

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2022/2023

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Mechanika i Budowa Maszyn

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: M

Stopień studiów: I

Specjalności: Urządzenia Chłodnicze i Klimatyzacyjne

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                                                         |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Wymiana ciepła w technice chłodniczej i klimatyzacyjnej |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM |                                                         |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WM MIBM oIN C11 22/23                                   |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe                              |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 5.00                                                    |
| SEMESTRY                                | 6                                                       |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 6       | 18     | 9         | 9            | 0                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Identyfikacja problemów wymiany ciepła występujących w technice chłodniczej i klimatyzacyjnej

**Cel 2** Poznanie technik obliczeniowych związanych z wymianą ciepła i charakterystycznych dla techniki chłodniczej i klimatyzacyjnej

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

1 Zaliczone przedmiotu "Termodynamika techniczna"

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Zna prawa rządzące przepływem ciepła oraz modele matematyczne zjawisk cieplnych charakterystycznych dla zagadnień inżynierskich typowych dla techniki chłodniczej i klimatyzacyjnej

**EK2 Wiedza** Zna metody obliczeniowe stosowane w analizie problemów związanych z przepływem ciepła w obiektów budowlanych, maszyn, wymienników ciepła

**EK3 Umiejętności** Potrafi opisać matematycznie zjawiska cieplne występujące w zagadnieniach inżynierskich typowych dla techniki chłodniczej i klimatyzacyjnej (przegrody budowlane, wymienniki ciepła, elementy konstrukcyjne maszyn)

**EK4 Umiejętności** Potrafi przeprowadzić cieplne obliczenia projektowe wybranych typów wymienników ciepła

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                                                                                    |                  |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                             | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Rodzaje wymiany ciepła w urządzeniach chłodniczych i klimatyzacyjnych: przewodzenie, konwekcja, promieniowanie                                                                                                                                                     | 2                |
| <b>W2</b> | Przewodzenie i przenikanie ciepła w przegrodach budowlanych, ścianach wymienników ciepła. Przegrody wielowarstwowe. Wymiana ciepła przez powierzchnie ożebrowane. Dobór materiałów konstrukcyjnych wymienników ciepła oraz materiałów izolacyjnych. Mostki cieplne | 3                |
| <b>W3</b> | Wpływ warunków przejmowania ciepła na konstrukcję urządzeń : konwekcja swobodna i wymuszona                                                                                                                                                                        | 4                |
| <b>W4</b> | Wykorzystanie procesów przemian fazowych w budowie chłodniczych i klimatyzacyjnych wymienników ciepła: wrzenie, skraplanie, topnienie                                                                                                                              | 5                |
| <b>W5</b> | Chłodzenie powietrza wilgotnego, chłodzenie wyparne                                                                                                                                                                                                                | 3                |
| <b>W6</b> | Wykorzystanie promieniowania cieplnego w konstrukcjach kolektorów słonecznych, izolacji termicznych, systemów grzewczych: prawa promieniowania, radiacyjna wymiana ciepła w ośrodkach diatermicznych.                                                              | 4                |
| <b>W7</b> | Wymienniki ciepła. Metody wyznaczania wydajności cieplnej wymienników (metoda NTU, metoda bilansowa). Temperatuty końcowe czynników.                                                                                                                               | 5                |
| <b>W8</b> | Nieustalone procesy przewodzenia ciepła w technice chłodniczej i klimatyzacyjnej - metoda skupionej pojemności cieplnej. Akumulacja ciepła                                                                                                                         | 4                |

| LABORATORIUM |                                                                                     |                  |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                              | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>L1</b>    | Badania cieplne wodnej chłodnicy powietrza.                                         | 3                |
| <b>L2</b>    | Badania przepływowo-cieplne skraplacza płytowego chłodzonego wodą.                  | 3                |
| <b>L3</b>    | Badania ożebrowanego oziębiacza powietrza zasilanego zawiesiną lodową/wodą lodową.  | 3                |
| <b>L4</b>    | Badania cieplne nagrzewnicy powietrza w warunkach konwekcji swobodnej i wymuszonej. | 3                |
| <b>L5</b>    | Wyznaczanie wydajności cieplnej kolektora słonecznego                               | 3                |

| ĆWICZENIA |                                                                                                                                                     |                  |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                              | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C1</b> | Wyznaczanie rozkładu temperatury w ścianie płaskiej, cylindrycznej i kulistej. Obliczanie współczynników przenikania ciepła. Sprawność żeber.       | 3                |
| <b>C3</b> | Obliczanie współczynników przejmowania ciepła dla konwekcji swobodnej i wymuszonej. Współczynniki przejmowania ciepła podczas wrzenia i skraplania. | 3                |
| <b>C4</b> | Promieniowanie: wyznaczanie współczynników konfiguracji, obliczanie strumienia ciepła wymienianego pomiędzy powierzchniami o różnej geometrii.      | 2                |
| <b>C5</b> | Obliczanie wymienników ciepła metoda NTU i metoda bilansowa. Wyznaczanie sprawności wymienników ciepła.                                             | 5                |
| <b>C6</b> | Nieustalona wymiana ciepła: nagrzewanie i ochładzanie ciał o skupionej pojemności cieplnej                                                          | 2                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Zadania tablicowe

**N3** Ćwiczenia laboratoryjne

**N4** Prezentacje multimedialne

**N5** Praca w grupach

## 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                                                                         | 2                                                       |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 10                                                      |
| <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                                                                              | 38                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 0                                                       |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>126</b>                                              |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 5.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Kolokwium z ćwiczeń tablicowych

**F2** Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

**F3** Kolokwium z ćwiczeń laboratoryjnych

**F4** egzamin część teoretyczna i praktyczna

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** 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        | Student zna 50% zakresu efektów kształcenia |
| NA OCENĘ 3.5        | Student zna 60% zakresu efektów kształcenia |

|                     |                                             |
|---------------------|---------------------------------------------|
| NA OCENĘ 4.0        | Student zna 70% zakresu efektów kształcenia |
| NA OCENĘ 4.5        | Student zna 80% zakresu efektów kształcenia |
| NA OCENĘ 5.0        | Student zna 90% zakresu efektów kształcenia |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                             |
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna 50% zakresu efektów kształcenia |
| NA OCENĘ 3.5        | Student zna 60% zakresu efektów kształcenia |
| NA OCENĘ 4.0        | Student zna 70% zakresu efektów kształcenia |
| NA OCENĘ 4.5        | Student zna 80% zakresu efektów kształcenia |
| NA OCENĘ 5.0        | Student zna 90% zakresu efektów kształcenia |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                             |
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna 50% zakresu efektów kształcenia |
| NA OCENĘ 3.5        | Student zna 60% zakresu efektów kształcenia |
| NA OCENĘ 4.0        | Student zna 70% zakresu efektów kształcenia |
| NA OCENĘ 4.5        | Student zna 80% zakresu efektów kształcenia |
| NA OCENĘ 5.0        | Student zna 90% zakresu efektów kształcenia |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                             |
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna 50% zakresu efektów kształcenia |
| NA OCENĘ 3.5        | Student zna 60% zakresu efektów kształcenia |
| NA OCENĘ 4.0        | Student zna 70% zakresu efektów kształcenia |
| NA OCENĘ 4.5        | Student zna 80% zakresu efektów kształcenia |
| NA OCENĘ 5.0        | Student zna 90% zakresu efektów kształcenia |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE                                              | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY  |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------|
| EK1               |                                                                                | Cel 1 Cel 2     | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8                                     | N1                    | F1 F2 F3 F4 P1 |
| EK2               |                                                                                | Cel 1 Cel 2     | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8<br>L1 L2 L3 L4 L5<br>C1 C3 C4 C5 C6 | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 F3 F4 P1 |
| EK3               |                                                                                | Cel 2           | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 L1 L2<br>L3 C1 C3 C4 C5<br>C6             | N1 N4 N5              | F1 F2 F3 F4 P1 |
| EK4               |                                                                                | Cel 1 Cel 2     | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8<br>L1 L5 C1 C4 C5<br>C6             | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 F3 F4 P1 |

## 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
- [3] | Niezgoda-Żelasko B., Zalewski W. — *Chłodnicze i klimatyzacyjne wymienniki ciepła. Obliczenia cieplne*, Kraków, 2012, Wyd. Polit. Krakowskiej
- [4] | Kostowski E. (red.) — *Zbiór zadań z przepływu ciepła*, Gliwice, 2006, Wyd. Polit. Śląskiej
- [5] | Kostowski E. — *Przepływ ciepła*, Gliwice, 2000, Wyd. Polit. Śląskiej

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż. Beata, Adela Niezgoda-Żelasko (kontakt: [bniezgo@mech.pk.edu.pl](mailto:bniezgo@mech.pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 prof. dr hab. inż. Beata Niezgoda-Żelasko (kontakt: [bniezgo@mech.pk.edu.pl](mailto:bniezgo@mech.pk.edu.pl))
- 2 mgr inż. Jan Kuchmacz (kontakt: [jan.kuchmacz@pk.edu.pl](mailto:jan.kuchmacz@pk.edu.pl))
- 3 mgr inż. Marlena Sołek (kontakt: [marlena.solek@pk.edu.pl](mailto:marlena.solek@pk.edu.pl))



## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

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

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