# Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

# Karta przedmiotu

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2020/2021

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Mechanika i Budowa Maszyn | Profil: Ogólnoakademicki

Forma sudiów: stacjonarne | Kod kierunku: M

Stopień studiów: II

Specjalności: Urządzenia Chłodnicze i Klimatyzacyjne

## 1 Informacje o przedmiocie

| | |
|---|---|
| Nazwa przedmiotu | Pompy ciepła |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim | |
| Kod przedmiotu | WM MIBM oIIS C8 20/21 |
| Kategoria przedmiotu | Przedmioty specjalnościowe |
| Liczba punktów ECTS | 2.00 |
| Semestry | 2 |

## 2 Rodzaj zajęć, liczba godzin w planie studiów

| Semestr | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Laboratorium komputerowe | Projekt | Seminarium |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 15 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 |

## 3 Cele przedmiotu

**Cel 1** Zapoznanie się z budową, działaniem i eksploatacją pomp ciepła.

**Cel 2** Nabycie umiejętności projektowania pomp ciepła i systemów grzewczych z pompą ciepła jako źródłem ciepła.

# 4 Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

**1** Zaliczone przedmioty "Chłodnictwo", "Projektowanie wymienników ciepła".

# 5 Efekty kształcenia

**EK1 Wiedza** Zna poszerzoną i nowoczesną teorię leżącą u podstaw działania pomp ciepła.

**EK2 Wiedza** Zna perspektywy i trendy rozwoju konstrukcji pomp ciepła. Ma wiedzę z zakresu eksploatacji sprężarkowych i sorpcyjnych pomp ciepła.

**EK3 Umiejętności** Potrafi zaprojektować (dobrać) elementy pompy ciepła oraz zamodelować procesy cieplne zachodzące w dolnych źródłach ciepła.

**EK4 Kompetencje społeczne** Potrafi ocenić celowość stosowania pomp ciepła w różnych systemach grzewczych uwzględniając aspekty społeczne i ekonomiczne. Potrafi współpracować w zespole projektowym.

# 6 Treści programowe

| Wykład | | |
|---|---|---|
| Lp | Tematyka zajęć<br>Opis szczegółowy bloków tematycznych | Liczba godzin |
| **W1** | Podział i zastosowanie pomp ciepła. | 1 |
| **W2** | Sprężarkowe pompy ciepła. | 2 |
| **W3** | Sorpcyjne i termoelektryczne pompy ciepła. | 2 |
| **W4** | Dolne (odnawialne i sztuczne) oraz górne źródła ciepła - charakterystyka. | 4 |
| **W5** | Elementy sprężarkowych i sorpcyjnych pomp ciepła. | 2 |
| **W6** | Akumulacja ciepła. | 2 |
| **W7** | Przykłady zastosowań pomp ciepła. | 1 |
| **W8** | Analiza kosztów wytwarzania ciepła za pomocą różnych urządzeń grzewczych. | 1 |

| Projekt | | |
|---|---|---|
| Lp | Tematyka zajęć<br>Opis szczegółowy bloków tematycznych | Liczba godzin |
| **P1** | Projekt sprężarkowej pompy ciepła typu powietrze-woda. | 4 |
| **P2** | Projekt sprężarkowej pompy ciepła typu grunt-woda. | 3 |
| **P3** | Modelowanie procesów wymiany ciepła w dolnych źródłach ciepła. | 3 |
| **P4** | Dobór pompy ciepła do instalacji. | 1 |

| Projekt | | |
|---|---|---|
| Lp | Tematyka zajęć<br>Opis szczegółowy bloków tematycznych | Liczba godzin |
| **P5** | Projekt niskotemperaturowej instalacji grzewczej z pompą ciepła. | 4 |

# 7 Narzędzia dydaktyczne

**N1** Wykłady

**N2** Ćwiczenia projektowe

**N3** Praca w grupach

# 8 Obciążenie pracą studenta

| Forma aktywności | Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności |
|---|---|
| **Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:** | |
| Godziny wynikające z planu studiów | 30 |
| Konsultacje przedmiotowe | 4 |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji | 0 |
| **Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:** | |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury | 18 |
| Opracowanie wyników | 10 |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji | 8 |
| **Sumaryczna liczba godzin dla przedmiotu wynikająca z całego nakładu pracy studenta** | **70** |
| Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu | 2.00 |

# 9 Sposoby oceny

### Ocena formująca

**F1** Projekt indywidualny

### Ocena podsumowująca

**P1** Projekt

**P2** Zaliczenie pisemne

**P3** Średnia ważona ocen formujących

### Warunki zaliczenia przedmiotu

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

**W2** ocena końcowa: średnia ważona ocen z zaliczenia wykładu (0,4) i projektu (0,6).

## Kryteria oceny

| Efekt kształcenia 1 | |
|---|---|
| Na ocenę 2.0 | - |
| Na ocenę 3.0 | Zna podstawy termodynamiczne sprężarkowych pomp 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 pobieżnie budowę elementów składowych sprężarkowych pomp ciepła i ogólne zasady ich eksploatacji. |
| 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 | Potrafi zaprojektować obieg termodynamiczny sprężarkowej pompy ciepła i dobrać z katalogów jej elementy składowe. |
| 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 współpracować w zespole projektowym jako członek zespołu. |

| | |
|---|---|
| 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 | | Cel 1 | W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 P1 P2 P3 P4 P5 | N1 N2 N3 | F1 P1 P2 P3 |
| EK2 | | Cel 1 | W2 W3 W5 P1 P2 P3 P4 P5 | N1 N2 | F1 P1 P2 P3 |
| EK3 | | Cel 2 | W4 W6 W7 P1 P2 P3 P4 P5 | N2 N3 | F1 P1 P2 P3 |
| EK4 | | Cel 1 Cel 2 | W4 W8 P1 P2 P3 P5 | N1 N2 N3 | F1 P1 P2 P3 |

## 11 Wykaz literatury

### Literatura podstawowa

**[1 ] Zalewski W.** — *Pompy ciepła sprężarkowe, sorpcyjne i termoelektryczne*, Gdańsk, 2001, IPPU MASTA

**[2 ] Niezgoda-Żelasko B., Zalewski W.** — *Chłodnicze i klimatyzacyjne wymienniki ciepła. Obliczenia cieplne*, Kraków, 2012, Wyd. Polit. Krakowskiej

### Literatura uzupełniająca

**[1 ] Rubik M.** — *Pompy ciepła. Poradnik*, Warszawa, 2006, Wyd. Tech. Instal. w Bud.

### Literatura dodatkowa

**[1 ]** Materiały informacyjne (katalogi) producentów pomp ciepła, sprężarek, wymienników ciepła i automatyki chłodniczej.

# 12 Informacje o nauczycielach akademickich

## Osoba odpowiedzialna za kartę

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

## Osoby prowadzące przedmiot

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

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

**7** mgr inż. Jan Kuchmacz (kontakt: mail@example.com)

# 13 Zatwierdzenie karty przedmiotu do realizacji

(miejscowość, data) (odpowiedzialny za przedmiot) (dziekan)

**Przyjmuję do realizacji** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .