

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2020/2021

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: 11

Stopień studiów: I

Specjalności: Energetyka niekonwencjonalna

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                                      |
|-----------------------------------------|--------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Technologie i maszyny energetyczne I |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Power technology and machinery       |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WIŚIE EN oIN C25 20/21               |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe                |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 5.00                                 |
| SEMESTRY                                | 4                                    |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | CWICZENIA | LABORATORIA | LABORATORIA<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|-------------|---------------------------------|---------|------------|
| 4       | 18     | 18        | 9           | 0                               | 9       | 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 cieplnych 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.

**EK2 Umiejętności** Zna podstawowe technologie i urządzenia energetyczne.

**EK3 Umiejętności** Posiada umiejętność tworzenia bilansów cieplnych 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 BLOKÓW 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        | 2                |
| <b>W2</b> | Obiegi termodynamiczne elektrowni cieplnych - konwencjonalnych. Obiegi termodynamiczne elektrowni jądrowych i porównanie z obiegami realizowanymi w elektrowniach konwencjonalnych.                                                             | 2                |
| <b>W3</b> | Układy cieplne 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.                                | 3                |
| <b>W5</b> | Bloki z turbinami gazowymi. Obieg Joule'a-Braytona. Sprawność obiegu Joule'a-Braytona. Bloki parowo gazowo.                                                                                                                                     | 3                |
| <b>W6</b> | Kotły parowe: rusztowe, pyłowe i fluidalne. Kotły z obiegiem naturalnym i kotły przepływowe. Kotły nadkrytyczne.                                                                                                                                | 3                |

| 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. | 3                |

| 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.                                                                             | 4                |
| <b>C4</b> | Obliczenia sprawności typowych obiegów termodynamicznych elektrowni parowych, gazowych, z kogeneracją oraz sposoby podnoszenia sprawności obiegów elektrowni.                                                         | 3                |
| <b>C5</b> | Sprawność obiegu Joule'a-Braytona. Sprawność obiegu Diesla.                                                                                                                                                           | 3                |

| LABORATORIA |                                                                                                              |                  |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP          | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                       | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>L1</b>   | Badania wymienników ciepła - metoda Wilsona.                                                                 | 3                |
| <b>L2</b>   | Odbiór ciepła za pomocą sprzęgieł hydraulicznych.                                                            | 2                |
| <b>L3</b>   | Monitorowanie cieplne bloku energetycznego.                                                                  | 2                |
| <b>L4</b>   | Układ nawęglania w elektrociepłowni. Dowóz paliwa, rozładunek, składowanie, zasobniki przykotłowe, mielenie. | 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. | 3                |

| PROJEKT   |                                                                                                                                                                            |                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                     | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>P2</b> | Wyznaczenie współczynnika przenikania ciepła dla wymiennika powierzchniowego płytowego zastosowanego do regeneracyjnego podgrzewania powietrza w obiegu Braytona-Joule'a.. | 3                |
| <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 laboratoryjne

**N2** Ćwiczenia projektowe

**N3** Wykłady

**N4** Dyskusja

**N5** 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                                                               | 54                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 1                                                       |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 2                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 30                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 18                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 20                                                      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>125</b>                                              |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 5.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Ćwiczenie praktyczne

**F2** Odpowiedź ustna

**F3** Projekt indywidualny

**F4** Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

**F5** Zadanie tablicowe

**F6** 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        | Zakres wiadomości do 55% wymaganego  |
| 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        | Zakres wiadomości do 55% wymaganego  |
| 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        | Zakres wiadomości do 55% wymaganego  |
| 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        | Zakres wiadomości do 55% wymaganego  |
| 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               | K1_W11<br>K1_W13<br>K1_U11                                                     | Cel 1 Cel 2     | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 C1<br>C2 C3 C4 C5 L1<br>L2 L3 L4 P1 P2<br>P3 | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 F3 F4 F5<br>F6 P1 |
| EK2               | K1_W11<br>K1_W13<br>K1_W17<br>K1_U02<br>K1_U11                                 | Cel 1 Cel 2     | W2 W4 W5 C2<br>C3 C4 C5 P1 P2                                        | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 F3 F4 F5<br>F6 P1 |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE                         | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY           |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| EK3               | K1_W11<br>K1_W13<br>K1_U02<br>K1_U11                                           | Cel 2           | W1 C1 P1 P2 P3                            | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 F3 F4 F5<br>F6 P1 |
| EK4               | K1_W17<br>K1_U18<br>K1_U22<br>K1_K02                                           | Cel 1 Cel 2     | C1 C2 C3 C4 C5<br>L1 L2 L3 L4 P1<br>P2 P3 | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 F3 F4 F5<br>F6 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 hab. inż. Tomasz Sobota (kontakt: [tomasz.sobota@pk.edu.pl](mailto:tomasz.sobota@pk.edu.pl))
- 3 dr hab. inż. Magdalena Jaremkiewicz (kontakt: [mjaremkiewicz@pk.edu.pl](mailto:mjaremkiewicz@pk.edu.pl))
- 4 dr inż. Anna Korzeń (kontakt: [anna.korzen@pk.edu.pl](mailto:anna.korzen@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

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

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