

**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa w języku polskim:</b>	<b>Pompy ciepła i kolektory słoneczne</b>
<b>Nazwa w języku angielskim:</b>	Heat pumps and solar collectors
<b>Kierunek studiów:</b>	<b>Energetyka</b>
<b>Specjalność:</b>	<b>Energetyka cieplna</b>
<b>Stopień studiów i forma:</b>	<b>I stopień, stacjonarna</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>wybieralny/specjalnościowy</b>
<b>Kod przedmiotu</b>	<b>ESN0834</b>
<b>Grupa kursów</b>	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15	15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		30	30	
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		1	1	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		1	1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,5		0,75	0,75	

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

Wiedza w zakresie termodynamiki, przekazywania ciepła i masy oraz mechaniki płynów

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Przekazanie wiedzy specjalistycznej w zakresie podstaw teoretycznych pomp ciepła oraz metod wykorzystania niskotemperaturowych źródeł ciepła.
- C2. Nauczenie metodologii prowadzenia analiz termodynamicznych i energetycznych systemów pomp ciepła.
- C3. Przekazanie wiedzy specjalistycznej w zakresie podstaw teoretycznych wykorzystania energii słonecznej, działania kolektorów słonecznych i możliwości ich aplikacji.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 Posiada wiedzę na temat zasady działania pompy ciepła. Zna systemy realizacji pomp ciepła. Zna wymagania dotyczące efektywności, ograniczenia prawne i eksploatacyjne. Zna wykres lgp-h.

PEK\_W02 – Definiuje. podstawowe parametry charakterystyczne obiegu pompy ciepła. Zna rodzaje dolnych źródeł ciepła.

PEK\_W03 – Zna podział i klasyfikację kolektorów słonecznych oraz teoretyczne podstawy ich działania.

PEK\_W04 – Zna podstawy teoretyczne projektowania, budowy i eksploatacji kolektorów słonecznych.

### Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – Potrafi identyfikować przemiany na wykresie lgp-h,

PEK\_U02 – Potrafi określić podstawowe parametry obiegu pompy ciepła, odwzorować obieg na wykresie lgp-h oraz policzyć podstawowe parametry charakterystyczne obiegu.

PEK\_U03 – Potrafi zaprojektować podstawowe elementy instalacji pompy ciepła.

PEK\_U04 – Potrafi obliczyć i zaprojektować podstawowy typ kolektora słonecznego.

PEK\_U05 – Potrafi określić wpływ temperatury odparowania i kondensacji na współczynnik efektywności pompy ciepła

PEK\_U06 – Potrafi określić wydajność cieplną kolektora cieczowego i fotoogniwa

## TREŚCI PROGRAMOWE

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Sposoby podziału i klasyfikacji pomp ciepła, ogólna charakterystyka grup. Typy, nazewnictwo.	2
Wy2	Termodynamiczne podstawy działania pomp ciepła. Sposoby realizacji. Obieg idealny, porównawczy, rzeczywisty pomp ciepła.	2
Wy3	Dolne źródła ciepła. Naturalne, sztuczne – ciepło odpadowe. Charakterystyka, parametry, koherentność. Ocena przydatności źródeł ciepła niskotemperaturowych w warunkach krajowych. Charakterystyka, efektywność, wykorzystanie w systemach klimatyzacyjnych.	2
Wy4	Pompa ciepła w systemie ogrzewania i przygotowania CWU. Akumulacja ciepła i akumulatory ciepła. Charakterystyka, stosowane czynniki.	2
Wy5	Słońce i jego promieniowanie, prawa promieniowania. Kolektory słoneczne – budowa, klasyfikacja, podział.	2
Wy6	Obliczenia projektowe kolektorów słonecznych – współczynniki wnikania, przewodzenia i przejmowania ciepła. Sprawność płaskich kolektorów słonecznych.	2
Wy7	Kolektory słoneczne cylindryczne, paraboliczne i próżniowe. Ogniwa fotowoltaiczne. Mechanizm efektu, budowa ogniwa, sprawność i sposoby jej podwyższenia. Możliwości rozwoju technologii ogniwa fotowoltaicznych. Współpraca kolektorów słonecznych z instalacjami słonecznymi i pompami ciepła	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	<b>15</b>
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Identyfikacja punktów charakterystycznych sprężarkowego obiegu lewobieżnego	2
La2	Badania rzeczywistego systemu grzewczego opartego na pompie ciepła	2
La3	Wpływ temperatury odparowania na współczynnik efektywności pompy ciepła	2
La4	Wpływ temperatury kondensacji na współczynnik efektywności pompy ciepła	2

La5	Badanie efektywności przetwarzania energii słonecznej przez fotoogniwo	2
La6	Badania wydajności cieplnej kolektora cieczowego płytowego	2
La7	Badania wydajności cieplnej kolektorów cieczowego próżniowego	2
La8	Zajęcia poprawkowe i uzupełniające oraz wystawienie ocen.	1
	Suma godzin	<b>15</b>
<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Przekazanie zadań projektowych studentom. Określenie warunków zaliczenia	2
Pr2	Ustalanie podstawowych temperatur pracy pompy ciepła dla poszczególnych zadań projektowych	2
Pr3	Interpretacja obiegu lewobieżnego na wykresie logp – h dla poszczególnych zadań projektowych.	2
Pr4	Wybór ziębnika do realizacji lewobieżnego obiegu grzewczego dla poszczególnych zadań projektowych	2
Pr5	Projektowanie kolektora słonecznego jako dolnego źródła ciepła dla poszczególnych zadań projektowych	2
Pr6	Projektowanie kolektora słonecznego jako dolnego źródła ciepła dla poszczególnych zadań projektowych	2
Pr7	Projektowanie i dobór aparatów i wymienników projektowanego systemu	2
Pr8	Zaliczenie na podstawie przedstawionych projektów	1
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem slajdów N2. Ćwiczenia laboratoryjne – sprawozdania N3. Konsultacje N4. Praca własna – przygotowanie do zajęć projektowych i laboratoriów N5. Praca własna – przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA- wykład**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P	PEK_W01 ÷ PEK_W04	Zaliczenie na podstawie kolokwium

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA-laboratorium**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1÷F7	PEK_U01÷PEK_U02 PEK_U05÷PEK_U07	Pisemne sprawozdania z przeprowadzonych zajęć laboratoryjnych
$P = (F1+F2+F3+F4+F5+F6+F7)/7$		

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA-projekt**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P	PEK_U01 ÷ PEK_U07	Ocena projektu wykonanego przez studenta

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Brodowicz K., Dyakowski T.: Pompy Ciepła, PWN, Warszawa 1990
- [2] Lewandowski W. M.: Proekologiczne źródła energii odnawialnej, WNT, Warszawa 2002
- [3] Nowicki J.: Promieniowanie słoneczne ja źródło energii, Arkady, Warszawa 1980
- [4] Rubik M.: Pompy ciepła – poradnik, Ośrodek Informacji „Technika instalacyjna w Budownictwie, Warszawa 1999
- [5] Smolec W.: Fototermiczna konwersja energii słonecznej, PWN, Warszawa 2000
- [6] Wiśniewski G.: Kolektory słoneczne. Poradnik wykorzystania energii słonecznej, COiB, Warszawa 1992
- [7] Zasady projektowania urządzeń słonecznych do celów grzewczych, skrypt PWr, Wrocław 1986

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Domański R.: Magazynowanie energii cieplnej, PWN, Warszawa 1990
- [2] Zalewski W.: Pompy ciepła – podstawy teoretyczne i przykłady zastosowań, Politechnika Krakowska, Skrypt, Kraków 1995
- [3] Wykorzystanie energii słonecznej w budownictwie jednorodzinnym, COiB, Warszawa 1991

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Bogusław Bialko, boguslaw.bialko@pwr.wroc.pl**

## MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

### **Pompy ciepła i kolektory słoneczne Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Energetyka I SPECJALNOŚCI Energetyka ciepła**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01	S1ENC_W06	C1, C2	Wy1, Wy2	N1, N5
PEK_W02			Wy3, Wy4	
PEK_W03			Wy5, Wy6	
PEK_W04			Wy7	
PEK_U01	S1ENC_U06	C3	La1, La2, La3	N2, N3, N4
PEK_U02			La4, Pr1, Pr2	
PEK_U03			La3, La4	
PEK_U04			Pr 3, Pr4	
PEK_U05			La5, La6, La7	
PEK_U06			Pr5, Pr6, Pr7	