

**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY**

**KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	Kriogenika i technologie gazowe w energetyce
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Cryogenics and Gas Technologies in Power Engineering
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Energetyka
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	Energetyka zawodowa
<b>Poziom i forma studiów:</b>	I stopień, stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	wybieralny/specjalnościowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	ESN110071
<b>Grupa kursów:</b>	nie

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15	15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	30	30		
Forma zaliczenia	egzamin	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	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)	1	0,75	0,75		

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

Kompetencje w zakresie termodynamiki potwierdzone pozytywną oceną w indeksie

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 - Zapoznanie studentów z podstawami technologii kriogenicznych
- C2 - Zaznajomienie z obszarami wykorzystywania technologii kriogenicznych w energetyce
- C3 - WYROBIEŃCIE UMIEJĘTNOŚCI OBLICZANIA PODSTAWOWYCH PARAMETRÓW OBIEGÓW KRIOGENICZNYCH
- C4 - WYROBIEŃCIE UMIEJĘTNOŚCI POSŁUGIWANIA SIĘ CIECZAMI ORAZ URZĄDZENIAMI KRIOGENICZNYMI

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - zna sposoby wytwarzania temperatur kriogenicznych oraz skraplania gazów trwałych

PEK\_W02 - zna podstawowe urządzenia kriogeniczne

PEK\_W03 - zna sposoby rozdziału mieszanin gazowych oraz służące do tego urządzenia

PEK\_W04 - zna własności i zastosowania gazów kriogenicznych

PEK\_W05 - zna sposoby i cele wykorzystywania gazów kriogenicznych w energetyce

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - potrafi obliczyć podstawowe parametry obiegów kriogenicznych

PEK\_U02 - potrafi oceniać koszty energetyczne procesów kriogenicznych

PEK\_U03 - potrafi bezpiecznie posługiwać się cieczami kriogenicznymi

PEK\_U04 - potrafi oszacować straty cieplne w urządzeniach kriogenicznych

PEK\_U05 - potrafi użytkować i kontrolować podstawowe urządzenia kriogeniczne

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Chłodnictwo, kriogenika, definicje. Rys historyczny rozwoju chłodnictwa i kriogeniki. Zastosowania chłodnictwa i kriogeniki	2
Wy2	Podstawy oziębiania	2
Wy3	Efektywność termodynamiczna procesów oziębiania. Lewobieżny obieg Carnota.	2
Wy4	Procesy wykorzystywane w kriogenice: rozprężanie izentropowe z wykonaniem pracy zewnętrznej, dławienie izentalpowe.	2
Wy5	Procesy wykorzystywane w kriogenice: wypływ swobodny ze stałej objętości, rozmagnesowanie adiabatyczne	2
Wy6	Wymienniki rekuperacyjne i regeneracyjne. Chłodziarki kriogeniczne: chłodziarka Stirlinga.	2
Wy7	Chłodziarki kriogeniczne: chłodziarka Gifforda-McMahona, rury pulsacyjne.	2
Wy8	Skraplanie gazów trwałych. Idealny proces skraplania gazu. Praca minimalna. Straty. Egzergia skroplonych gazów.	2
Wy9	Skraplarki kriogeniczne: skraplarka Joule-Thomsona, skraplarka Claude'a.	2
Wy10	Minimalna praca rozdziału mieszanin gazowych. Kriogeniczny rozdział mieszanin gazowych.	2
Wy11	Niekriogeniczne metody rozdziału mieszanin gazowych. Porównanie technologii rozdziału mieszanin gazowych.	2
Wy12	Metan. Skraplanie gazu ziemnego. LNG	2
Wy13	Tlen. Sposoby wykorzystania czystego tlenu w energetyce. Sekwestracja CO <sub>2</sub> . Spalanie tlenowe.	2
Wy14	Wodór - własności, wytwarzanie, przechowywanie.	2
Wy15	Sposoby wykorzystania egzergii niskotemperaturowej skroplonych gazów kriogenicznych	2
	Suma godzin	<b>30</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Termodynamiczne podstawy procesów niskotemperaturowych	3
Ćw2	Technologie gazowe: procesy separacji i skraplania gazów	2
Ćw3	Technologie gazowe: równania stanu, zawory bezpieczeństwa, zbiorniki ciśnieniowe	2
Ćw4	Równowagi fazowe	2
Ćw5	Chłodziarki i skraplarki Joule'a - Thomsona	2
Ćw6	Chłodziarki i skraplarki Claude'a	2
Ćw7	Zaliczenie	2
	Suma godzin	15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Sprawy organizacyjne. Zasady BHP w laboratorium kriogeniki	2
La2	Własności czynników kriogenicznych	2
La3	Ocena bezpieczeństwa posługiwania się cieczami kriogenicznymi w zamkniętych pomieszczeniach	2
La4	Izolacje kriogeniczne	2
La5	Chłodziarka Gifforda-McMahona	2
La6	Skraplarka Joule'a - Thomsona	2
La7	Termin odróbkowy	3
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem slajdów
N2. Ćwiczenia rachunkowe - dyskusja rozwiązań zadań
N3. Laboratorium: wykonywanie pomiarów w grupach
N4. Konsultacje
N5. Praca własna

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEK_W01-PEK_W05	Egzamin pisemny
P	PEK_U01 ÷ PEK_U02	Kolokwium
Fi	PEK_U03 ÷ PEK_U05	Sprawozdanie
$P = (F1+F2+F3+F4+F5)/5$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>
[1] Chorowski M., <i>Kriogenika, podstawy i zastosowania</i> , IPPU MASTA, Gdańsk 2007
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>
[1] Piotrowska A., <i>Prezentacje udostępnione na eportal.pwr.edu.pl</i>
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Wojciech Gizicki, wojciech.gizicki@pwr.edu.pl