

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2019/2020

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: 11

Stopień studiów: II

Specjalności: Energetyka niekonwencjonalna

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                                       |
|-----------------------------------------|---------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Technologie i maszyny energetyczne II |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Power technology and machinery II     |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WIŚIE EN oIIN C8 19/20                |
| 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       | 9      | 9         | 0           | 0                               | 9       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z nowoczesnymi elektrowniami i elektrociepłowniami i współczesnymi technologiami wytwarzania energii i ciepła.

**Cel 2** Celem przedmiotu jest również nabycie umiejętności obliczania złożonych systemów energetycznych oraz elementów składowych tych systemów pod kątem doboru urządzeń podstawowych i pomocniczych.

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

1 Analiza matematyczna, Termodynamika, Wymiana ciepła.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Studenci poznają konwencjonalne i zaawansowane systemy energetyczne. Studenci poznają budowę elektrowni jądrowych, wodnych, układy solarne do wytwarzania energii elektrycznej, elektrowni z turbinami gazowymi i elektrowni parowo-gazowych. Omówione zostaną elektrownie parowo-gazowe zintegrowane ze zgazowaniem węgla.

**EK2 Umiejętności** Student potrafi obliczyć układy cieplne elektrowni i elektrociepłowni ciepłych, elektrowni z turbinami gazowymi i elektrowni parowo-gazowych i elektrociepłowni z silnikami spalinowymi.

**EK3 Umiejętności** Student potrafi przeprowadzić obliczenia sprawności turbiny i kotła, cieplne i przepływowe kondensatorów turbin, podgrzewaczy regeneracyjnych, mieszkankowych i przeponowych.

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

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| PROJEKT   |                                                                  |                  |
|-----------|------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH           | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>P1</b> | Projekt rurociągu pary świeżej łączącego kocioł z turbiną parową | 9                |

| CWICZENIA |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                  |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                                        | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C1</b> | Obliczanie sprawności obiegu Rankinea w elektrowni konwencjonalnej i jądrowej. Obliczanie sprawności elektrociepłowni upustowo-przeciwprężnej i upustowo-kondensacyjnej.                                                                                                                                      | 2                |
| <b>C2</b> | posoby poprawy sprawności obiegu Rankinea. Podwyższanie parametrów początkowych pary i obniżanie końcowych parametrów pary. Miedzystopniowy przegrzew pary oraz regeneracyjne podgrzewanie wody zasilającej.                                                                                                  | 2                |
| <b>C3</b> | Obiegi elektrowni gazowych. Sprawność obiegu Braytona, z podwójnymi komorami spalania, odzyskiem ciepła spalin i miedzystopniowym chłodzeniem powietrza w sprężarce. Sprawność obiegu Diesela, sprawność termodynamiczna i cieplna.                                                                           | 2                |
| <b>C4</b> | Nieustalone pole temperatury i naprężeń w elementach konstrukcyjnych. Nagrzewanie i ochładzanie elementów konstrukcyjnych ze stałą szybkością. Stan quasi-stacjonarny. Obliczanie dopuszczalnych szybkości nagrzewania i ochładzania grubościennych krytycznych elementów ciśnieniowych bloku energetycznego. | 3                |

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                  |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Układy cieplne elektrowni konwencjonalnych i jądrowych. Elektrociepłownie upustowo-kondensacyjne i upustowo-przeciwprężne. Sprawność elektrowni i elektrociepłowni. Sprawność obiegu Rankinea i sposoby jej poprawy: Podwyższanie parametrów początkowych pary i obniżanie końcowych parametrów pary. Międzystopniowy przegrzew pary oraz regeneracyjne podgrzewanie wody zasilającej. Porównanie obiegu Rankinea w elektrowni konwencjonalnej i jądrowej.                                                                              | 2                |
| <b>W2</b> | Elektrownie z turbinami gazowymi oraz elektrownie parowo - gazowe. Sprawność obiegu Braytona z podwójnymi komorami spalania, odzyskiem ciepła spalin i między-stopniowym chłodzeniem powietrza w sprężarce. Podstawowe komponenty elektrowni parowo-gazowej. Układy cieplne elektrowni parowo - gazowych: z jednym, dwoma i trzema stopniami ciśnienia. Kogeneracja energii elektrycznej i cieplnej w układach parowo-gazowych. Elektrociepłownie z silnikami spalinowymi. Elektrownie parowo-gazowe zintegrowane ze zgazowaniem węgla. | 2                |
| <b>W3</b> | Elektrownie wykorzystujące energię wód śródlądowych oraz morskich i oceanicznych (cieplną, pływów, falowania i prądów morskich). Układy słoneczne do wytwarzania energii elektrycznej. Rodzaje kolektorów słonecznych.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2                |
| <b>W4</b> | Eksplatacja elektrowni cieplnych, konwencjonalnych i bloków parowo-gazowych.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2                |
| <b>W5</b> | Rozruch i wyłączanie z ruchu bloku energetycznego oraz układów parowo - gazowych. Parametry ograniczające szybki rozruch bloków energetycznych.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Zadania tablicowe

**N3** Ćwiczenia projektowe

## 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                                                               | 27                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 2                                                       |
| 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                                                                              | 20                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 20                                                      |
| <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** Zadanie tablicowe

**F3** Projekt indywidualny

### 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 uzyskanych z egzaminu pisemnego, ćwiczeń i projektu.

### 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               | K2_W03<br>K2_W11<br>K2_W17<br>K2_U01<br>K2_U18<br>K2_K01<br>K2_K04             | Cel 1 Cel 2     | P1 C1 C2 C3 C4<br>W1 W2 W3 | N1 N2 N3              | F1 F2 F3 P1   |
| EK2               | K2_W03<br>K2_W11<br>K2_W17<br>K2_U01<br>K2_U18<br>K2_K01<br>K2_K04             | Cel 1 Cel 2     | P1 C1 C2 C3 C4<br>W2 W3 W5 | N1 N2 N3              | F1 F2 F3 P1   |
| EK3               | K2_W03<br>K2_W11<br>K2_W17<br>K2_U01<br>K2_U18<br>K2_K01<br>K2_K04             | Cel 1 Cel 2     | P1 C1 C3 C4<br>W1 W2 W3 W4 | N1 N2 N3              | F1 F2 F3 P1   |
| EK4               | K2_W03<br>K2_W11<br>K2_W17<br>K2_U01<br>K2_U18<br>K2_K01<br>K2_K04             | Cel 1 Cel 2     | P1 C1 C2 C3 C4<br>W1 W2 W4 | N1 N2 N3              | F1 F2 F3 P1   |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Pawlik M., Strzelczyk F. — *Elektrownie*, Warszawa, 2009, WNT
- [2] | Kreith F. — *Principles of Sustainable Energy* Tytuł, Bocca Raton, 2011, CRC Press
- [3] | Kehlhofer R., Hannemann F., Stirnimann F. Rukes B. — *Combined-Cycle Gas & Steam Turbine Power Plants*, MiejscowośćTulsa, 2009, PennWell

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Chmielniak T. — *Technologie energetyczne*, Warszawa, 2008, WNT

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż. Tomasz Sobota (kontakt: [tomasz.sobota@pk.edu.pl](mailto:tomasz.sobota@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr hab. inż. Tomasz Sobota (kontakt: [tomasz.sobota@mech.pk.edu.pl](mailto:tomasz.sobota@mech.pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....