**Nazwa przedmiotu:**

Termodynamika przepływów, wymiana ciepła i masy

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Maciej Chaczykowski prof. ucz., dr hab. inż. Ryszard Zwierzchowski

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Inżynieria Środowiska

**Grupa przedmiotów:**

Podstawowe

**Kod przedmiotu:**

1110-ISSCiG-MSP-1101

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2023/2024

**Liczba punktów ECTS:**

3

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

30 Wykład
15 Ćwiczenia audytoryjne
30 Praca własna, w tym przygotowanie do kolokwiów

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

2

**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: | 30h |
| Ćwiczenia: | 15h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Mechanika płynów, Termodynamika, Wymiana ciepła, Wymiana masy

**Limit liczby studentów:**

brak

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie Studentów z zagadnieniami termodynamiki i dynamiki przepływu płynu ściśliwego, w szczególności gazu ziemnego, a także hydrodynamiki, oraz wykształcenie umiejętności analizy jednowymiarowego przepływu płynu. Ponadto, celem przedmiotu jest zapoznanie Studentów z zagadnieniami wymiany ciepła i masy przy przepływie płynu ściśliwego i nieściśliwego w przewodach pod ciśnieniem.

**Treści kształcenia:**

Model gazu rzeczywistego. Równania stanu gazu rzeczywistego. Wyznaczanie funkcji stanu w oparciu o równania stanu. Efekt Joule'a-Thomsona. Analiza Eulera. Izentropowy, ustalony przepływ gazu w dyszach. Prostopadła fala uderzeniowa. Przepływy w przewodach o stałym przekroju z uwzględnieniem tarcia. Przepływy w przewodach o stałym przekroju z uwzględnieniem wymiany ciepła z otoczeniem. Nieustalony jednowymiarowy przepływ gazu przy przemianie izentropowej. Wymiana ciepła, jedno- i dwuwymiarowe przewodzenie ciepła w stanach ustalonych i nieustalonych. Transport masy, konwekcja, dyfuzja, transport międzyfazowy. Rodzaje warunków brzegowych w zagadnieniach wymiany ciepła i masy.

**Metody oceny:**

Zaliczenie wykładów 60%,
Zaliczenie ćwiczeń 40%

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

Dawidowicz S: Zarys termodynamiki gazu ziemnego, Wydawnictwo Akademii Górniczo-Hutniczej im. S. Staszica, Kraków 1986.
Szargut J.: Termodynamika techniczna, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2011
Wiśniewski S.: Termodynamika teczhniczna, WNT, Warszawa 2009
Bukowski J., Kijkowski P.: Kurs mechaniki płynów, PWN, Warszawa 1980.
Szumowski Α., Selerowicz W., Piechna J.: Dynamika gazów. WPW, Warszawa 1988
Çengel Y.A., Boles M.A.: Thermodynamics: An Engineering Approach, 7th edition in SI Units, McGraw-Hill Higher Education, New York 2008
Çengel Y.A., Ghajar A.J.: Heat and Mass Transfer: Fundamentals and Applications, 4th edition in SI Units, McGraw-Hill Higher Education, New York 2011
Shapiro A.H. The Dynamics and Thermodynamics of Compressible Fluid Flow, Vol. 1, Vol. 2 Ronald Press Co., New York 1954
Wiśniewski S., Wiśniewski T.S., Wymiana ciepła, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2016
Wiśniewski S., Termodynamika techniczna, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2022

**Witryna www przedmiotu:**

.nie

**Uwagi:**

.nie

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

Posiada ugruntowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie dynamiki cieczy i gazów, termodynamiki.

Weryfikacja:

Kolokwium pisemne

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W04

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

**Charakterystyka W02:**

Posiada rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z wymiany ciepła w zakresie sieci ciepłowniczych i gazowniczych.

Weryfikacja:

Kolokwium pisemne

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W09

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

**Charakterystyka W03:**

Posiada szczegółową i podbudowaną teoretycznie wiedzę z dynamiki cieczy i gazów w zakresie przepływów w sieciach ciepłowniczych i gazowniczych.

Weryfikacja:

Kolokwium pisemne

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W10

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

Potrafi opisać przebieg procesów fizycznych z wykorzystaniem praw termodynamiki i hydrodynamiki w zastosowaniu do procesów transportu ciepła i masy występujących w gazownictwie i ciepłownictwie

Weryfikacja:

Kolokwium pisemne

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_U01

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

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

Rozumie potrzebę ciągłego dokształcania się i podnoszenia kompetencji zawodowych

Weryfikacja:

Samoocena

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_K01

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