



Załącznik nr 9  
do Zarządzenia Rektora nr 35/19  
z dnia 12 czerwca 2019 r.

### IV. Opis programu studiów

#### 3. KARTA PRZEDMIOTU

|                                      |                              |
|--------------------------------------|------------------------------|
| Kod przedmiotu                       | I-OZE2N-303                  |
| Nazwa przedmiotu                     | <b>Systemy chłodnicze</b>    |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim | <b>Refrigeration systems</b> |
| Obowiązuje od roku akademickiego     | <b>2019/2020</b>             |

#### USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

|                                  |                                                     |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Kierunek studiów                 | <b>Odnawialne Źródła Energii</b>                    |
| Poziom kształcenia               | <b>II stopień</b>                                   |
| Profil studiów                   | <b>ogólnoakademicki</b>                             |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | <b>niestacjonarne</b>                               |
| Zakres                           | <b>wszystkie</b>                                    |
| Jednostka prowadząca przedmiot   | <b>Katedra Fizyki Budowli i Energii Odnawialnej</b> |
| Koordynator przedmiotu           | <b>dr inż. Ewa Zender – Świercz</b>                 |
| Zatwierdził                      | <b>Dr hab. Lidia Dąbek prof. PŚk</b>                |

#### OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

|                                               |                             |
|-----------------------------------------------|-----------------------------|
| Przynależność do grupy/bloku przedmiotów      | <b>przedmiot kierunkowy</b> |
| Status przedmiotu                             | <b>obowiązkowy</b>          |
| Język prowadzenia zajęć                       | <b>polski</b>               |
| Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr | <b>Semestr III</b>          |
| Wymagania wstępne                             | <b>-</b>                    |
| Egzamin (TAK/NIE)                             | <b>tak</b>                  |
| Liczba punktów ECTS                           | <b>3</b>                    |



# Politechnika Świętokrzyska

## WYDZIAŁ INŻYNIERII ŚRODOWISKA, GEOMATYKI I ENERGETYKI

| Forma prowadzenia zajęć   | wykład | ćwiczenia | laboratorium | projekt | Inne |
|---------------------------|--------|-----------|--------------|---------|------|
| Liczba godzin w semestrze | 10     |           |              | 15      |      |



### EFEKTY UCZENIA SIĘ

| Kategoria             | Symbol efektu | Efekty kształcenia                                                                                                                                                                                                                             | Odniesienie do efektów kierunkowych |
|-----------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Wiedza                | W01           | zna procesy technologii chłodniczej i czynniki wpływające na proces chłodzenia                                                                                                                                                                 | OZE II_W10                          |
|                       | W02           | zna metody chłodzenia, zamrażania, akumulacji chłodu oraz stosowane materiały w instalacjach chłodniczych                                                                                                                                      | OZE II_W11                          |
|                       | W03           | zna zasady bilansowania obiektów chłodzonych i procesy technologiczne                                                                                                                                                                          | OZE II_W05                          |
| Umiejętności          | U01           | potrafi wyznaczyć bilans ciepła obiektów chłodzonych                                                                                                                                                                                           | OZE II_U12<br>OZE II_U17            |
|                       | U02           | potrafi wykonać niezbędne obliczenia w zakresie projektowania instalacji chłodzenia                                                                                                                                                            | OZE II_U15<br>OZE II_U17            |
|                       | U03           | potrafi zaprojektować urządzenie chłodnicze z wykorzystaniem wykresu log p – h i dobrać urządzenie chłodnicze                                                                                                                                  | OZE II_U13<br>OZE II_U17            |
| Kompetencje społeczne | K01           | potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego zadania                                                                                                                                                                 | OZE II_K04                          |
|                       | K02           | ma świadomość społecznej, zawodowej i etycznej odpowiedzialności za stan środowiska przyrodniczego; posiada znajomość działań zmierzających do ograniczenia niekorzystnych skutków wykonywanej działalności w zakresie instalacji chłodniczych | OZE II_K07                          |

### TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć* | Treści programowe                                                                                                                                                                                 |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| wykład       | 1. Podstawy termodynamiki. Procesy fizyczne wykorzystywane w technice chłodniczej. Wykresy log p – h oraz T – S.                                                                                  |
|              | 2. Obiegi chłodnicze stosowane w technice chłodniczej (sprężarkowy, parowy obieg chłodniczy, absorpcyjny obieg chłodniczy, adsorpcyjny obieg chłodniczy, termoelektryczne urządzenie chłodnicze). |
|              | 3. Urządzenia stosowane w technice chłodzenia (dochładacze, doziębniacze, skraplacze, parowacze, sprężarki). Zamrażanie: metody i urządzenia. Akumulacja zimna.                                   |
|              | 4. Bilansowanie obiektów chłodzonych. Obliczanie wydajności urządzeń chłodniczych. Bilans energetyczny urządzeń chłodniczych. Wydajność chłodnicza urządzeń chłodniczych.                         |
|              | 5. Cynniki chłodnicze właściwości i zastosowanie.                                                                                                                                                 |
|              | 6. Odzysk czynników ziębnych. Regulacje prawne.                                                                                                                                                   |
|              | 7. Obliczenia projektowe. Dobór urządzeń i wybrane problemy wykonawcze.                                                                                                                           |
| projekt      | 1. Bilans ciepła przez przegrody budynku.                                                                                                                                                         |
|              | 2. Zyski ciepła w pomieszczeniach chłodzonych.                                                                                                                                                    |
|              | 3. Obliczenie wydajności parowacza. Projekt urządzenia chłodniczego na wykresie log p – h.                                                                                                        |
|              | 4. Analiza wpływu dolnego źródła ciepła na wielkość urządzenia chłodniczego.                                                                                                                      |
|              | 5. Dobór urządzeń.                                                                                                                                                                                |

\*) zostawić tylko realizowane formy zajęć

### METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ



| Symbol efektu | Metody sprawdzania efektów kształcenia |                 |           |         |              |      |
|---------------|----------------------------------------|-----------------|-----------|---------|--------------|------|
|               | Egzamin ustny                          | Egzamin pisemny | Kolokwium | Projekt | Sprawozdanie | Inne |
| W01           |                                        | x               |           | x       |              |      |
| W02           |                                        | x               |           | x       |              |      |
| W03           |                                        | x               |           | x       |              |      |
| U01           |                                        | x               |           | x       |              |      |
| U02           |                                        | x               |           | x       |              |      |
| U03           |                                        | x               |           | x       |              |      |
| K01           |                                        |                 |           | x       |              |      |
| K02           |                                        |                 |           | x       |              |      |

### A. FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

| Forma zajęć* | Forma zaliczenia   | Warunki zaliczenia                                                               |
|--------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| wykład       | egzamin            | <i>Uzyskanie co najmniej 70% punktów z egzaminu</i>                              |
| projekt      | zaliczenie z oceną | <i>Uzyskanie co najmniej oceny dostatecznej z projektu i jego ustnej obrony.</i> |

\*) zostawić tylko realizowane formy zajęć

### NAKŁAD PRACY STUDENTA

| Bilans punktów ECTS |                                                                                                 |                     |   |   |    |   |           |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---|---|----|---|-----------|
| L p.                | Rodzaj aktywności                                                                               | Obciążenie studenta |   |   |    |   | Jednostka |
| 1.                  | Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów                                                     | W                   | C | L | P  | S | h         |
|                     |                                                                                                 | 10                  |   |   | 15 |   |           |
| 2.                  | Inne (konsultacje, egzamin)                                                                     | 2                   |   |   | 2  |   | h         |
| 3.                  | Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego                                       | 29                  |   |   |    |   | h         |
| 4.                  | Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego | 1,16                |   |   |    |   | ECTS      |
| 5.                  | Liczba godzin samodzielnej pracy studenta                                                       | 46                  |   |   |    |   | h         |
| 6.                  | Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy                         | 1,84                |   |   |    |   | ECTS      |
| 7.                  | Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym                                     | 37                  |   |   |    |   | h         |
| 8.                  | Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym            | 1,48                |   |   |    |   | ECTS      |



|     |                                                                                  |           |   |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|---|
| 9.  | <b>Sumaryczne obciążenie pracą studenta</b>                                      | <b>75</b> | h |
| 10. | <b>Punkty ECTS za moduł</b><br><i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i> | <b>3</b>  |   |

### LITERATURA

1. Gutkowski K. M., Butrymowicz D.J. Chłodnictwo i klimatyzacja. WNT Warszawa 2007
2. Kołodziejczyk L., Rubik M.: Technika chłodnicza w klimatyzacji. Arkady, Warszawa 1976
3. Królicki Z. Termodynamiczne podstawy obniżania temperatury. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 2006
4. Recknagel H., Sprenger Kompendium wiedzy ogrzewnictwo, klimatyzacja, ciepła woda, chłodnictwo. OMNI SCALA 2008
5. Szymański W., Wolańczyk F. Termodynamika powietrza wilgotnego: przykłady i zadania. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, 2004
6. Ulrich H.J. Technika Chłodnicza – poradnik. IPPU MASTA sp. z o.o. 1998
7. Zalewski W. Projektowanie i eksploatacja systemów chłodniczych. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, 2001