

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2014/2015

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Mechanika i Budowa Maszyn

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: M

Stopień studiów: I

Specjalności: Urządzenia Chłodnicze i Klimatyzacyjne

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                            |
|-----------------------------------------|----------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Wymiana ciepła             |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Heat transfer              |
| KOD PRZEDMIOTU                          | M349                       |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 4.00                       |
| SEMESTRY                                | 6                          |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 6       | 15     | 15        | 15           | 0                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Poznanie podstawowych praw z zakresu wymiany ciepła i modelowania matematycznego zjawisk cieplnych.

**Cel 2** Nabycie umiejętności wyznaczania wydajności cieplnej wymienników w stanie ustalonym.

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

1 Zaliczone przedmioty "Termodynamika" i "Mechanika płynów".

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Zna podstawowe prawa rządzące przepływem ciepła oraz modele matematyczne zjawisk cieplnych występujących w zagadnieniach inżynierskich.

**EK2 Wiedza** Zna metody obliczeniowe stosowane w analizie problemów związanych z przepływem ciepła.

**EK3 Wiedza** Zna budowę i zasadę działania wybranych typów wymienników ciepła.

**EK4 Umiejętności** Potrafi opisać matematycznie zjawiska cieplne występujące w zagadnieniach inżynierskich.

**EK5 Umiejętności** Potrafi wyznaczać wielkość strumienia ciepła i pola temperatury w elementach konstrukcyjnych i urządzeniach o prostych kształtach geometrycznych.

**EK6 Umiejętności** Potrafi przeprowadzić cieplne obliczenia projektowe wybranych typów wymienników ciepła.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| ĆWICZENIA |                                                                                                                                                     |                  |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                              | LICZBA<br>GODZIN |
| C1        | Wyznaczanie rozkładu temperatury w ścianie płaskiej, cylindrycznej i kulistej. Obliczanie współczynników przenikania ciepła. Sprawność żeber.       | 3                |
| C2        | Obliczanie współczynników przejmowania ciepła dla konwekcji swobodnej i wymuszonej. Współczynniki przejmowania ciepła podczas wrzenia i skraplania. | 3                |
| C3        | Promieniowanie: wyznaczanie współczynników konfiguracji, obliczanie strumienia ciepła wymienianego pomiędzy powierzchniami o różnej geometrii.      | 2                |
| C4        | Obliczanie wymienników ciepła metodą NTU i metodą bilansową. Wyznaczanie sprawności wymienników ciepła.                                             | 5                |
| C5        | Nieustalona wymiana ciepła: nagrzewanie i ochładzanie ciał o skupionej pojemności cieplnej.                                                         | 2                |

| LABORATORIUM |                                                                                     |                  |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                              | LICZBA<br>GODZIN |
| L1           | Badania cieplne wodnej chłodnicy powietrza.                                         | 3                |
| L2           | Badania przepływowo-cieplne skraplacza płytowego chłodzonego wodą.                  | 3                |
| L3           | Badania ożebrowanego oziębiacza powietrza zasilanego zawieszoną lodową/wodą lodową. | 3                |

| LABORATORIUM |                                                                                     |                  |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                              | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>L4</b>    | Badania cieplne nagrzewnicy powietrza w warunkach konwekcji swobodnej i wymuszonej. | 3                |
| <b>L5</b>    | Wyznaczanie wydajności cieplnej kolektora słonecznego.                              | 3                |

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                  |                  |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                           | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Rodzaje wymiany ciepła: przewodzenie, konwekcja, promieniowanie.                                                                                 | 1                |
| <b>W2</b> | Jednowymiarowe ustalone przewodzenie ciepła. Prawo Fouriera. Przenikanie ciepła przez przegrodę płaską i cylindryczną. Przegrody wielowarstwowe. | 2                |
| <b>W3</b> | Wymiana ciepła przez powierzchnie ożebrowane.                                                                                                    | 2                |
| <b>W4</b> | Przejmowanie ciepła w warunkach konwekcji swobodnej i wymuszonej. Przejmowanie ciepła w procesach wrzenia i skraplania.                          | 2                |
| <b>W5</b> | Chłodzenie powietrza wilgotnego, chłodzenie wyparne.                                                                                             | 2                |
| <b>W6</b> | Promieniowanie cieplne: prawa promieniowania, radiacyjna wymiana ciepła w ośrodkach diatermicznych.                                              | 2                |
| <b>W7</b> | Wymienniki ciepła. Metody wyznaczania wydajności cieplnej wymienników (metoda NTU, metoda bilansowa). Temperatuury końcowe czynników.            | 2                |
| <b>W8</b> | Nieustalone przewodzenie ciepła - metoda skupionej pojemności cieplnej.                                                                          | 2                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Zadania tablicowe

**N3** 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                                                               | 0                                                       |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 3                                                       |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 7                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 25                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 15                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 25                                                      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>75</b>                                               |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 4.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Kolokwium

**F2** Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

**F3** Zadanie tablicowe

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Egzamin pisemny

**P2** Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** uzyskanie oceny pozytywnej z każdego efektu kształcenia.

**W2** ocena końcowa: średnia ważona z zaliczenia ćwiczeń (0,3), laboratorium (0,3) i egzaminu (0,4).

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 2.0        | - |

|                     |                                                                                                                                                   |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.0        | Zna, z błędami, prawa rządzące przepływem ciepła oraz niektóre modele matematyczne zjawisk cieplnych występujących w zagadnieniach inżynierskich. |
| 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 obliczeniowe wielkości strumienia ciepła i pola temperatury dla najprostszych przypadków wymiany ciepła.                               |
| 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 budowę i zasadę działania 3 różnych typów wymienników ciepła.                                                                                 |
| 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 opisać matematycznie zjawisko przewodzenia ciepła przez przegrodę płaską i cylindryczną.                                                  |
| NA OCENĘ 3.5        | -                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 4.0        | -                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 4.5        | -                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 5.0        | -                                                                                                                                                 |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |                                                                                                                                                   |

|                     |                                                                                                              |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | -                                                                                                            |
| NA OCENĘ 3.0        | Potrafi wyznaczyć wielkość strumienia ciepła i pola temperatury w prostych elementach konstrukcyjnych.       |
| NA OCENĘ 3.5        | -                                                                                                            |
| NA OCENĘ 4.0        | -                                                                                                            |
| NA OCENĘ 4.5        | -                                                                                                            |
| NA OCENĘ 5.0        | -                                                                                                            |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 6 |                                                                                                              |
| NA OCENĘ 2.0        | -                                                                                                            |
| NA OCENĘ 3.0        | Potrafi przeprowadzić cieplne obliczenia projektowe płaszczowo-rurowego wymiennika ciepła typu rura w rurze. |
| 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_W02                                                                         | Cel 1           | C1 C2 C3 C5<br>W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W8    | N1 N2                 | F1 F3 P1 P2    |
| EK2               | K1_W12                                                                         | Cel 1 Cel 2     | C1 C2 C3 C4 C5<br>W2 W3 W4 W5<br>W6 W7 W8 | N1 N2                 | F1 F3 P1 P2    |
| EK3               | K1_W14,<br>K1_W18,<br>K1_W21                                                   | Cel 2           | C4 L1 L2 L3 L4<br>L5 W7                   | N1 N2 N3              | F1 F2 F3 P1 P2 |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE                            | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------|-----------------------|---------------|
| EK4               | K1_UP07,<br>K1_UP08                                                            | Cel 1 Cel 2     | C1 C2 C3 C5<br>W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W8       | N1 N2                 | F1 F3 P1 P2   |
| EK5               | K1_UB08,<br>K1_UB09                                                            | Cel 1 Cel 2     | C1 C2 C5 W2<br>W3 W4 W5 W6<br>W8             | N1 N2 N3              | F1 F3 P1 P2   |
| EK6               | K1_UB02,<br>K1_UB07                                                            | Cel 2           | C2 C3 C4 L1 L2<br>L3 L4 L5 W2<br>W3 W4 W5 W7 | N1 N2 N3              | F1 F3 P1 P2   |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Wiśniewski St., Wiśniewski T.S. — *Wymiana ciepła*, Warszawa, 2000, WNT
- [2] | Zarzycki R. — *Wymiana ciepła i ruch masy w inżynierii środowiska*, Warszawa, 2005, WNT

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Kostowski E. — *Przepływ ciepła*, Gliwice, 2000, Wyd. Polit. Śląskiej
- [2] | Kostowski E. (red.) — *Zbiór zadań z przepływu ciepła*, Gliwice, 2006, Wyd. Polit. Śląskiej
- [3] | Madejski J. — *Teoria wymiany ciepła*, Szczecin, 1998, Wyd. Polit. Szczecińskiej
- [4] | Niezgoda-Żelasko B., Zalewski W. — *Chłodnicze i klimatyzacyjne wymienniki ciepła. Obliczenia cieplne*, Kraków, 2012, Wyd. Polit. Krakowskiej

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

prof. dr hab. inż. Wojciech, Arkadiusz Zalewski (kontakt: wzalewski@pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 prof. dr hab. inż. Wojciech, Arkadiusz Zalewski (kontakt: wzalewski@pk.edu.pl)
- 2 dr hab. inż., prof. PK Beata Niezgoda-Żelasko (kontakt: bniezgo@mech.pk.edu.pl)
- 3 mgr inż. Justyna Kot (kontakt: jkot@pk.edu.pl)
- 4 mgr inż. Piotr Kopeć (kontakt: pkopec@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)

.....  
.....  
.....  
.....