

# 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: I

Specjalności: Systemy i urządzenia energetyczne

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                            |
|-----------------------------------------|----------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Kotły energetyczne         |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM |                            |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WIŚIE EN oIN D3 19/20      |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 5.00                       |
| SEMESTRY                                | 6                          |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | CWICZENIA | LABORATORIA | LABORATORIA<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|-------------|---------------------------------|---------|------------|
| 6       | 9      | 0         | 9           | 0                               | 18      | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie się z budową i zasadą działania kotłów parowych i wodnych.

**Cel 2** Wykonanie projektu związanego z kotłami parowymi i wodnymi.

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

1 Termodynamika przemian energetycznych i wymiana ciepła

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Posiada wiedzę na temat budowy i zasady działania kotłów parowych i wodnych

**EK2 Wiedza** Posiada wiedzę na temat warunków przepływowo-ciepłnych panujących w kotle energetycznym.

**EK3 Umiejętności** Posiada umiejętność sporządzania bilansu cieplnego urządzeń wchodzących w skład kotła energetycznego.

**EK4 Umiejętności** Posiada umiejętność przeprowadzenia badań cieplnych kotłowych podgrzewaczy wody.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| LABORATORIA |                                                                                                                                                               |                  |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP          | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                        | LICZBA<br>GODZIN |
| L1          | Bilans cieplny kotła energetycznego. Wyznaczanie sprawności kotła energetycznego metoda pośrednia i bezpośrednią (laboratorium wyjazdowe do elektrociepłowni) | 3                |
| L2          | Wyznaczanie sprawności kotła grzewczego gazowego kondensacyjnego metoda pośrednia i bezpośrednią.                                                             | 3                |
| L3          | Wyznaczanie sprawności kotła grzewczego na pelety drzewne metoda bezpośrednią.                                                                                | 3                |

| PROJEKT |                                                                                                                       |                  |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP      | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                | LICZBA<br>GODZIN |
| P1      | Analiza spalin kotła energetycznego spalającego węgiel kamienny.                                                      | 3                |
| P2      | Obliczanie konturu cyrkulacyjnego z naturalnym obiegiem wody.                                                         | 5                |
| P3      | Bilans cieplny komory paleniskowej. Wyznaczanie sprawności kotłów wodnych i parowych metoda bezpośrednią i pośrednią. | 3                |
| P4      | Projekt palnika wirowego i szczelinowego.                                                                             | 5                |
| P5      | Dobór rusztu dla kotła wodnego rusztowego.                                                                            | 2                |

| WYKŁAD |                                                        |                  |
|--------|--------------------------------------------------------|------------------|
| LP     | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH | LICZBA<br>GODZIN |

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                   |                  |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                            | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Ogólna klasyfikacja kotłów. Zasada działania i budowa kotła parowego i wodnego. Paleniska rusztowe.                                                               | 1                |
| <b>W3</b> | Instalacje kotłowe kotłów rusztowych i kotłów pyłowych. Konstrukcja palników pyłowych wirowych i strumieniowych oraz olejowych.                                   | 1                |
| <b>W4</b> | Spalanie w kotłach ze złożem fluidalnym. Podział kotłów fluidalnych. Konstrukcje kotłów fluidalnych. Przykłady kotłów fluidalnych na parametry nadkrytyczne pary. | 2                |
| <b>W5</b> | Podział kotłów energetycznych. Typowe konstrukcje kotłów energetycznych. Kotły przepływowe. Kotły na parametry nadkrytyczne pary.                                 | 1                |
| <b>W6</b> | Parownik kotła: walczak, rury opadowe, ekrany. Struktura przepływu mieszaniny parowo wodnej w pionowym i spiralnym kanale rurowym.                                | 2                |
| <b>W7</b> | Przegrzewacze pary. Sposoby regulacji temperatury pary przegrzanej. Podgrzewacze wody. Podgrzewacze powietrza. Przykłady kotłów odzyskowych.                      | 1                |
| <b>W8</b> | Stosowane materiały na elementy konstrukcyjne kotłów parowych na parametry podkrytyczne i nadkrytyczne pary.                                                      | 1                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Ćwiczenia laboratoryjne

**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                                                               | 36                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 20                                                      |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 10                                                      |
| <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                                                                              | 15                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 22                                                      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>128</b>                                              |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 5.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Kolokwium

**F2** Ćwiczenie praktyczne

**F3** Projekt indywidualny

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Egzamin pisemny

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Uzyskanie oceny pozytywnej z każdego efektu kształcenia.

**W2** Obecność na 60% wykładów, 90% projektu, 100% laboratorium.

**W3** Ocena końcowa ustalana na podstawie średniej ważonej z egzaminu (waga 0,55), oceny z projektu (waga 0,3), oceny z ćwiczeń (waga 0,15) oraz kolokwium (0,2).

### OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

**B1** Ćwiczenie praktyczne

**B2** Projekt indywidualny

## KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                                                                                                                              |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Nie spełnia wymagań określonych na ocenę 3.0.                                                                                                                |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi omówić podstawowe wielkości charakteryzujące kotły parowe i wodne.                                                                           |
| NA OCENĘ 3.5        | Wiadomości jak na ocenę 3.0 dodatkowo student zna podział kotłów ze względu na ich przeznaczenie.                                                            |
| NA OCENĘ 4.0        | Wiadomości jak na ocenę 3.5 dodatkowo student zna oznaczenie kotłów i potrafi wyjaśnić ich znaczenie.                                                        |
| NA OCENĘ 4.5        | Wiadomości jak na ocenę 4.0 dodatkowo student zna zasadę działania kotła dwuciągowego z naturalnym obiegiem wody. Potrafi omówić obiegi realizowane w kotle. |
| NA OCENĘ 5.0        | Wiadomości jak na ocenę 4.5 dodatkowo student zna zasadę działania kotłów jednociągowych przepływowych podkrytycznych i nadkrytycznych.                      |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 2.0        | Nie spełnia wymagań określonych na ocenę 3.0.                                                                                                                |
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna podział kotłów energetycznych ze względu na rodzaj przepływu czynnika.                                                                           |
| NA OCENĘ 3.5        | Wiadomości jak na ocenę 3.0 dodatkowo zna rodzaje wymiany ciepła zachodzące w komorze paleniskowej kotła.                                                    |
| NA OCENĘ 4.0        | Wiadomości jak na ocenę 3.5 dodatkowo wie jakie warunki przepływowe zachodzą w kotłach z naturalnym obiegiem wody.                                           |
| NA OCENĘ 4.5        | Wiadomości jak na ocenę 4.0 dodatkowo wie jakie warunki przepływowe zachodzą w kotłach przepływowych.                                                        |
| NA OCENĘ 5.0        | Wiadomości jak na ocenę 4.5 dodatkowo wie jak wyliczyć krotność obiegu w kotłach z naturalnym obiegiem wody.                                                 |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 2.0        | Nie spełnia wymagań określonych na ocenę 3.0.                                                                                                                |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi wymienić wymienniki ciepła wchodzące w skład kotła energetycznego.                                                                           |
| NA OCENĘ 3.5        | Wiadomości jak na ocenę 3.0 dodatkowo student potrafi określić miejsca w kotle aby sporządzić bilans cieplny urządzenia.                                     |
| NA OCENĘ 4.0        | Wiadomości jak na ocenę 3.5 dodatkowo student potrafi ułożyć bilans ciepła dla przegrzewaczy pary i podgrzewaczy wody.                                       |
| NA OCENĘ 4.5        | Wiadomości jak na ocenę 4.0 dodatkowo student potrafi sporządzić ogólny bilans cieplny kotła.                                                                |
| NA OCENĘ 5.0        | Wiadomości jak na ocenę 4.5 dodatkowo student potrafi sporządzić bilans cieplny komory paleniskowej kotła energetycznego.                                    |

| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                         |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Nie spełnia wymagań określonych na ocenę 3.0.                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi wymienić podział i zasadę działania wymienników ciepła.                                                                                                 |
| NA OCENĘ 3.5        | Wiadomości jak na ocenę 3.0 dodatkowo student zna najnowsze rozwiązania konstrukcyjne podgrzewaczy wody stosowane w technice kotłowej i potrafi je przekazać zespołowi. |
| NA OCENĘ 4.0        | Wiadomości jak na ocenę 3.5 dodatkowo student potrafi zidentyfikować miejsca pomiarowe w celu przeprowadzenia badań.                                                    |
| NA OCENĘ 4.5        | Wiadomości jak na ocenę 4.0 dodatkowo student potrafi sporządzić bilans cieplny dla podgrzewacza wody i potrafi przeprowadzić badania.                                  |
| NA OCENĘ 5.0        | Wiadomości jak na ocenę 4.5 dodatkowo student potrafi zinterpretować otrzymane wyniki z badań i odpowiednio je przedstawić.                                             |

## 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_W23                                                                         | Cel 1           | W1 W3 W4          | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK2               | K1_W23                                                                         | Cel 1           | L1 L2 L3 W5 W6    | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK3               | K1_W23                                                                         | Cel 1           | L1 L2 P2 P3 P5 W7 | N1 N2 N3              | F1 F2 F3 P1   |
| EK4               | K1_W23                                                                         | Cel 2           | L3 P1 P3 P4 W8    | N1 N2 N3              | F1 F2 F3 P1   |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | P.Orłowski, W.Dobrzański, E.Szwarc — *Kotły parowe, konstrukcje obliczenia*, Warszawa, 1979, WNT
- [2] | M.Pawlik, F.Strzelczyk — *Elektrownie*, Warszawa, 2009, WNT
- [3] | J.Taler — *Procesy cieplne i przepływowe w dużych kotłach energetycznych. Modelowanie i monitoring*, Warszawa, 2011, PWN

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA**

- [1] | **M.Pronobis** — *Modernizacja kotłów energetycznych*, Warszawa, 2002, WNT
- [2] | **K.Rayaprolu** — *Boilers for Power and Process*, Boca Raton, USA, 2009, CRC Press

**12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH****OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ**

dr hab. inż., prof. PK Sławomir Grądziel (kontakt: [gradziel@mech.pk.edu.pl](mailto:gradziel@mech.pk.edu.pl))

**OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT**

- 1 dr hab. inż., prof. PK Sławomir Grądziel (kontakt: [slawomir.gradziel@pk.edu.pl](mailto:slawomir.gradziel@pk.edu.pl))
- 2 dr hab. inż., prof. PK Paweł Ocłoń (kontakt: [poclon@mech.pk.edu.pl](mailto:poclon@mech.pk.edu.pl))
- 3 dr inż. Damian Muniak (kontakt: [dmuniak@mech.pk.edu.pl](mailto:dmuniak@mech.pk.edu.pl))
- 4 dr hab. inż. Artur Cebula (kontakt: [acebula@pk.edu.pl](mailto:acebula@pk.edu.pl))
- 5 mgr inż. Marek Majdak (kontakt: [marek.majdak@pk.edu.pl](mailto:marek.majdak@pk.edu.pl))
- 6 mgr inż. Karol Kaczmarek (kontakt: [karol.kaczmarek@pk.edu.pl](mailto:karol.kaczmarek@pk.edu.pl))

**13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI**

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

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

.....

.....

.....

.....

.....

.....