**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:**

1110-ISIKU-MZP-3307

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

3

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

Wykłady - 8 godzin
Ćwiczenia projektowe - 16 godzin
Zapoznanie się z literaturą - 15 godzin
Przygotowanie się do kolokwium - 15 godzin
Opracowanie projektu - 8 godzin
Przygotowanie się do zaliczenia wykładów - 15 godzin
Zapoznanie się z materiałami do zajęć - 4 godzny

**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:**

nie dotyczy

**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:
1-2 Obliczenia cieplne jednostopniowych, sprężarkowych urządzeń chłodniczych napełnionych jednorodnymi czynnikami chłodniczymi lub mieszaninami azeotropowymi (R134a, R717, R1234yf, itp.); praca z wykresem roboczym logp-h
3-4 Obliczanie dwustopniowych sprężarkowych urządzeń chłodniczych z uwzględnieniem różnych zakresów zastosowania i funkcji urządzenia w tym: obiegi z bezprzeponową chłodnicą międzystopniową
5 Omówienie i wydanie tematów ćwiczenia projektowego
6 Transkrytyczne sprężarkowe obiegi chłodnicze z dwutlenkiem węgla (R744)
7 Budowa sprężarkowych urządzeń chłodniczych i pomp ciepła - zajęcia z wykorzystaniem stanowisk dydaktycznych
8 Zaliczenie wykładu i ćwiczeń

**Metody oceny:**

Warunki zaliczenia wykładu:
Uzyskanie co najmniej 12 punktów z 26 możliwych z zaliczenia pisemnego (3 pytania otwarte - 5 pkt/pytanie oraz 11 pytań testowych jednokrotnego wyboru - 1 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:**

nie

**Literatura:**

Kołodziejczyk L., Rubik M.: Technika chłodnicza w klimatyzacji
Rubik M.: Chłodnictwo i pompy ciepła
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

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

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

Weryfikacja:

Kolokwium zaliczeniowe, projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG

**Charakterystyka W02:**

Posiada szczegółową wiedzę na temat zasady działania obiegów termodynamicznych realizowanych w urządzeniach sprężarkowych

Weryfikacja:

Kolokwium zaliczeniowe z ćwiczeń, Zaliczenie wykładów

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P7S\_WG, P7U\_W, I.P7S\_WG.o

**Charakterystyka W03:**

Posiada szczegółową wiedzę na temat budowy sprężarkowych urządzeń chłodniczych i pomp ciepła stosowanych w systemach klimatyzacyjnych i grzewczych

Weryfikacja:

Zaliczenie wykładów

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W19, IS\_W14, IS\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG

**Charakterystyka W04:**

Posiada wiedzę na temat kierunków rozwoju urządzeń chłodniczych pod kątem ograniczania zużycia energii i możliwości ich zastosowania, a także nowych technologii stosowanych w ich elementach składowych, takich jak wymienniki ciepła, sprężarki, zawory rozprężne, itp

Weryfikacja:

Zaliczenie wykładów

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W15, IS\_W14, IS\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG

**Charakterystyka W05:**

Posiada wiedzę na temat kierunków rozwoju czynników chłodniczych

Weryfikacja:

Zaliczenie wykładów

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W15, IS\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WK

**Charakterystyka W06:**

Posiada szczegółową wiedzę na temat projektowania i doboru elementów sprężarkowych urządzeń chłodniczych stosowanych w klimatyzacji (w tym wymienniki ciepła, rurociągi, zawory rozprężne, chłodziwa, itp.).

Weryfikacja:

Projekt, Zaliczenie kolokwium, Zaliczenie wykładów

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W15, IS\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

Potrafi opisać procesy zachodzące w sprężarkowym urządzeniu chłodniczym oraz pompie ciepła

Weryfikacja:

Zaliczenie wykładów

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o, P7U\_U

**Charakterystyka U02:**

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

Weryfikacja:

Kolokwium zaliczeniowe, projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o

**Charakterystyka U03:**

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

Weryfikacja:

Projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_U19, IS\_U18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, I.P7S\_UO, III.P7S\_UW.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

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

Weryfikacja:

dyskusja ustna w ramach ćwiczeń

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_K, I.P7S\_KK

**Charakterystyka K02:**

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

Weryfikacja:

dyskusja ustna w ramach ćwiczeń

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_K02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_K, I.P7S\_KK

**Charakterystyka K03:**

Ma świadomość wpływu instalacji chłodniczych (czynników chłodniczych) na środowisko

Weryfikacja:

Zaliczenie wykładów

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_K02, IS\_K03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_K, I.P7S\_KK, I.P7S\_KR