

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2013/2014

Wydział Inżynierii Środowiska

Kierunek studiów: Inżynieria Środowiska

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: 2

Stopień studiów: I

Specjalności: Instalacje i urządzenia ciepłne i zdrowotne

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                              |
|-----------------------------------------|------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Ziębiarki pompy i ciepła     |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Refrigerators and heat pumps |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WIŚ IŚ oIS C29 13/14         |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe        |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 2.00                         |
| SEMESTRY                                | 6                            |

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

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

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studenta z termodynamicznymi obiegami lewobieżnymi sprężarkowych i absorpcyjnych urządzeń ziębicznych i pomp ciepła.

**Cel 2** Nabycie umiejętności obliczania i doboru urządzeń ziębicznych dla instalacji klimatyzacyjnej.

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

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

- 1 Umiejętność odwzorowania na wykresie lgp-h i T-s podstawowych obiegów ziębniczych.
- 2 Umiejętność przeprowadzenia obliczeń termodynamicznych dla obiegów ziębniczych jednostopniowych.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Umiejętność opisu zjawisk zachodzących w rzeczywistych, lewobieźnych obiegach ziębniczych.

**EK2 Wiedza** Podstawowa wiedza na temat budowy i działania ziębiarek sorpcyjnych.

**EK3 Wiedza** Podstawy termodynamiczne pomp ciepła.

**EK4 Umiejętności** Ocena energetyczna rzeczywistego obiegu ziębniczego.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| LABORATORIUM |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                  |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BŁOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | LICZBA<br>GODZIN |
| L1           | Pomiary sprężarek ziębniczych. - demontaż sprężarek ziębniczych tłokowych i rotacyjnych z określeniem podstawowych parametrów technicznych - budowa sprężarki hermetycznej - szczegółowe pomiary dla sprężarek tłokowych w układzie tłok - cylinder, obliczenie wydajności skokowej, wydajności ziębniczej i mocy napędowej - pomiar wydajności ziębniczej sprężarki w układzie pętli gazowej             | 3                |
| L2           | Pomiar termoelektrycznego urządzenia ziębniczego i pompy ciepła. - budowa ziębiarki termoelektrycznej - pomiary prądu w układzie ziębiarki Peltiera - pomiary wydajności ziębniczej i grzewczej układu ziębiarki termoelektrycznej                                                                                                                                                                        | 2                |
| L3           | Pomiary eksploatacyjne chłodziarko -zamrażarki. - budowa i zasada działania chłodziarki sprężarkowej - badanie wydajności ziębniczej chłodziarki sprężarkowej                                                                                                                                                                                                                                             | 3                |
| L4           | Pomiar wydajności ziębniczej klimatyzatora okiennego. - pomiar podstawowych wielkości obiegu ziębniczego w charakterystycznych punktach( temperatura, ciśnienie, przepływ) po stronie ziębnika - pomiary mocy elektrycznych dla sprężarki i wentylatorów - bilans cieplny po stronie powietrza oziębianego w parowaczu i ogrzewanego w skraplaczu - pomiary cieplne i elektryczne w układzie pompy ciepła | 2                |
| L5           | 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 - obliczenie wydajności grzewczej i efektywności pompy ciepła                      | 3                |
| L6           | Demonstracja instalacji ziębniczej średniej wielkości układu klimatyzacyjnego. - zapoznanie się z budową przemysłowej instalacji ziębniczej funkcjonującej w układzie klimatyzacji - pomiary polowe wydajności ziębniczej                                                                                                                                                                                 | 2                |

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                                                                          |                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BŁOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Obiegi ziębienia jednostopniowe w zastosowaniach do urządzeń ziębicznych. Obieg ziębiarki sprężarowej na wykresach lgp-h i T-s. Obliczenia termodynamiczne obiegów ziębicznych jednostopniowych.                                                         | 2                |
| <b>W2</b> | Rzeczywiste obiegi jednostopniowe ziębiarek sprężarkowych. Ocena strat w sprężarce tłokowej. Straty energetyczne. Ocena pracy sprężarki w instalacji ziębicznej. Ocena energetyczna rzeczywistego systemu ziębicznego.                                   | 2                |
| <b>W3</b> | Obiegi parowe ziębiarek sorpcyjnych. Podział ziębiarek sorpcyjnych. Obieg parowy ziębiarki na roztwór wodny amoniaku. Obieg parowy ziębiarki na roztwór wodny bromku litu.                                                                               | 2                |
| <b>W4</b> | Bilans ziębiarki absorpcyjnej na roztwór wodny amoniaku. Program komputerowy do obliczeń i wizualizacji pracy obiegów ziębiarki amoniakalnej.                                                                                                            | 2                |
| <b>W5</b> | Podstawy termodynamiczne pomp ciepła. Obiegi pompy ciepła na wykresach T-s i lgp-h. Współczynnik wydajności dla pompy ciepła. Czynniki robocze stosowane w pompach ciepła.                                                                               | 2                |
| <b>W6</b> | Charakterystyka i zasady doboru dolnych źródeł ciepła dla pomp ciepła. Naturalne źródła ciepła. Sztuczne źródła ciepła. Górne źródła ciepła dla pomp ciepła.                                                                                             | 2                |
| <b>W7</b> | Przegląd pomp ciepła do zastosowań w różnych układach cieplnych i ziębno - grzejnych. Pompy ciepła do ogrzewania domów i przygotowania ciepłej wody użytkowej. Pompy ciepła dla obiektów sportowych. Pompy ciepła dla celów przemysłowych i komunalnych. | 2                |
| <b>W8</b> | Przykład doboru pompy ciepła dla ogrzewania powietrznego domku jednorodzinnego.                                                                                                                                                                          | 1                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Ćwiczenia laboratoryjne

**N2** Prezentacje multimedialne

**N3** Wykłady

**N4** Zadania tablicowe

## 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                                                       |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                             | 5                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta</b>  | 20                                                      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b> | <b>25</b>                                               |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                             | 2                                                       |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

**F2** Ćwiczenie praktyczne

**F3** Kolokwium

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Średnia ważona ocen formujących

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Nie zna podstawowych obiegów ziębiarek sprężarkowych i nie umie odwzorować obiegu na wykresach T-s i lgp-h.                                                                                                           |
| NA OCENĘ 3.0        | Zna podstawowe obiegi ziębiarek sprężarkowych, nie potrafi poprawnie odwzorować obiegu ziębiarki na wykresie T-s i lgp-h.                                                                                             |
| NA OCENĘ 3.5        | Zna podstawowe obiegi ziębiarek sprężarkowych, potrafi poprawnie odwzorować obiegi ziębiarki na wykresie T-s i lgp-h i wykonać podstawowe obliczenia.                                                                 |
| NA OCENĘ 4.0        | Zna podstawowe obiegi ziębiarek sprężarkowych, potrafi poprawnie odwzorować obiegi ziębiarki na wykresie T-s i lgp-h w wersji podstawowej oraz z dokładzaniem oraz umie wykonać podstawowe obliczenia.                |
| NA OCENĘ 4.5        | Zna podstawowe obiegi ziębiarek sprężarkowych, potrafi poprawnie odwzorować obiegi ziębiarki na wykresie T-s i lgp-h w wersji podstawowej oraz z dokładzaniem i doziębieniem oraz umie wykonać podstawowe obliczenia. |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 5.0        | Zna podstawowe obiegi pomp ciepła sprężarkowych, potrafi poprawnie odwzorować obieg pompy ciepła na wykresie T-s i lgp-h w wersji podstawowej oraz z dochłodzeniem i doziębieniem. Umie wykonać podstawowe obliczenia obiegu oraz dobrać sprężarkę wraz z silnikiem elektrycznym.                                                              |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| NA OCENĘ 2.0        | Nie zna ziębiarek sorpcyjnych, ich budowy oraz zasady działania.                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 3.0        | Zna w podstawowym zakresie budowę i zasadę działania ziębiarki absorpcyjnej.                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| NA OCENĘ 3.5        | Zna w podstawowym zakresie budowę i zasadę działania ziębiarki absorpcyjnej. Zna różnice pomiędzy ziębiarką amoniakalną i bromolitową.                                                                                                                                                                                                         |
| NA OCENĘ 4.0        | Zna w podstawowym zakresie budowę i zasadę działania ziębiarki absorpcyjnej. Zna różnice pomiędzy ziębiarką amoniakalną i bromolitową. Umie narysować z niewielkimi błędami schemat ziębiarki absorpcyjnej amoniakalnej.                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 4.5        | Zna w podstawowym zakresie budowę i zasadę działania ziębiarki absorpcyjnej. Zna różnice pomiędzy ziębiarką amoniakalną i bromolitową. Umie narysować bezbłędnie schemat ziębiarki absorpcyjnej amoniakalnej w wersji podstawowej.                                                                                                             |
| NA OCENĘ 5.0        | Zna dokładnie budowę i zasadę działania ziębiarki absorpcyjnej. Zna różnice pomiędzy ziębiarką amoniakalną i bromolitową. Umie narysować bezbłędnie schemat ziębiarki absorpcyjnej amoniakalnej w wersji podstawowej.                                                                                                                          |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| NA OCENĘ 2.0        | Nie zna podstawowych obiegów pomp ciepła sprężarkowych i nie umie odwzorować obiegu na wykresach T-s i lgp-h.                                                                                                                                                                                                                                  |
| NA OCENĘ 3.0        | Zna podstawowe obiegi pomp ciepła sprężarkowych, nie potrafi poprawnie odwzorować obiegu pompy ciepła na wykresie T-s i lgp-h                                                                                                                                                                                                                  |
| NA OCENĘ 3.5        | Zna podstawowe obiegi pomp ciepła sprężarkowych, potrafi poprawnie odwzorować obiegi ziębiarki na wykresie T-s i lgp-h i wykonać podstawowe obliczenia.                                                                                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 4.0        | Zna podstawowe obiegi pomp ciepła sprężarkowych, potrafi poprawnie odwzorować obiegi pompy ciepła na wykresie T-s i lgp-h w wersji podstawowej oraz z dochłodzeniem oraz umie wykonać podstawowe obliczenia. Zna górne i dolne źródła ciepła dla pompy ciepła.                                                                                 |
| NA OCENĘ 4.5        | Zna podstawowe obiegi pomp ciepła sprężarkowych, potrafi poprawnie odwzorować obiegi pomp ciepła na wykresie T-s i lgp-h w wersji podstawowej oraz z dochłodzeniem i doziębieniem oraz umie wykonać podstawowe obliczenia. Zna górne i dolne źródła ciepła dla pompy ciepła.                                                                   |
| NA OCENĘ 5.0        | Zna podstawowe obiegi pomp ciepła sprężarkowych, potrafi poprawnie odwzorować obiegi pompy ciepła na wykresie T-s i lgp-h w wersji podstawowej oraz z dochłodzeniem i doziębieniem. Umie wykonać podstawowe obliczenia obiegu oraz dobrać sprężarkę wraz z silnikiem elektrycznym dla pompy ciepła. Zna górne i dolne źródła dla pompy ciepła. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0 | Nie zna rzeczywistego obiegu żiębniczego.                                                                                                                                                                                                                                |
| NA OCENĘ 3.0 | Wie co to jest rzeczywisty obieg żiębniczy i czym się różni od doskonałego.                                                                                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 3.5 | Wie co to jest rzeczywisty obieg żiębniczy i czym się różni od doskonałego. Umie odwzorować rzeczywisty obieg żiębniczy na wykresie lgp-h z niewielkimi błędami.                                                                                                         |
| NA OCENĘ 4.0 | Wie co to jest rzeczywisty obieg żiębniczy i czym się różni od doskonałego. Umie odwzorować rzeczywisty obieg żiębniczy na wykresie lgp-h bezbłędnie.                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 4.5 | Wie co to jest rzeczywisty obieg żiębniczy i czym się różni od doskonałego. Umie odwzorować rzeczywisty obieg żiębniczy na wykresie lgp-h bezbłędnie. Umie ocenić straty w sprężarce tłokowej.                                                                           |
| NA OCENĘ 5.0 | Wie co to jest rzeczywisty obieg żiębniczy i czym się różni od doskonałego. Umie odwzorować rzeczywisty obieg żiębniczy na wykresie lgp-h bezbłędnie. Umie ocenić straty w sprężarce tłokowej. Umie dokonać pełnej oceny energetycznej rzeczywistego obiegu żiębniczego. |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE                                  | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | UC_W03,<br>UC_U06                                                              | Cel 1           | L1 L2 L3 L4 L5<br>L6 W1 W2 W3<br>W4 W5 W6 W7<br>W8 | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 F3 P1   |
| EK2               | UC_W03,<br>UC_U06                                                              | Cel 2           | L1 L2 L3 L4 L5<br>L6 W1 W2 W3<br>W4                | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 F3 P1   |
| EK3               | UC_W03,<br>UC_U06                                                              | Cel 3           | L1 L2 L4 L5 W5<br>W6 W7 W8                         | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 F3 P1   |
| EK4               | UC_W03,<br>UC_U06                                                              | Cel 1           | L1 L2 L3 L4 L5<br>L6 W1 W2 W3<br>W4 W5 W6 W7<br>W8 | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 F3 P1   |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Maczek K., Mieczysławski M. — *Chłodnictwo*, Wrocław, 1975, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej
- [2] | Królicki Z., — *Termodynamiczne podstawy obniżania temperatury*, Wrocław, 2006, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej
- [3] | Rubik M. — *Pompy ciepła*, Warszawa, 2006, Instal
- [4] | Zalewski W. — *Pompy ciepła - podstawy teoretyczne i przykłady zastosowań*, Kraków, 1995, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Warczak W. — *Tłokowe sprężarki ziemnicze*, Kraków, 1972, WNT
- [2] | Kołodziejczyk L., Rubik M. — *Technika chłodnicza w klimatyzacji*, Warszawa, 1976, PWN

## 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. Renata Sikorska- Bączek (kontakt: sikorska@pk.edu.pl)
- 2 dr inż. Jarosław Muller (kontakt: muller@pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....  
.....