

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2018/2019

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                          | WM MIBM oIS D4 18/19       |
| 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 wyznaczyć 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

| 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 zawiesiną lodową/wodą lodową.  | 3                |
| L4           | Badania cieplne nagrzewnicy powietrza w warunkach konwekcji swobodnej i wymuszonej. | 3                |
| L5           | Wyznaczanie wydajności cieplnej kolektora słonecznego.                              | 3                |

| 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                |

| ĆWICZENIA |   |                  |
|-----------|---|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C4</b> | Obliczanie wymienników ciepła metodą NTU i metodą bilansową. Wyznaczanie sprawności wymienników ciepła. | 5                |
| <b>C5</b> | Nieustalona wymiana ciepła: nagrzewanie i ochładzanie ciał o skupionej pojemności cieplnej.             | 2                |

| 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). Temperatuty 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   | 45  |
| 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 CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>120</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 3.0        | Zna, z błędami, prawa rządzące przepływem ciepła oraz niektóre modele matematyczne zjawisk cieplnych występujących w zagadnieniach inżynierskich. |

|                     |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 4.0        | -   |
| NA OCENĘ 5.0        | -   |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |   |
| NA OCENĘ 3.0        | Zna metody obliczeniowe wielkości strumienia ciepła i pola temperatury dla najprostszych przypadków wymiany ciepła. |
| NA OCENĘ 4.0        | -   |
| NA OCENĘ 5.0        | -   |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |   |
| NA OCENĘ 3.0        | Zna budowę i zasadę działania 3 różnych typów wymienników ciepła.   |
| NA OCENĘ 4.0        | -   |
| NA OCENĘ 5.0        | -   |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |   |
| NA OCENĘ 3.0        | Potrafi opisać matematycznie zjawisko przewodzenia ciepła przez przegrodę płaską i cylindryczną.                    |
| NA OCENĘ 4.0        | -   |
| NA OCENĘ 5.0        | -   |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |   |
| NA OCENĘ 3.0        | Potrafi wyznaczyć wielkość strumienia ciepła i pola temperatury w prostych elementach konstrukcyjnych.              |
| NA OCENĘ 4.0        | -   |
| NA OCENĘ 5.0        | -   |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 6 |   |
| NA OCENĘ 3.0        | Potrafi przeprowadzić cieplne obliczenia projektowe płaszczowo-rurowego wymiennika ciepła typu rura w rurze.        |
| NA OCENĘ 4.0        | -   |
| 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           | L1 L2 L3 L4 L5<br>C4 W7                      | N1 N2 N3              | F1 F2 F3 P1 P2 |
| EK4               | K1_UP07<br>K1_UP08   | Cel 1 Cel 2     | C1 C2 C3 C5<br>W2 W3 W4 W5<br>W6 W8          | N1 N2                 | F1 F3 P1 P2    |
| EK5               | K1_UB08<br>K1_UB09   | Cel 1 Cel 2     | W2 W3 W4 W5                                  | N1 N2 N3              | F1 F3 P1 P2    |
| EK6               | K1_UB02<br>K1_UB07   | Cel 2           | L1 L2 L3 L4 L5<br>C2 C3 C4 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, 2010, WNT
- [2] | Zarzycki E. — *Wymiana ciepła i ruch masy w inżynierii środowiska*, Warszawa, 2005, WNT
- [3] | Niezgoda-Żelasko B., Zalewski W. — *Chłodnicze i klimatyzacyjne wymienniki ciepła. Obliczenia cieplne*, Kraków, 2013, Wyd. Polit. Krakowskiej
- [4] | Zalewski W., Kopeć P. — *Wymienniki ciepła pomp ciepła i innych systemów odzysku ciepła*, Kraków, 2018, Wyd. Polit Krakowskiej

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Kostowski E. (red.) — *Zbiór zadań z przepływu ciepła*, Gliwice, 2006, Wyd. Polit. Śląskiej
- [2] | Kostowski E. — *Przepływ ciepła*, Gliwice, 2000, Wyd. Polit. Śląskiej
- [3] | Madejski J. — *Teoria wymiany ciepła*, Szczecin, 1998, Wyd. Polit. Szczecińskiej

## 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 Zalewski (kontakt: wzalewski@pk.edu.pl)

2 dr hab. inż., prof.PK Beata Niezgoda-Żelasko (kontakt: bniezgo@mech.pk.edu.pl)

3 mgr inż. Jan Kuchmacz (kontakt: jan.kuchmacz@pk.edu.pl)

4 mgr inż. Marlena Sołek (kontakt: marlena.solek@pk.edu.pl)

5 mgr inż. Artur Bieniek (kontakt: artur.bieniek@pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

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