.NK348\_K1:**

 Potrafi zidentyfikować i wyliminować zagrożenia wynikające z błędnie przeprowadzonych symulacji komputerowych.

Weryfikacja:

Bieżąca praca na laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK348\_K1:**

 Potrafi zidentyfikować i wyliminować zagrożenia wynikające z błędnie przeprowadzonych symulacji komputerowych.

Weryfikacja:

Bieżąca praca na laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_K05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**