



KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Bezpieczeństwo energetyki jądrowej [S2EJ1>BEJ]

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

obieralny

Liczba godzin

Wykład

30

Laboratorium

0

Inne

0

Ćwiczenia

15

Projekty/seminaria

15

Liczba punktów ECTS

4,00

Koordynatorzy

prof. dr hab. inż. Janusz Wojtkowiak
janusz.wojtkowiak@put.poznan.pl

Wykładowcy

Wymagania wstępne

Matematyka: funkcje, równania i układy równań algebraicznych, podstawy rachunku prawdopodobieństwa, podstawy rachunku różniczkowego i całkowego na poziomie 6 PRK, rozwiązywanie równań i układów równań algebraicznych, rozwiązywanie prostych równań różniczkowych, zastosowanie rachunku całkowego do obliczania wielkości geometrycznych i fizycznych. Fizyka: zasady zachowania w fizyce, statyka, kinematyka, dynamika, hydrodynamika, wymiana ciepła na poziomie 6 PRK, podstawy fizyki reaktorowej, rozwiązywanie zadań z mechaniki klasycznej, statyki, dynamiki i mechaniki płynów oraz wymiany ciepła.

Cel przedmiotu

Opanowanie wiedzy i umiejętności z zakresu bezpieczeństwa energetyki jądrowej (EJ), budowy i działania systemów bezpieczeństwa elektrowni jądrowych, oddziaływania elektrowni jądrowej na środowisko, metod oceny ryzyka związanego z działaniem elektrowni jądrowych.

Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

1. Student zna zasady bezpieczeństwa stosowane w energetyce jądrowej.

2. Student zna budowę i rozumie działanie systemów bezpieczeństwa EJ.
3. Student ma wiedzę w zakresie potencjalnego oddziaływania elektrowni jądrowej na środowisko w sytuacjach awaryjnych.
4. Student zna bariery na drodze substancji promieniotwórczych do otoczenia.
5. Student zna międzynarodową skalę zdarzeń jądrowych (INES) i rozumie jej zastosowanie.
6. Student ma wiedzę na temat metodyki obliczania niezawodności systemów technicznych, zna podstawowe struktury niezawodnościowe i rozumie ich właściwości.
7. Student zna i rozumie fizyczne podstawy działania pasywnych systemów bezpieczeństwa EJ.
8. Student zna metodykę probabilistycznej oceny ryzyka (PRA) i jej zastosowanie do oceny bezpieczeństwa EJ.

Umiejętności:

1. Student potrafi oszacować niezawodność prostego systemu bezpieczeństwa EJ stosując metodykę „drzew zdarzeń” lub „drzew uszkodzeń”.
2. Student potrafi obliczyć strumień chłodziwa niezbędny do awaryjnego chłodzenia rdzenia EJ.
3. Student potrafi obliczać, stosując metody uproszczone, charakterystyki przepływowe awaryjnych systemów chłodzenia rdzenia EJ.
4. Student potrafi wyznaczyć rozkłady temperatury w paliwie jądrowym podczas normalnej eksploatacji i w sytuacjach awaryjnych.
5. Student potrafi obliczyć niezawodność złożonej struktury technicznej oraz wskazać sposoby poprawy niezawodności.

Kompetencje społeczne:

1. Student rozumie potrzebę pracy zespołowej w rozwiązywaniu teoretycznych i praktycznych problemów energetyki jądrowej.
2. Student rozumie konieczność systematycznego pogłębiania i rozszerzania swojej wiedzy i umiejętności.
3. Student ma świadomość konieczności dialogu społecznego w sprawach związanych z wpływem energetyki jądrowej na otoczenie.

Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykłady

40-minutowe zaliczenie pisemne na ostatnich zajęciach w semestrze. Zaliczenie ma na celu sprawdzenie wiedzy studenta i polega na udzieleniu odpowiedzi na 4 pytania. Lista pytań jest udostępniana studentom na początku semestru. W przypadkach wątpliwych zaliczenie jest rozszerzane o część ustną. Na każdym wykładzie oceniana jest aktywność studentów.

Ćw. audytoryjne

Ocenianie ciągłe na każdym zajęciach (premiowanie aktywności). 60-minutowe pisemne kolokwium zaliczeniowe na końcu semestru. Kolokwium ma na celu sprawdzenie umiejętności i polega na rozwiązaniu 2 zadań.

Projekt

Etapowa ocena realizacji kluczowych punktów projektu. Ocena prezentacji i obrony całości projektu. Warunkiem uzyskania zaliczeń z wykładów i z ćwiczeń audytoryjnych, jest zdobycie minimum 50% z maksymalnej liczby punktów wynoszącej 20. Skala ocen: 0-9 pkt = 2,0; 10-12 pkt = 3,0; 13-14 pkt = 3,5; 15-16 pkt = 4,0; 17-18 pkt = 4,5; 19-20 pkt = 5,0. Warunkiem zaliczenia projektu jest jego złożenie w wersji elektronicznej i pozytywna obrona.

Treści programowe

Program modułu obejmuje następujące zagadnienia:

1. strategia bezpieczeństwa w energetyce jądrowej,
2. generacje elektrowni jądrowych i ich bezpieczeństwo,
3. systemy bezpieczeństwa elektrowni jądrowych (aktywne i pasywne),
4. bariery na drodze substancji promieniotwórczych do otoczenia,
5. wpływ elektrowni jądrowej na otoczenie podczas normalnej eksploatacji,
6. strefy bezpieczeństwa wokół elektrowni jądrowej,
7. zagrożenia w sytuacjach awaryjnych,
8. porównanie zagrożenia ze strony ej z innymi zagrożeniami cywilizacyjnymi.

Tematyka zajęć

Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:

1. klasyfikacja możliwych awarii,
2. międzynarodowa skala zdarzeń jądrowych (INES),
3. maksymalna awaria hipotetyczna (MHA),
4. maksymalna awaria projektowa (MPA),
5. awaria typu LOCA,
6. ciepło powyłączeniowe,
7. odbiór ciepła powyłączeniowego w sytuacjach awaryjnych,
8. systemy natychmiastowego wyłączenia reaktora,
9. systemy awaryjnego chłodzenia rdzenia,
10. obudowa bezpieczeństwa i jej systemy,
11. miary niezawodności systemów technicznych,
12. struktury niezawodnościowe i ich właściwości,
13. podstawy metodyki PRA, drzewa zdarzeń i drzewa uszkodzeń.

Program ćwiczeń audytoryjnych obejmuje następujące zagadnienia:

1. obliczenia ciepłno-przepływowe systemów awaryjnego chłodzenia rdzenia,
2. analiza działania systemów obudowy bezpieczeństwa (zraszania, wentylacji, rekombinacji wodoru),
3. obliczanie prawdopodobieństw realizacji przykładowych łańcuchów awaryjnych,
4. obliczanie rozkładu temperatury w paliwie jądrowym,
5. obliczanie zmian ciśnienia i temperatury w obudowie bezpieczeństwa w sytuacjach awaryjnych.

Program ćwiczeń projektowych obejmuje następujące zagadnienia:

1. wysokociśnieniowy system awaryjnego chłodzenia rdzenia,
2. awaryjny system zraszania wnętrza obudowy bezpieczeństwa,
3. awaryjny system wentylacji obudowy bezpieczeństwa,
4. pasywny system długoterminowego odbioru ciepła powyłączeniowego.

Metody dydaktyczne

Wykłady: prezentacja multimedialna (w tym: rysunki, zdjęcia, animacje) uzupełniana wyjaśnieniami podawanymi na tablicy.

Ćwiczenia audytoryjne: rozwiązywanie przykładowych zadań z wykorzystaniem edukacyjnego oprogramowania komputerowego oraz programów własnych, inicjowanie dyskusji nad konsekwencjami stosowanych uproszczeń i dokładnością uzyskiwanych wyników obliczeń.

Projekt: praca zespołowa studentów na projektem wybranego systemu awaryjnego EJ realizowana pod nadzorem prowadzącego.

Literatura

Podstawowa:

1. Strupczewski A., Awarie reaktorowe, WNT, W-wa 1990.
2. Hryniewicz Z. (Red.): Człowiek i promieniowanie jonizujące. PWN, W-wa, 2001.
3. Dobrzyński L. (Red.): Zarys nukleoniki. PWN, W-wa 2017.
4. Ablewicz Z., Dąbrowski W.B. Osłony przed promieniowaniem jonizującym. Arkady, W-wa 1986.
5. Kiełkiewicz M. Jądrowe reaktory energetyczne. WNT, W-wa 1978.
6. Masterson R.E., Nuclear Reactor Thermal Hydraulics. An introduction to Nuclear Heat Transfer and Fluid Flow, CRC Press, 2019.

Uzupełniająca:

1. Petrangeli G.: Nuclear Safety. 1st Ed. Butterworth-Heinemann, 2006
2. Elkmann P.: Emergency Planning for Nuclear Power Plants. CRC Press, 2009
3. Murray R.L., Nuclear Energy (6th Ed.), Elsevier, Amsterdam 2009.

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	110	4,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	60	2,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	50	2,00