

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2019/2020

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: 11

Stopień studiów: II

Specjalności: Modelowanie komputerowe w energetyce

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                                     |
|-----------------------------------------|-------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Metody numeryczne w wymianie ciepła |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Numerical methods in heat transfer  |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WIŚIE EN oIIN D2 19/20              |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe          |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 3.00                                |
| SEMESTRY                                | 2                                   |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁAD | CWICZENIA | LABORATORIA | LABORATORIA<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|-------------|---------------------------------|---------|------------|
| 2       | 9      | 0         | 0           | 18                              | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Sformułowanie modeli matematycznych opisujących wymianę ciepła przez przewodzenie, konwekcję i promieniowanie.

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Podstawowe wiadomości z analizy matematycznej i metod numerycznych.
- 2 Podstawowe wiadomości z mechaniki płynów i termodynamiki.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Zna jak sformułować modele matematyczne opisujące wymianę ciepła przez przewodzenie, konwekcję i promieniowanie.

**EK2 Wiedza** Zna podstawowe metody numeryczne stosowane do rozwiązywania równań fizyki matematycznej: metoda różnic skończonych, metoda objętości skończonej oraz bilansowa metoda elementów skończonych.

**EK3 Umiejętności** Potrafi wyznaczyć ustalone i nieustalone pola temperatury w ciałach stałych, wyznaczyć ustalony i nieustalony rozkład temperatury w żebrach prostych i okrągłych.

**EK4 Umiejętności** Potrafi opracować model numeryczny nieustalonej wymiany ciepła w rurowym krzyżowo-prądowym wymienniku ciepła.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                               |                  |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                        | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Różniczkowe równania zachowania masy, pędu i energii.                                                                                                                         | 2                |
| <b>W2</b> | Metoda różnic skończonych i objętości skończonej.                                                                                                                             | 2                |
| <b>W3</b> | Bilansowa metoda elementów skończonych.                                                                                                                                       | 2                |
| <b>W4</b> | Zastosowanie metody różnic skończonych i bilansowej metody elementów skończonych do wyznaczania ustalonych i nieustalonych rozkładów temperatury w ciałach stałych i żebrach. | 2                |
| <b>W5</b> | Rozwiązywanie odwrotnych zagadnień wymiany ciepła przy zastosowaniu metody różnic skończonych.                                                                                | 1                |

| LABORATORIA KOMPUTEROWE |                                                                                                                                             |                  |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP                      | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                      | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>K1</b>               | Wyznaczanie ustalonych i nieustalonych rozkładów temperatury w żebrach o stałej grubości prostych i okrągłych za pomocą różnic skończonych. | 5                |
| <b>K2</b>               | Wyznaczanie ustalonych i nieustalonych rozkładów temperatury w żebrach o stałej grubości prostych i okrągłych przy użyciu modelowania CFD.  | 5                |
| <b>K3</b>               | Modelowanie laminarnego przepływu cieczy w kanale o przekroju kołowym i prostokątnym przy użyciu modelowania CFD.                           | 4                |

| LABORATORIA KOMPUTEROWE |                                                                                                    |                  |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP                      | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                             | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>K4</b>               | Modelowanie wymiany ciepła po stronie powietrza krzyżowo-prądowych, lamelowych wymienników ciepła. | 4                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Ćwiczenia projektowe

**N3** Praca w grupach

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI                                                                                 | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |                                                         |
| Godziny wynikające z planu studiów                                                               | 27                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 1                                                       |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 2                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 20                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 15                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 10                                                      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>75</b>                                               |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 3.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

**OCENA FORMUJĄCA**

**F1** Projekt indywidualny

**F2** Kolokwium

**OCENA PODSUMOWUJĄCA**

**P1** Średnia ważona ocen formujących

**WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU**

**W1** Pozytywne zaliczenie projektów oraz kolokwium.

**KRYTERIA OCENY**

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                      |
|---------------------|--------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Zakres wiadomości do 55% wymaganego  |
| NA OCENĘ 3.0        | Zakres wiadomości do 60% wymaganego  |
| NA OCENĘ 3.5        | Zakres wiadomości do 70% wymaganego  |
| NA OCENĘ 4.0        | Zakres wiadomości do 80% wymaganego  |
| NA OCENĘ 4.5        | Zakres wiadomości do 90% wymaganego  |
| NA OCENĘ 5.0        | Zakres wiadomości do 100% wymaganego |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                      |
| NA OCENĘ 2.0        | Zakres wiadomości do 55% wymaganego  |
| NA OCENĘ 3.0        | Zakres wiadomości do 60% wymaganego  |
| NA OCENĘ 3.5        | Zakres wiadomości do 70% wymaganego  |
| NA OCENĘ 4.0        | Zakres wiadomości do 80% wymaganego  |
| NA OCENĘ 4.5        | Zakres wiadomości do 90% wymaganego  |
| NA OCENĘ 5.0        | Zakres wiadomości do 100% wymaganego |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                      |
| NA OCENĘ 2.0        | Zakres wiadomości do 55% wymaganego  |
| NA OCENĘ 3.0        | Zakres wiadomości do 60% wymaganego  |
| NA OCENĘ 3.5        | Zakres wiadomości do 70% wymaganego  |
| NA OCENĘ 4.0        | Zakres wiadomości do 80% wymaganego  |
| NA OCENĘ 4.5        | Zakres wiadomości do 90% wymaganego  |
| NA OCENĘ 5.0        | Zakres wiadomości do 100% wymaganego |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                      |
| NA OCENĘ 2.0        | Zakres wiadomości do 55% wymaganego  |
| NA OCENĘ 3.0        | Zakres wiadomości do 60% wymaganego  |
| NA OCENĘ 3.5        | Zakres wiadomości do 70% wymaganego  |

|              |                                      |
|--------------|--------------------------------------|
| NA OCENĘ 4.0 | Zakres wiadomości do 80% wymaganego  |
| NA OCENĘ 4.5 | Zakres wiadomości do 90% wymaganego  |
| NA OCENĘ 5.0 | Zakres wiadomości do 100% wymaganego |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE       | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W03<br>K2_W04                                                               | Cel 1           | W1 W2                   | N1 N2                 | F1 F2 P1      |
| EK2               | K2_W03<br>K2_W04                                                               | Cel 1           | W1 W2 W3 W4<br>K1 K2 K3 | N1 N2 N3              | F1 F2 P1      |
| EK3               | K2_W03<br>K2_W04<br>K2_W07<br>K2_U04                                           | Cel 1           | W4 W5 K1 K2<br>K3       | N1 N2 N3              | F1 F2 P1      |
| EK4               | K2_W04<br>K2_W08<br>K2_W14<br>K2_U13                                           | Cel 1           | W1 W2 W3 W4<br>K4       | N1 N2                 | F1 F2 P1      |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **Anderson J.** — *Computational Fluid Dynamics*, Hoboken, 1995, McGraw-Hill Education
- [2] | **Anderson D., Tannehill J.C.** — *Computational Fluid Mechanics and Heat Transfer*, , 2011, CRC Press
- [3] | **Taler J., Duda P.** — *Solving Direct and Inverse Heat Conduction Problems*, Berlin, 2006, Springer
- [4] | **Taler J., Duda P.** — *Rozwiązywanie prostych i odwrotnych zagadnień przewodzenia ciepła*, Warszawa, 2003, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | **Tucker P.G.** — *Advanced Computational Fluid and Aerodynamics*, Cambridge, 2016, Cambridge University Press

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

prof. dr hab. inż. Jan Taler (kontakt: [jan.taler@pk.edu.pl](mailto:jan.taler@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 Prof. dr hab. inż. Jan Taler (kontakt: [jan.taler@pk.edu.pl](mailto:jan.taler@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....