

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2023/2024

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: 11

Stopień studiów: II

Specjalności: Energetyka jądrowa

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                                                           |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Paliwa jądrowe i cykl paliw w elektrowni jądrowej         |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Nuclear fuels and the fuel cycle in a nuclear power plant |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WIŚIE EN oIIS D4 23/24                                    |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe                                |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 3.00                                                      |
| SEMESTRY                                | 2                                                         |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | CWICZENIA | LABORATORIA | LABORATORIA<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|-------------|---------------------------------|---------|------------|
| 2       | 30     | 0         | 0           | 0                               | 15      | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Celem przedmiotu jest prezentacja źródeł energii jądrowej oraz opis cykli transformacji paliw jądrowych

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

1 podstawowa wiedza z fizyki

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Kompetencje społeczne** Zrozumienie kluczowej roli energetyki jądrowej w gospodarce kraju. Świadomość jej roli w polityce klimatycznej UE.

**EK2 Wiedza** wiedza związana z fizyką i chemią jądrową. Znajomość cyków paliwowych w reaktorach jądrowych.

**EK3 Umiejętności** Umiejętność wyznaczania podstawowych parametrów fizycznych reaktora jądrowego. Umiejętność oceny zagrożenia promieniotwórczego.

**EK4 Umiejętności** Wiedza związana z utylizacją paliwa jądrowego.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| PROJEKT   |                                                                                                                                |                  |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                         | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>P1</b> | Wyznaczanie czasu życia paliw jądrowych. Energia wytworzona w reaktorze                                                        | 2                |
| <b>P2</b> | Warunki termiczne w różnych rodzajach reaktorów. reaktor termiczny.                                                            | 2                |
| <b>P3</b> | reaktor pracujący na uranie naturalnym i wzbogaconym. Reaktor pracujący na Pu 239 , reaktor pracujący na Th 232                | 3                |
| <b>P4</b> | Warunki pracy rdzenia reaktora. Reaktor typu zbiornikowego oraz typu kanałowego. Reaktor basenowy.                             | 2                |
| <b>P5</b> | Rozmieszczenie paliwa jądrowego w reaktorach jednorodnych i niejednorodnych.                                                   | 2                |
| <b>P6</b> | Inne zastosowania reaktorów: badawcze, powielające Reaktory modyfikujące własności materiałów. Reaktory stosowane w medycynie. | 2                |
| <b>P7</b> | Treści programowe 7                                                                                                            | 2                |

| WYKŁAD    |                                                                                                    |                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                             | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Podstawy fizyki reaktorów jądrowych                                                                | 2                |
| <b>W2</b> | Podstawowe własności neutronów. Wytwarzanie neutronów. Reakcja rozszczepienia. Detekcja neutronów. | 2                |
| <b>W3</b> | Klasyfikacja reaktorów. Napędy jądrowe. bomby atomowe i neutronowe,                                | 2                |

| WYKŁAD     |                                                                                                                                                    |                  |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP         | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                             | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W4</b>  | Paliwo jądrowe (w postaci metalu, węglików lub tlenków, ceramik).                                                                                  | 2                |
| <b>W5</b>  | Cykl paliwowy. Transmutacja i spalanie odpadów promieniotwórczych                                                                                  | 2                |
| <b>W6</b>  | Rozmieszczenie paliwa jądrowego. Warunki pracy rdzenia reaktora                                                                                    | 2                |
| <b>W7</b>  | Moderatory w reaktorach: wodnym, ciężkowodnym berylowym, grafitowym reaktor bez moderatora (prędkie)                                               | 2                |
| <b>W8</b>  | Chłodziwo. Reaktory: chłodzony wodą lub inną cieczą, chłodzone gazem, ciekłym metalem.                                                             | 2                |
| <b>W9</b>  | Wytwarzanie paliw jądrowych, jakość i ograniczenia produkowanych paliw. Składowanie zużytych paliw                                                 | 2                |
| <b>W10</b> | Energia termojądrowa. Proponowane rozwiązania pozwalające uzyskać kontrolowaną reakcję syntezy jądrowej. Projekt ITER. Bomba wodorowa              | 2                |
| <b>W11</b> | Podstawowe wielkości dozymetryczne. Promieniotwórczość środowiska. Działanie promieniowania jonizującego na organizmy żywe. Rodzaje promieniowania | 2                |
| <b>W12</b> | Dawki wokół elektrowni jądrowych. Ciężkie awarie reaktorów jądrowych                                                                               | 2                |
| <b>W13</b> | Promieniowanie jądrowa w przemyśle, medycynie, archeologii i sztuce                                                                                | 2                |
| <b>W14</b> | Aspekty ekonomiczne energetyki jądrowej. Potrzeby energetyczne Polski i możliwość rozwoju energetyki jądrowej w Polsce.                            | 2                |
| <b>W15</b> | Podsumowanie wiedzy o paliwach i reaktorach jądrowych                                                                                              | 2                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Seminarium

## 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                                                                         | 10                                                      |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 0                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 30                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 0                                                       |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 15                                                      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>100</b>                                              |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 3.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Test

**F2** Projekt indywidualny

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** 70% obecność na zajęciach

**P2** Pozytywne wyniki ocen formujących

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                                                                     |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Posiada mniej niż 50% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą. |
| NA OCENĘ 3.0        | Posiada 60% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.           |
| NA OCENĘ 3.5        | Posiada 70% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą.           |

|                     |                                                                                                     |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 4.0        | Posiada 80% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej ocena podsumowującą.           |
| NA OCENĘ 4.5        | Posiada 90% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej ocena podsumowującą.           |
| NA OCENĘ 5.0        | Posiada 100% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej ocena podsumowującą.          |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                     |
| NA OCENĘ 2.0        | Posiada mniej niż 0% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej ocena podsumowującą.  |
| NA OCENĘ 3.0        | Posiada 50% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej ocena podsumowującą.           |
| NA OCENĘ 3.5        | Posiada 60% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej ocena podsumowującą.           |
| NA OCENĘ 4.0        | Posiada 70% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej ocena podsumowującą.           |
| NA OCENĘ 4.5        | Posiada 80% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej ocena podsumowującą.           |
| NA OCENĘ 5.0        | Posiada 90% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej ocena podsumowującą.           |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                     |
| NA OCENĘ 2.0        | Posiada mniej niż 50% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej ocena podsumowującą. |
| NA OCENĘ 3.0        | Posiada 50% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej ocena podsumowującą.           |
| NA OCENĘ 3.5        | Posiada 60% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej ocena podsumowującą.           |
| NA OCENĘ 4.0        | Posiada 70% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej ocena podsumowującą.           |
| NA OCENĘ 4.5        | Posiada 80% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej ocena podsumowującą.           |
| NA OCENĘ 5.0        | Posiada 90% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej ocena podsumowującą.           |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                     |
| NA OCENĘ 2.0        | Posiada mniej niż 50% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej ocena podsumowującą. |

|              |                                                                                           |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.0 | Posiada 50% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą. |
| NA OCENĘ 3.5 | Posiada 60% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą. |
| NA OCENĘ 4.0 | Posiada 70% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą. |
| NA OCENĘ 4.5 | Posiada 80% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą. |
| NA OCENĘ 5.0 | Posiada 90% wiedzy opartej na treściach programowych, zweryfikowanej oceną podsumowującą. |

## 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_K01<br>K2_K02<br>K2_K03<br>K2_K04<br>K2_K05                                 | Cel 1           | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8<br>W9 W10 W11<br>W12 W13 W14<br>W15 | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK2               | K2_W02<br>K2_W03<br>K2_W04<br>K2_W05<br>K2_W06<br>K2_W07                       | Cel 1           | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8<br>W9                               | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK3               | K2_U01<br>K2_U05<br>K2_U10<br>K2_U16<br>K2_U22                                 | Cel 1           | P1 P2 P3 P4 P5<br>P6 P7                                        | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK4               | K2_W14<br>K2_U01<br>K2_U06<br>K2_U07                                           | Cel 1           | P1 P2 P3 P4 P5<br>P6 P7                                        | N1 N2                 | F1 P1         |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] Słowiński Mirosław — *Podstawy Fizyczne Energetyki Jądrowej*, Warszawa, 2016, Polska Księgarnia
- [2 ] Jerzy Kubowski — *Energia Jądrowa*, Warszawa, 2013, PWN
- [3 ] Colin Tucker — *Jak zostać operatorem reaktora jądrowego Przewodnik dla początkujących*, Warszawa, 2022, Dragon

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż., prof. PK Janusz Jaglarz (kontakt: [janusz.jaglarz@pk.edu.pl](mailto:janusz.jaglarz@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)