**Nazwa przedmiotu:**

Pompy Ciepła

**Koordynator przedmiotu:**

Dr hab. inż. Dorota Chwieduk, prof. PW

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Energetyka

**Grupa przedmiotów:**

Specjalnościowe

**Kod przedmiotu:**

NS540

**Semestr nominalny:**

6 / rok ak. 2013/2014

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

1) Liczba godzin kontaktowych 30, w tym::
a) udział w wykładach - 15 godzin.
b) udział w ćwiczeniach - 15 godz., ćwiczenia polegają na rozwiązywaniu przedstawionego przez prowadzącego problemu teoretycznego i praktycznego, oraz na rozwiązywaniu zadań obliczeniowych. Student może w ramach ćwiczeń przygotować i zaprezentować wybrane zagadnienie z zakresu pomp ciepła.
2) Praca własna studenta - 20 godz., w tym:
a) bieżące przygotowywanie się do ćwiczeń - 15 godz.
b) przygotowywanie się do kolokwium - 5 godz.

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

1,2 punktu ECTS - liczba godzin kontaktowych 30, w tym::
a) udział w wykładach - 15 godzin.
b) udział w ćwiczeniach - 15 godz

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1, 2 punktu ECTS - 30 godz., w tym:
a) udział w ćwiczeniach - 15 godz., ćwiczenia polegających na rozwiązywaniu przedstawionego przez prowadzącego problemu teoretycznego i praktycznego, oraz na rozwiązywaniu zadań obliczeniowych. Student w ramach ćwiczeń przygotowuje i prezentuje wybrane zagadnienie z zakresu pomp ciepła.
b) bieżące przygotowywanie się do ćwiczeń - 15 godz.

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

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

**Wymagania wstępne:**

kurs: termodynamika, wymiana ciepła

**Limit liczby studentów:**

150 – wykład, 30 – ćwiczenia

**Cel przedmiotu:**

Cele przedmiotu: Przedstawienie podstaw teoretycznych działania pomp ciepła, rodzajów i własności czynników roboczych oraz podstawowych elementów pomp ciepła. Nauczenie formułowania bilansów energetycznych budynków i innych obiektów oraz wyznaczania ich zapotrzebowania na ciepło i chłód. Zaprezentowanie podstawowych typów pomp ciepła: sprężarkowych, absorpcyjnych, adsorpcyjnych, termoelektrycznych, strumieniowych. Nauczenie sposobu wyznaczania parametrów ilościowych i jakościowych dolnych źródeł ciepła. Zapoznanie się z tworzeniem koncepcji technicznej układów oszczędzających zużycie energii z wykorzystaniem pomp ciepła. Nauczenie się sposobu wyznaczania efektywności energetycznej pomp ciepła (wydajności grzewczej, chłodniczej, sprawności egzegetycznej, efektywności wykorzystania paliwa pierwotnego). Przedstawienie koncepcji projektowanie pionowych i poziomych gruntowych wymienników ciepła.

**Treści kształcenia:**

Treści merytoryczne przedmiotu: Wykład: Podstawy termodynamiczne działania pomp ciepła różnego typu i stosowanych czynników roboczych. W trakcie wykładu studenci nabywają podstawowych informacji o budowie pomp ciepła różnych typów: sprężarkowych, sorpcyjnych, termoelektrycznych, strumienicowych. Analiza jakościowa i ilościowa warunków odbioru ciepła z dolnych źródeł różnego rodzaju. Przegląd górnych źródeł ciepła. Bilans cieplny budynków i innych obiektów. Koherentność dolnych źródeł z górnymi – obciążenia grzewcze/ chłodnicze, rozkład w czasie. Analiza funkcjonowania różnych typów pomp ciepła pod kątem zużycia energii końcowej, pierwotnej, wydajności grzewczej, chłodniczej, sprawności egzegetycznej. Studenci także zapoznają się z modelem wymiany ciepła w gruntowych pionowych i poziomych wymiennikach ciepła i z zasadami ich projektowania. Ćwiczenia: Prowadzą obliczenia termodynamiczne różnych obiegów pomp ciepła. Wyznaczają ich parametry pracy, ciepło przekazywane w dolnym i górnym źródle ciepła, współczynniki wydajności grzewczą oraz chłodniczą. Uczą się porównywać efektywność energetyczną rozwiązań technicznych na podstawie zużycia energii pierwotnej i sprawność egzegetycznej systemu. Poznają zasady projektowania najczęściej spotykanych instalacji wykorzystujące pompy ciepła z typowymi urządzeniami sprężarkowymi i sorpcyjnymi. Dla wybranych przykładów formułują bilanse energetyczne budynków i innych obiektów oraz wyznaczają ich zapotrzebowania na ciepło i chłód. Poznają zasady projektowania gruntowych poziomych i pionowych wymienników ciepła. Mają okazję zapoznać się z pracą pompy ciepła w rzeczywistych warunkach – ćwiczenia wyjazdowe w postaci wycieczki technicznej.

**Metody oceny:**

Metody oceny: http://zapich.itc.pw.edu.pl/dydaktyka\_PC.html zaliczenie z oceną pozytywną 2 kolokwiów, udział w zajęciach Praca własna: Przygotowywanie się do zajęć. Przygotowanie referatu na wybrany temat, który może dać podstawę do opracowywania zagadnień do pracy przejściowej, dyplomowej.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

Zalecana literatura: 1. Kazimierz Brodowicz, Tomasz Dyakowski: POMPY CIEPŁA, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 1990. 2. Aleksander Paliwoda: URZĄDZENIA CHŁODNICZE STRUMIENICOWE, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1971. 3. Marian Rubik: POMPY CIEPŁA. PORADNIK, Ośrodek Informacji "Technika Instalacyjna w Budownictwie", 2006. 4. Wojciech Zalewski: POMPY CIEPŁA SPRĘŻARKOWE, SORPCYJNE I TERMOELEKTRYCZNE, IPPU Masta, 2001. Dodatkowe literatura:  J. Berghmans: Heat Pump Fundamentals, Series E: Applied Sciences – No 53., Martinus Nijhof Publisher, The Hague, 1983  H. Schulz, D. Chwieduk. Warme aus Sonne und Erde. Oekobuch Verlage, Stauen bei Freiburg, Germany, IV. 1995.  R. Radermacher, Y. Hwang. Vapor compression heat pumps with refrigerant mixes. Taylor & Francis Group, LLC, 2005  Materiały dostarczone przez wykładowcę w postaci elektronicznej i dostępne na stronie internetowej ITC

**Witryna www przedmiotu:**

http://estudia.meil.pw.edu.pl/ (dostęp chroniony)

**Uwagi:**

Przedmiot dotyczy z jednej strony fundamentalnych zagadnień termodynamiki i wymiany ciepła oraz pracy maszyn cieplnych, jakimi są pompy ciepła. Z drugiej strony dotyczy bardzo innowacyjnej technologii zapewniającej efektywność energetyczną stosowanych rozwiązań, oszczędność w zużyciu paliw kopalnych i zmniejszenie szkodliwych emisji do środowiska. Gwałtowny rozwój różnorodnych technologii pomp ciepła narzuca konieczność ciągłej modyfikacji i aktualizacji programu zajęć. Zainteresowanie studentów tą tematyką (przedmiotem) wzrasta z roku na rok.

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt NS540\_W\_1:**

Zna zasady wymiarowania pomp ciepła i dobór źródeł ciepła

Weryfikacja:

Rozwiązywanie zadań problemowych i obliczeniowych w czasie zajęć 1, kolokwium 1

**Powiązane efekty kierunkowe:** E1\_W16, E1\_W17, E1\_W20

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W04, T1A\_W07, T1A\_W04, T1A\_W07, T1A\_W04

**Efekt NS540\_W\_2:**

Zna podstawy teoretyczne działania pomp ciepła, rodzaje, własności czynników roboczych

Weryfikacja:

Rozwiązywanie zadań problemowych i obliczeniowych 2, kolokwium 1

**Powiązane efekty kierunkowe:** E1\_W05, E1\_W11, E1\_W12, E1\_W13

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W07, T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W07, T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W07, T1A\_W03, T1A\_W07

**Efekt NS540\_W\_3:**

Posiada wiedzę tworzenia koncepcji technicznej systemów grzewczych mono i biwalentnych z pompą ciepła współpracującą z innymi odnawialnymi i konwencjonalnymi urządzeniami/ źródłami ciepła

Weryfikacja:

Zadania problemowe 3, weryfikacja na rzeczywistych działajacych systemach 1, kolokwium 2

**Powiązane efekty kierunkowe:** E1\_W11, E1\_W12, E1\_W13, E1\_W14, E1\_W18, E1\_W24

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W07, T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W07, T1A\_W03, T1A\_W07, T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W07, T1A\_W04, T1A\_W07, T1A\_W05

**Efekt NS540\_W\_4:**

Zna zasady wyznaczania efektywności energetycznej i redukcji emisji pomp ciepła i kompleksowych systemów grzewczych z pompą ciepła

Weryfikacja:

Zadania koncepcyjne 1, obliczeniowe 3, kolokwium 2

**Powiązane efekty kierunkowe:** E1\_W10, E1\_W11, E1\_W12, E1\_W13, E1\_W14, E1\_W18, E1\_W24

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W07, T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W07, T1A\_W03, T1A\_W07, T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W07, T1A\_W04, T1A\_W07, T1A\_W05

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt NS540\_U\_1:**

Posiada umiejętność stworzenia koncepcji technicznej systemów grzewczych z pompą ciepła skojarzoną z analizą ekonomiczną

Weryfikacja:

Zadania koncepcyjne 1, kolokwium 2

**Powiązane efekty kierunkowe:** E1\_U02, E1\_U03, E1\_U07, E1\_U14, E1\_U15, E1\_U16, E1\_U17, E1\_U22, E1\_U27

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U02, T1A\_U03, T1A\_U06, T1A\_U10, T1A\_U11, T1A\_U12, T1A\_U12, T1A\_U13, T1A\_U09, T1A\_U14, T1A\_U09, T1A\_U15, T1A\_U16

**Efekt NS540\_U\_2:**

Potrafi wymiarować pompy ciepła i dokonywać wyboru źródeł ciepła

Weryfikacja:

Zadania obliczeniowe 1, kolokwium 1

**Powiązane efekty kierunkowe:** E1\_U01, E1\_U03, E1\_U07, E1\_U17, E1\_U22, E1\_U28, E1\_U29

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01, T1A\_U03, T1A\_U06, T1A\_U12, T1A\_U13, T1A\_U09, T1A\_U14, T1A\_U09, T1A\_U16, T1A\_U09, T1A\_U15, T1A\_U16

**Efekt NS540\_U\_3:**

Potrafi analizować efektywność działania pomp ciepła

Weryfikacja:

Zadania koncepcyjne 2, kolokwium 1

**Powiązane efekty kierunkowe:** E1\_U01, E1\_U03, E1\_U07, E1\_U17, E1\_U22, E1\_U29

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01, T1A\_U03, T1A\_U06, T1A\_U12, T1A\_U13, T1A\_U09, T1A\_U14, T1A\_U09, T1A\_U15, T1A\_U16

**Efekt NS540\_U\_4:**

Potrafi przeprowadzić analizę techniczną i ekonomiczną możliwości współpracy systemów grzewczych mono i biwalentnych z pompą ciepła przy wykorzystaniu innych odnawialnychi i konwencjonalnych urządzeń/ źródeł ciepła

Weryfikacja:

Zadania koncepcyjne 3, kolokwium 2

**Powiązane efekty kierunkowe:** E1\_U01, E1\_U03, E1\_U07, E1\_U17, E1\_U28, E1\_U29

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01, T1A\_U03, T1A\_U06, T1A\_U12, T1A\_U13, T1A\_U09, T1A\_U16, T1A\_U09, T1A\_U15, T1A\_U16

**Efekt NS540\_U\_5:**

Potrafi wyznaczać efektywność energetyczną i redukcję emisji zanieczyszczeń przy stosowaniu pomp ciepła i kompleksowych systemów grzewczych z pompą ciepła

Weryfikacja:

Zadania obliczeniowe 2, kolokwium 2

**Powiązane efekty kierunkowe:** E1\_U01, E1\_U07, E1\_U17, E1\_U28

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01, T1A\_U06, T1A\_U12, T1A\_U13, T1A\_U09, T1A\_U16

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt NS540\_K\_1:**

Potrafi prezentować na forum wyniki pracy

Weryfikacja:

Opracowanie i prezentacja wybranego zagdnienia 1

**Powiązane efekty kierunkowe:** E1\_K01, E1\_K02, E1\_K05, E1\_K07

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K01, T1A\_K02, T1A\_K05, T1A\_K07