

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2013/2014

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                        | Wymienniki ciepła I        |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Heat exchangers            |
| KOD PRZEDMIOTU                          | E966                       |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 3.00                       |
| SEMESTRY                                | 7                          |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 7       | 9      | 0         | 9            | 0                                | 9       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studenta z budową wymienników oraz z metodą "średnią logarytmiczną" do cieplnego projektowania wymienników.

**Cel 2** Zapoznanie studenta z metodą "NTU" do cieplnego projektowania wymienników.

**Cel 3** Umiejętności doboru odpowiedniego rodzaju wymiennika do odpowiednich zastosowań technicznych

Cel 4 Umiejętność projektowania podstawowych elementów wymienników ciepła.

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

- 1 Znajomość podstaw termodynamiki
- 2 Termodynamiki przemian energetycznych i wymiana ciepła
- 3 Grafika inżynierska AutoCAD

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Umiejętności** Student opanuje umiejętności w zakresie obliczania wymienników ciepła metodą "średnią logarytmiczną" oraz "NTU".

**EK2 Umiejętności** Student potrafi: projektować wymienniki ciepła i wykonać dokumentację techniczną.

**EK3 Wiedza** Student posiada wiedzę w zakresie zjawisk fizycznych zachodzących w wymiennikach ciepła

**EK4 Wiedza** Student zna typoszeręgi wymienników i zagadnienia projektowe w nich występujących

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁAD    |                                                                   |                  |
|-----------|-------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH            | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Wymiana ciepła: konwekcja, przewodzenia, promieniowanie           | 1                |
| <b>W2</b> | Pierwsza zasada termodynamiki w odniesieniu do wymienników ciepła | 1                |
| <b>W3</b> | Metoda średnia logarytmiczna obliczania wymienników ciepła        | 2                |
| <b>W4</b> | Metoda NTU obliczania wymienników ciepła                          | 2                |
| <b>W5</b> | Wymienniki płaszczowo-rurowe                                      | 1                |
| <b>W6</b> | Wymienniki płytowe                                                | 1                |
| <b>W7</b> | Wymienniki kompaktowe                                             | 1                |

| LABORATORIUM |                                                                                                        |                  |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                 | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>L1</b>    | Badanie wymiennika typu rura w rurze dla dwóch przypadków: przepływu współprądowego i przeciwprądowego | 2                |
| <b>L2</b>    | Obliczenia niezbędnej długości wymiennika za pomocą jednej z metod omówionych na wykładzie             | 3                |

| LABORATORIUM |                                                                                                      |                  |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                               | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>L3</b>    | Stworzenie modelu komputerowego wymiennika ciepła i przeprowadzenie symulacji komputerowej przepływu | 3                |
| <b>L4</b>    | Analiza i porównanie wyników eksperymentu, obliczeń analitycznych i numerycznych                     | 1                |

| PROJEKT   |                                                                                                                             |                  |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                      | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>P1</b> | Projektowanie wymiennika ciepła do podgrzewania i utrzymywania stałej temperatury chemikaliów-obliczenia cieplne.           | 2                |
| <b>P2</b> | Projektowanie wymiennika ciepła do podgrzewania i utrzymywania stałej temperatury chemikaliów- obliczenia wytrzymałościowe. | 3                |
| <b>P3</b> | Sporządzanie rysunku technicznego zaprojektowanego wymiennika.                                                              | 4                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Ćwiczenia laboratoryjne

**N3** Ćwiczenia projektowe

**N4** Konsultacje

**N5** Zadania tablicowe

## 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                                                               | 0                                                       |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 3                                                       |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 3                                                       |
| <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                                                                              | 22                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 25                                                      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>63</b>                                               |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 3.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Projekt indywidualny

**F2** Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

**F3** Odpowiedź ustna

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Projekt

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną wszystkich ocen. Aby uzyskać pozytywną ocenę z przedmiotu student musi zaliczyć na ocenę przynajmniej dostateczną wszystkie efekty kształcenia

### OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

**B1** Projekt indywidualny

### KRYTERIA OCENY

|                     |
|---------------------|
| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |
|---------------------|

|                     |                                                                                                                                                          |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | -                                                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 3.0        | Zna zasady obliczania wymienników według metod "średnią logarytmiczną" oraz "NTU". Zna podstawowe wzory do projektowania wymienników ciepła.             |
| 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 podstawowe wzory do zaprojektowania wymienników od strony cieplnej i wytrzymałościowej. Potrafi narysować bryłę wymiennika w 2D oraz ją zwymiarować. |
| 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 zjawiska fizyczne zachodzące w wymiennikach.                                                                                                         |
| 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        | Zna podstawowe typy wymienników ciepła stosowane w przemyśle.                                                                                            |
| 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,<br>K1_W29,<br>K1_W30,<br>K1_U03,<br>K1_U06                             | Cel 1 Cel 2     | W1 W2 W3 W4                                  | N1 N2 N5              | F2 F3         |
| EK2               | K1_W05,<br>K1_W29,<br>K1_W30,<br>K1_U03,<br>K1_U06                             | Cel 1 Cel 2     | W1 W2 W3 W4                                  | N1 N2 N5              | F2 F3         |
| EK3               | K1_W05,<br>K1_W29,<br>K1_W30,<br>K1_U03,<br>K1_U06                             | Cel 3 Cel 4     | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 L1<br>L2 L3 L4 P1 P2 | N1 N2 N3              | F2 F3         |
| EK4               | K1_W05,<br>K1_W29,<br>K1_W30,<br>K1_U03,<br>K1_U06                             | Cel 4           | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 P1<br>P2 P3          | N3 N4                 | P1            |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

[1] | **E. Kalinowski** — *Przekazywanie Ciepła i Wymienniki*, Wrocław, 1995, Oficyna wydawnicza Politechniki Wrocławskiej

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

[1] | **W.S. Janna** — *Engineering heat transfer*, Boca Raton, 2009, CRC Press

[2] | **Hobler T.** — *Ruch ciepła i Wymienniki*, Warszawa, 1979, WNT

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Artur, Tadeusz Cebula (kontakt: [acebula@pk.edu.pl](mailto:acebula@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Artur Cebula (kontakt: [acebula@pk.edu.pl](mailto:acebula@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....