# Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

# Karta przedmiotu

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2014/2015

Wydział Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma sudiów: niestacjonarne

Kod kierunku: Energ

Stopień studiów: I

Specjalności: Maszyny i urządzenia elektryczne

## 1 Informacje o przedmiocie

| | |
|---|---|
| Nazwa przedmiotu | Technologie i maszyny energetyczne |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim | Power Generation Technologies and Machinery |
| Kod przedmiotu | WIEiK ENERGET oIN PK23 14/15 |
| Kategoria przedmiotu | Przedmioty kierunkowe |
| Liczba punktów ECTS | 5.00 |
| Semestry | 4 |

## 2 Rodzaj zajęć, liczba godzin w planie studiów

| Semestr | Wykłady | Ćwiczenia | Laboratoria | Laboratoria komputerowe | Projekty | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 18 | 12 | 15 | 0 | 12 | 0 |

## 3 Cele przedmiotu

**Cel 1** Poznanie zasobów energetycznych Polski oraz z organizacją systemu energetycznego w Polsce. Zapoznanie się z różnymi sposobami wytwarzania energii elektrycznej i cieplnej. Zapoznanie się z równaniami zachowania masy, pędu i energii. Zapoznanie się z przykładami zastosowania równań zachowania do obliczania kotłów wodnych i parowych, turbin parowych, gazowych i wodnych, pomp, podgrzewaczy elektrycznych, akumulacyjnych i przepływowych, wymienników ciepła i zaworów redukcyjnych.

**Cel 2** Zapoznanie się z budową i obliczeniami elektrowni i elektrociepłowni. Elektrociepłownie upustowo-kondensacyjne i upustowo-przeciwprężne. Obieg termodynamiczny Rankine'a realizowany w elektrowniach cieplnych konwencjonalnych i jądrowych. Sposoby poprawy sprawności termodynamicznej obiegu Rankine'a. Zapoznanie się z urządzeniami podstawowymi elektrowni. Zapoznanie się z elektrowniami, turbinami gazowymi i silnikami spalinowymi.

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

**1** Analiza matematyczna. Podstawowe wiadomości z mechaniki płynów i termodynamiki.

## 5 Efekty kształcenia

**EK1 Wiedza** Ma podstawową wiedzę na temat wytwarzania energii mechanicznej, elektrycznej i cieplnej.

**EK2 Wiedza** Zna podstawowe technologie i urządzenia energetyczne.

**EK3 Umiejętności** Posiada umiejętność tworzenia bilansów cieplnych podstawowych urządzeń elektrowni oraz całych elektrowni /elektrociepłowni.

**EK4 Umiejętności** Posiada umiejętność analizy obiegów termodynamicznych realizowanych w elektrowniach cieplnych: obiegu Rankine'a, Joule'a-Braytona oraz Diesela.

## 6 Treści programowe

| Projekty | | |
|---|---|---|
| Lp | Tematyka zajęć<br>Opis szczegółowy bloków tematycznych | Liczba godzin |
| **P1** | Obliczenie sprawności obiegu Braytona-Joule'a bez i z regeneracyjnym podgrzewaniem powietrza. | 3 |
| **P2** | Wyznaczenie współczynnika przenikania ciepła dla wymiennika powierzchniowego płytowego zastosowanego do regeneracyjnego podgrzewania powietrza w obiegu Braytona-Joule'a.. | 6 |
| **P3** | Obliczenie mocy wymiennika ciepła oraz temperatur powietrza i spalin wypływających z wymiennika przy zastosowaniu metody NTU. | 3 |

| Wykłady | | |
|---|---|---|
| Lp | Tematyka zajęć<br>Opis szczegółowy bloków tematycznych | Liczba godzin |
| **W1** | Zasady zachowania masy, pędu i energii. Przykłady zastosowania równań zachowania: podgrzewacz wody akumulacyjny i przepływowy, wymiennik ciepła, kocioł wodny i parowy, turbina parowa i gazowa, zawór redukcyjny, pompa i turbina wodna | 3 |
| **W2** | Obiegi termodynamiczne elektrowni cieplnych - konwencjonalnych.Obiegi termodynamiczne elektrowni jądrowych i porównanie z obiegami realizowanymi w elektrowniach konwencjonalnych. | 3 |

| Wykłady | | |
|---|---|---|
| Lp | Tematyka zajęć<br>Opis szczegółowy bloków tematycznych | Liczba godzin |
| **W3** | Układy cieplne elektrowni i elektrociepłowni konwencjonalnych. Kondensatory turbin. Układy chłodzenia wody w elektrowniach.Chłodzenie mokre w obiegach otwartych i zamkniętych.Chłodzenie suche bezpośrednie i pośrednie. Chłodnie hybrydowe. | 2 |
| **W4** | Sposoby poprawy sprawności obiegu Rankine'a. Podgrzewanie regeneracyjne wody zasilającej. Międzystopniowe przegrzewanie pary. Sprawność elektrowni brutto i netto. Jednostkowe zużycie ciepła, pary oraz paliwa. | 3 |
| **W5** | Bloki z turbinami gazowymi. Obieg Joule'a-Braytona.Sprawność obiegu Joule'a-Braytona. Bloki parowo gazowo. | 3 |
| **W6** | Kotły parowe: rusztowe, pyłowe i fluidalne. Kotły z obiegiem naturalnym i kotły przepływowe. Kotły nadkrytyczne. | 2 |
| **W7** | Turbiny parowe. Turbiny akcyjne i reakcyjne. Trójkąty prędkości. Przebiegi ciśnienia w turbinach akcyjnych i reakcyjnych. | 2 |

| Ćwiczenia | | |
|---|---|---|
| Lp | Tematyka zajęć<br>Opis szczegółowy bloków tematycznych | Liczba godzin |
| **C1** | Zastosowanie równań bilansowych: masy, pędu, energii do obliczania parametrów pracy podstawowych maszyn i urządzeń energetycznych takich jak: wymienniki ciepła, turbiny parowe i gazowe, dysze, pompy, kondensatory. | 3 |
| **C2** | Obliczanie sprawności obiegu Rankina. Obliczanie sprawności elektrowni brutto i netto. Jednostkowe zużycie ciepła, pary i paliwa. | 3 |
| **C3** | Sprawność obiegu Rankina z międzystopniowym przegrzewaniem pary. Sprawność obiegu Rankina przy zastosowaniu podgrzewania regeneracyjnego. | 2 |
| **C4** | Obliczenia sprawności typowych obiegów termodynamicznych elektrowni parowych, gazowych, z kogeneracją oraz sposoby podnoszenia sprawności obiegów elektrowni. | 2 |
| **C5** | Sprawność obiegu Joule'a-Braytona. Sprawność obiegu Diesla. | 2 |

| Laboratoria | | |
|---|---|---|
| Lp | Tematyka zajęć<br>Opis szczegółowy bloków tematycznych | Liczba godzin |
| **L1** | Badania wymienników ciepła - metoda Wilsona. | 3 |
| **L2** | Odbiór ciepła za pomocą sprzęgieł hydraulicznych. | 3 |

| Laboratoria | | |
|---|---|---|
| Lp | Tematyka zajęć<br>Opis szczegółowy bloków tematycznych | Liczba godzin |
| **L3** | Monitorowanie cieplne bloku energetycznego. | 5 |
| **L4** | Układ nawęglania w elektrociepłowni. Dowóz paliwa, rozładunek, składowanie, zasobniki przykotłowe, mielenie. | 4 |

# 7 Narzędzia dydaktyczne

**N1** Ćwiczenia laboratoryjne

**N2** Ćwiczenia projektowe

**N3** Wykłady

**N4** Dyskusja

**N5** Praca w grupach

# 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 | 4 |
| **Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:** | |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury | 40 |
| Opracowanie wyników | 23 |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji | 24 |
| **Sumaryczna liczba godzin dla przedmiotu wynikająca z całego nakładu pracy studenta** | **93** |
| Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu | 5.00 |

# 9 Sposoby oceny

### Ocena formująca

**F1** Ćwiczenie praktyczne

**F2** Odpowiedź ustna

**F3** Projekt indywidualny

**F4** Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

**F5** Zadanie tablicowe

**F6** Kolokwium

### Ocena podsumowująca

**P1** Egzamin pisemny

**P2** Egzamin ustny

### Warunki zaliczenia przedmiotu

**W1** Student musi uzyskać ocenę pozytywną z wszystkich efektów kształcenia aby zaliczyć przedmiot.

**W2** Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną ocen uzyskaną z egzaminu pisemnego, ustnego, ćwiczeń, laboratoriów i projektów.

## Kryteria oceny

| Efekt kształcenia 1 | |
|---|---|
| Na ocenę 2.0 | - |
| Na ocenę 3.0 | Zna strukturę sektora energetycznego w Polsce oraz klasyfikację elektrowni i sposobów wytwarzania energii elektrycznej i cieplnej. |
| 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 | Powinien omówić schemat elektrowni konwencjonalnej wyszczególnionymi urządzeniami podstawowymi i pomocniczymi |
| 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 | Potrafi zastosować równania zachowania masy, pędu i energii do modelowania kotła, turbiny, pompy i wymiennika ciepła oraz do elektrycznych podgrzewaczy wody akumulacyjnych i przepływowych. |
| 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 | Potrafi sformułować wzór na sprawność konwencjonalnej elektrowni cieplnej i wyprowadzić wzór na sprawność teoretycznego i rzeczywistego obiegu Rankine'a. |
| 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 | K_W01, K_W04, K_W08, K_W18 | Cel 1 Cel 2 | P1 W1 W2 C1 C2 L3 | N1 N2 N3 N4 | F2 F3 P1 P2 |
| EK2 | K_W08, K_W18 | Cel 1 Cel 2 | P1 P2 P3 W1 W2 W3 C1 C2 C4 C5 L1 L2 L3 L4 | N1 N2 N3 N4 N5 | F1 F2 F3 F4 F5 F6 P1 P2 |
| EK3 | K_U02, K_U18 | Cel 2 | P1 P2 P3 W1 W3 W4 W5 C1 C2 C3 C4 C5 L1 L2 L3 L4 | N1 N2 N3 N4 N5 | F1 F2 F3 F4 F5 F6 P1 P2 |

| Efekt kształcenia | Odniesienie danego efektu do szczegółowych efektów zdefiniowanych dla programu | Cele przedmiotu | Treści programowe | Narzędzia dydaktyczne | Sposoby oceny |
|---|---|---|---|---|---|
| EK4 | K_U12, K_U13 | Cel 1 Cel 2 | P1 W2 W3 W4 W5 C2 C3 C4 C5 L3 | N1 N2 N3 N4 N5 | F1 F2 F3 F4 F5 F6 P1 P2 |

# 11 Wykaz literatury

## Literatura podstawowa

**[1 ] Pawlik M., Strzelczyk F.** — *Elektrownie*, Warszawa, 2009, WNT

**[2 ] Frank Kreith** — *Handbook of energy efficiency and renewable energy*, Bocaraton, 2007, CRC Press

## Literatura uzupełniająca

**[1 ] Chmielniak T.** — *Technologie energetyczne.*, Warszawa, 2008, WNT

**[2 ] Kutz M.** — *Mechanical Engineers Handbook*, Hoboken, 2006, Wiley & Sons,

# 12 Informacje o nauczycielach akademickich

## Osoba odpowiedzialna za kartę

prof.dr hab.inż. Jan Taler (kontakt: taler@mech.pk.edu.pl)

## Osoby prowadzące przedmiot

**1** prof. dr hab. inż. Jan Taler (kontakt: taler@mech.pk.edu.pl)

**2** dr inż. Tomasz Sobota (kontakt: tsobota@mech.pk.edu.pl)

**3** dr inż. Magdalena Jaremkiewicz (kontakt: mjaremkiewicz@pk.edu.pl)

**4** mgr inż. Anna Korzeń (kontakt: korzen@mech.pk.edu.pl)

**5** mgr inż. Paweł Ocłoń (kontakt: poclon@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)

.....

.....

.....

.....

.....