# Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

# Karta przedmiotu

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2013/2014

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma sudiów: niestacjonarne

Kod kierunku: E

Stopień studiów: I

Specjalności: Systemy i urządzenia energetyczne

## 1 Informacje o przedmiocie

| | |
|---|---|
| Nazwa przedmiotu | Kotły parowe i wodne |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim | Steam and water boilers |
| Kod przedmiotu | E325 |
| Kategoria przedmiotu | Przedmioty specjalnościowe |
| Liczba punktów ECTS | 5.00 |
| Semestry | 6 |

## 2 Rodzaj zajęć, liczba godzin w planie studiów

| Semestr | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Laboratorium komputerowe | Projekt | Seminarium |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | 9 | 0 | 9 | 0 | 18 | 0 |

## 3 Cele przedmiotu

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

**Cel 2** Wykonanie wybranego projektu elementu kotła parowego lub wodnego.

# 4 Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

**1** Podstawy termodynamiki

**2** 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-cieplnych 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 oraz przeprowadzać badania wytrzymałościowe elementów kotłowych.

# 6 Treści programowe

| Laboratorium | | |
|---|---|---|
| Lp | Tematyka zajęć<br>Opis szczegółowy bloków tematycznych | Liczba godzin |
| **L1** | Badanie mocy i sprawność kotła grzewczego. | 3 |
| **L2** | Badanie aerodynamiczne i cieplne kotłowych podgrzewaczy wody. | 3 |
| **L3** | Badanie cieplno-wytrzymałościowe połączenia walczak-rura opadowa. | 3 |

| Wykład | | |
|---|---|---|
| Lp | Tematyka zajęć<br>Opis szczegółowy bloków tematycznych | Liczba godzin |
| **W1** | Ogólna klasyfikacja kotłów. Zasada działania i budowa kotła parowego i wodnego. Paleniska rusztowe. | 1 |
| **W2** | Bilans cieplny komory paleniskowej. Sposoby obliczania komory paleniskowej: metoda CKTI i strefowa. | 1 |
| **W3** | Instalacje kotłowe kotłów rusztowych i kotłów pyłowych. Konstrukcja palników pyłowych wirowych i strumieniowych oraz olejowych. | 1 |
| **W4** | Spalanie w kotłach ze złożem fluidalnym. Podział kotłów fluidalnych. Konstrukcje kotłów fluidalnych. Przykłady kotłów fluidalnych na parametry nadkrytyczne pary. | 1 |
| **W5** | Podział kotłów energetycznych. Typowe konstrukcje kotłów energetycznych. Kotły przepływowe. Kotły na parametry nadkrytyczne pary. | 1 |

| Wykład | | |
|---|---|---|
| Lp | Tematyka zajęć<br>Opis szczegółowy bloków tematycznych | Liczba godzin |
| **W6** | Parownik kotła: walczak, rury opadowe, ekrany. Struktura przepływu mieszaniny parowo wodnej w pionowym i spiralnym kanale rurowym. Straty ciśnienia występujące w przepływach dwufazowych. | 1 |
| **W7** | Przegrzewacze pary. Sposoby regulacji temperatury pary przegrzanej. Podgrzewacze wody. Podgrzewacze powietrza. Przykłady kotłów odzyskowych. | 2 |
| **W8** | Stosowane materiały na elementy konstrukcyjne kotłów parowych na parametry podkrytyczne i nadkrytyczne pary. | 1 |

| Projekt | | |
|---|---|---|
| Lp | Tematyka zajęć<br>Opis szczegółowy bloków tematycznych | Liczba godzin |
| **P1** | Projekt wybranego elementu kotła grzewczego lub jego urządzeń pomocniczych. | 4 |
| **P2** | Obliczanie konturu cyrkulacyjnego z naturalnym obiegiem wody. | 4 |
| **P3** | Bilans cieplny komory paleniskowej. Wyznaczanie sprawności kotłów wodnych i parowych metoda bezpośrednią i pośrednią. | 5 |
| **P4** | Dobór ilości spalanego paliwa w kotle parowym i wodnym. Wyznaczanie składu i ilości spalin wylotowych. Określanie temperatury punktu rosy. | 5 |

## 7 Narzędzia dydaktyczne

**N1** Wykłady

**N2** Ćwiczenia laboratoryjne

**N3** Ćwiczenia projektowe

# 8 Obciążenie pracą studenta

| Forma aktywności | Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności |
|---|---|
| **Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:** | |
| Godziny wynikające z planu studiów | 0 |
| Konsultacje przedmiotowe | 2 |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji | 6 |
| **Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:** | |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury | 50 |
| Opracowanie wyników | 25 |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji | 25 |
| **Sumaryczna liczba godzin dla przedmiotu wynikająca z całego nakładu pracy studenta** | **108** |
| 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 0,4), oceny z projektu (waga 0,2), oceny z ćwiczeń (waga 0,2) oraz kolokwium (0,2).

### Ocena aktywności bez udziału nauczyciela

**B1** Ćwiczenie praktyczne

**B2** Projekt indywidualny

## Kryteria oceny

| Efekt kształcenia 1 | |
|---|---|
| Na ocenę 2.0 | - |
| Na ocenę 3.0 | Student potrafi omówić budowę i zasadę działania kotłów parowych i wodnych. |
| Na ocenę 3.5 | - |
| Na ocenę 4.0 | - |
| Na ocenę 4.5 | - |
| Na ocenę 5.0 | - |
| Efekt kształcenia 2 | |
| Na ocenę 2.0 | - |
| Na ocenę 3.0 | Student potrafi zdefiniować warunki przepływowo-cieplne panujące w kotle energetycznym. |
| Na ocenę 3.5 | - |
| Na ocenę 4.0 | - |
| Na ocenę 4.5 | - |
| Na ocenę 5.0 | - |
| Efekt kształcenia 3 | |
| Na ocenę 2.0 | - |
| Na ocenę 3.0 | Student potrafić sporządzić bilans cieplny wybranego urządzenia kotłowego. |
| Na ocenę 3.5 | - |
| Na ocenę 4.0 | - |
| Na ocenę 4.5 | - |
| Na ocenę 5.0 | - |
| Efekt kształcenia 4 | |
| Na ocenę 2.0 | - |
| Na ocenę 3.0 | Student zna najnowsze rozwiązania konstrukcyjne stosowane w technice kotłowej i potrafi je przekazać zespołowi. |
| Na ocenę 3.5 | - |
| Na ocenę 4.0 | - |
| Na ocenę 4.5 | - |
| Na ocenę 5.0 | - |

# 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_W30 | Cel 1 | W1 W3 W4 | N1 N2 | F1 P1 |
| EK2 | K1_W29 | Cel 1 | W5 W6 | N1 N2 | F1 P1 |
| EK3 | K1_U11 | Cel 1 | L1 L2 W2 W7 P2 P3 | N1 N2 N3 | F1 F2 F3 P1 |
| EK4 | K1_U11 | 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 inż. Sławomir Grądziel (kontakt: `gradziel@mech.pk.edu.pl`)

## Osoby prowadzące przedmiot

**1** dr inż. Sławomir Grądziel (kontakt: `gradziel@mech.pk.du.pl`)

**2** mgr inż. Paweł Ocłoń (kontakt: `poclon@mech.pk.edu.pl`)

**3** mgr inż. Damian Muniak (kontakt: `dmuniak@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)

.....

.....

.....