

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2017/2018

Wydział Inżynierii Środowiska

Kierunek studiów: Odnawialne źródła energii i infrastruktura komunalna

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: 8

Stopień studiów: I

Specjalności: brak specjalności

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                              |
|-----------------------------------------|------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Pompy ciepła i chłodnictwo   |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Heat pumps and refrigeration |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WIŚ OZEIIK oIS C4 17/18      |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe        |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 3.00                         |
| SEMESTRY                                | 4                            |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 4       | 15     | 5         | 10           | 0                                | 15      | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Opanowanie podstaw termodynamicznych obiegów lewobieżnych ziębiarek i pomp ciepła

**Cel 2** Nabycie umiejętności obliczania i doboru ziębiarek dla instalacji klimatyzacyjnej

**Cel 3** Umiejętność obliczania i doboru pompy ciepła dla różnych systemów cieplnych

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

- 1 Moduł wprowadza wiedzę od podstaw i nie jest wymagane specyficzne przygotowanie. Każdy student może przystąpić do tego modułu.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Wiedza z zakresu podstaw termodynamicznych obiegów lewobieżnych stosowanych do ziębienia i pomp ciepła oraz zasad bezpieczeństwa projektowania i eksploatacji tych urządzeń

**EK2 Wiedza** Wiedza o możliwości współpracy ziębiarek i pomp ciepła z odnawialnymi źródłami energii

**EK3 Umiejętności** Umiejętność zaprojektowania ziębiarki lub pompy ciepła dla z góry określonego celu

**EK4 Kompetencje społeczne** Umiejętność samodzielnego uzupełnienia i poszerzenia wiedzy w zakresie nowych technologii urządzeń ziębniczych i pomp ciepła w systemach OZE

**EK5 Kompetencje społeczne** Efekt kształcenia 5

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                                                                   |                  |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                            | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Pojęcia podstawowe techniki chłodniczej i pomp ciepła, skale i zakresy temperatur, definicje ziębienia i chłodzenia, metody ziębienia                                                                                                             | 2                |
| <b>W2</b> | Podstawowe obiegi ziębnicze ziębiarek i pomp ciepła, obieg Carnota, Lindego, suchy. Modyfikacja obiegu poprzez wprowadzenie dochłodzenia i doziębienia, Wpływ temperatury parowania i skraplania na efektywność obiegu ziębiarki lub pompy ciepła | 3                |
| <b>W3</b> | Rzeczywiste obiegi ziębiarek i pomp ciepła. Straty objętościowe, energetyczne. Ocena pracy sprężarki w instalacji ziębniczej lub pompy ciepła.                                                                                                    | 2                |
| <b>W4</b> | Ziębiarki i pompy ciepła absorpcyjne, podstawy działania.                                                                                                                                                                                         | 2                |
| <b>W5</b> | Charakterystyka i zasady doboru dolnych źródeł ciepła dla pompy ciepła. Naturalne i sztuczne źródła ciepła. Charakterystyka górnych źródeł ciepła.                                                                                                | 2                |
| <b>W6</b> | Przegląd pomp do zastosowań w różnych układach cieplnych i ziębno - grzejnych. Pompy ciepła do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej.                                                                                                 | 2                |
| <b>W7</b> | Przykład doboru pompy ciepła do ogrzewania powietrznego domku jednorodzinnego                                                                                                                                                                     | 2                |

| PROJEKT |                                                        |                  |
|---------|--------------------------------------------------------|------------------|
| LP      | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH | LICZBA<br>GODZIN |

| PROJEKT   |                                                                                                                                                                       |                  |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>P1</b> | Zaprojektować z wykorzystaniem wykresu lgp-h urządzenie ziębnicze dla układu klimatyzacyjnego lub pompę ciepła dla celów ogrzewania. Rysunek koncepcyjny technologii. | 2                |
| <b>P2</b> | Dobór temperatur odparowania lub skraplania                                                                                                                           | 2                |
| <b>P3</b> | Odwzorowanie realizacji obiegu ziębiarki lub pompy ciepła na wykresie lg- h. wykonanie podstawowych obliczeń termodynamicznych i wydajności. wymienników ciepła.      | 2                |
| <b>P4</b> | Dobór sprężarki i silnika napędowego                                                                                                                                  | 2                |
| <b>P5</b> | Wpływ temperatury odparowania i skraplania na efektywność projektowanej ziębiarki lub pompy ciepła                                                                    | 2                |
| <b>P6</b> | Dobór i zwymiarowanie wymiennika gruntowego jako dolnego źródła ciepła dla pompy ciepła.                                                                              | 2                |
| <b>P7</b> | Zaprojektowanie powietrznego ogrzewania lub klimatyzacji domku jednorodzinne z wykorzystaniem pompy ciepła                                                            | 3                |

| LABORATORIUM |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                  |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>L1</b>    | Pomiary sprężarek ziębniczych, demontaż sprężarek ziębniczych tłokowych i rotacyjnych z określeniem podstawowych parametrów technicznych- budowa sprężarki hermetycznej, obliczenia wydajności skokowej sprężarki, pomiar wydajności sprężarki                                                                                                                      | 2                |
| <b>L2</b>    | Pomiar termoelektrycznego urządzenia ziębniczego lub pompy ciepła, budowa ziębiarki termoelektrycznej, pomiar prądu w układzie ziębiarki Peltiera, pomiar wydajności ziębniczej i grzewczej układu ziębiarki termoelektrycznej                                                                                                                                      | 2                |
| <b>L3</b>    | Pomiar eksploatacyjny chłodziarko - zamrażarki- budowa i zasada działania chłodziarki sprężarkowej, badanie wydajności ziębniczej chłodziarki sprężarkowej                                                                                                                                                                                                          | 2                |
| <b>L4</b>    | Pomiar efektywności pompy ciepła do odzysku energii w układach klimatyzacyjnych , pomiar temperatury odparowania i skraplania , pomiar strumienia masowego powietrza nawiewanego i usuwanego, pomiar wielkości elektrycznych wentylatorów i sprężarki, pomiar rozkładu temperatur powietrza nawiewanego i usuwanego, obliczenia wydajności grzewczej i pompy ciepła | 2                |
| <b>L5</b>    | Demonstracja instalacji ziębniczej lub pompy ciepła średniej wielkości układu klimatyzacyjnego, zapoznanie się z budową przemysłowej instalacji funkcjonującej w układzie klimatyzacji lub ogrzewania, pomiary polowe wydajności ziębniczej lub grzewczej                                                                                                           | 2                |

| ĆWICZENIA |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                  |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C1</b> | Budowa wykresu lgp-h. Odwzorowanie obiegu ziębiarki lub pompy ciepła na wykresie lgp-h. Dobór temperatury odparowania i skraplania. Obliczenia termodynamiczne w oparciu o wykres lgp-h. Wpływ temperatury odparowania i skraplania na efektywność obiegu ziębiarki lub pompy ciepła. | 3                |
| <b>C2</b> | Dobór sprężarki i silnika napędowego. określenie objętości skokowej sprężarki.                                                                                                                                                                                                        | 2                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Zadania tablicowe

**N3** Prezentacje multimedialne

**N4** Ćwiczenia projektowe

**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                                                        | 45                                                      |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                             | 0                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta</b>  | 45                                                      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b> | <b>90</b>                                               |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                             | 3                                                       |

## 9 SPOSOBY OCENY

**OCENA FORMUJĄCA**

**F1** Projekt indywidualny

**F2** Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

**F3** Kolokwium

**F4** Odpowiedź ustna

**F5** Ocena 5

**OCENA PODSUMOWUJĄCA****P1** Średnia ważona ocen formujących**KRYTERIA OCENY**

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Nie zna podstawowych obiegów ziębiarek i pomp ciepła i nie umie odwzorować obiegu na wykresie T-s lub lgp-h                                                                                      |
| NA OCENĘ 3.0        | Zna podstawowe obiegów ziębiarek i pomp ciepła i z małymi błędami umie odwzorować obiegi na wykresie T-s lub lgp-h                                                                               |
| NA OCENĘ 3.5        | Zna podstawowe obiegi ziębiarek i pomp ciepła i umie odwzorować obiegi na wykresie T-s lub lgp-h                                                                                                 |
| NA OCENĘ 4.0        | Zna podstawowe obiegi ziębiarek i pomp ciepła i umie odwzorować obiegi na wykresie T-s lub lgp-h z wprowadzeniem modyfikacji obiegu                                                              |
| NA OCENĘ 4.5        | Zna podstawowe obiegi ziębiarek i pomp ciepła i umie odwzorować obiegi na wykresie T-s lub lgp-h z dochodzeniem i doziębieniem i w sposób wystarczający wykonuje wszystkie podstawowe obliczenia |
| NA OCENĘ 5.0        | Zna podstawowe obiegi ziębiarek i pomp ciepła i umie odwzorować obiegi na wykresie T-s lub lgp-h z dochodzeniem i doziębieniem i w sposób bezbłędny wykonuje wszystkie podstawowe obliczenia     |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                                                                  |
| NA OCENĘ 2.0        | Nie posiada żadnej wiedzy możliwości współpracy ziębiarek i pomp ciepła z odnawialnymi źródłami energii                                                                                          |
| NA OCENĘ 3.0        | Posiada minimalną wiedzę o możliwości współpracy ziębiarek i pomp ciepła z odnawialnymi źródłami energii                                                                                         |
| NA OCENĘ 3.5        | Posiada wystarczającą wiedzę o możliwości współpracy ziębiarek i pomp ciepła z odnawialnymi źródłami energii                                                                                     |
| NA OCENĘ 4.0        | Posiada wystarczającą wiedzę o możliwości współpracy ziębiarek i pomp ciepła z odnawialnymi źródłami energii oraz umie w sposób wystarczający scharakteryzować odnawialne źródła energii         |
| NA OCENĘ 4.5        | Posiada dobrą wiedzę o możliwości współpracy ziębiarek i pomp ciepła z odnawialnymi źródłami energii oraz umie w sposób wystarczający scharakteryzować odnawialne źródła energii                 |
| NA OCENĘ 5.0        | Posiada bardzo dobrą wiedzę o możliwości współpracy ziębiarek i pomp ciepła z odnawialnymi źródłami energii oraz umie w sposób bezbłędny scharakteryzować odnawialne źródła energii              |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                                                                  |
| NA OCENĘ 2.0        | Umiejętność zaprojektowania ziębiarki lub pompy ciepła dla z góry określonego celu w zakresie poniżej 55%                                                                                        |

|                     |                                                                                                                                                                         |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.0        | Umiejętność zaprojektowania ziębiarki lub pompy ciepła dla z góry określonego celu w zakresie poniżej 56-65%                                                            |
| NA OCENĘ 3.5        | Umiejętność zaprojektowania ziębiarki lub pompy ciepła dla z góry określonego celu w zakresie poniżej 66-75%                                                            |
| NA OCENĘ 4.0        | Umiejętność zaprojektowania ziębiarki lub pompy ciepła dla z góry określonego celu w zakresie poniżej 76-85%                                                            |
| NA OCENĘ 4.5        | Umiejętność zaprojektowania ziębiarki lub pompy ciepła dla z góry określonego celu w zakresie poniżej 86-95%                                                            |
| NA OCENĘ 5.0        | Umiejętność zaprojektowania ziębiarki lub pompy ciepła dla z góry określonego celu w zakresie ponad 95%                                                                 |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                         |
| NA OCENĘ 2.0        | Umiejętność samodzielnego uzupełnienia i poszerzenia wiedzy w zakresie nowych technologii urządzeń ziębnych i pomp ciepła w systemach OZE w zakresie poniżej 55%        |
| NA OCENĘ 3.0        | Umiejętność samodzielnego uzupełnienia i poszerzenia wiedzy w zakresie nowych technologii urządzeń ziębnych i pomp ciepła w systemach OZE w zakresie pomiędzy 56 do 65% |
| NA OCENĘ 3.5        | Umiejętność samodzielnego uzupełnienia i poszerzenia wiedzy w zakresie nowych technologii urządzeń ziębnych i pomp ciepła w systemach OZE w zakresie pomiędzy 66 do 75% |
| NA OCENĘ 4.0        | Umiejętność samodzielnego uzupełnienia i poszerzenia wiedzy w zakresie nowych technologii urządzeń ziębnych i pomp ciepła w systemach OZE w zakresie pomiędzy 76 do 85% |
| NA OCENĘ 4.5        | Umiejętność samodzielnego uzupełnienia i poszerzenia wiedzy w zakresie nowych technologii urządzeń ziębnych i pomp ciepła w systemach OZE w zakresie pomiędzy 86 do 95% |
| NA OCENĘ 5.0        | Umiejętność samodzielnego uzupełnienia i poszerzenia wiedzy w zakresie nowych technologii urządzeń ziębnych i pomp ciepła w systemach OZE w zakresie powyżej 95%        |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |                                                                                                                                                                         |
| NA OCENĘ 2.0        | Posiada kompetencje społeczne w zakresie instalacji chłodniczych i pomp ciepła na poziomie niższym niż 55%                                                              |
| NA OCENĘ 3.0        | Posiada kompetencje społeczne w zakresie instalacji chłodniczych i pomp ciepła na poziomie niższym niż 56 - 65%                                                         |
| NA OCENĘ 3.5        | Posiada kompetencje społeczne w zakresie instalacji chłodniczych i pomp ciepła na poziomie niższym niż 66 - 75%                                                         |
| NA OCENĘ 4.0        | Posiada kompetencje społeczne w zakresie instalacji chłodniczych i pomp ciepła na poziomie niższym niż 76 - 85%                                                         |

|              |                                                                                                                 |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 4.5 | Posiada kompetencje społeczne w zakresie instalacji chłodniczych i pomp ciepła na poziomie niższym niż 86 - 95% |
| NA OCENĘ 5.0 | Posiada kompetencje społeczne w zakresie instalacji chłodniczych i pomp ciepła na poziomie wyższym od 96%       |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU                                                            | CELE PRZEDMIOTU      | TREŚCI PROGRAMOWE                               | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K_W01 K_W03<br>K_W05 K_W06<br>K_W09 K_W10<br>K_W16 K_U01<br>K_U03 K_U06<br>K_U09 K_U10<br>K_U12 K_U21<br>K_U23 K_U24<br>K_K1 K_K3<br>K_K7 | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | W1 W2 W3 P1<br>P2 C1 C2                         | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2         |
| EK2               | K_W03 K_W05<br>K_W09 K_W10<br>K_W13 K_W16<br>K_U01 K_U03<br>K_U06 K_U12<br>K_U21 K_K1<br>K_K2 K_K4<br>K_K8                                | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | W3 W4 W5 P4<br>P5 P6 P7 L1 L2<br>L3 L4 L5 C1 C2 | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2         |
| EK3               | K_W03 K_W05<br>K_W06 K_W09<br>K_W10 K_U03<br>K_U09 K_U10<br>K_U13 K_U21<br>K_K1 K_K3                                                      | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | W5 W6 W7 P5<br>P6 P7 L1 C1 C2                   | N1 N2 N3 N4 N5        | F1            |
| EK4               | K_W03 K_W10<br>K_W14 K_U03<br>K_U06 K_U10<br>K_U24 K_K1<br>K_K8                                                                           | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | W6 W7 C1 C2                                     | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2         |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU      | TREŚCI PROGRAMOWE       | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------|---------------|
| EK5               | K_K3 K_K4<br>K_K5 K_K6<br>K_K7 K_K8                                            | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2         |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **Maczek, Mieczysław** — *Chłodnictwo*, Wrocław, 1980, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej
- [2] | **Kołodziejczyk, Rubik** — *Technika chłodnicza w klimatyzacji*, Warszawa, 1976, PWN
- [3] | **Królicki** — *Termodynamiczne podstawy obniżenia temperatury*, Wrocław, 2006, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej
- [4] | **Zalewski** — *Pompy ciepła*, Kraków, 2001, Wydawnictwo PK
- [5] | **Rubik** — *Pompy ciepła*, Warszawa, 2006, Instytut
- [6] | **Autor** — *Tytuł*, Miejsowość, 2018, Wydawnictwo

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | **Warczak** — *Tłokowe sprężarki cieplne*, Kraków, 1972, WNT
- [2] | **Maczek, Schnotale, Skrzyniowska, Sikorska** — *Uzdatnianie powietrza dla celów wentylacji i klimatyzacji*, Kraków, 2001, Oficyna Wydawnicza Pk
- [3] | **Autor** — *Tytuł*, Miejsowość, 2018, Wydawnictwo

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Renata Sikorska-Bączek (kontakt: sikorska@pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 dr inż. Jarosław Muller (kontakt: muller@pk.edu.pl)
- 2 mgr inż. Nina Szczepanik Ścisło (kontakt: nina.szczepanik@gmail.com)
- 3 prof dr hab inż. Jacek Schnotale (kontakt: j.schnotale@gmail.com)
- 4 Tytuł Imię Nazwisko (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)

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