

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2021/2022

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: 11

Stopień studiów: I

Specjalności: Energetyka niekonwencjonalna

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                            |
|-----------------------------------------|----------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Ekologiczne kotły grzewcze |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Ecological boilers         |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WIŚIE EN oIN D49 21/22     |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 3.00                       |
| SEMESTRY                                | 6                          |

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

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

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zdobyć wiedzę z zakresu budowy kotłów energetycznych opalanych paliwami stałymi, ciekłymi i gazowymi.

## 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 obliczeń cieplno-przepływowych zachodzących w powierzchniach ogrzewalnych kotłów

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

**EK4 Umiejętności** Posiada umiejętność wykonania obliczeń stechiometrycznych dla różnych paliw

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| CWICZENIA |                                                                                   |                  |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                            | LICZBA<br>GODZIN |
| C1        | Obliczenia stechiometryczne podczas spalania paliwa stałego i płynnego.           | 2                |
| C2        | Wyznaczanie sprawności kotłów wodnych i parowych metoda bezpośrednia i pośrednią. | 2                |
| C3        | Obliczanie palnika wirowego i szczelinowego.                                      | 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.                                                              | 1                |
| W2     | Instalacje kotłowe kotłów rusztowych i kotłów pyłowych. Konstrukcja palników pyłowych wirowych i strumieniowych oraz olejowych.                                  | 1                |
| W3     | Zasada działania i budowa kotłów retortowych do spalania biomasy.                                                                                                | 1                |
| W4     | Spalanie w kotłach ze złożem fluidalnym. Podział kotłów fluidalnych. Konstrukcje kotłów fluidalnych. Przykłady kotłów fluidalnych na parametry nadkrytyczne pary | 2                |
| W5     | Podział kotłów energetycznych. Typowe konstrukcje kotłów energetycznych. Kotły przepływowe. Kotły na parametry nadkrytyczne pary.                                | 1                |
| W6     | Parownik kotła: walczak, rury opadowe, ekrany. Struktura przepływu mieszaniny parowo wodnej w pionowym i spiralnym kanale rurowym.                               | 1                |

| WYKŁAD    |                                                                                                                                              |                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                       | LICZBA<br>GODZIN |
| <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 i wodnych.                                                                     | 1                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Zadania tablicowe

## 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                                                               | 18                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 10                                                      |
| 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                               | 15                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 12                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 10                                                      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>75</b>                                               |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 3.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

**OCENA FORMUJĄCA**

**F1** Kolokwium

**F2** Test

**OCENA PODSUMOWUJĄCA**

**P1** Średnia ważona ocen formujących

**WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU**

**W1** Uzyskanie oceny pozytywnej z każdego kolokwium i testu z wykładu

**W2** Obecność na 90% ćwiczeń.

**W3** Ocena końcowa ustalana na podstawie średniej ważonej z kolokwium (waga 0,6), oceny z testu (waga 0,4).

**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 zdefiniować pojęcie wartości opałowej i ciepła spalania.                                                  |
| NA OCENĘ 3.5        | Wiadomości jak na ocenę 3.0 dodatkowo student potrafi obliczyć zapotrzebowanie tlenu i powietrza do spalania.             |
| NA OCENĘ 4.0        | Wiadomości jak na ocenę 3.5 dodatkowo student potrafi obliczyć skład spalin podczas spalania paliw stałych i gazowych     |
| NA OCENĘ 4.5        | Wiadomości jak na ocenę 3.5 dodatkowo student potrafi wyznaczyć temperaturę punktu rosy dla różnych paliw.                |
| NA OCENĘ 5.0        | Wiadomości jak na ocenę 3.5 dodatkowo student potrafi opisać sposoby przeprowadzania analizy spalin.                      |

## 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_W06<br>K1_W23<br>K1_U12                                                     | Cel 1           | C1 W1 W2          | N1                    | F1            |
| EK2               | K1_W07<br>K1_U12<br>K1_U13                                                     | Cel 1           | W3 W4             | N1 N2                 | F1 F2 P1      |
| EK3               | K1_W07<br>K1_U12                                                               | Cel 1           | W5 W6             | N1 N2                 | F1 F2 P1      |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK4               | K1_W06<br>K1_U13                                                               | Cel 1           | C1                | N2                    | F1            |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | P.Orłowski, W.Dobrzanski, 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 inż. Karol Kaczmarek (kontakt: [karol.kaczmarek@pk.edu.pl](mailto:karol.kaczmarek@pk.edu.pl))
- 3 mgr inż. Marek Majdak (kontakt: [marek.majdak@pk.edu.pl](mailto:marek.majdak@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data) (odpowiedzialny za przedmiot) (dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

.....

.....