

## KARTA MODUŁU

### I. OGÓLNE INFORMACJE O MODULE

#### PAŃSTWOWA WYŻSZA SZKOŁA ZAWODOWA IM. WITELONA W LEGNICY WYDZIAŁ NAUK TECHNICZNYCH I EKONOMICZNYCH

<b>Kierunek studiów:</b>	<b>ENERGETYKA</b>					
<b>Poziom studiów:</b>	studia pierwszego stopnia					
<b>Profil studiów:</b>	praktyczny					
<b>Forma studiów:</b>	stacjonarne/niestacjonarne					
<b>Nazwa modułu:</b>	<b>Chłodnictwo i kriogenika</b>					
<b>Rodzaj modułu:</b>	Obowiązkowy					
<b>Język wykładowy:</b>	Język polski					
<b>Rok studiów:</b>	6	<b>Formy prowadzenia zajęć wraz z liczbą godzin dydaktycznych:</b>				
<b>Semestr:</b>	7	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
<b>Liczba punktów ECTS ogółem:</b>	2	30/12	15/10	-	-	-
<b>Forma zaliczenia:</b>	Sprawdziany pisemny wiedzy i umiejętności.					
<b>Wymagania wstępne:</b>	Ukończone kursy termodynamiki, mechaniki płynów i przenoszenia ciepła.					

### II. CELE KSZTAŁCENIA

#### Cele kształcenia:

- Cel 1:** Poznanie budowy, zasady działania oraz obszarów zastosowań urządzeń i instalacji chłodniczych i kriogenicznych. Poznanie warunków i zasad bezpiecznej eksploatacji instalacji chłodniczych i kriogenicznych.
- Cel 2:** Nabycie umiejętności wymiarowania oraz eksploatacji instalacji chłodniczych i kriogenicznych.

### III. EFEKTY UCZENIA SIĘ WRAZ Z ODNIESIENIEM DO EFEKTÓW KIERUNKOWYCH ORAZ METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW

Efekt	Student, który zaliczył moduł w zakresie:	Odniesienie do efektów kierunkowych	Metody weryfikacji
<b>wiedzy:</b>			
W01	Zna i rozumie: sposoby modelowania procesów realizowanych w maszynach, elementach maszyn i urządzeń chłodniczych i kriogenicznych; budowę, zasady działania oraz obszar zastosowań urządzeń, instalacji chłodniczych i kriogenicznych; warunki i zasady bezpiecznej eksploatacji instalacji chłodniczych i kriogenicznych.	K1E_W03 K1E_W06	Sprawdzian pisemny wiedzy
<b>umiejętności:</b>			
U01	Potrafi: wybrać odpowiedni dla obiektu system chłodniczy lub kriogeniczny; zwymiarować obieg termodynamiczny urządzenia i instalacji chłodniczej; zaprojektować system pomiarowy umożliwiający przeprowadzenie badań eksploatacyjnych instalacji chłodniczych.	K1E_U08 K1E_U11	Sprawdzian pisemny umiejętności
U02	Zna terminologię z zakresu chłodnictwa i kriogeniki.	K1E_U17	
<b>kompetencji społecznych:</b>			
K01	Docenia znaczenie wiedzy w rozwiązywaniu problemów inżynierskich.	K1E_K04	Obserwacja zachowań

### IV. TREŚCI PROGRAMOWE

#### Treści programowe (tematyka zajęć, zaprezentowana z podziałem na poszczególne formy zajęć z określeniem liczby godzin potrzebnych na ich realizację)

#### Wykład

Kod	Tematyka zajęć	Liczba godzin S/N
w1	Chłodnictwo, kriogenika, definicje. Rozwój chłodnictwa i kriogeniki. Zastosowania chłodnictwa i kriogeniki.	7/3

w2	Konstrukcja wykresu $lgp-i$ . Parametry charakteryzujące teoretyczny i rzeczywisty obieg ziębienia. Odwzorowanie obiegów na wykresie.	
w3	Czynniki wpływające na współczynnik efektywności ziębniczej systemu COP. Możliwości zapewnienia wyższego COP.	
w4	Sprężarki chłodnicze - podział, budowa, zasada działania, model obliczeniowy, regulacja wydajności. Olej w instalacji chłodniczej – funkcja, dobór, własności.	6/2
w5	Skrapacze i parowniki w instalacjach chłodniczych. Regulacja ciśnienia skraplania i parowania.	
w6	Konstrukcja zestawów sprężarkowych i elementy rozprężne w instalacji chłodniczej.	
w7	Systemy ziębienia pośrednie – zasada działania, warunki niezbędne do realizacji, przykłady zastosowań.	6/2
w8	Systemy chłodnicze wykorzystujące free-cooling bezpośredni i pośredni. Odzysk ciepła z instalacji chłodniczych.	
w9	Instalacje towarzyszące systemom chłodniczym – odszraniania, odolejania, odprowadzania skroplin, sterowania.	
w10	Rekuperacja i regeneracja ciepła. Wymiennik rekuperacyjny i regeneracyjny. Idealny proces skraplania gazu.	4/2
w11	Skraplanie gazu metodą Joule-Thomsona. Skraplanie gazu metodą Claude'a.	
w12	Skraplanie gazu ziemnego. Instalacje skraplania gazu ziemnego.	6/2
w13	Minimalna praca rozdziału mieszanin gazowych. Kriogeniczny rozdział mieszanin gazowych. Niekriogeniczne metody rozdziału mieszanin gazowych. Porównanie technologii rozdziału mieszanin gazowych.	
w14	Kriogenika w energetyce – wytwarzanie tlenu na potrzeby spalania tlenowego.	
w15	Pisemny sprawdzian wiedzy.	1/1

#### Ćwiczenia

Kod	Tematyka zajęć	Liczba godzin S/N
ćw1	Konstrukcja teoretycznego i rzeczywistego lewobieźnego obiegu termodynamicznego na wykresie $lgp-i$	4/3
ćw2	Analiza rzeczywistego lewobieźnego obiegu ziębienia na wykresie $lgp-i$ z ekonomizerem oraz dwustopniowych obiegów.	
ćw3	Obliczenia sprężarek oraz dobór z katalogów i programów doboru	6/4
ćw4	Obliczenia parowników i skraplaczy w instalacjach chłodniczych oraz dobór z katalogów i programów doboru	
ćw5	Chłodziarki i skraplarki Joule'a – Thomsona.	4/2
ćw6	Chłodziarki i skraplarki Claude'a.	
ćw7	Pisemny sprawdzian umiejętności.	1/1

#### V. METODY KSZTAŁCENIA, NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- 1. Metody kształcenia:** Podająca, poszukująca.  
**2. Narzędzia (środki) dydaktyczne:** Wykład z wykorzystaniem technik audio-wizualnych, ćwiczenia.

#### VI. FORMA I KRYTERIA ZALICZENIA MODUŁU

**Forma zaliczenia modułu.**

Sprawdziany pisemne wiedzy i umiejętności.

**Kryteria oceny formującej:**

1. Poprawność odpowiedzi na pytania kontrolne, kompletność rozwiązania zadania domowego.

**Kryteria ocenypodsumowującej:**

Skala ocen – udział ilości punktów zdobytych przez studenta do maksymalnej ilości punktów, wyrażony w procentach:

- 50÷59% - ocena dostateczna,  
60÷69% - ocena dostateczna plus,  
70÷79% - ocena dobra,  
80÷89% - ocena dobra plus,  
powyżej 90% - ocena bardzo dobra

1. Ocena wiedzy:

Ocena poprawności odpowiedzi jednostkowej – ułamek ilość punktów przypisanych do pytania, wyrażony w procentach:  
 Odpowiedź poprawna, pełna – 100%.  
 Odpowiedź poprawna, niepełna (w nieznacznym stopniu) – 80%.  
 Odpowiedź poprawna, połowiczna – 60%.  
 Odpowiedź poprawna, znacząco niepełna – 40%.  
 Odpowiedź niepoprawna – 20%.

2. Ocena umiejętności:

Ocena poprawności rozwiązania zadania – ułamek ilość punktów przypisanych do zadania, wyrażony w procentach:  
 Rozwiązanie zadania i wyniki obliczeń poprawne – 100%.  
 Rozwiązanie zadania poprawne, wyniki obliczeń z błędami rachunkowymi – 80%.  
 Istotny fragment rozwiązania poprawny, wyniki obliczeń cząstkowych poprawne – 60%.  
 Istotny fragment rozwiązania poprawny, brak obliczeń lub wyniki obliczeń cząstkowych niepoprawne – 40%.  
 Brak rozwiązania lub rozwiązanie niepoprawne – 20%.

**Ocena podsumowująca:**

Średnia ważona (sprawdzian wiedzy – waga 0,9; sprawdzian umiejętności – waga 1,0) z obu ocen.

#### VII. BILANS PUNKTÓW ECTS - NAKŁAD PRACY STUDENTA

Kategoria	Obciążenie studenta
<b>Liczba godzin realizowanych przy bezpośrednim udziale nauczyciela (godziny kontaktowe)</b>	45/22
Udział w wykładach	30/12
Udział w ćwiczeniach	15/10
Inne (jakie?)	-
<b>Samodzielna praca studenta (godziny niekontaktowe)</b>	15/38
Przygotowanie do wykładu	3/21
Przygotowanie do ćwiczeń	5/10
Przygotowanie do egzaminu	
Przygotowanie do zaliczenia ćwiczeń	7/9
Inne (np. gromadzenie materiałów do projektu, kwerenda internetowa, opracowanie prezentacji multimedialnej itp.)	-
<b>Łączna liczba godzin</b>	60
<b>Punkty ECTS za moduł</b>	2

#### VIII. ZALECANA LITERATURA

**Literatura podstawowa:**

1. Zalewski W., *Systemy i urządzenia chłodnicze*, Wydawnictwo Pol. Krakowskiej, Kraków 2012.
2. Bohdal T., Charun H., Czapp M., *Urządzenia chłodnicze sprężarkowe parowe*, WNT 2003.
3. Butrymowicz D., *Chłodnictwo i klimatyzacja*, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2016.
4. Chorowski M., *Kriogenika, podstawy i zastosowania*, IPPU MASTA, Gdańsk 2007

**Literatura uzupełniająca:**

1. Praca pod red. Gazińskiego B., *Technika chłodnicza dla praktyków. Przechowalnictwo i transport*, Systherm, Poznań 2003.