**Nazwa przedmiotu:**

Zaawansowana wymiana ciepła

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. inż. Piotr Furmański

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Energetyka

**Grupa przedmiotów:**

Specjalnościowe

**Kod przedmiotu:**

NS645

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2011/2012

**Liczba punktów ECTS:**

3

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

Całkowita liczba godzin - 80 w tym
wykład 15
ćwiczenia 15
przygotowanie do ćwiczeń - 10
przygotowanie prezentacji wybranego tematu - 20
rozwiązanie indywidualnych przykładów obliczeniowych -20

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

1

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2

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

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

**Wymagania wstępne:**

NW122 - Mechanika płynów 1 (MP1)
NW116 - Termodynamika 1 (TERMA1)
NK412 - Termodynamika 2 lab (TERMA2)
NK413 - Termodynamika 3 (TERMA3)
NK423 - Wymiana ciepła 1 (WYCIEP1)

**Limit liczby studentów:**

**Cel przedmiotu:**

Znajomość złożonych mechanizmów wymiany podczas przepływów turbulentnych, dwufazowych, w ośrodkach porowatych i przy zmianie fazy. Znajomość podstawowych urządzeń i materiałów oraz metod pomiaru używanych w technice cieplnej. Umiejętność rozwiązywania złożonych problemów z wymiany ciepła.

**Treści kształcenia:**

Wykłady:
1. Metody pomiarów gęstości strumienia ciepła i wizualizacji pola temperatury (termografia w podczerwieni, ciekłokrystaliczna, termokolory).
2. Termiczny opór kontaktowy.
3. Wymiana ciepła przy przepływach turbulentnych i dwufazowych.
4. Wymiana ciepła w zagadnieniach zmiany fazy (krzepniecie, szronienie, obladzanie).
5. Wymiana ciepła w ośrodkach porowatych i zawiesinach.
6. Izolacje cieplne i ochrona przed wysoką i niską temperaturą.
7. Wymienniki ciepła i rury cieplne.
8. Promieniowanie cieplne w ośrodkach przeźroczystych i oddziaływujących z promieniowaniem.
Ćwiczenia:
1. Przykłady obliczeń rozkładu temperatury i ilości przepływającego ciepła podczas przepływów turbulentnych.
2. Przykłady obliczeń rozkładu temperatury i ilości przepływającego ciepła podczas przepływów dwufazowych 3. Przykłady obliczeń rozkładu temperatury i ilości przepływającego ciepła podczas przepływów płynów w ośrodkach porowatych.
4. Zastosowanie metod efektywności i NTU w wymiennikach ciepła.
5. Obliczenia wymiany ciepła na drodze promieniowania w ośrodkach przeźroczystych i półprzeźroczystych dla promieniowania.

**Metody oceny:**

Rozwiązanie dwóch złożonych problemów z wymiany ciepła oraz przygotowanie opisu jednego z przedstawionych tematów z wymiany ciepła

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1) S. Wiśniewski: “Wymiana ciepła”, PWN
2) J. Madejski: Teoria wymiany ciepła”, PWN
3) S. Wiśniewski, T.S. Wiśniewski: “Wymiana ciepła”, WNT
4) P. Furmański, R. Domański: „ Wymiana ciepła. Przykłady i zadania”, Oficyna wydawnicza PW
Dotatkowe literatura:
- Materiały dla studentów zamieszczane na stronie www.itc.pw.edu.pl

**Witryna www przedmiotu:**

www.itc.pw.edu.pl

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt EW1:**

Posiada pogłębioną wiedzę dotyczącą wizualizacji pola temperatury, modelowania procesów wymiany ciepłą w ośrodkach porowatych, wymiany ciepła w przepływach turbulentnycch i dwufazowych oraz promieniowania cieplnego w ośrodkach oddziaływujących powierzchniowo i objętościowo z promieniowaniem cieplnym

Weryfikacja:

przygotowanie prezentacji oraz przedstawienie rozwiązania przykładów obliczeniowych

**Powiązane efekty kierunkowe:** E2\_W01, E2\_W05

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W01, T2A\_W01, T2A\_W02

**Efekt EW2:**

Zna podstawowe metody rozwiązywania zagadnień przepływu i wymiany ciepła w ośrodkach porowatych oraz promieniowania cieplnego

Weryfikacja:

przygotowanie prezentacji oraz przedstawienie rozwiązania przykładów obliczeniowych

**Powiązane efekty kierunkowe:** E2\_W03

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W01

**Efekt EW3:**

Zna sposoby matematycznego opisu procesów związanych z konwekcyjną wymianą ciepła w układach jednorodnych i niejednorodnych oraz złożonej wymiany ciepła uwzględniającej promieniowanie cieplne

Weryfikacja:

przygotowanie prezentacji oraz przedstawienie rozwiązania przykładów obliczeniowych

**Powiązane efekty kierunkowe:** E2\_W05

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W01, T2A\_W02

**Efekt EW4:**

Zna zagadnienia wymiany ciepła towarzyszące procesom konwersji energii promieniowania słonecznego oraz geotermalnej

Weryfikacja:

przygotowanie prezentacji oraz przedstawienie rozwiązania przykładów obliczeniowych

**Powiązane efekty kierunkowe:** E2\_W09

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W04, T2A\_W05

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt EU1:**

Potrafi znaleźć informacje dotyczące złożonych zagadnień wymiany ciepła w różnych urządzeniach technicznych i procesach oraz przeanalizować ich zawartość

Weryfikacja:

przygotowanie prezentacji oraz przedstawienie rozwiązania przykładów obliczeniowych

**Powiązane efekty kierunkowe:** E2\_U01

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U01

**Efekt EU2:**

Potrafi przygotować opracowanie dotyczące wykorzystania wymiany ciepła w różnych procesach i urządzeniach

Weryfikacja:

przygotowanie prezentacji oraz przedstawienie rozwiązania przykładów obliczeniowych

**Powiązane efekty kierunkowe:** E2\_U03

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U03

**Efekt EU3:**

Potrafi przygotować prezentację ustną z wykorzystaniem PowerPointa dotyczącą zastosowania procesów wymiany ciepła w różnych urządzeniach

Weryfikacja:

przygotowanie prezentacji oraz przedstawienie rozwiązania przykładów obliczeniowych

**Powiązane efekty kierunkowe:** E2\_U04

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U04

**Efekt EU4:**

Potrafi wyszukiwać materiały dotyczące zastosowań wymiany ciepła w różnych procesach i urządzeniach, analizować je i rozszerzać swoją znajomość dotyczącą wymiany ciepła

Weryfikacja:

przygotowanie prezentacji oraz przedstawienie rozwiązania przykładów obliczeniowych

**Powiązane efekty kierunkowe:** E2\_U05

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U05

**Efekt EU5:**

Potrafi stosować wybrane metody analityczne i numeryczne do rozwiązywania zagadnień wymiany ciepła w tym promieniowania cieplnego

Weryfikacja:

przygotowanie prezentacji oraz przedstawienie rozwiązania przykładów obliczeniowych

**Powiązane efekty kierunkowe:** E2\_U09

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U09