

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

|                                      |                                 |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| Nazwa przedmiotu w języku polskim    | <b>Chłodnictwo i kriogenika</b> |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim | Refrigeration and Cryogenics    |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):    | Energetyka                      |
| Specjalność (jeśli dotyczy):         | energetyka rozproszona          |
| Poziom i forma studiów:              | I stopień / stacjonarna         |
| Rodzaj przedmiotu:                   | wybieralny / specjalnościowy    |
| Kod przedmiotu                       | W09ENG-SI2341                   |
| 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 |           | 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                 |         |            |

**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 lewobieźnych 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 lewobieźnego systemu ziębnych

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

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 ziębnienia za pomocą mieszanin eutektycznych   | 2             |
| La2                        | Chłodzenie adiabatyczne i posługiwanie się wykresem i-x dla powietrza wilgotnego                                    | 2             |
| La3                        | Wizualizacja procesów zachodzących w obiegu ziębnienia na podstawie obserwacji szklanego modelu chłodziarki domowej | 2             |
| La4                        | Badanie chłodziarki domowej i odwzorowanie jej obiegu ziębnienia wraz z   | 2             |

|      |  |           |
|------|--|-----------|
|      | podstawowymi obliczeniami jej obiegu. Bilans komory chłodniczej.   |           |
| 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<br>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**

| 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_W05        | egzamin  |
| F1   | PEU_U01 ÷ PEU_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., Mieczynski 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