**Nazwa przedmiotu:**

Systemy chłodnicze

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Michał Sobieraj

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Inżynieria Środowiska

**Grupa przedmiotów:**

Specjalizacyjne

**Kod przedmiotu:**

1110-ISCOW-MSP-1401

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2023/2024

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

wykład - 30 godzin
Studia literaturowe - 20 godzin,
przygotowanie do zaliczenia wykładów - 20 godzin,
ćwiczenia projektowe - 15 godzin
przygotowanie i obrona projektu - 15 godzin,
Razem 100 godzin

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

2

**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:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 15h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Znajomość zagadnień z następujących dziedzin:
- Termodynamika techniczna,
- Wymiana ciepła,
- Chłodnictwo i pompy ciepła.

**Limit liczby studentów:**

brak

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie słuchaczy z zasadami projektowania, wykonania i eksploatacji bezpośrednich i pośrednich systemów chłodzenia stosowanych w klimatyzacji różnego rodzaju obiektów budowlanych. Szczegółowo omawiane są kwestie związane z racjonalizacją użytkowania energii, bezpieczeństwem eksploatacji i ochroną środowiska. Ponadto przedstawiane są trendy rozwojowe w tej dziedzinie techniki

**Treści kształcenia:**

Klasyfikacja i właściwości systemów chłodzenia stosowanych w klimatyzacji: bezpośrednie, pośrednie, indywidualne i scentralizowane, porównanie i zastosowanie.
Źródła zimna w pośrednich systemach chłodzenia: sprężarkowe i absorpcyjne wytwornice wody lodowej, budowa, regulacja i dobór.
Nośniki zimna w pośrednich systemach chłodzenia: woda lodowa, wodne roztwory glikoli, lód zawiesinowy (binarny).
Układy instalacji wody lodowej: otwarte, zamknięte, obiegi pierwotne i wtórne, sieć rurociągów, izolacja cieplna i zabezpieczenia przed zamarzaniem, sprzęgła hydrauliczne, zbiorniki buforowe, pompy obiegowe, urządzenia regulacyjno-zabezpieczające, free cooling.
Zasobniki zimna w systemach chłodzenia: rodzaje, obliczanie pojemności, wpływ zasobników na wymiarowanie i eksploatację źródeł zimna
Chłodzenie wody obiegowej: systemy otwarte i zamknięte, wieżowe i wentylatorowe chłodnie wody obiegowej, jakość wody oraz zasady racjonalnej eksploatacji, wykorzystanie ciepła odpadowego.
Skojarzone wytwarzanie ciepła, zimna i energii elektrycznej w układach scentralizowanych (trójgeneracja- district cooling) oraz zdecentralizowanych (trójgeneracja rozproszona); wykorzystanie miejskich systemów do zasilania urządzeń chłodniczych.
Wykorzystanie odnawialnych źródeł ciepła i energii do napędu urządzeń chłodniczych (klimatyzacja solarna).
Klimatyzatory indywidualne: klasyfikacja, budowa, dobór i eksploatacja.
Tendencje rozwoju systemów chłodzenia.

Obliczanie obciążenia cieplnego obiektu i dobór wytwornicy wody lodowej (z zasobnikiem zimna i bez).
Obliczanie instalacji wody lodowej oraz dobór elementów jej wyposażenia.
Dobór klimatyzatora na potrzeby chłodzenia pomieszczenia technologicznego ( np. serwerowni, centrali telefonicznej itp.).
Obliczanie elementów układu klimatyzacji solarnej

**Metody oceny:**

Zaliczenie wykładów: zaliczenie pisemne – 6 tematów à max 5 pkt.= 30 punktów, Minimalna liczba punktów koniecznych do zaliczenia: 17 Zaliczenie ćwiczeń projektowych: ocena projektu Ocena zintegrowana: (2xOW + 1xOĆ)/3

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Kołodziejczyk L., Rubik M.: Technika chłodnicza w klimatyzacji Rubik M.: Chłodnictwo Rubik M.: Pompy ciepła Gutkowski K.: Chłodnictwo i klimatyzacja Ullrich H.: Technika chłodnicza Przydróżny S., Ferencowicz J.: Klimatyzacja Zawada B.: Układy sterowania w wentylacji i klimatyzacji Miesięczniki specjalistyczne: Technika chłodnicza i klimatyzacyjna; Chłodnictwo; Chłodnictwo i Klimatyzacja; Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja Polskie Normy dot. chłodnictwa i urządzeń sprężarkowych, w tym m.in.: PN-EN 378 wszystkie części PN-EN 14511 wszystkie części

**Witryna www przedmiotu:**

https://www.is.pw.edu.pl/moodle/course/view.php?id=267

**Uwagi:**

brak

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

Posiada wiedzę na temat budowy, działania, eksploatacji, zalet i wad bezpośrednich i pośrednich systemów chłodniczych

Weryfikacja:

Zaliczenie pisemne wykładów

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W08

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

**Charakterystyka W02:**

Posiada rozszerzoną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie zasad regulacji i sterowania procesami zachodzącymi w obiegach chłodniczych występujących w bezpośrednich i pośrednich systemach chłodzenia budynków.

Weryfikacja:

Zaliczenie pisemne wykładów

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W08

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

**Charakterystyka W03:**

Posiada szczegółową wiedzę z mechaniki i dynamiki płynów w zakresie przepływów w instalacjach chłodniczych (instalacje wody lodowej).

Weryfikacja:

Projekt instalacji wody lodowej, zaliczenie pisemne wykładów, kolokwium z ćwiczeń

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W10

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

**Charakterystyka W04:**

Posiada wiedzę na temat budowy, działania i eksploatacji agregatów wody lodowej i pomp ciepła.

Weryfikacja:

Zaliczenie pisemne wykładów

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W08

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

**Charakterystyka W05:**

Posiada wiedzę na temat budowy, działania, możliwości i ograniczeń układów kogeneracjnych i trigeneracyjnych.

Weryfikacja:

Zaliczenie pisemne wykładów

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W08

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

**Charakterystyka W06:**

Posiada wiedzę na temat zasad projektowania i wymagań prawnych dotyczących elementów składowych instalacji chłodniczych.

Weryfikacja:

Zaliczenie pisemne wykładów, projekt instalacji wody lodowej

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W08, IS\_W10

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

**Charakterystyka W06:**

Posiada wiedzę na temat zasad projektowania i wymagań prawnych dotyczących elementów składowych instalacji chłodniczych.

Weryfikacja:

Zaliczenie pisemne wykładów, projekt instalacji wody lodowej

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W08, IS\_W10

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

**Charakterystyka W07:**

Zna kierunki rozwoju urządzeń i systemów chłodniczych zmierzające m.in. do zwiększania efektywności energetycznej

Weryfikacja:

zaliczenie pisemne wykładów

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W15

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

Potrafi opisać budowę, działanie oraz zalety i wady różnych elementów wchodzących w skład bezpośrednich i pośrednich systemów chłodniczych

Weryfikacja:

Zaliczenie pisemne wykładów

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_U08

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

**Charakterystyka U02:**

Potrafi dobrać odpowiednie elementy składowe systemów chłodniczych.

Weryfikacja:

Kolokwium z ćwiczeń, projekt instalacji wody lodowej

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_U05

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

**Charakterystyka U03:**

Potrafi zaprojektować instalację wody lodowej wraz doborem najważniejszych urządzeń oraz dobrać i zaprojektować system bezpośredniego chłodzenia.

Weryfikacja:

Kolokwium z ćwiczeń, projekt instalacji wody lodowej

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_U07, IS\_U05

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

**Charakterystyka U04:**

Potrafi wykonać obliczenia hydrauliczne sieci przewodów w instalacji wody lodowej

Weryfikacja:

Kolokwium z ćwiczeń

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_U07

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

**Charakterystyka U05:**

Potrafi przeanalizować i ocenić działanie agregatów wody lodowej oraz obliczyć podstawowe parametry eksploatacyjne urządzeń wchodzących w skład pośrednich i bezpośrednich systemów chłodniczych

Weryfikacja:

Zaliczenie pisemne wykładów, kolokwium z ćwiczeń

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_U08

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

Ustna dyskusja 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:

Ustna dyskusja w ramach ćwiczeń

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_K02

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

**Charakterystyka K03:**

Ma świadomość wpływu czynników chłodniczych na środowisko.

Weryfikacja:

Zaliczenie pisemne wykładów

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_K02

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

**Charakterystyka K04:**

Ma świadomość wpływu systemów chłodniczych i ich poszczególnych elementów na zużycie energii i pośrednio na środowisko.

Weryfikacja:

Zaliczenie pisemne wykładów.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_K02

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