

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2013/2014

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: E

Stopień studiów: I

Specjalności: Energetyka odnawialna, Systemy i urządzenia energetyczne, Urządzenia i instalacje ochrony środowiska

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                                      |
|-----------------------------------------|--------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Technologie i maszyny energetyczne I |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Power technology and machinery       |
| KOD PRZEDMIOTU                          | E211                                 |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe                |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 5.00                                 |
| SEMESTRY                                | 4                                    |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 4       | 18     | 9         | 9            | 0                                | 9       | 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 ciepłych 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 ciepłej.

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

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

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

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| PROJEKT   |                                                                                                                                                                            |                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                     | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>P1</b> | Obliczenie sprawności obiegu Braytona-Joule'a bez i z regeneracyjnym podgrzewaniem powietrza.                                                                              | 3                |
| <b>P2</b> | Wyznaczenie współczynnika przenikania ciepła dla wymiennika powierzchniowego płytowego zastosowanego do regeneracyjnego podgrzewania powietrza w obiegu Braytona-Joule'a.. | 4                |
| <b>P3</b> | Obliczenie mocy wymiennika ciepła oraz temperatur powietrza i spalin wpływających z wymiennika przy zastosowaniu metody NTU.                                               | 2                |

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                                                          |                  |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | 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                |
| <b>W2</b> | Obiegi termodynamiczne elektrowni ciepłych - konwencjonalnych. Obiegi termodynamiczne elektrowni jądrowych i porównanie z obiegami realizowanymi w elektrowniach konwencjonalnych.                                                       | 3                |

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                                                                 |                  |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                          | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W3</b> | 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                |
| <b>W4</b> | Sposoby poprawy sprawności obiegu Rankine'a. Podgrzewanie regeneracyjne wody zasilającej. Międzystopniowe przegrzewanie pary. Sprawność elektrowni brutto i netto. Jednostkowe zużycie ciepła, pary oraz paliwa.                                | 2                |
| <b>W5</b> | Bloki z turbinami gazowymi. Obieg Joule'a-Braytona. Sprawność obiegu Joule'a-Braytona. Bloki parowo gazowo.                                                                                                                                     | 3                |
| <b>W6</b> | Kotły parowe: rusztowe, pyłowe i fluidalne. Kotły z obiegiem naturalnym i kotły przepływowe. Kotły nadkrytyczne.                                                                                                                                | 2                |
| <b>W7</b> | Turbiny parowe. Turbiny akcyjne i reakcyjne. Trójkąty prędkości. Przebiegi ciśnienia w turbinach akcyjnych i reakcyjnych.                                                                                                                       | 3                |

| ĆWICZENIA |                                                                                                                                                                                                                       |                  |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C1</b> | 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. | 2                |
| <b>C2</b> | Obliczanie sprawności obiegu Rankina. Obliczanie sprawności elektrowni brutto i netto. Jednostkowe zużycie ciepła, pary i paliwa.                                                                                     | 2                |
| <b>C3</b> | Sprawność obiegu Rankina z międzystopniowym przegrzewaniem pary. Sprawność obiegu Rankina przy zastosowaniu podgrzewania regeneracyjnego.                                                                             | 2                |
| <b>C4</b> | Obliczenia sprawności typowych obiegów termodynamicznych elektrowni parowych, gazowych, z kogeneracją oraz sposoby podnoszenia sprawności obiegów elektrowni.                                                         | 2                |
| <b>C5</b> | Sprawność obiegu Joule'a-Braytona. Sprawność obiegu Diesla.                                                                                                                                                           | 1                |

| LABORATORIUM |                                                        |                  |
|--------------|--------------------------------------------------------|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>L1</b>    | Badania wymienników ciepła - metoda Wilsona.           | 2                |
| <b>L2</b>    | Odbiór ciepła za pomocą sprzęgieł hydraulicznych.      | 2                |

| LABORATORIUM |                                                                                                              |                  |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                       | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>L3</b>    | Monitorowanie ciepłne bloku energetycznego.                                                                  | 2                |
| <b>L4</b>    | Układ nawęglania w elektrociepłowni. Dowóz paliwa, rozładunek, składowanie, zasobniki przykotłowe, mielenie. | 3                |

## 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<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |                                                         |
| Godziny wynikające z planu studiów                                                               | 0                                                       |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 2                                                       |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 4                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 45                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 15                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 39                                                      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>105</b>                                              |
| 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 ciepłej. |
| 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               | K1_W11,<br>K1_W13,<br>K1_U11                                                   | Cel 1 Cel 2     | P1 P2 C1 C2       | N1 N2 N3 N4           | F2 F3 P1 P2                |
| EK2               | K1_W11,<br>K1_W13,<br>K1_W16,<br>K1_U02,<br>K1_U11                             | Cel 1 Cel 2     | P1 P2 C1 C2 C3    | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 F3 F4 F5<br>F6 P1 P2 |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE       | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY              |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|----------------------------|
| EK3               | K1_W11,<br>K1_W13,<br>K1_W16,<br>K1_U02,<br>K1_U11                             | Cel 2           | P1 P2 P3 C1 C3<br>C4 C5 | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 F3 F4 F5<br>F6 P1 P2 |
| EK4               | K1_W11,<br>K1_W16,<br>K1_U02                                                   | Cel 1 Cel 2     | P2 P3 C2 C3 C4<br>C5    | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 F3 F4 F5<br>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*, Boca Raton, 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](mailto:taler@mech.pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 prof. dr hab. inż. Jan Taler (kontakt: [taler@mech.pk.edu.pl](mailto:taler@mech.pk.edu.pl))
- 2 dr inż. Tomasz Sobota (kontakt: [tsobota@mech.pk.edu.pl](mailto:tsobota@mech.pk.edu.pl))
- 3 dr inż. Magdalena Jaremkiewicz (kontakt: [mjaremkiewicz@pk.edu.pl](mailto:mjaremkiewicz@pk.edu.pl))
- 4 mgr inż. Anna Korzeń (kontakt: [korzen@mech.pk.edu.pl](mailto:korzen@mech.pk.edu.pl))
- 5 mgr inż. Paweł Ocłoń (kontakt: [poclon@mech.pk.edu.pl](mailto: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)

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