

# 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: stacjonarne

Kod kierunku: 11

Stopień studiów: II

Specjalności: Systemy i urządzenia energetyczne

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                                       |
|-----------------------------------------|---------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Technologie i maszyny energetyczne II |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Power technologies and machinery II   |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WIŚIE EN oIIS C14 20/21               |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe                 |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 3.00                                  |
| 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** 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

| CWICZENIA |                                                                                                                                                                                                                                     |                  |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                              | LICZBA<br>GODZIN |
| C1        | Obliczanie sprawności obiegu Rankinea w elektrowni konwencjonalnej i jądrowej. Obliczanie sprawności elektrociepłowni upustowo-przeciwprężnej i upustowo-kondensacyjnej.                                                            | 5                |
| C2        | posoby poprawy sprawności obiegu Rankinea. Podwyższanie parametrów początkowych pary i obniżanie końcowych parametrów pary. Miedzystopniowy przegrzew pary oraz regeneracyjne podgrzewanie wody zasilającej.                        | 5                |
| C3        | 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. | 5                |

| PROJEKT |                                                                  |                  |
|---------|------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP      | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH           | LICZBA<br>GODZIN |
| P1      | Projekt rurociągu pary świeżej łączącego kocioł z turbiną parową | 15               |

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BŁOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Układy cieplne elektrowni konwencjonalnych i jądrowych. Elektrociepłownie upustowo-kondensacyjne i upustowo-przeciwprężne. Poprawa sprawności elektrowni konwencjonalnych: bloki na nadkrytyczne parametry pary, technologia obiegu z turbiną wspomagającą, tzw. master cycle. Charakterystyka układu regeneracyjnego podgrzewania wody zasilającej kocioł - wymienniki ciepła dwu i trójstopniowe. Wskaźniki pracy elektrowni i elektrociepłowni. | 4                |
| <b>W2</b> | Technologie ograniczające emisję CO <sub>2</sub> do atmosfery: spalanie tlenowe, układy gazowo-parowe z wewnętrznym zgazowaniem paliwa, podziemne zgazowanie węgla. Układy konwencjonalne z wychwytem dwutlenku węgla, transport i składowanie CO <sub>2</sub> , przykłady instalacji CCS (Carbon Capture and Storage).                                                                                                                            | 2                |
| <b>W3</b> | Elektrownie z turbiną gazową i bloki gazowo parowe. Poprawa sprawności obiegu Braytona. Optymalny stopień sprężania gwarantujący osiągnięcie maksymalnej mocy netto bloku przy zachowaniu wysokiej sprawności teoretycznej obiegu. Układy chłodzenia łopatek wirnika turbiny gazowej. Rozwój materiałów stosowanych w budowie turbin gazowych.                                                                                                     | 4                |
| <b>W4</b> | Energetyka geotermalna. Budowa geologiczna Ziemi. Transport ciepła w skorupie ziemskiej. Rodzaje i parametry energii geotermalnej. Typy elektrowni geotermalnych.                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 3                |
| <b>W5</b> | Wykorzystanie energii wód morskich i oceanicznych (cieplnej, pływów, falowania i prądów morskich). Istniejące i przyszłe rozwiązania.                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2                |

## 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                                                               | 45                                                      |
| 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                               | 15                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 5                                                       |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 13                                                      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>80</b>                                               |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 3.00                                                    |

## 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_W02<br>K2_W03<br>K2_W10<br>K2_W13<br>K2_U01<br>K2_U11<br>K2_U19<br>K2_K01<br>K2_K04 | Cel 1 Cel 2     | C1 C2 C3 P1 W1<br>W2 W3 W4 W5 | N1 N2 N3              | F1 F2 F3 P1   |
| EK2               | K2_W02<br>K2_W03<br>K2_W10<br>K2_W13<br>K2_U01<br>K2_U11<br>K2_U19<br>K2_K01<br>K2_K04 | Cel 1 Cel 2     | C1 C2 C3 P1 W1<br>W2 W3 W4 W5 | N1 N2 N3              | F1 F2 F3 P1   |
| EK3               | K2_W02<br>K2_W03<br>K2_W13<br>K2_U01<br>K2_U11<br>K2_U19<br>K2_K01<br>K2_K04           | Cel 1 Cel 2     | C1 C2 C3 P1 W1<br>W2 W3 W4 W5 | N1 N2 N3              | F1 F2 F3 P1   |
| EK4               | K2_W02<br>K2_W03<br>K2_W10<br>K2_W13<br>K2_U01<br>K2_U11<br>K2_U19<br>K2_K01<br>K2_K04 | Cel 1 Cel 2     | C1 C2 C3 P1 W1<br>W2 W3 W4 W5 | 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, Boca 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@pk.edu.pl](mailto:tomasz.sobota@pk.edu.pl))

2 dr hab. inż. Marcin Trojan (kontakt: [marcin.trojan@pk.edu.pl](mailto:marcin.trojan@pk.edu.pl))

3 mgr inż. Monika Rerak (kontakt: [monika.rerak@pk.edu.pl](mailto:monika.rerak@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

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