

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2023/2024

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Kierunek studiów: Odnawialne źródła energii i infrastruktura komunalna

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: 8

Stopień studiów: II

Specjalności: bez specjalności

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                                       |
|-----------------------------------------|---------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Technologie i urządzenia energetyczne |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Energy technologies and installations |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WIŚIE OZEIIK oIIS C5 23/24            |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe                 |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 4.00                                  |
| SEMESTRY                                | 1                                     |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | CWICZENIA | LABORATORIA | LABORATORIA<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|-------------|---------------------------------|---------|------------|
| 1       | 15     | 15        | 0           | 0                               | 15      | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Poznanie zasobów energetycznych Polski oraz z organizacją systemu energetycznego w Polsce. Zapoznanie się z różnymi sposobami wytwarzania energii elektrycznej i cieplnej. Zapoznanie się z równaniami zachowania masy, pędu i energii. Zapoznanie się z przykładami zastosowania równań zachowania do obliczania kotłów wodnych i parowych, turbin parowych, gazowych i wodnych, pomp, podgrzewaczy elektrycznych, akumulacyjnych i przepływowych, wymienników ciepła i zaworów redukcyjnych.

**Cel 2** Zapoznanie się z budową i obliczeniami elektrowni i elektrociepłowni. Elektrociepłownie upustowo-kondensacyjne i upustowo-przeciwprężne. Obieg termodynamiczny Rankine'a realizowany w elektrowniach ciepłych konwencjonalnych i jądrowych. Sposoby poprawy sprawności termodynamicznej obiegu Rankine'a. Zapoznanie się z urządzeniami podstawowymi elektrowni. Zapoznanie się z elektrowniami, turbinami gazowymi i silnikami spalinowymi.

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

1 Analiza matematyczna. Podstawowe wiadomości z mechaniki płynów i termodynamiki.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Ma podstawową wiedzę na temat wytwarzania energii mechanicznej, elektrycznej i ciepłej. Zna podstawowe technologie i urządzenia energetyczne.

**EK2 Umiejętności** Posiada umiejętność analizy obiegów termodynamicznych realizowanych w elektrowniach ciepłych: obiegu Rankine'a, Joule'a-Braytona oraz Diesela.

**EK3 Umiejętności** Posiada umiejętność tworzenia bilansów ciepłych podstawowych urządzeń elektrowni oraz całych elektrowni / elektrociepłowni.

**EK4 Kompetencje społeczne** Potrafi współpracować z innymi studentami w grupie przy analizie złożonych obiegów termodynamicznych elektrowni i ich realizacji w praktyce.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                                                                |                  |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BŁOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                         | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Zasady zachowania masy, pędu i energii. Przykłady zastosowania równań zachowania: podgrzewacz wody akumulacyjny i przepływowy, wymiennik ciepła, kocioł wodny i parowy, turbina parowa i gazowa, zawór redukcyjny, pompa i turbina wodna       | 3                |
| <b>W2</b> | Obiegi termodynamiczne elektrowni ciepłych - konwencjonalnych. Obiegi termodynamiczne elektrowni jądrowych i porównanie z obiegami realizowanymi w elektrowniach konwencjonalnych.                                                             | 2                |
| <b>W3</b> | Układy ciepłe elektrowni i elektrociepłowni konwencjonalnych. Kondensatory turbin. Układy chłodzenia wody w elektrowniach. Chłodzenie mokre w obiegach otwartych i zamkniętych. Chłodzenie suche bezpośrednie i pośrednie. Chłodnie hybrydowe. | 2                |
| <b>W4</b> | Sposoby poprawy sprawności obiegu Rankine'a. Podgrzewanie regeneracyjne wody zasilającej. Międzystopniowe przegrzewanie pary. Sprawność elektrowni brutto i netto. Jednostkowe zużycie ciepła, pary oraz paliwa.                               | 2                |
| <b>W5</b> | Bloki z turbinami gazowymi. Obieg Joule'a-Braytona. Sprawność obiegu Joule'a-Braytona. Bloki parowo gazowo.                                                                                                                                    | 2                |
| <b>W6</b> | Kotły parowe: rusztowe, pyłowe i fluidalne. Kotły z obiegiem naturalnym i kotły przepływowe. Kotły nadkrytyczne.                                                                                                                               | 2                |

| WYKŁAD    |                                                                                                                           |                  |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                    | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W7</b> | Turbiny parowe. Turbiny akcyjne i reakcyjne. Trójkąty prędkości. Przebiegi ciśnienia w turbinach akcyjnych i reakcyjnych. | 2                |

| CWICZENIA |                                                                                                                                                                                                                       |                  |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C1</b> | Zastosowanie równań bilansowych: masy, pędu, energii do obliczania parametrów pracy podstawowych maszyn i urządzeń energetycznych takich jak: wymienniki ciepła, turbiny parowe i gazowe, dysze, pompy, kondensatory. | 4                |
| <b>C2</b> | Obliczanie sprawności obiegu Rankina. Obliczanie sprawności elektrowni brutto i netto. Jednostkowe zużycie ciepła, pary i paliwa.                                                                                     | 4                |
| <b>C3</b> | Sprawność obiegu Rankina z międzystopniowym przegrzewaniem pary. Sprawność obiegu Rankina przy zastosowaniu podgrzewania regeneracyjnego.                                                                             | 3                |
| <b>C4</b> | Obliczenia sprawności typowych obiegów termodynamicznych elektrowni parowych, gazowych, z kogeneracją oraz sposoby podnoszenia sprawności obiegów elektrowni.                                                         | 2                |
| <b>C5</b> | Sprawność obiegu Joule'a-Braytona. Sprawność obiegu Diesla.                                                                                                                                                           | 2                |

| PROJEKT   |                                                                                                                                                                            |                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                     | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>P1</b> | Obliczenie sprawności obiegu Braytona-Joule'a bez i z regeneracyjnym podgrzewaniem powietrza.                                                                              | 5                |
| <b>P2</b> | Wyznaczenie współczynnika przenikania ciepła dla wymiennika powierzchniowego płytowego zastosowanego do regeneracyjnego podgrzewania powietrza w obiegu Braytona-Joule'a.. | 7                |
| <b>P3</b> | Obliczenie mocy wymiennika ciepła oraz temperatur powietrza i spalin wpływających z wymiennika przy zastosowaniu metody NTU.                                               | 3                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Ćwiczenia projektowe

**N2** Wykłady

**N3** Dyskusja

N4 Praca w grupach

## 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                                                               | 45                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 4                                                       |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 4                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 25                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 8                                                       |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 15                                                      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>101</b>                                              |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 4.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Odpowiedź ustna

F2 Projekt indywidualny

F3 Zadanie tablicowe

F4 Kolokwium

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Egzamin pisemny

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Student musi uzyskać ocenę pozytywną z wszystkich efektów kształcenia aby zaliczyć przedmiot.**W2** Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną ocen uzyskaną z egzaminu pisemnego, ustnego, ćwiczeń, laboratoriów i projektów.

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                      |
|---------------------|--------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | -                                    |
| NA OCENĘ 3.0        | Zakres wiadomości do 60% wymaganego  |
| NA OCENĘ 3.5        | Zakres wiadomości do 70% wymaganego  |
| NA OCENĘ 4.0        | Zakres wiadomości do 80% wymaganego  |
| NA OCENĘ 4.5        | Zakres wiadomości do 90% wymaganego  |
| NA OCENĘ 5.0        | Zakres wiadomości do 100% wymaganego |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                      |
| NA OCENĘ 2.0        | -                                    |
| NA OCENĘ 3.0        | Zakres wiadomości do 60% wymaganego  |
| NA OCENĘ 3.5        | Zakres wiadomości do 70% wymaganego  |
| NA OCENĘ 4.0        | Zakres wiadomości do 80% wymaganego  |
| NA OCENĘ 4.5        | Zakres wiadomości do 90% wymaganego  |
| NA OCENĘ 5.0        | Zakres wiadomości do 100% wymaganego |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                      |
| NA OCENĘ 2.0        | -                                    |
| NA OCENĘ 3.0        | Zakres wiadomości do 60% wymaganego  |
| NA OCENĘ 3.5        | Zakres wiadomości do 70% wymaganego  |
| NA OCENĘ 4.0        | Zakres wiadomości do 80% wymaganego  |
| NA OCENĘ 4.5        | Zakres wiadomości do 90% wymaganego  |
| NA OCENĘ 5.0        | Zakres wiadomości do 100% wymaganego |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                      |
| NA OCENĘ 2.0        | -                                    |
| NA OCENĘ 3.0        | Zakres wiadomości do 60% wymaganego  |
| NA OCENĘ 3.5        | Zakres wiadomości do 70% wymaganego  |
| NA OCENĘ 4.0        | Zakres wiadomości do 80% wymaganego  |
| NA OCENĘ 4.5        | Zakres wiadomości do 90% wymaganego  |
| NA OCENĘ 5.0        | Zakres wiadomości do 100% wymaganego |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE                                     | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY  |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------|-----------------------|----------------|
| EK1               | K_W04 K_W06<br>K_U12 K_K01                                                     | Cel 1 Cel 2     | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 C1<br>C2 C3 C4 C5 P1<br>P2 P3 | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 F3 F4 P1 |
| EK2               | K_W04 K_W06<br>K_U12 K_K01                                                     | Cel 1 Cel 2     | W2 W4 W5 C2<br>C3 C4 C5 P1 P2                         | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 F3 F4 P1 |
| EK3               | K_W04 K_W06<br>K_U12 K_K01                                                     | Cel 2           | W1 C1 P1 P2 P3                                        | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 F3 F4 P1 |
| EK4               | K_W04 K_W06<br>K_U12 K_K01                                                     | Cel 1 Cel 2     | C1 C2 C3 C4 C5<br>P1 P2 P3                            | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 F3 F4 P1 |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Pawlik M., Strzelczyk F. — *Elektrownie*, Warszawa, 2009, WNT
- [2] | Frank Kreith — *Handbook of energy efficiency and renewable energy*, Boca Raton, 2007, CRC Press

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Chmielniak T. — *Technologie energetyczne.*, Warszawa, 2008, WNT
- [2] | Kutz M. — *Mechanical Engineers Handbook*, Hoboken, 2006, Wiley & Sons,

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

prof. dr hab. inż. Jan Taler (kontakt: [jan.taler@pk.edu.pl](mailto:jan.taler@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 prof. dr hab. inż. Jan Taler (kontakt: [jtaler@pk.edu.pl](mailto:jtaler@pk.edu.pl))
- 2 dr inż. Tomasz Sobota (kontakt: [tsobota@pk.edu.pl](mailto:tsobota@pk.edu.pl))
- 3 dr inż. Magdalena Jaremkiewicz (kontakt: [mjaremkiewicz@pk.edu.pl](mailto:mjaremkiewicz@pk.edu.pl))



## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....  
.....  
.....