

# 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: I

Specjalności: Systemy i urządzenia energetyczne

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                            |
|---|----------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Kotły energetyczne         |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM |                            |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WIŚIE EN oIS D3 20/21      |
| 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       | 15     | 0         | 15          | 0                               | 30      | 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 pośrednią i bezpośrednią (laboratorium wyjazdowe do elektrociepłowni) | 5                |
| L2          | Wyznaczanie sprawności kotła grzewczego gazowego kondensacyjnego metoda pośrednią i bezpośrednią.   | 5                |
| L3          | Wyznaczanie sprawności kotła grzewczego na pelety drzewne metoda bezpośrednią.  | 5                |

| WYKŁAD |   |                  |
|--------|---|------------------|
| LP     | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| W1     | Ogólna klasyfikacja kotłów. Zasada działania i budowa kotła parowego i wodnego. Paleniska rusztowe.   | 2                |
| W3     | Instalacje kotłowe kotłów rusztowych i kotłów pyłowych. Konstrukcja palników pyłowych wirowych i strumieniowych oraz olejowych.                                   | 2                |
| W4     | Spalanie w kotłach ze złożem fluidalnym. Podział kotłów fluidalnych. Konstrukcje kotłów fluidalnych. Przykłady kotłów fluidalnych na parametry nadkrytyczne pary. | 3                |
| W5     | Podział kotłów energetycznych. Typowe konstrukcje kotłów energetycznych. Kotły przepływowe. Kotły na parametry nadkrytyczne pary.                                 | 2                |
| W6     | Parownik kotła: walczak, rury opadowe, ekrany. Struktura przepływu mieszaniny parowo wodnej w pionowym i spiralnym kanale rurowym.                                | 3                |
| W7     | Przegrzewacze pary. Sposoby regulacji temperatury pary przegrzanej. Podgrzewacze wody. Podgrzewacze powietrza. Przykłady kotłów odzyskowych.                      | 2                |

| WYKŁAD    |  |                  |
|-----------|--|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W8</b> | Stosowane materiały na elementy konstrukcyjne kotłów parowych na parametry podkrytyczne i nadkrytyczne pary. | 1                |

| PROJEKT   |   |                  |
|-----------|---|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>P1</b> | Analiza spalin kotła energetycznego spalającego węgiel kamienny.  | 3                |
| <b>P2</b> | Obliczanie konturu cyrkulacyjnego z naturalnym obiegiem wody.   | 10               |
| <b>P3</b> | Bilans cieplny komory paleniskowej. Wyznaczanie sprawności kotłów wodnych i parowych metoda bezpośrednią i pośrednią. | 4                |
| <b>P4</b> | Projekt palnika wirowego i szczelinowego.   | 10               |
| <b>P5</b> | Dobór rusztu dla kotła wodnego rusztowego.  | 3                |

## 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   | 60  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 3   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 3   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 20  |
| Opracowanie wyników  | 15  |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 25  |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>126</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 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).

### 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_W14<br>K1_W23<br>K1_U12   | Cel 1           | W1 W3 W4             | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK2               | K1_W14<br>K1_W23<br>K1_U12   | Cel 1           | L1 L2 L3 W5<br>W6    | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK3               | K1_W14<br>K1_W23<br>K1_U12   | Cel 1           | L1 L2 W7 P2 P3<br>P5 | N1 N2 N3              | F1 F2 F3 P1   |
| EK4               | K1_W14<br>K1_W23<br>K1_U12<br>K1_K03   | Cel 2           | L3 W8 P1 P3 P4       | 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 Ocioń (kontakt: [pawel.oclon@pk.edu.pl](mailto:pawel.oclon@pk.edu.pl))
- 3 dr hab. inż., prof. PK Damian Muniak (kontakt: [damian.muniak@pk.edu.pl](mailto:damian.muniak@pk.edu.pl))
- 4 dr hab. inż., prof. PK Artur Cebula (kontakt: [cebula@pk.edu.pl](mailto:cebula@pk.edu.pl))
- 5 mgr inż. Marek Majdak (kontakt: [marek.majdak@pk.edu.pl](mailto:marek.majdak@pk.edu.pl))
- 6 dr inż. Karol Kaczmarek (kontakt: [karol.kaczmarek@pk.edu.pl](mailto:karol.kaczmarek@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

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