

## KARTA PRZEDMIOTU

| Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku/Wydział Mechaniczny |   |   |   |   |    |   |   |                        |                                |  |
|---|---|---|---|---|----|---|---|------------------------|--------------------------------|--|
| Kierunek studiów  | Energetyka cieplna  |   |   |   |    |   |   | Poziom i forma studiów | stacjonarne pierwszego stopnia |  |
| Specjalność / ścieżka dyplomowania                          | przedmiot wspólny   |   |   |   |    |   |   | Profil kształcenia     | ogólnoakademicki               |  |
| Nazwa przedmiotu  | Podstawy chłodnictwa E  |   |   |   |    |   |   | Kod przedmiotu         | EC1S41032                      |  |
|   |   |   |   |   |    |   |   | Rodzaj przedmiotu      | obowiązkowy                    |  |
| Formy zajęć i liczba godzin                                 | W   | Ć | L | P | Ps | T | S | Semestr                | 4                              |  |
|   | 15  |   |   |   | 30 |   |   | Punkty ECTS            | 4                              |  |
| Przedmioty wprowadzające                                    | Termodynamika techniczna, Mechanika płynów, Wymiana ciepła  |   |   |   |    |   |   |                        |                                |  |
| Cele przedmiotu   | <p>Uzyskanie przez studentów wiedzy, umiejętności i kompetencji opisanych w treściach programowych i efektach kształcenia, w tym: opanowanie terminologii stosowanej w technice chłodniczej, opanowanie podstaw teoretycznych techniki chłodniczej wynikających z zagadnień cieplno-przepływowych opisanych związkami bazującymi na mechanice płynów oraz termodynamice technicznej; uzyskanie rozumienia zagadnień związanych z przemianami termodynamicznymi w obiegach lewobieźnych; wykształcenie umiejętności wykonywania obliczeń dla obiegów lewobieźnych różnych typów - umożliwiające projektowanie, dobór wyposażenia oraz racjonalną eksploatację tych urządzeń.</p>   |   |   |   |    |   |   |                        |                                |  |
| Treści programowe   | <p><u>Wykład</u><br/> Zagadnienia termodynamiki obiegów lewobieźnych gazowych i parowych. Urządzenia chłodnicze parowe sprężarkowe jednostopniowe. Analiza obiegów urządzeń chłodniczych sprężarkowych. Własności termodynamiczne oraz termokinetyczne czynników chłodniczych i nośników ciepła oraz ich wpływ na efektywność energetyczną układów chłodniczych. Zastosowanie wewnętrznej wymiany ciepła. Układy sprężarkowe dwustopniowe oraz kaskadowe. Podstawy termodynamiki roztworów i obiegi urządzeń sorpcyjnych: absorpcyjnych amoniakalno-wodnych; bromolitowych oraz adsorpcyjnych. Urządzenia strumienicowe. Niekonwencjonalne układy chłodnicze. Chłodnictwo termoelektryczne. Podstawy termodynamiczne techniki niskich temperatur.</p> <p><u>Pracownia specjalistyczna</u></p> |   |   |   |    |   |   |                        |                                |  |

|   |   |  |
|---|---|--|
|   | Obliczenia obiegów chłodniczych z wykorzystywaniem bazy własności czynników chłodniczych. Obliczenia doborowe podstawowych elementów układu chłodniczego: sprężarki wyporowe o zmiennym oraz stałym sprężu wewnętrznym; dobór parownika oraz skraplacza. Zagadnienia doboru podstawowych elementów automatyki chłodniczej: termostatyczny zawór rozprężny; presostaty; zawory stałociśnieniowe. |  |
| Metody dydaktyczne                          | Wykład: informacyjno - problemowy<br>Pracownia specjalistyczna: rozwiązywanie zadania projektowego z zastosowaniem oprogramowania wspomagającego / praca w grupach  |  |
| Forma zaliczenia                            | Wykład: egzamin pisemny<br>Pracownia specjalistyczna: na ocenę końcową składają się: aktywność na zajęciach, realizacja zadań wykonywanych na ćwiczeniach, rozwiązanie zadań z zakresu obliczeń układów chłodniczych z zastosowaniem oprogramowania inżynierskiego  |  |
| Symbol efektu uczenia się                   | Zakładane efekty uczenia się  | Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się      |
| EU1   | zna podstawy teoretyczne, podstawowe pojęcia, budowę i konfigurację różnych rodzajów układów chłodniczych i kriotechnicznych  | EC1_W01  |
| EU2   | zna zasady i potrafi wykonać analizę pracy układów chłodniczych o różnych konfiguracjach w oparciu o opis termodynamiczny procesów ciepłno-przepływowych  | EC1_W02, EC1_W07, EC1_W09, EC1_U01, EC1_U03, EC1_U05 |
| EU3   | potrafi rozwiązać sformułowany problem obliczeniowy, w tym zagadnienia obliczeniowe techniki chłodniczej  | EC1_U01, EC1_U03, EC1_U07                            |
| EU4   | zna i rozumie zasady interpretacji i prezentacji uzyskanych wyników   | EC1_W09  |
| EU5   | posługuje się wybranym narzędziem wspomagającym projektowanie, w tym wykorzystującym własności czynników chłodniczych   | EC1_U05  |
| Symbol efektu uczenia się                   | Sposoby weryfikacji efektów uczenia się   | Forma zajęć, na której zachodzi weryfikacja          |
| EU1   | wykład: egzamin   | W  |
| EU2   | wykład: egzamin<br>pracowania: realizacja zadań obliczeniowych  | W, Ps  |
| EU3   | realizacja zadań obliczeniowych   | Ps   |
| EU4   | wykład: egzamin<br>pracowania: realizacja zadań obliczeniowych  | W, Ps  |
| EU5   | pracowania: realizacja zadań obliczeniowych   | Ps   |
| Bilans nakładu pracy studenta (w godzinach) |   | Liczba godz.   |
| Wyliczenie                                  | Udział w wykładach  | 15   |
|   | Udział w pracowni specjalistycznej  | 30   |
|   | Przygotowanie do zajęć i praca własna   | 10   |

|                          |   |                           |             |
|--------------------------|---|---------------------------|-------------|
|                          | Samodoskonalenie z wykorzystaniem dostępnych treści   | 25                        |             |
|                          | Udział w konsultacjach  | 5                         |             |
|                          | Przygotowanie do egzaminu i obecność na nim (14h+1h)  | 15                        |             |
|                          | <b>RAZEM:</b>   | <b>100</b>                |             |
|                          | <b>Wskaźniki ilościowe</b>  | <b>GODZINY</b>            | <b>ECTS</b> |
|                          | Nakład pracy studenta związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczyciela  | 51                        | 2,0         |
|                          | Nakład pracy studenta związany z zajęciami o charakterze praktycznym  | 70                        | 2,8         |
| Literatura podstawowa    | 1. Butrymowicz D., Śmierciew K., Gagan J., Gutkowski K.M., Chłodnictwo i klimatyzacja, WNT, Warszawa, 2020.<br>2. Bohdal T., Charun H., Czapp M., Urządzenia chłodnicze sprężarkowe parowe. Podstawy teoretyczne i obliczenia, WNT, Warszawa, 2020.<br>3. Butrymowicz D., Baj P., Śmierciew K., Technika chłodnicza. Poradnik, wyd. I. PWN, Warszawa 2014,  |                           |             |
| Literatura uzupełniająca | 1. Cengel Y.A., Boles M.A., Thermodynamics, An Engineering Approach, McGraw-Hill, New York 2018.<br>2. Kalinowski K. i in.: Amoniakalne urządzenia chłodnicze, tom 1, MASTA, Gdańsk, 2000.<br>3. Bonca Z., Butrymowicz D., Targański W., Hajduk T.: Nowe czynniki chłodnicze i nośniki ciepła, MASTA, Gdańsk, 2004.<br>4. Białko B., Królicki Z., Zajączkowski B.: Termodynamiczne podstawy obiegów chłodniczych i kriogenicznych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2016. |                           |             |
| Jednostka realizująca    | Katedra Techniki Ciepłej  | Data opracowania programu |             |
| Program opracował(a)     | prof. dr hab. inż. Dariusz Butrymowicz  | 20.01.2021                |             |