

# 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: stacjonarne

Kod kierunku: 11

Stopień studiów: II

Specjalności: Modelowanie komputerowe w energetyce

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Metody numeryczne w wymianie ciepła
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Numerical methods in heat transfer
KOD PRZEDMIOTU	WIŚIE EN oIIS D5 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 KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
2	15	0	0	30	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 nieustalanej wymiany ciepła w rurowym krzyżowo-prądowym wymienniku ciepła.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	Różniczkowe równania zachowania masy, pędu i energii.	3
<b>W2</b>	Metoda różnic skończonych i objętości skończonej.	3
<b>W3</b>	Bilansowa metoda elementów skończonych.	3
<b>W4</b>	Zastosowanie metody różnic skończonych i bilansowej metody elementów skończonych do wyznaczania ustalonych i nieustalonych rozkładów temperatury w ciałach stałych i żebrach.	3
<b>W5</b>	Rozwiązywanie odwrotnych zagadnień wymiany ciepła przy zastosowaniu metody różnic skończonych.	3

LABORATORIA KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>K1</b>	Wyznaczanie ustalonych i nieustalonych rozkładów temperatury w żebrach o stałej grubości prostych i okrągłych za pomocą różnic skończonych.	10
<b>K2</b>	Wyznaczanie ustalonych i nieustalonych rozkładów temperatury w żebrach o stałej grubości prostych i okrągłych przy użyciu modelowania CFD.	10
<b>K3</b>	Modelowanie laminarnego przepływu cieczy w kanale o przekroju kołowym i prostokątnym przy użyciu modelowania CFD.	5

LABORATORIA KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
K4	Modelowanie wymiany ciepła po stronie powietrza krzyżowo-prądowych, lamelowych wymienników ciepła.	5

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia projektowe

N3 Praca w grupach

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>	
Godziny wynikające z planu studiów	45
Konsultacje przedmiotowe	1
Egzaminy i zaliczenia w sesji	1
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	10
Opracowanie wyników	10
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	10
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>77</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 SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	K2_W03 K2_W04	Cel 1	W1 W2 W3 W4 W5 K1 K2 K3 K4	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK2	K2_W03 K2_W04	Cel 1	W1 W2 W3 W4 K1 K2 K3	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK3	K2_W03 K2_W04 K2_W07 K2_U04	Cel 1	W4 W5 K1 K2 K3	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK4	K2_W04 K2_W08 K2_W14 K2_U13	Cel 1	W1 W2 W3 W4 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**

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....