

**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY**

**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim	<b>Chłodnictwo i kriogenika</b>
Nazwa w języku angielskim	Refrigeration and Cryogenics
Kierunek studiów (jeśli dotyczy)	<b>Mechanika i Budowa Maszyn Energetycznych</b>
Specjalność (jeśli dotyczy)	<b>Inżynieria cieplna</b>
Poziom i forma studiów:	<b>I stopień, niestacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>wybieralny/specjalnościowy</b>
Kod przedmiotu	<b>MNN210073</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	18	9		9	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	30		60	
Forma zaliczenia	Egzamin	Zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	1		2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1		2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5	0,75		1,5	

\*niepotrzebne skreślić

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

- kompetencje z zakresu wiedzy: podstawy termodynamiki, podstawy mechaniki płynów, podstawy wymiany ciepła i masy

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – Przekazanie studentom wiedzy w zakresie podstaw teoretycznych urządzeń ziębnych i kriogenicznych.
- C2 – Przekazanie studentom wiedzy o obszarach zastosowań chłodnictwa i kriogeniki
- C3 – Wytworzenie u studentów umiejętności obliczania podstawowych parametrów obiegów ziębnych

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Posiada wiedzę z zakresu termodynamicznych podstaw obniżania temperatury.

PEU\_W02 Zna zasady realizacji i doboru parametrów lewobieżnych obiegów ziębnych.

PEU\_W03 Potrafi zidentyfikować i opisać procesy związane z uzyskiwaniem temperatur kriogenicznych oraz przyczyny strat energetycznych w rzeczywistych procesach chłodniczych i kriogenicznych.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi obliczyć bilans cieplny komory chłodniczej i procesu zamrażania.

PEU\_U02 Potrafi obliczyć i zaprojektować obieg termodynamiczny lewobieżnego systemu ziębnego posługując się wykresem logP-h.

PEU\_U03 – Potrafi zaprojektować podstawowe elementy instalacji chłodniczej.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Naturalne metody ziębienia. Roztwory i mieszaniny oziębiające. Termodynamiczne procesy i metody uzyskiwania niskich temperatur Zagadnienia wprowadzające.	2
Wy2	Symbolika, oznaczenia, wielkości, strumienie, wielkości właściwe, funkcje, Ustalanie podstawowych parametrów sprężarkowego lewobieżnego obiegu ziębienia. Systemy ziębienia.	2
Wy3	Rzeczywiste obiegi ziębne systemów sprężarkowych. Obliczanie obiegów porównawczych Lindego. Metody poprawy efektywności obiegów	2
Wy4	Obliczenia hydrauliczne instalacji chłodniczych sprężarkowych. Dobór sprężarek chłodniczych do realizacji efektu ziębienia. Prowadzenie przewodów w sprężarkowych instalacjach chłodniczych.	2
Wy5	Dobór podstawowych elementów sprężarkowej instalacji chłodniczej.	2
Wy6	Metody osiągania temperatur kriogenicznych. Rozprężanie izentropowe, dławienie izentalpowe, wypływ swobodny. Przykłady zastosowań w skraplarkach i chłodziarkach kriogenicznych.	2
Wy7	Chłodziarki gazowe i magnetyczne. Podstawy działania i zastosowania	2
Wy8	Metody uzyskiwania bardzo niskich temperatur – poniżej 1K	2
Wy9	Rozdział mieszanin gazowych, skraplanie, transport i zeotropowym a skroplonego gazu ziemnego (LNG)	2
	Suma godzin	<b>18</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Wprowadzenie – sprawy organizacyjne, modelowanie właściwości ziębników w oparciu o wykresy fazowe, zapoznanie się z budową wykresów lgp-h dla różnych ziębników. Algorytm identyfikacji punktów stanu jednostopniowego obiegu sprężarkowego suchego na wykresie lgp-h i obliczanie efektywności obiegu. obieg z dochładzaniem i doziębieniem – zadania	2
Ćw2	Obliczanie podstawowych wskaźników obiegu sprężarkowego, obieg z dochładzaniem i doziębieniem, wydajność ziębienia sprężarki,	2

	przeliczanie wydajności sprężarki na parametry katalogowe, dobór sprężarki z katalogu. Zadania.	
Ćw3	Algorytm identyfikacji punktów stanu dla jednostopniowego obiegu sprężarkowego z ziębnikiem zeotropowym (na przykładzie R409A) i roztworem zeotropowym (na przykładzie roztworu propan-butan). Budowa wykresu lgp-h. Obliczanie podstawowych parametrów obiegu. Zadania.	2
Ćw4	Algorytm identyfikacji punktów stanu dla obiegów skraplarek i chłodziarek Joule’a-Thomsona oraz Claude’a. Obliczanie wydajności skraplania i mocy chłodniczej.	2
Ćw5	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	9

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Przekazanie zadań projektowych studentom. Określenie warunków zaliczenia. Obliczenia bilansowe.	2
Pr2	Ustalanie podstawowych temperatur pracy pompy ciepła dla poszczególnych zadań projektowych.	2
Pr3	Wybór ziębnika do realizacji lewobieżnego obiegu grzewczego dla poszczególnych zadań projektowych.	2
Pr4	Dobór elementów konstrukcyjnych instalacji chłodniczej oraz obliczenia projektowe wymienników ciepła.	2
Pr5	Zaliczenie na podstawie przedstawionych projektów	1
	Suma godzin	9

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ - wykład

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEU_W01 – PEU_W03	egzamin

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ - ćwiczenia

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEU_W01 – PEU_W03	kolokwium zaliczeniowe

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ - projekt

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEU_U01 – PEU_U03	ocena wykonanego projektu

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Czapp M., Charun H., Bohdal T., *Wielostopniowe sprężarkowe urządzenia chłodnicze*, Koszalin, Wyd. Uczelniane Politechniki Koszalińskiej 1997
- [2] Kołodziejczyk L., Rubik M., *Technika chłodnicza w klimatyzacji*, Warszawa, Arkady 1976
- [3] Królicki Z., *Termodynamiczne podstawy obniżania temperatur*, Wrocław, Wydawnictwa Politechniki Wrocławskiej 2006
- [4] Niezgoda-Żelasko B., Zalewski W., *Chłodnicze i klimatyzacyjne wymienniki ciepła. Obliczenia cieplne*, Politechnika Krakowska Wydawnictwo PK, 2012
- [5] Szolc T., *Chłodnictwo*, Warszawa, PWSiZ 1980
- [6] Ullrich H. J., *Technika chłodnicza*, Poradnik. Gdańsk, IPPU MASTA 1998—t. 1, 1999—t. 2
- [7] Warczak W., *Sprężarki i agregaty ziębnicze*, WNT, Warszawa, 1987
- [8] Wiśniewski S., *Termodynamika techniczna*, WNT, Warszawa Wyd.V, 1999
- [9] Chorowski M., *Kriogenika. Podstawy i zastosowania*, IPPU Masta, Gdańsk, 2007

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Kołodziejczyk L., Rubik M.: *Technika chłodnicza w klimatyzacji*, Arkady, Warszawa 1976
- [2] Wesołowski A.: *Urządzenia chłodnicze i kriogeniczne*, WNT, Warszawa 1980

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

Zbigniew Królicki, zbigniew.krolicki@pwr.edu.pl