

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2018/2019

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: E

Stopień studiów: II

Specjalności: Systemy i urządzenia energetyczne

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                                                    |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Elektrownie i zaawansowane systemy energetyczne    |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Electric power stations and advanced power systems |
| KOD PRZEDMIOTU                          | E823                                               |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe                         |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 3.00                                               |
| SEMESTRY                                | 2                                                  |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 15     | 15        | 0            | 0                                | 15      | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie z technologiami wykorzystywanymi w energetyce jądrowej.

**Cel 2** Zapoznanie z układami gazowymi, gazowo-parowymi, technologią bloku gazowo-parowego ze zintegrowanym zgazowaniem paliwa oraz ogniwami paliwowymi

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Zna podstawowe technologie energetyczne oraz posiada wiedzę z zakresu budowy i eksploatacji maszyn i urządzeń stosowanych w elektrowniach i elektrociepłowniach.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Znajomość cyklu paliwowego, budowy reaktorów wykorzystywanych w elektrowniach jądrowych. Znajomość układów bezpieczeństwa i potencjalnych zagrożeń wynikających z eksploatacji elektrowni jądrowych.

**EK2 Wiedza** Znajomość budowy bloków z turbinami gazowymi, układów gazowo-parowych oraz typów ogniw paliwowych i przemian zachodzących w układach z ogniwami paliwowymi.

**EK3 Umiejętności** Umiejętność porównania kosztów wytwarzania energii elektrycznej w elektrowniach jądrowych i blokach gazowych. Obliczanie sprawności cieplnej obiegów termodynamicznych realizowanych w zaawansowanych systemach energetycznych.

**EK4 Kompetencje społeczne** Umiejętność oceny zasobów energetycznych, sposobu budowania scenariuszy energetycznych, oceny możliwości wdrażania nowych technologii energetycznych.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                  |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                     | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Fizyczne podstawy reakcji jądrowych - budowy jądra atomu, syntezy jąder pierwiastków lekkich i rozpadu jąder pierwiastków ciężkich. Paliwo nuklearne: zasoby i wydobycie rud uranowych na świecie, wzbogacanie uranu, rodzaje i formy paliwa jądrowego (materiały paliwowe i paliworodne). | 2                |
| <b>W2</b> | Budowa elektrowni jądrowej: podstawowe układy i przemiany w nich zachodzące. Strefy bezpieczeństwa i systemy bezpieczeństwa w reaktorach III+ i IV generacji.                                                                                                                              | 3                |
| <b>W3</b> | Konstrukcje reaktorów jądrowych wykorzystywanych w elektrowniach jądrowych: reaktory BWR, PWR/WWER, CANDU i RBMK, reaktory samopowielające chłodzone ciekłym metalem LMFBR, reaktory chłodzone gazem (GCR, AGR, VTHR).                                                                     | 3                |
| <b>W4</b> | Elektrownie z turbinami gazowymi: budowa, zasada działania i przemiany w nich zachodzące. Rozwiązania konstrukcyjne turbin gazowych. Sprawność cieplna obiegu termodynamicznego realizowanego w blokach gazowych i sposoby jej poprawy.                                                    | 3                |
| <b>W5</b> | Kombinowane układy gazowo-parowe: typy, zasada działania i obliczanie sprawności cieplnej obiegu. Technologia bloku gazowo-parowego ze zintegrowanym zgazowaniem paliwa,                                                                                                                   | 3                |
| <b>W6</b> | Koszty wytwarzania energii elektrycznej zaawansowanych systemach energetycznych. Wpływ na środowisko.                                                                                                                                                                                      | 1                |

| PROJEKT   |                                                                 |                  |
|-----------|-----------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH          | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>P1</b> | Projekt układu regeneracyjnego dla elektrowni z turbiną gazową. | 8                |
| <b>P2</b> | Projekt przegrzewacza pary dla kotła odzyskowego                | 7                |

| ĆWICZENIA |                                                                                                                                                                               |                  |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                        | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C1</b> | Obliczanie sprawności cieplnej elektrowni jądrowej.                                                                                                                           | 2                |
| <b>C2</b> | Obliczanie sprawności cieplnej elektrowni z turbinami gazowymi.                                                                                                               | 3                |
| <b>C3</b> | Ocena wpływu stopnia rozbudowania układu cieplnego elektrowni z turbinami gazowymi (wielostopniowe sprężanie, regeneracja, przegrzew) na poprawę sprawności obiegu cieplnego. | 4                |
| <b>C4</b> | Sprawność kombinowanych bloków gazowo-parowych.                                                                                                                               | 3                |
| <b>C5</b> | Obliczanie sprawności układów kogeneracyjnych pracujących w oparciu o technologię kombinowanych bloków gazowo-parowych.                                                       | 3                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Zadania tablicowe

**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                                                               | 45                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 2                                                       |
| 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                               | 40                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 0                                                       |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 0                                                       |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>90</b>                                               |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 3.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Kolokwium

**F2** Projekt indywidualny

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Średnia arytmetyczna z ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Obecność na wykładach i ćwiczeniach. Oddanie i pozytywne zaliczenie dwóch projektów.

### OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

**B1** Projekt indywidualny

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 2.0        | - |

|                     |                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna budowę jądra atomu. Potrafi omówić przemiany zachodzące podczas rozszczepienia jąder pierwiastków ciężkich i ich zastosowanie w energetycznych reaktorach nuklearnych.                    |
| NA OCENĘ 3.5        | -                                                                                                                                                                                                     |
| NA OCENĘ 4.0        | Student zna podstawowe typów reaktorów jądrowych PWR, BWR, HWR - ich koncepcję, schematy cieplne i materiały zastosowane do konstrukcji.                                                              |
| NA OCENĘ 4.5        | -                                                                                                                                                                                                     |
| NA OCENĘ 5.0        | Student zna cechy charakterystyczne reaktorów następnej generacji i ich rolę w energetyce światowej. Zna konstrukcję, osiągi i zastosowania reaktorów wysokotemperaturowych i prędkich powielających. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 2.0        | -                                                                                                                                                                                                     |
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna podstawowe elementy bloków z turbinami gazowymi, oblicza sprawność obiegu Braytona.                                                                                                       |
| NA OCENĘ 3.5        | -                                                                                                                                                                                                     |
| NA OCENĘ 4.0        | Student zna podstawowe układy kombinowanych bloków gazowo-parowych, konstrukcje kotłów odzyskowych.                                                                                                   |
| NA OCENĘ 4.5        | -                                                                                                                                                                                                     |
| NA OCENĘ 5.0        | Student zna osiągnięcia i tendencje w dziedzinie materiałów konstrukcyjnych stosowanych do budowy łopatek turbin gazowych, sposobów ich chłodzenia, osiąganych przez turbiny gazowe parametrów        |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 2.0        | -                                                                                                                                                                                                     |
| NA OCENĘ 3.0        | Student wie jakie czynniki wpływają na cenę energii elektrycznej wytwarzanej w różnych systemach generacji.                                                                                           |
| NA OCENĘ 3.5        | -                                                                                                                                                                                                     |
| NA OCENĘ 4.0        | Student wymienia i charakteryzuje sposoby poprawy sprawności cieplnej obiegu Braytona i bloków gazowo-parowych.                                                                                       |
| NA OCENĘ 4.5        | -                                                                                                                                                                                                     |
| NA OCENĘ 5.0        | Zna i wykorzystuje zasady optymalizacji bloków gazowych w celu osiągnięcia najwyższych sprawności pracy użytecznej.                                                                                   |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 2.0        | -                                                                                                                                                                                                     |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi przeprowadzić analizę zasobów energetycznych.                                                                                                                                         |

|              |                                                                                                                                        |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.5 | -                                                                                                                                      |
| NA OCENĘ 4.0 | Student zna i charakteryzuje perspektywiczne technologie energetyczne.                                                                 |
| NA OCENĘ 4.5 | -                                                                                                                                      |
| NA OCENĘ 5.0 | Student potrafi przeprowadzić bilans energetyczny i zaproponować rozwiązania z wykorzystaniem nowoczesnych technologii energetycznych. |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE       | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W10<br>K2_U05                                                               | Cel 1           | W1 W4 C1 C2             | N1                    | F1 P1         |
| EK2               | K2_W10<br>K2_U05                                                               | Cel 1 Cel 2     | W4 W5 P1 C2<br>C3 C4 C5 | N1 N2 N3              | F1 F2 P1      |
| EK3               | K2_W10<br>K2_U05                                                               | Cel 1 Cel 2     | W2 W3 W5 C5             | N1                    | F1 P1         |
| EK4               | K2_W10<br>K2_U05                                                               | Cel 2           | W2 W4 W5 W6<br>P2       | N1 N2 N3              | F1 F2 P1      |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **Paska J.** — *Elektrownie jądrowe*, Warszawa, 1990, Wydaw. Politech. Warszawskiej
- [2] | **Laudyn D., Pawlik M., Strzelczyk F.** — *Elektrownie*, Warszawa, 2007, WNT
- [3] | **Kubowski J.** — *Nowoczesne elektrownie jądrowe : fizyka, budowa, technologia, bezpieczeństwo, ekologia, koszty*, Warszawa, 2010, WNT
- [4] | **Breeze P.** — *Power Generation Technologies*, New York, 2005, Elsevier
- [5] | **Kehlhofer R., Rukes B., Frank Hannemann (Author), Stirnimann F.** — *Combined-Cycle Gas & Steam Turbine Power Plants*, Tulsa, 2009, PennWell
- [6] | **Hoogers G.** — *Fuel Cell Technology Handbook*, Boca Raton, 2002, CRC Press
- [7] | **Sammes N.** — *Fuel Cell Technology. Reaching Towards Commercialization*, Berlin, 2006, Springer

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Tomasz, Krzysztof Sobota (kontakt: [tomasz.sobota@pk.edu.pl](mailto:tomasz.sobota@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Tomasz Sobota (kontakt: [tsobota@mech.pk.edu.pl](mailto:tsobota@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)

.....