**Nazwa przedmiotu:**

Wymiana ciepła

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Joanna Rucińska; dr inż. Dariusz Ksionek; dr inż. Anna Komerska; dr inż. Adrian Trząski; dr inż. Michał Sobieraj

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Inżynieria Środowiska

**Grupa przedmiotów:**

Kierunkowe i Specjalizacyjne

**Kod przedmiotu:**

1110-ISCOG-ISP-4301

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2023/2024

**Liczba punktów ECTS:**

3

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

Wykład - 15 godzin
Ćwiczenia projektowe - 15 godzin
Laboratorium - 15 godzin
Przygotowanie do egzaminu - 15 godzin
Przygotowanie projektu - 5 godzin
Przygotowanie do kolokwium - 10 godzin
Przygotowanie do laboratorium - 7 godzin
Wykonanie sprawozdań - 7 godzin
Razem - 89 godzin

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

**Wymagania wstępne:**

Mechanika płynów, termodynamika techniczna.

**Limit liczby studentów:**

**Cel przedmiotu:**

Mechanizmy wymiany ciepła: przewodzenie, konwekcja, promieniowanie. Złożona wymiana ciepła. Ustalona i nieustalona wymiana ciepła. Ogólna charakterystyka przejmowania ciepła i szczególne przypadki obliczania współczynnika przejmowania ciepła przez konwekcję.

**Treści kształcenia:**

1. Przenikanie ciepła przez ściankę płaską, cylindryczną i ożebrowaną. Przejmowanie ciepła przy konwekcji swobodnej w przestrzeni ograniczonej. Przejmowanie ciepła przy konwekcji wymuszonej: napływ na pęczki rur gładkich i ożebrowanych. Projekt obliczania przeponowego wymiennika ciepła typu woda-woda. Obliczanie przekazywania ciepła na drodze promieniowania pomiędzy powierzchniami szarymi równoległymi.
2. Badanie współczynnika przejmowania ciepła na rurze pionowej. Wymiana ciepła w kalorymetrze Junkersa. Badanie sprawności cieplnej krzyżowego wymiennika ciepła.

**Metody oceny:**

WYKŁADY: Zdanie egzaminu.
ĆWICZENIA PROJEKTOWE: Zaliczenie kolokwium i projektu.
OCENA ZINTEGROWANA: 0,5 W + 0,25 P + 0,25 L

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

B. Staniszewski: Wymiana ciepła, PWN, 1980.
S. Wiśniewski, T.S. Wiśniewski: Wymiana ciepła, WNT, 2000.

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

Rozumie podstawowe procesy wymiany ciepła. Zna prawo Fouriera, równanie różniczkowe nieustalonego przewodzenia ciepła, rodzaje równań opisujących wymianę ciepła, rodzaje warunków brzegowych. Potrafi opisać przenikanie ciepła przez ściankę ożebrowaną: sprawność cieplna żebra i ścianki ożebrowanej oraz wzajemne zależności między tymi wielkościami, współczynnik przenikania ciepła dla ścianki ożebrowanej, strumień przenikającego ciepła przez ścianki ożebrowane, sprawności cieplne układów ożebrowanych: sprawność cieplna żebra prostego i żebra okrągłego. Rozumie podobieństwo cieplne zjawisk: liczby podobieństwa cieplnego i mechanicznego, sens fizyczny liczb kryterialnych. Potrafi zdefiniować przejmowanie ciepła: konwekcja swobodna w przestrzeni zamkniętej, ogólna charakterystyka konwekcji wymuszonej, przejmowanie ciepła przy konwekcji wymuszonej i przepływie równoległym do pęczka rur gładkich, konwekcja wymuszona przy omywaniu pęczków rur gładkich i ożebrowanych.

Weryfikacja:

WYKŁADY: Zdanie egzaminu.
ĆWICZENIA PROJEKTOWE: Zaliczenie kolokwium i projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W09

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

**Charakterystyka W02:**

Posiada podstawową wiedzę z zakresu właściwości fizycznych, mechanicznych i eksploatacyjnych materiałów stosowanych w obiektach budowlanych, urządzeniach, sieciach i instalacjach COWiG i Wod-kan.

Weryfikacja:

WYKŁADY: Zdanie egzaminu.
ĆWICZENIA PROJEKTOWE: Zaliczenie kolokwium i projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W19

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

**Charakterystyka W03:**

Zna metody obliczania przeponowych wymienników ciepła: wymienniki z przepływem współprądowym, przeciwprądowych i poprzecznoprądowym, określenie mocy cieplnej wymiennika na podstawie średniej różnicy temperatury. Rozumie wymianę ciepła przez promieniowanie dla ciał stałych: prawa rządzące promieniowaniem ciał stałych, wymiana ciepła między powierzchniami szarymi równoległymi, znaczenie ekranów w wymianie ciepła przez promieniowanie.

Weryfikacja:

WYKŁADY: Zdanie egzaminu.
ĆWICZENIA PROJEKTOWE: Zaliczenie kolokwium i projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W15

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

Potrafi opracować projekt przeponowego wymiennika ciepła typu woda-woda. Umie opisać, obliczyć i ocenić proces przenikania ciepła przez ściankę płaską, cylindryczną i ożebrowaną, przejmowania ciepła przy konwekcji swobodnej w przestrzeni ograniczonej, przejmowania ciepła przy konwekcji wymuszonej: napływ na pęczki rur gładkich i ożebrowanych i przekazywania ciepła na drodze promieniowania pomiędzy powierzchniami szarymi równoległymi.

Weryfikacja:

Sposób sprawdzenia i oceny – Wykonanie projektu, kolokwium z całości materiału.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_U16

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

**Charakterystyka U02:**

Potrafi zmierzyć, obliczyć i przeanalizować wartości współczynnika przejmowania ciepła na rurze pionowej. Potrafi zmierzyć i obliczyć ciepło spalania i wartość opałową paliwa gazowego w kalorymetrze Junkersa. Potrafi zmierzyć, obliczyć moc cieplną i sprawność cieplną wymiennika ciepła z przepływem krzyżowym.

Weryfikacja:

Zespołowe wykonanie sprawozdań i ich indywidualna obrona.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_U18

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

**Charakterystyka U03:**

Posługuje się poprawnie terminologią i nomenklaturą stosowaną w opisie zjawisk fizycznych zachodzących w procesach typowych dla ciepłownictwa, ogrzewnictwa, klimatyzacji i gazownictwa.

Weryfikacja:

Sposób sprawdzenia i oceny – Wykonanie projektu, kolokwium z całości materiału.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_U21

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UK

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

Umie pracować w grupie, rozumie potrzebę ciągłego dokształcania się i podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych.

Weryfikacja:

Sprawdzenie kompetencji w trakcie przebiegu zajęć.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_K01

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

**Charakterystyka K02:**

Ma świadomość wagi pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko, i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje.

Weryfikacja:

Sprawdzenie kompetencji w trakcie przebiegu zajęć.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_K02

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

**Charakterystyka K03:**

Ma świadomość konieczności działania w sposób profesjonalny i przestrzegania zasad etyki zawodowej.

Weryfikacja:

Sprawdzenie kompetencji w trakcie przebiegu zajęć.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_K03

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