**Nazwa przedmiotu:**

Węzły ciepłownicze

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Wiesław Szadkowski

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Inżynieria Środowiska

**Grupa przedmiotów:**

Obieralna

**Kod przedmiotu:**

1110-ISCOG-ISP-7402

**Semestr nominalny:**

7 / rok ak. 2023/2024

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

Wykład 30 godzin. Zajęcia projektowe 15 godzin. Przygotowanie do zajęć projektowych 15 godzin. Zapoznanie się z literaturą i normami 10 godzin. Wykonanie projektu, obliczeń, rysunków, schematów i obliczeń 15 godzin. Złożenie projektu i zaliczenia 15 godzin. Przygotowanie się do zaliczenia, obecność na zaliczeniu 10 godzin. Konsultacje 10 godzin. Razem: 120 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:**

Materiałoznawstwo, Mechanika płynów, Wymiana ciepła, Podstawy konstrukcji mechanicznych, Ogrzewnictwo

**Limit liczby studentów:**

**Cel przedmiotu:**

Przekazanie podstaw teoretycznych i wiedzy praktycznej o funkcjonowaniu węzłów ciepłowniczych jako jednego z elementów systemów ciepłowniczych.
Wykształcenie praktycznych umiejętności w zakresie wykonywania obliczeń i projektowania podstawowych elementów węzłów ciepłowniczych, umiejętność doboru wymienników ciepła, automatyki, pomp obiegowych i cyrkulacyjnych, naczyń wzbiorczych, sposobów regulacjiparametrów pracy węzłów, zadań i funkcji węzłów ciepłowniczych.

**Treści kształcenia:**

Wykłady
1.Klasyfikacja i charakterystyka podstawowych typów węzłów ciepłowniczych. Węzły bezpośredniego połączenia (z transformacją i bez transformacji parametrów).
2.Węzły wymiennikowe jednofunkcyjne i wielofunkcyjne. Mieszane układy węzłów ciepłowniczych.
3.Dobór elementów składowych węzłów. Dobór średnic rurociągów, obliczanie przepływów charakterystycznych dla wymiarowania wymienników c.w.u., dobór zasobników i stabilizatorów temperatury ciepłej wody.
4.Dobór elementów składowych węzłów. Dobór pomp, wymienników ciepła oraz elementów zabezpieczających, uzupełniających i stabilizujących ciśnienie.
5.Pomiary i automatyczna regulacja parametrów w węzłach ciepłowniczych.
6.Podstawowe rodzaje urządzeń pomiarowych i zasady ich doboru.
7.Pomiary: temperatury, ciśnienia, przepływu i zużycia ciepła.
8.Regulacja: temperatury, ciśnienia i różnicy ciśnień oraz przepływu.
9.Wybrane zagadnienia projektowania węzłów ciepłowniczych. Wybór typu węzła, schematu ideowego, określenie zapotrzebowania mocy cieplnej.
10.Wykres regulacyjny i parametry obliczeniowe węzła cieplnego.
11.Wykorzystanie pojemności cieplnej budynków. Elementy pojemnościowe w układzie przygotowania ciepłej wody użytkowej.
12.Ekstremalne i obliczeniowe warunki pracy węzła cieplnego.
13.Lokalizacja elementów regulacyjnych i pomiarowych. Połączenia układów: zabezpieczających, uzupełniających i stabilizujących ciśnienie.
14.Wymiarowanie hydrauliczne, stabilizacja hydraulicznych warunków pracy węzłów ciepłowniczych.
15.Wybrane aspekty współpracy węzła cieplnego z siecią. Zdalne sterowanie i pomiary w węzłach ciepłowniczych.
16. Wymagania dla: instalacji wewnętrznych zasilanych z węzłów, budowlane dla pomieszczeń węzłów ciepłowniczych.

Ćwiczenia projektowe
1. Zakres projektu budowlanego i wykonawczego węzła ciepłowniczego. Wydanie tematów projektów.
2.Komputerowe wspomaganie projektowania węzłów ciepłowniczych.
3.Węzeł bezpośredniego połączenia bez transformacji parametrów.
4.Jednofunkcyjna stacja zmieszania pompowego.
5.Stacja zmieszania pompowego z jednostopniowym przygotowywaniem ciepłej wody.
6.Węzeł wymiennikowy jednofunkcyjny.
7.Węzeł wymiennikowy z jednostopniowym przygotowywaniem ciepłej wody.
8.Węzeł wymiennikowy z dwustopniowym przygotowywaniem ciepłej wody.
9.Wycieczka do wybranych typowych węzłów ciepłowniczych na terenie PW.
10.Obliczenia hydrauliczne układu pompowego.
11.Dobór naczyń zamkniętych stabilizujących ciśnienie.
12.Dobór wymienników.
13.Dobór pomp: obiegowych i cyrkulacyjnych.
14.Dobór przewodów, armatury, układów regulacyjnych automatyki pogodowej.
15.Wykonanie rysunku projektowanego węzła. Obrona projektu.

**Metody oceny:**

Wykład - zaliczenie części teoretycznej na podstawie dwóch sprawdzianów pisemnych.
Z każdego sprawdzianu student powinien uzyskać minimum oceną dostateczną.
Ocena końcowa wykładu: średnia arytmetyczna ocen uzyskanych ze sprawdzianów.
Zaliczenie ćwiczeń projektowych - wykonanie i obrona projektu węzła ciepłowniczego. Uzyskanie z projektu minimum oceny dostatecznej.
Ocena końcowa przedmiotu: średnia arytmetyczna z ocen uzyskanych z zaliczenia wykładu i zaliczenia ćwiczeń projektowych.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. Kazimierz Żarski „Węzły cieplne w miejskich systemach ciepłowniczych” 2014 r.
2. Katalogi pomp.
3. Katalogi armatury.
4. Katalogi wymienników ciepła.
4. Katalogi automatyki ciepłowniczej.

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

Ma uporządkowaną wiedzę o podstawowych typach węzłów ciepłowniczych (bezpośrednie, wymiennikowe, jednofunkcyjne i wielofunkcyjne, mieszane)
Ma uporządkowaną wiedze o składowych elementach węzłów ciepłowniczych (wymienniki ciepła, stabilizatory temperatury ciepłej wody, pompy, odmulacze, armatura, automatyczne zawory regulacyjne, zawory bezpieczeństwa, urządzenia pomiarowe przepływu i zużycia ciepła).
Zna sposoby określania zapotrzebowania mocy cieplnej, rozumie wykres regulacyjny i współpracę węzła cieplnego z siecią i instalacjami wewnętrznymi budynku.

Weryfikacja:

Zaliczenie części teoretycznej wykładu na podstawie dwóch sprawdzianów pisemnych. Zaliczenie ćwiczeń - obrona projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W09, IS\_W10, IS\_W12, IS\_W15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o, III.P7S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

Potrafi wykonać projekt typowego węzła ciepłowniczego.
Potrafi dobrać średnice rurociągów, obliczyć przepływy dla wymienników c.w.u., dobrać zasobniki i stabilizatory temperatury ciepłej wody,
pompy obiegowe i cyrkulacyjne, armaturę, wymienniki c.o., układy zabezpieczające i stabilizujące ciśnienie, ciepłomierze, układy regulacyjne automatyki pogodowej i naczynia wzbiorcze).
Potrafi wykonać obliczenia oraz rysunek projektowanego węzła.

Weryfikacja:

Zaliczenie na podstawie ustnej obrony projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_U05, IS\_U06, IS\_U07, IS\_U08, IS\_U14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

Ma świadomość społecznych i gospodarczych konsekwencji prawidłowego rozwiązania technologicznego projektu węzła, dobrania właściwych urządzeń, doboru energooszczędnych pomp oraz układów automatycznego sterowania w ramach podnoszenia energetycznej efektywności przemysłu i zrównoważonego rozwoju oraz redukcji zanieczyszczeń i gazów cieplarnianych do atmosfery.

Weryfikacja:

Obrona wspólnie wykonanego projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_K04, IS\_K01, IS\_K02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_K, I.P6S\_KK, I.P6S\_KR