

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

**Nazwa przedmiotu w języku polskim**      Chłodnictwo i kriogenika  
**Nazwa przedmiotu w języku angielskim**      Refrigeration and Cryogenics  
**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):**      Energetyka  
**Specjalność (jeśli dotyczy):**  
**Poziom i forma studiów:**      I stopień / stacjonarna  
**Rodzaj przedmiotu:**      wybieralny / specjalnościowy  
**Kod przedmiotu**      ESN110041  
**Grupa kursów**      NIE

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

\*niepotrzebne skreślić

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

kompetencje z zakresu: 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 – Wytworzenie u studentów umiejętności obliczania podstawowych parametrów obiegów ziębnych  
 C3 – Przekazanie studentom wiedzy o obszarach zastosowań chłodnictwa i kriogeniki  
 C4 – Przekazanie studentom wiedzy o zastosowaniach technologii niskotemperaturowych w energetyce i procesach konwersji oraz magazynowania energii

### 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 maszyny, urządzenia i aparaty oraz procesy technologiczne związane z obniżaniem temperatury

PEU\_W04 Zna zastosowania chłodnictwa i kriogeniki w energetyce

PEU\_W05 Zna zastosowania chłodnictwa i kriogeniki w procesach magazynowania i konwersji energii

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi obliczyć i zaprojektować obieg termodynamiczny lewobieżnego systemu ziębnego

PEU\_U02 Potrafi dobrać i zaprojektować urządzenia do realizacji systemu ziębnego

PEU\_U03 Potrafi dobrać i zaprojektować urządzenia do skraplania gazów i kriostatowania

PEU\_U04 Potrafi posługiwać się czynnikami kriogenicznymi

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wstęp do chłodnictwa, czynniki chłodnicze, konsekwencje Protokołu Montrealskiego	2
Wy2	Idealny obieg Lindego, porównanie z obiegiem Carnota	2
Wy3	Obiegi kaskadowe, efektywności rzeczywistych obiegów chłodniczych	2
Wy4	Chłodziarki sorpcyjne, obiegi, konstrukcje, efektywności	2
Wy5	Trigeneracja, technologie konwersji na chłód ciepła z kogeneracji	2
Wy6	Wstęp do kriogeniki, technologie kriogeniczne i ich zastosowania.	2
Wy7	Termodynamiczne podstawy uzyskiwania temperatur kriogenicznych	2
Wy8	Skraplanie gazów, obiegi Lindego i Claude'a	2
Wy9	Kriogeniczne chłodziarki gazowe, obiegi zastosowania	2
Wy10	Rozdział mieszanin gazowych, wykorzystanie gazów technicznych w energetyce	2
Wy11	LNG – wytwarzanie i wykorzystanie w energetyce	2
Wy12	Technologie wodorowe i ich wykorzystanie w energetyce	2
Wy13	Kriogenika w reaktorach fuzji termojądrowej	2
Wy14	Metody uzyskiwania bardzo niskich temperatur – poniżej 1 K	2
Wy15	Kriogenika w procesach konwersji i magazynowania energii	2
	Suma godzin	<b>30</b>

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Uzyskiwanie efektu ziębienia za pomocą mieszanin eutektycznych	2
La2	Chłodzenie adiabatyczne i posługiwanie się wykresem i-x dla powietrza	2

	wilgotnego	
La3	Wizualizacja procesów zachodzących w obiegu ziębienia na podstawie obserwacji szklanego modelu chłodziarki domowej	2
La4	Badanie chłodziarki domowej i odwzorowanie jej obiegu ziębienia wraz z podstawowymi obliczeniami jej obiegu. Bilans komory chłodniczej.	2
La5	Przedstawienie podstawowych narzędzi serwisowych koniecznych do użycia podczas badania instalacji chłodniczych. Rozpoznawanie czynników chłodniczych na podstawie mierzonych parametrów ciśnienia i temperatury.	2
La6	Badanie podstawowej instalacji chłodniczej wyposażonej w chłodnicę powietrza. Odwzorowanie obiegu ziębienia na podstawie pomiarów oraz określenie aktualnej wydajności i efektywności.	2
La7	Badanie wpływu zakłóceń po stronie przepływu powietrza przez skraplacz na parametry pracy obiegu ziębienia. Wpływ na efektywność.	2
La8	Badanie wpływu zakłóceń po stronie przepływu powietrza przez chłodnicę na parametry pracy obiegu ziębienia. Wpływ na efektywność.	2
La9	Kriogenika – własności czynników kriogenicznych.	2
La10	Ocena bezpieczeństwa posługiwania się cieczami kriogenicznymi w zamkniętych pomieszczeniach	2
La11	Kriogeniczne izolacje termiczne – szacowanie dopływów ciepła	2
La12	Skraplanie gazów metodą Joule-Thomsona Wyznaczenie podstawowych parametrów procesu	2
La13	Wyznaczanie mocy chłodniczej chłodziarki typu Gifforda – McMahona	2
La14	Badania podstawowych własności nadprzewodników – zanik oporu elektrycznego, efekt Meissnera	2
La15	Wyznaczanie parametrów technicznych urządzeń kriomedycznych	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnych (slajdy, filmy)
N2. Laboratorium: stanowiska pomiarowe, instrukcje laboratoryjne, demonstracje procesów
N3. Konsultacje
N4. Praca własna studenta: przygotowanie się do zaliczenia wykładu, ćwiczeń, laboratorium

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEU_W01 – PEU_W05	egzamin
F1	PEK_U01 ÷ PEK_U04	wejściówka
F2		odpowiedzi ustne,
F3		sprawozdania
P		średnia z kartkówek i odpowiedzi ustnych oraz sprawozdań

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Chorowski M., Kriogenika. Podstawy i zastosowania, IPPU Masta, Gdańsk, 2007
- [2] Czapp M., Charun H., Bohdal T., *Wielostopniowe sprężarkowe urządzenia chłodnicze*, Koszalin, Wyd. Uczelniane Politechniki Koszalińskiej 1997
- [3] Kołodziejczyk L., Rubik M., *Technika chłodnicza w klimatyzacji*, Warszawa, Arkady 1976
- [4] Królicki Z., *Termodynamiczne podstawy obniżania temperatur*, Wrocław, Wydawnictwa Politechniki Wrocławskiej 2006
- [5] Maczek K., Mieczysławski M., *Chłodnictwo*, Wrocław, Wydawnictwa Politechniki Wrocławskiej 1981
- [6] Szolc T., *Chłodnictwo*, Warszawa, PWSiZ 1980
- [7] Ullrich H. J., *Technika chłodnicza*, Poradnik. Gdańsk, IPPU MASTA 1998—t. 1, 1999—t. 2
- [8] Warczak W., *Sprężarki i agregaty ziębnicze*, WNT, Warszawa, 1987
- [9] Wiśniewski S., *Termodynamika techniczna*, WNT, Warszawa Wyd.V, 1999
- [10] Instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych

### **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)**

**Maciej Chorowski, [maciej.chorowski@pwr.wroc.pl](mailto:maciej.chorowski@pwr.wroc.pl)**