

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2018/2019

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: E

Stopień studiów: I

Specjalności: Systemy i urządzenia energetyczne

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                                              |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Wymiana ciepła i masy/Heat and mass transfer |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Heat and mass transfer                       |
| KOD PRZEDMIOTU                          | E109                                         |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty podstawowe                        |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 5.00                                         |
| SEMESTRY                                | 5                                            |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 5       | 18     | 9         | 9            | 0                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie się z podstawami wymiany ciepła, z analitycznymi i numerycznymi metodami rozwiązywania przewodzenia ciepła. Zdobywanie umiejętności rozwiązywania zagadnień odwrotnych. Zapoznanie się z podstawami wymiany masy.

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

1 zaliczone przedmioty: Termodynamika

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Umiejętności** Posiada umiejętność wyznaczania przekazywanego ciepła w stanach ustalonych i nieustalonych

**EK2 Wiedza** Ma wiedzę na temat ustalonej i nieustalonej wymiany ciepła na drodze przewodzenia, konwekcji i promieniowania.

**EK3 Wiedza** Ma wiedzę na temat sposobów wymiany masy

**EK4 Umiejętności** Posiada umiejętność wyznaczania przekazywanej masy.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁAD |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                  |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP     | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | LICZBA<br>GODZIN |
| W1     | Podstawy wymiany ciepła. Przewodzenie ciepła. Konwekcyjna wymiana ciepła. Promieniowanie. Równanie różniczkowe przewodzenia ciepła. Wielowymiarowe ustalone przewodzenie ciepła. Metoda analityczna, przybliżona, graficzna. Wykorzystanie współczynników kształtu. Metoda objętości skończonej i różnic skończonych. Nieustalone przewodzenie ciepła. Metoda Fouriera i Laplacea. Odwrotne zagadnienie ustalonego i nieustalonego przewodzenia ciepła. Podstawy wymiany masy. Określenie składu mieszaniny. Dyfuzja ustalona. Prawo Ficka. Współczynnik dyfuzji. Różniczkowy bilans masy. Ruch masy w turbulentnym przepływie płynu. Modele wnikania masy. Współczynnik wnikania i przenikania masy. Charakterystyka wymienników masy. | 18               |

| ĆWICZENIA |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                  |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | LICZBA<br>GODZIN |
| C1        | Ustalone przenikanie ciepła przez przegrody. Wyznaczanie rozkładu temperatury w żebrze prostym oraz w rurze ekranowej kotła metodami analitycznymi. Zastosowanie metody graficznej do wyznaczania strat ciepła w kanałach spaliniowych. Zastosowanie współczynników kształtu przy projektowaniu ogrzewania podłogowego. Obliczanie nieustalonego rozkładu temperatury i szybkości jej zmian w płycie przy warunkach brzegowych III rodzaju na podstawie wzorów analitycznych. Szczególne przypadki dyfuzji ustalonej. Wyznaczanie współczynników dyfuzji. Wyznaczanie współczynników wnikania masy. Wyznaczanie współczynników przenikania masy. Bilanse masy aparatów przemysłowych. | 9                |

| LABORATORIUM |                                                                                                                                                                                                                                                                   |                  |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                            | LICZBA<br>GODZIN |
| L1           | Doświadczalne wyznaczanie współczynnika przewodzenia ciepła w ciałach stałych. Określanie oporu kontaktowego na styku ciał stałych. Doświadczalne wyznaczanie współczynnika przenikania ciepła. Badanie wymiany ciepła przy przepływie laminarnym i turbulentnym. | 9                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Prezentacje multimedialne

N3 Zadania tablicowe

N4 Ćwiczenia laboratoryjne

## 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                                                               | 36                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 5                                                       |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 5                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 40                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 34                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 30                                                      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>150</b>                                              |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 5.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium

F2 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

**OCENA PODSUMOWUJĄCA****P1** Średnia ważona ocen formujących**KRYTERIA OCENY**

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                                                                                                         |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | -                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 3.0        | Potrafi wyznaczyć przekazywane ciepło w stanach ustalonych dla dowolnych ciał i w stanach nieustalonych w ciałach o prostych kształtach |
| NA OCENĘ 3.5        | -                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 4.0        | -                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 4.5        | -                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 5.0        | -                                                                                                                                       |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                         |
| NA OCENĘ 2.0        | -                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 3.0        | Zna metody do obliczania ustalonego i nieustalonego rozkładu temperatury.                                                               |
| NA OCENĘ 3.5        | -                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 4.0        | -                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 4.5        | -                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 5.0        | -                                                                                                                                       |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                         |
| NA OCENĘ 2.0        | -                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 3.0        | Zna sposoby wymiany masy                                                                                                                |
| NA OCENĘ 3.5        | -                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 4.0        | -                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 4.5        | -                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 5.0        | -                                                                                                                                       |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                         |
| NA OCENĘ 2.0        | -                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 3.0        | Potrafi obliczyć wymienianą masę w wybranych urządzeniach.                                                                              |
| NA OCENĘ 3.5        | -                                                                                                                                       |

|              |   |
|--------------|---|
| NA OCENĘ 4.0 | - |
| NA OCENĘ 4.5 | - |
| NA OCENĘ 5.0 | - |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K1_W05                                                                         | Cel 1           | L1                | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 P1      |
| EK2               | K1_W05                                                                         | Cel 1           | L1                | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 P1      |
| EK3               | K1_W05                                                                         | Cel 1           | L1                | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 P1      |
| EK4               | K1_W05                                                                         | Cel 1           | L1                | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 P1      |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Taler J., Duda P. — *Rozwiązywanie prostych i odwrotnych zagadnień przewodzenia ciepła*, Warszawa, 2003, WNT
- [2] | Zarzycki R. — *Wymiana Ciepła i Masy w Inżynierii Środowiska*, Warszawa, 2005, WNT

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Lewicki P. — *Inżynieria procesowa i aparatura przemysłu spożywczego*, Warszawa, 2005, WNT
- [2] | Hobler T. — *Ruch ciepła i wymienniki*, Warszawa, 1959, WNT

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

prof. dr hab. inż. Piotr, Jakub Duda (kontakt: [piotr.duda@pk.edu.pl](mailto:piotr.duda@pk.edu.pl))

**OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT**

1 dr hab. inż., prof. PK Piotr Duda (kontakt: [pduda@mech.pk.edu.pl](mailto:pduda@mech.pk.edu.pl))

**13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI**

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

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

.....