**Nazwa przedmiotu:**

Podstawy chłodnictwa i pomp ciepła

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Piotr Ziętek

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny dowolnego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Inżynieria Środowiska

**Grupa przedmiotów:**

przedmioty obieralne

**Kod przedmiotu:**

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2017/2018

**Liczba punktów ECTS:**

3

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

Wykłady - 8 godzin
Ćwiczenia projektowe - 16 godzin

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

1

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

2

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 15h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 30h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Termodynamika
Wymiana ciepła
Podstawy konstrukcji mechanicznych

**Limit liczby studentów:**

brak

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zasadami działania, budowy, projektowania i eksploatacji sprężarkowych urządzeń chłodniczych i pomp ciepła stosowanych w instalacjach klimatyzacji oraz ogrzewania pomieszczeń i budynków mieszkalnych, użyteczności publicznej oraz przemysłowych.

**Treści kształcenia:**

Wykłady:
1 Teoretyczne podstawy działania sprężarkowych urządzeń chłodniczych i pomp ciepła: obiegi chłodnicze i pomp ciepła, wykresy robocze w układach współrzędnych T-s i lgp-h, bilans cieplny obiegów i podstawowe wielkości charakteryzujące obiegi (EER i COP)
2 Czynniki chłodnicze i robocze: klasyfikacja, właściwości, zastosowanie, wpływ na środowisko, wymagania prawne.
3 Budowa urządzeń chłodniczych i pomp ciepła: elementy składowe instalacji (sprężarki, zawory rozprężne, wymienniki ciepła), regulacja wydajności, montaż i eksploatacja instalacji, wymagania prawne i normatywne
4 Dolne źródła ciepła pomp ciepła oraz instalacje do pozyskiwania ciepła niskotemperaturowego, współpraca pomp ciepła z konwencjonalnymi źródłami ciepła w systemach ogrzewania.
Ćwiczenia projektowe:
1 Obliczenia cieplne jednostopniowych, sprężarkowych urządzeń chłodniczych napełnionych jednorodnymi czynnikami chłodniczymi lub mieszaninami azeotropowymi (R134a, R717, R1234yf, itp.); praca z wykresem roboczym logp-h
2 Obliczanie jednostopniowych, sprężarkowych urządzeń chłodniczych napełnionych zeotropowymi czynnikami chłodniczymi (np. R449A, R407C)
3 Omówienie i wydanie tematów ćwiczenia projektowego
4 Obliczanie dwustopniowych sprężarkowych urządzeń chłodniczych z uwzględnieniem różnych zakresów zastosowania i funkcji urządzenia w tym: obiegi z bezprzeponową chłodnicą międzystopniową, obiegi z ekonomizerem, obiegi z dwoma parowaczami o różnej temperaturze wrzenia czynnika chłodniczego
5 Transkrytyczne sprężarkowe obiegi chłodnicze z dwutlenkiem węgla (R744)
6 Budowa sprężarkowych urządzeń chłodniczych i pomp ciepła - zajęcia z wykorzystaniem stanowisk dydaktycznych
7 Obliczanie sprężarkowych pomp ciepła, analiza kosztów ogrzewania
8 Zaliczenie wykładu i ćwiczeń

**Metody oceny:**

Warunki zaliczenia wykładu:
Uzyskanie co najmniej 11 punktów z 20 możliwych z zaliczenia pisemnego (4 pytania otwarte - 5 pkt/pytanie lub 10 pytań testowych wielokrotnego wyboru - 2 pkt/pytanie).
Warunki zaliczenia ćwiczeń projektowych:
Wykonanie i zaliczenie zadania projektowego (obliczenia cieplne i dobór podstawowych parametrów sprężarkowego urządzenia chłodniczego lub pompy ciepła).
Zaliczenie pisemnego kolokwium.
Ocena z ćwiczeń: 80% oceny z kolokwium + 20% oceny z projektu
Zasady ustalania oceny zintegrowanej
Ocena zintegrowana = 50% oceny zaliczenia wykładów + 50% oceny zaliczenia ćwiczeń

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Kołodziejczyk L., Rubik M.: Technika chłodnicza w klimatyzacji
Rubik M.: Chłodnictwo
Rubik M.: Pompy ciepła
Rubik M. Pompy ciepła w geotermii niskotemperaturowej
Gutkowski K.: Chłodnictwo i klimatyzacja
Ullrich H.: Technika chłodnicza
Miesięczniki specjalistyczne: Technika chłodnicza i klimatyzacyjna; Chłodnictwo i Klimatyzacja; Chłodnictwo; Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

brak

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt W01:**

Posiada wiedzę na temat podstawowych procesów wymiany ciepła i masy zachodzących w poszczególnych elementach sprężarkowych urządzeń chłodniczych oraz pompach ciepła stosowanych w systemach klimatyzacyjnych i grzewczych

Weryfikacja:

zaliczenie pisemne wykładów, kolokwium z ćwiczeń projektowych.

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_W09

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03, T2A\_W05, T2A\_W07

**Efekt W02:**

Posiada wiedzę na temat zasady działania podstawowych obiegów termodynamicznych urządzeń sprężarkowych

Weryfikacja:

zaliczenie pisemne wykładów, kolokwium z ćwiczeń projektowych.

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_W04

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W01, T2A\_W02, T2A\_W03

**Efekt W03:**

Posiada wiedzę na temat budowy podstawowych sprężarkowych urządzeń chłodniczych stosowanych w systemach klimatyzacyjnych

Weryfikacja:

zaliczenie pisemne wykładów.

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_W14

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W05, T2A\_W06, T2A\_W07

**Efekt W04:**

Posiada wiedzę na temat podstawowych elementów sprężarkowych urządzeń chłodniczych stosowanych w klimatyzacji (w tym wymienniki ciepła, rurociągi, zawory rozprężne, sprężarki, itp.)

Weryfikacja:

zaliczenie pisemne wykładów, kolokwium z ćwiczeń projektowych, projekt urządzenia sprężarkowego

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_W19, IS\_W14, IS\_W10

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W05, T2A\_W06, T2A\_W05, T2A\_W06, T2A\_W07, T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W07

**Efekt W05:**

Posiada wiedzę na temat budowy, działania i eksploatacji sprężarkowych pomp ciepła oraz instalacji dolnego źródła ciepła

Weryfikacja:

zaliczenie pisemne wykładów

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_W18, IS\_W14, IS\_W10

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W08, T2A\_W09, T2A\_W05, T2A\_W06, T2A\_W07, T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W07

**Efekt W06:**

Posiada wiedzę temat czynników chłodniczych i ich wpływu na środowisko

Weryfikacja:

zaliczenie pisemne wykładów

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_W11

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W04, T2A\_W05, T2A\_W07

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt U01:**

Potrafi opisać procesy zachodzące w sprężarkowym urządzeniu chłodniczym oraz pompie ciepła

Weryfikacja:

kolokwium z ćwiczeń, zaliczenie pisemne wykładów

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_U21, IS\_U16

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U02, T2A\_U03, T2A\_U06, T2A\_U07, T2A\_U04, T2A\_U01, T2A\_U03, T2A\_U05, T2A\_U04

**Efekt U02:**

Potrafi przeprowadzić podstawowe obliczenia dotyczące sprężarkowych obiegów chłodniczych, wykorzystując do tego prawa i wzory z termodynamiki, mechaniki płynów i wymiany ciepła

Weryfikacja:

kolokwium z ćwiczeń projektowych, projekt

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_U18, IS\_U03, IS\_U01

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U03, T2A\_U07, T2A\_U15, T2A\_U18, T2A\_U01, T2A\_U07, T2A\_U10, T2A\_U11, T2A\_U01, T2A\_U03, T2A\_U07

**Efekt U03:**

Potrafi opracować projekt sprężarkowego urządzenia chłodniczego wraz z niezbędnymi załącznikami w postaci wykresów i nomogramów

Weryfikacja:

projekt sprężarkowego urządzenia chłodniczego

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_U18

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U03, T2A\_U07, T2A\_U15, T2A\_U18

**Efekt U04:**

Potrafi zaprojektować najważniejsze elementy urządzeń chłodniczych stosowanych w instalacjach klimatyzacyjnych

Weryfikacja:

kolokwium z ćwiczeń, projekt

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_U18

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U03, T2A\_U07, T2A\_U15, T2A\_U18

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt K01:**

Rozumie potrzebę ciągłego dokształcania się i podnoszenia kompetencji polegających m.in. na śledzeniu postępów techniki w celu wykorzystania ich w praktyce zawodowej

Weryfikacja:

ustna dyskusja w ramach ćwiczeń

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_K01

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_K01

**Efekt K02:**

Ma świadomość zagrożeń, jakie może nieść ze sobą nieprawidłowe działanie inżynierskie

Weryfikacja:

ustna dyskusja w ramach ćwiczeń

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_K04

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_K04

**Efekt K03:**

Ma świadomość wpływu instalacji chłodniczych (czynników chłodniczych) na środowisko

Weryfikacja:

zaliczenie pisemne wykładów

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_K02

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_K02