

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2022/2023

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: 11

Stopień studiów: II

Specjalności: Modelowanie komputerowe w energetyce

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                                                  |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Układy ORC i systemy konwersji ciepła odpadowego |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | ORC systems and waste heat conversion systems    |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WIŚIE EN oIIS D3 22/23                           |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe                       |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 2.00                                             |
| SEMESTRY                                | 1                                                |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁAD | CWICZENIA | LABORATORIA | LABORATORIA<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|-------------|---------------------------------|---------|------------|
| 1       | 30     | 0         | 0           | 0                               | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Poznanie technologii odzysku ciepła odpadowego.

**Cel 2** Poznanie budowy i zasady działania siłowni ORC.

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Podstawy termodynamiki

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Zdobyć wiedzę na temat kogeneracyjnego wytwarzania energii elektrycznej i ciepłej w jednostkach ORC.

**EK2 Wiedza** Zdobyć wiedzę na temat czynników organicznych stosowanych w siłowniach ORC.

**EK3 Wiedza** Poznać technologie niskotemperaturowego odzysku ciepła odpadowego.

**EK4 Wiedza** Zdobyć wiedzę na temat wymienników ciepła wykorzystywanych w systemach odzysku ciepła odpadowego.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁAD    |                                                                             |                  |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                      | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Kogeneracyjne wytwarzanie energii elektrycznej i ciepłej w jednostkach ORC. | 8                |
| <b>W2</b> | Czynniki organiczne stosowane w siłowniach ORC.                             | 7                |
| <b>W3</b> | Technologie niskotemperaturowego odzysku ciepła odpadowego.                 | 8                |
| <b>W4</b> | Wymienniki ciepła wykorzystywane w systemach odzysku ciepła odpadowego.     | 7                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Prezentacje multimedialne

**N4** Konsultacje

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI                                                                                 | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |                                                         |
| Godziny wynikające z planu studiów                                                               | 30                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 1                                                       |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 1                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 18                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 0                                                       |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 0                                                       |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>50</b>                                               |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 2.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Kolokwium

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Uzyskanie pozytywnych ocen formujących.

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                                                                                                                                            |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Brak wiedzy.                                                                                                                                                               |
| NA OCENĘ 3.0        | Znajomość najważniejszych pojęć związanych z wytwarzaniem energii w jednostkach ORC. Podział jednostek ORC ze względu na źródło ciepła. Znajomość schematów jednostek ORC. |
| NA OCENĘ 3.5        | Znajomość korzyści wynikających z stosowania jednostek ORC.                                                                                                                |

|                     |                                                                                                                                                                    |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 4.0        | Znajomość rozwiązań stosowanych w jednostkach ORC wykorzystujących ciepło ze spalania biomasy, energię geotermalną oraz słoneczną.                                 |
| NA OCENĘ 4.5        | Znajomość metody określania sprawności jednostki ORC.                                                                                                              |
| NA OCENĘ 5.0        | Znajomość zasad projektowania turbin parowych w jednostkach ORC.                                                                                                   |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 2.0        | Brak wiedzy.                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 3.0        | Znajomość rodzajów czynników organicznych stosowanych w jednostkach ORC.                                                                                           |
| NA OCENĘ 3.5        | Znajomość warunków stabilności termicznej czynników organicznych.                                                                                                  |
| NA OCENĘ 4.0        | Znajomość cech czynników organicznych stosowanych w jednostkach ORC.                                                                                               |
| NA OCENĘ 4.5        | Znajomość zalet i wad stosowania czynników organicznych w odniesieniu do wody.                                                                                     |
| NA OCENĘ 5.0        | Znajomość czynników organicznych ze względu na zastosowane źródło ciepła w jednostce ORC.                                                                          |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 2.0        | Brak wiedzy.                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 3.0        | Znajomość przykładów źródeł ciepła odpadowego i zastosowań docelowych. Znajomość praktycznych przykładów odzysku ciepła odpadowego.                                |
| NA OCENĘ 3.5        | Znajomość klasyfikacji pod względem temperatury źródeł ciepła odpadowego i związanej z nią możliwości odzysku.                                                     |
| NA OCENĘ 4.0        | Znajomość źródeł i charakteru ciepła odpadowego. Znajomość technologii odzysku niskotemperaturowego ciepła odpadowego.                                             |
| NA OCENĘ 4.5        | Znajomość czynników wpływających na odzysk ciepła odpadowego. Znajomość technologii i stosowanych materiałów w odzysku ciepła w trudnych warunkach środowiskowych. |
| NA OCENĘ 5.0        | Znajomość problemów napotykaných w odzysku ciepła odpadowego. Znajomość przenośnych systemów odzysku ciepła.                                                       |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 2.0        | Brak wiedzy.                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 3.0        | Znajomość rodzajów wymienników ciepła stosowanych w odzysku ciepła odpadowego.                                                                                     |
| NA OCENĘ 3.5        | Znajomość budowy wymienników ciepła stosowanych w odzysku ciepła.                                                                                                  |
| NA OCENĘ 4.0        | Znajomość bilansu masy i energii różnych rodzajów wymienników ciepła.                                                                                              |
| NA OCENĘ 4.5        | Znajomość metod projektowania wymienników ciepła.                                                                                                                  |

|              |                                                                                      |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 5.0 | Znajomość materiałów stosowanych w budowie wymienników do odzysku ciepła odpadowego. |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------|

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_U17<br>K2_K01                                                               | Cel 2           | W1                | N1 N2 N4              | F1 P1         |
| EK2               | K2_U17                                                                         | Cel 2           | W2                | N1 N2 N4              | F1 P1         |
| EK3               | K2_U21                                                                         | Cel 1           | W3                | N1 N2 N4              | F1 P1         |
| EK4               | K2_U19                                                                         | Cel 1           | W4                | N1 N2 N4              | F1 P1         |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

[1] | Shah Yatish T. — *Thermal Energy. Sources, Recovery, and Applications*, Boca Raton, 2018, CRC Press

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Dorota Skrzyniowska (kontakt: skdorota@pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Dorota Skrzyniowska (kontakt: dorota.skrzyniowska@pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....