

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	Bezpieczeństwo elektrowni jądrowych
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Safety of nuclear power plants
KOD PRZEDMIOTU	WIŚIE EN oIIS C9 23/24
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	5.00
SEMESTRY	2

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	CWICZENIA	LABORATORIA	LABORATORIA KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
2	30	15	0	0	30	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zapoznanie się z zagrożeniami w energetyce jądrowej.

Cel 2 Zdobycie wiedzy o podstawowych zasadach bezpieczeństwa w elektrowni jądrowej.

Cel 3 Zdobycie wiedzy na temat sposobów realizacji bezpieczeństwa elektrowni jądrowej.

Cel 4 Zdobyć wiedzę na temat analiz bezpieczeństwa (zarówno deterministycznych, jak i probabilistycznych) oraz podstaw probabilistycznej analizy bezpieczeństwa (PSA).

Cel 5 Zdobyć umiejętności przeprowadzenia i oceny bezpieczeństwa elektrowni jądrowej.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Wiedza z zakresu elektrowni jądrowych.

2 Wiedza z zakresu podstaw dotyczących fizyki jądrowej i jądrowych metod pomiarowych oraz paliwa jądrowego i cyklu paliw w elektrowni jądrowej.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Posiada podstawową wiedzę na temat podstawowych zasad bezpieczeństwa elektrowni jądrowej.

EK2 Wiedza Posiada wiedzę na temat wymagań bezpieczeństwa, które należy spełnić w projektowaniu, budowie i eksploatacji elektrowni jądrowej.

EK3 Wiedza Posiada wiedzę na temat sposobów realizacji bezpieczeństwa elektrowni jądrowej.

EK4 Wiedza Posiada wiedzę na temat analiz bezpieczeństwa (zarówno deterministycznych, jak i probabilistycznych) oraz podstaw probabilistycznej analizy bezpieczeństwa (PSA).

EK5 Wiedza Zna metodykę przeprowadzania obliczeń cieplno-przepływowych w reaktorach oraz parametrów rdzenia.

EK6 Umiejętności Posiada umiejętność analizy i oceny bezpieczeństwa elektrowni jądrowej.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P1	Probabilistyczna analiza bezpieczeństwa elektrowni jądrowej.	30

CWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C1	Obliczenia cieplno-przepływowe w reaktorach lekkowodnych (LWR).	4
C2	Obliczenia parametrów rdzenia (temperatura paliwa, jego entalpia, temperatura koszulek prętów paliwowych, ich utlenienie i odkształcenie, współczynnik uwzględniający krytyczny strumień ciepła prętów paliwowych)	6
C3	Deterministyczne a probabilistyczne analizy bezpieczeństwa. probabilistyczna metodologia oceny bezpieczeństwa (PSA) oraz poziomy i wskaźniki PSA	2

CWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C4	Analiza drzewa błędów i drzewa zdarzeń. Analiza Markowa. Analiza najczęstszych przyczyn awarii. Elementy analizy wiarygodności człowieka	3

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Podstawowe zasady bezpieczeństwa elektrowni jądrowych. Cechy bezpieczeństwa elektrowni jądrowych. System barier powstrzymujących rozprzestrzenianie się produktów rozszczepienia. Układy bezpieczeństwa reaktora wodnego, ciśnieniowego.	6
W2	Konstrukcje prętów paliwowych, zachowanie termiczno-mechaniczne i ograniczenia w warunkach normalnej pracy, i w warunkach "wyjątkowych". Główne systemy ochrony reaktora.	4
W3	Charakterystyka i przebiegi wybranych możliwych awarii w elektrowniach jądrowych. Przepisy i zalecenia dotyczące bezpieczeństwa energetyki jądrowej. Raporty bezpieczeństwa i dozór jądrowy. Doświadczenia z incydentów i awarii w reaktorach jądrowych. Rola człowieka w bezpieczeństwie jądrowym.	8
W4	Analizy bezpieczeństwa. Rola dozoru jądrowego. Prawodawstwo polskie i unijne w zakresie bezpieczeństwa. Rola organizacji międzynarodowych. Podstawowe zasady bezpieczeństwa (MAEA, VANO), prawa i obowiązki MAEA i VANO, deterministyczne analizy bezpieczeństwa wypadków oraz metodologia oceny bezpieczeństwa. Ilościowe oceny niezawodności układów i probabilistyczne oceny bezpieczeństwa elektrowni jądrowych.	8
W5	Energetyka jądrowa a na tle innych zagrożeń dla środowiska naturalnego i społeczeństwa	4

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Zadania tablicowe

N3 Ćwiczenia projektowe

N4 Prezentacje multimedialne

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	75
Konsultacje przedmiotowe	19
Egzaminy i zaliczenia w sesji	6
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	10
Opracowanie wyników	0
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	20
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	130
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	5.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium

F2 Projekt indywidualny

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Uzyskanie pozytywnych ocen z zadań częściowych

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Student nie potrafi wymienić podstawowych zasad bezpieczeństwa elektrowni jądrowej.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi ogólnie wymienić podstawowe zasady bezpieczeństwa elektrowni jądrowej.

NA OCENĘ 3.5	Student potrafi szczegółowo wymienić podstawowe zasady bezpieczeństwa elektrowni jądrowej.
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi szczegółowo wymienić podstawowe zasady bezpieczeństwa elektrowni jądrowej oraz ogólnie opisać ich cechy.
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi szczegółowo wymienić podstawowe zasady bezpieczeństwa elektrowni jądrowej oraz szczegółowo opisać ich cechy.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi szczegółowo wymienić podstawowe zasady bezpieczeństwa elektrowni jądrowej, szczegółowo opisać ich cechy oraz omówić układy bezpieczeństwa reaktorów wodnych.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Student nie potrafi omówić wymagań bezpieczeństwa, które należy spełnić w projektowaniu, budowie i eksploatacji elektrowni jądrowej.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi w sposób ogólny omówić wymagania bezpieczeństwa, które należy spełnić w projektowaniu, budowie i eksploatacji elektrowni jądrowej.
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi szczegółowo omówić wymagania bezpieczeństwa, które należy spełnić w projektowaniu, budowie i eksploatacji elektrowni jądrowej.
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi szczegółowo omówić wymagania bezpieczeństwa, które należy spełnić w projektowaniu, budowie i eksploatacji elektrowni jądrowej oraz ogólnie omówić konstrukcję prętów paliwowych.
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi szczegółowo omówić wymagania bezpieczeństwa, które należy spełnić w projektowaniu, budowie i eksploatacji elektrowni jądrowej oraz szczegółowo omówić konstrukcję prętów paliwowych.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi szczegółowo omówić wymagania bezpieczeństwa, które należy spełnić w projektowaniu, budowie i eksploatacji elektrowni jądrowej, szczegółowo omówić konstrukcję prętów paliwowych oraz główne systemy ochrony reaktora.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Student nie potrafi omówić sposobów realizacji bezpieczeństwa elektrowni jądrowej.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi ogólnie omówić sposobów realizacji bezpieczeństwa elektrowni jądrowej.
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi szczegółowo scharakteryzować sposoby realizacji bezpieczeństwa elektrowni jądrowej.
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi szczegółowo scharakteryzować sposoby realizacji bezpieczeństwa elektrowni jądrowej oraz ogólnie scharakteryzować przepisy i zalecenia dotyczące bezpieczeństwa energetyki jądrowej.
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi szczegółowo scharakteryzować sposoby realizacji bezpieczeństwa elektrowni jądrowej oraz szczegółowo scharakteryzować przepisy i zalecenia dotyczące bezpieczeństwa energetyki jądrowej.

NA OCENĘ 5.0	Student potrafi szczegółowo scharakteryzować sposoby realizacji bezpieczeństwa elektrowni jądrowej, szczegółowo scharakteryzować przepisy i zalecenia dotyczące bezpieczeństwa energetyki jądrowej oraz omówić rolę człowieka w bezpieczeństwie jądrowym.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Student nie potrafi scharakteryzować przebiegów możliwych awarii w elektronach jądrowych.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi ogólnie scharakteryzować przebiegów możliwych awarii w elektronach jądrowych.
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi szczegółowo scharakteryzować przebiegi możliwych awarii w elektronach jądrowych.
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi szczegółowo scharakteryzować przebiegi możliwych awarii w elektronach jądrowych oraz ogólnie omówić rolę dozoru jądrowego
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi szczegółowo scharakteryzować przebiegi możliwych awarii w elektronach jądrowych oraz szczegółowo omówić rolę dozoru jądrowego.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi szczegółowo scharakteryzować przebiegi możliwych awarii w elektronach jądrowych, szczegółowo omówić rolę dozoru jądrowego i organizacji międzynarodowych.
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 2.0	Student nie potrafi przeprowadzić obliczeń cieplno-przepływowych w reaktorach oraz parametrów rdzenia.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi, z pomocą nauczyciela, przeprowadzić obliczenia cieplno-przepływowe w reaktorach lub obliczyć wybrane parametry rdzenia.
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi, z pomocą nauczyciela, przeprowadzić obliczenia cieplno-przepływowe w reaktorach i obliczyć wybrane parametry rdzenia.
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi, samodzielnie przeprowadzić obliczenia cieplno-przepływowe w reaktorach lub obliczyć wybrane parametry rdzenia. Student z pomocą nauczyciela, potrafi dokonać analizy oceny bezpieczeństwa.
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi, samodzielnie przeprowadzić obliczenia cieplno-przepływowe w reaktorach i obliczyć wybrane parametry rdzenia. Student potrafi dokonać analizy oceny bezpieczeństwa.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi, samodzielnie przeprowadzić obliczenia cieplno-przepływowe w reaktorach i obliczyć wskazane parametry rdzenia. Student potrafi dokonać analizy oceny bezpieczeństwa oraz analizy drzewa błędów i zdarzeń.
EFEKT KSZTAŁCENIA 6	
NA OCENĘ 2.0	Student nie potrafi przeprowadzić analizy i oceny bezpieczeństwa elektrowni jądrowej.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi, z pomocą nauczyciela, przeprowadzić probabilistyczną analizę bezpieczeństwa elektrowni jądrowej.

NA OCENĘ 3.5	Student potrafi, z pomocą nauczyciela, przeprowadzić probabilistyczną analizę bezpieczeństwa elektrowni jądrowej, przeprowadzić analizę zdarzeń, których skutkiem może być uszkodzenie rdzenia reaktora.
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi, samodzielnie przeprowadzić probabilistyczną analizę bezpieczeństwa elektrowni jądrowej, przeprowadzić analizę zdarzeń, których skutkiem może być uszkodzenie rdzenia reaktora.
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi, samodzielnie przeprowadzić probabilistyczną analizę bezpieczeństwa elektrowni jądrowej, przeprowadzić analizę zdarzeń, których skutkiem może być uszkodzenie rdzenia reaktora, przeanalizować procesy fizyczne zachodzące w przypadku stopienia rdzenia.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi, samodzielnie przeprowadzić probabilistyczną analizę bezpieczeństwa elektrowni jądrowej, przeprowadzić analizę zdarzeń, których skutkiem może być uszkodzenie rdzenia reaktora, przeanalizować procesy fizyczne zachodzące w przypadku stopienia rdzenia oraz przeprowadzić analizę rozprzestrzeniania się uwolnionych z reaktora substancji radioaktywnych w środowisku.

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_W04 K2_W05 K2_W11	Cel 1	W1 W2	N1	F1 P1
EK2	K2_W04 K2_W05 K2_W14	Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3	N1	F1
EK3	K2_W04 K2_W05 K2_W11 K2_W14	Cel 1 Cel 2 Cel 3	C3 C4 W1 W2 W3	N1 N2	F1
EK4	K2_W04 K2_W05 K2_W11 K2_W14	Cel 1 Cel 2 Cel 3	C3 C4 W1 W4 W5	N1 N2	F1
EK5	K2_U04 K2_U21 K2_U23	Cel 1 Cel 2 Cel 3 Cel 4	P1 C1 C2 C3 C4 W1 W2 W3 W4	N1 N2 N3 N4	F1 F2 P1

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK6	K2_U01 K2_U04 K2_U09 K2_U10 K2_U11 K2_U14 K2_U21 K2_U23	Cel 1 Cel 2 Cel 3 Cel 4 Cel 5	P1 C3 C4 W1 W2 W3	N1 N2 N3 N4	F1 F2 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Pavel V. Tsvetkov — *Nuclear power - operation, safety and environment*, Croatia, 2011, InTech
- [2] | Leroy, A., and Signoret, J.P. — *Reliability Assessment of Safety and Production Systems*, Cham, Switzerland, 2021, Springer
- [3] | Kumamoto, H., and Henley, E.J. — *Probabilistic Risk Assessment and Management for Engineers and Scientists*, New York, 2001, John Wiley & Sons

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Modarres, M — *What Every Engineer Should Know about Reliability and Risk Analysis*, What Every Engineer Should Know about Reliability and Risk Analysis, 1993, Dekker Inc.
- [2] | Rafferty K. — *Environmental Effects of Nuclear Power*, Delhi, 2011, The English Press

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Ewa Kozak-Jagięła (kontakt: ewa.kozak@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Ewa Kozak-Jagięła (kontakt: ewa.kozak@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)



PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....