



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Teoria reaktorów jądrowych [S2EJ1>TRJ]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Energetyka jądrowa

Rok/Semestr

1/2

Studia w zakresie (specjalność)

–

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

30

Laboratorium

15

Inne

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

15

### Liczba punktów ECTS

4,00

### Koordynatorzy

dr inż. Jakub Sierchula

jakub.sierchula@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Matematyka: rachunek różniczkowy, rachunek całkowy. Fizyka: zasady zachowania, wymiana ciepła, podstawy fizyki jądrowej, podstawy mechaniki kwantowej. Programowanie/Informatyka: podstawowa znajomość obiektowego języka programowania (np. Python). Energetyka: układy technologiczne elektrowni/elektrociepłowni, bilanse energetyczne.

### Cel przedmiotu

Opanowanie podstawowej wiedzy i umiejętności z zakresu fizyki reaktorowej, transportu neutronów, budowy i zasady działania reaktora jądrowego, kontrolowania reakcji łańcuchowej. Poznanie podstawowych typów reaktorów jądrowych.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

1. Student rozumie istotę zjawisk zachodzących w reaktorach jądrowych.
2. Posiada rozszerzoną wiedzę z zakresu fizyki jądrowej i fizyki reaktorowej.
3. Potrafi przedstawić i opisać proces technologiczny realizowany w elektrowniach jądrowych z różnymi typami reaktorów.

4. Posiada wiedzę nt. budowy/zasady działania reaktorów jądrowych oraz teorii transportu neutronów.

Umiejętności:

1. Potrafi przeprowadzić podstawowe obliczenia warunków krytyczności jądrowego reaktora energetycznego.
2. Potrafi wyznaczyć strumień chłodziwa niezbędny do odbioru ciepła z rdzenia reaktora w trakcie normalnej eksploatacji.
3. W oparciu o podaną geometrię i skład materiałowy potrafi przygotować uproszczony model reaktora w kodzie neutronowym.

Kompetencje społeczne:

1. Ma świadomość dużej odpowiedzialności inżyniera energetyka w elektrowni jądrowej za podejmowane decyzje.
2. Rozumie konieczność prowadzenia dialogu z osobami sceptycznie nastawionymi do energetyki jądrowej.

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykłady

Ocena wiedzy i umiejętności wykazanych na egzaminie pisemnym o charakterze problemowym. Termin egzaminu podany na pierwszych zajęciach wykładowych. Ocenianie ciągłe na każdych zajęciach (premiowanie aktywności i jakości percepcji).

Laboratorium

Ocena wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadania ćwiczeniowego, ocena sprawozdania z wykonanego ćwiczenia. Ocenianie ciągłe na każdych zajęciach (premiowanie aktywności i jakości percepcji).

Projekt

Ocena wykonanego zadania o charakterze projektowym

### Treści programowe

Wykłady

Rozszczepienie jądra atomowego. Energia rozszczepienia. Reakcja łańcuchowa. Elementy konstrukcyjne reaktora jądrowego. Materiały stosowane do budowy reaktorów jądrowych. Paliwo jądrowe, moderator, reflektor neutronów. Spowalnianie i termalizacja neutronów. Równania bilansu neutronów w reaktorze jądrowym. Rozkład gęstości mocy/strumienia neutronów w reaktorze. Efektywny współczynnik mnożenia neutronów. Obliczenia wymiarów krytycznych reaktora. Kinetyka neutronowa. Efekty reaktywnościowe. temperaturowe współczynniki reaktywności (paliwo, chłodziwo, moderator). Sterowanie reaktorem jądrowym. Wypalanie paliwa. Analiza zmiany składu izotopowego w rdzeniu. Reaktory termiczne. reaktory prężne. Przegląd reaktorów jądrowych (PWR, BWR, HTGR, CANDU, RBMK, reaktory IV gen.). Zagadnienia cieplne w technice reaktorów jądrowych. Wymiana ciepła i przepływ chłodziwa. Podstawy ochrony radiologicznej (osłony przed promieniowaniem).

Laboratorium

Modelowanie zjawisk zachodzących w reaktorach jądrowych z wykorzystaniem stochastycznego kodu neutronowego OpenMC. Przygotowanie modelu reaktora jądrowego. Przygotowanie modelu reaktora jądrowego. Wyznaczenie efektywnego współczynnika mnożenia neutronów. Analiza wybranych parametrów/geometrii rdzenia na kinetykę neutronową. Obliczenia temperaturowych współczynników reaktywności. Wyznaczenie widma neutronów. przeprowadzenie obliczeń wypaleniowych. Analiza składu izotopowego paliwa.

Projekt

Zaprojektowanie reaktora jądrowego wybranej generacji.

### Tematyka zajęć

brak

### Metody dydaktyczne

Wykład z prezentacją multimedialną uzupełniony przykładami podawanymi na tablicy czy generowanymi w oparciu o specjalistyczne narzędzia obliczeniowe.

## Literatura

### Podstawowa:

1. Glasstone S., Edlund M.C., Podstawy Teorii Reaktorów Jądrowych, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1957
2. Glasstone S., Podstawy Techniki Reaktorów Jądrowych, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1958
3. Kielkiewicz M., Teoria Reaktorów Jądrowych, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1987
4. Dobrzyński L., Zarys Nukleoniki, Polskie Wydawnictwo Naukowe, Otwock 2017
5. Celiński Z., Strupczewski A., Podstawy Energetyki Jądrowej, Wydawnictwo Naukowo Techniczne, Warszawa 1984

### Uzupełniająca:

1. Kielkiewicz M., Podstawy fizyki reaktorów jądrowych. Cz. 1, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1977
2. Kielkiewicz M., Podstawy fizyki reaktorów jądrowych. Cz. 2, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1980
3. Masterson R.E., Introduction to Nuclear Reactor Physics, CRC Press, 2017

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	107	4,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	62	2,50
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	45	1,50