

POLITECHNIKA WARSZAWSKA
WYDZIAŁ MECHANICZNY ENERGETYKI I LOTNICTWA

Decyzja nr 30/2024

Dziekana Wydziału Mechanicznego Energetyki i Lotnictwa
z dnia 22 maja 2024 r.

w sprawie utworzenia i wprowadzenia do oferty dydaktycznej Wydziału MEiL przedmiotów obieralnych od roku akademickiego 2024/2025

Na podstawie § 11 ust. 4 pkt 5 Regulaminu organizacyjnego Politechniki Warszawskiej, stanowiącego załącznik do zarządzenia nr 92/2019 Rektora PW z dnia 4 grudnia 2019 r. w sprawie nadania Regulaminu organizacyjnego Politechniki Warszawskiej, postanawia się, co następuje:

§ 1

1. Na Wydziale Mechanicznym Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej tworzy się i wprowadza się do oferty dydaktycznej od roku akademickiego 2024/2025 na studiach stacjonarnych pierwszego stopnia o profilu ogólnoakademickim na kierunkach: Lotnictwo i Kosmonautyka, Mechanika i Projektowanie Maszyn, Robotyka i Automatyka oraz Energetyka z wyłączeniem specjalności energetyka jądrowa, następujące przedmioty obieralne:
 - a) Wstęp do energetyki jądrowej – 2 ECTS;
 - b) Podstawy technologii reaktorowych – 2 ECTS;
 - c) Zagadnienia bezpieczeństwa energetyki jądrowej – 2 ECTS.
2. Karty przedmiotów zawierające ich szczegółowy opis stanowią załączniki do decyzji od 1 do 3.

§ 2

Decyzja wchodzi w życie z dniem podpisania.

DZIEKAN

prof. dr hab. inż. Janusz Frączek

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	WSTĘP DO ENERGETYKI JĄDROWEJ INTRODUCTION TO NUCLEAR POWER ENGINEERING		
Stopień studiów:	I (inżynierski), z możliwością zapisów (za formalną zgodą prodziekana) także dla studentów M (Magisterskie)		
Kierunek studiów,	Lotnictwo i Kosmonautyka, Mechanika i Projektowanie Maszyn, Robotyka i Automatyka, Energetyka (z wyłączeniem specjalności energetyka jądrowa)		
Kod przedmiotu:	Semestr studiów:	Liczba punktów ECTS: 2	
Poziom przedmiotu: podstawowy	Typ przedmiotu: obieralny		
	Wykłady:	18 h	
	Ćwiczenia:	6 h	
Wymiar przedmiotu: 50h	Laboratoria:	6 h	Praca własna: 15 h
	Konsultacje:	5 h	
	Projekt:	0 h	
Odpowiedzialny za przedmiot:	dr inż Piotr Mazgaj, Zakład MiUE przedmiot prowadzony wspólnie przez pracowników Wydziału MEiL i Fizyki		

Cele przedmiotu

Celem ogólnym przedmiotu jest wprowadzenie studentów do energetyki jądrowej.

Cele szczegółowe przedmiotu obejmują:

- C1. Wstęp do rozszczepienia i syntezy jądrowej
- C2. Zapoznanie studentów z budową materii, z oddziaływaniami jądrowymi, wprowadzenie definicji przekrojów czynnych,
- C3. Zapoznanie studentów reakcjami jądrowymi i oddziaływaniem neutronów z materią
- C4. Zapoznanie studentów z cyklem życia neutronów w reaktorach.
- C5. Zapoznanie studentów z zagadnieniem transportu neutronów i metodami jego rozwiązania
- C6. Zapoznanie studentów z podstawami kinetyki i dynamiki reaktorów
- C7. Zapoznanie studentów z podstawowymi zasadami projektowania rdzeni reaktorów
- C8. Pomiary i detekcja promieniowania jonizującego

Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

1. Znajomość fizyki na podstawowym poziomie

Efekty uczenia się (wiedza)

- EW1 Posiada wiedzę z zakresu fizyki jądrowej
- EW2 Posiada wiedzę o strukturze materii i oddziaływaniu cząstek
- EW3 Zna podstawowe rodzaje detektorów promieniowania jonizującego
- EW4 Zna mechanizmy oddziaływania neutronów z materią oraz reakcji jądrowych indukowanych przez neutrony.
- EW5 Wie co to są neutrony opóźnione, zna ich udział oraz rolę w kontrolowaniu reakcji łańcuchowej. Zna pojęcia i zasady opisujące dynamikę reaktorów jądrowych.

EW6	Posiada wiedzę o podstawowych założeniach teorii transportu neutronów.
EW7	Zna mechanizmy spowalniania neutronów w materii. Wie co to jest wychwyty rezonansowy, rozpraszanie neutronów oraz inne istotne procesy.
EW8	Zna definicję współczynnika mnożenia neutronów, wie jakie zjawiska fizyczne wpływają na jego wartość.
EW9	Zna podstawy zagadnień kinetyki i dynamiki reaktorów jądrowych, Zna przyczyny i skutki zmian reaktywności podczas pracy reaktora.
Efekty uczenia się (umiejętności)	
EU1	Umiejętność opisu procesów konwersji i przemian jądrowych.
EU2	Umiejętność rozwiązywania podstawowych problemów z zakresu fizyki jądrowej.
EU3	Umiejętność wykonania podstawowych obliczeń z fizyki reaktorów jądrowych
EU4	Umiejętność wykonania podstawowych pomiarów promieniowania jonizującego
Efekty kształcenia (kompetencje społeczne)	
EK1	Umiejętność przekazywania wiedzy z zakresu podstaw fizyki jądrowej, promieniotwórczości i fizyki reaktorów jądrowych.

Treści merytoryczne przedmiotu

Wykłady	Liczba godzin
Struktura materii, cząstki elementarne. Oddziaływania fundamentalne. Typowe skale długości i energii związane z atomami i jądrami. Struktura jądra atomowego. Rozmiary i masy. Schemat budowy jądra. Zakres stabilności jąder atomowych	2
Energia wiązania jądra. Energie separacji. Dolina stabilności. Kanały rozpadu. Magiczne liczby. Tryby wzbudzenia w jądram atomowych. Całkowity i różnicowy przekrój poprzeczny. Właściwości oddziaływań jądrowych. Własności deuteronu	2
Modele jądrowe, Akceleratory, detektory, oddziaływanie cząstek z ośrodkiem.	4
Radioaktywność. Prawo rozpadu promieniotwórczego. Transmutacja jądrowa. Łańcuchy rozpadów. Kanały rozpadu: alfa, beta, gamma, rozszczepienie. Rozszczepienie spontaniczne i indukowane. Reakcja łańcuchowa.	2
Fizyka neutronów. Oddziaływanie neutronów z materią. Synteza termojądrowa. Synteza lekkich pierwiastków w gwiazdach, wybuch supernowej, Synteza termojądrowa na Ziemi: metody i problemy.	2
Reakcje jądrowe w reaktorach jądrowych	2
Teoria transportu neutronów, Metody przybliżone transportu neutronów oraz teoria dyfuzji, metody rozwiązywania równania dyfuzji.	4
Stan krytyczny reaktora jądrowego, Zmiany w rdzeniu w czasie pracy reaktora, Kinetyka reaktorów, Dynamika reaktorów, efekty reaktywnościowe i stabilność	2
Ćwiczenia z fizyki reaktorów jądrowych	4
Laboratorium pomiarów promieniowania jonizującego	6

Literatura podstawowa i uzupełniająca

1. Materiały wykładowe i instrukcje przygotowane przez prowadzącego zajęcia.
2. E.E. Lewis, Fundamentals of Nuclear Reactor Physics, Academic Press, 2008.
3. M. Kiełkiewicz, Teoria Reaktorów Jądrowych, WPW, 1986.
4. J. Adamski, Zbiór zadań z fizyki reaktorów jądrowych, WPW, 1977.
5. J. J Duderstadt, Nuclear Reactor Analysis, Wiley, 1976.
6. W. M. Stacey, Nuclear Reactor Physics, Wiley, 2007.

Obciążenie studenta pracą

Forma aktywności	Średnia liczba godzin
Godziny kontaktowe z nauczycielem (zajęcia)	30
Godziny kontaktowe z nauczycielem (konsultacje)	5
Praca własna (studiowanie literatury), przygotowanie się do zajęć	15
SUMA	50

Narzędzia dydaktyczne

1. Wykłady w formie prezentacji w formacie PDF.
2. Zajęcia ćwiczeniowe
3. Zajęcia laboratoryjne

Metody oceny (F – formująca, P – podsumowująca)

Kolokwium końcowe (P)

Realizacja efektów uczenia się

Efekt uczenia się	Odniesienie do efektów zdefiniowanych dla całego programu	Cele przedmiotu	Narzędzia dydaktyczne	Sposób oceny
EW1	E1_W2	C6, C5	Wykład, ćwiczenia, praca samodzielna	Ocena w skali ocen 2-5
EW2	E1_W2	C1, C2, C3	Wykład, ćwiczenia, praca samodzielna	Jak wyżej
EW3	E1_W35, E1_W02	C8	laboratorium	Jak wyżej
EW4	E1_W02, E1_W27	C4	Wykład, ćwiczenia, praca samodzielna	Jak wyżej
EW5	E1_W02, E1_W27	C4	Wykład, ćwiczenia, praca samodzielna	Jak wyżej
EW6	E1_W02, E1_W27	C5	Wykład, ćwiczenia, praca samodzielna	Jak wyżej
EW7	E1_W02, E1_W27	C6	Wykład, ćwiczenia, praca samodzielna	Jak wyżej
EW8	E1_W02, E1_W27	C6, C7	Wykład, ćwiczenia, praca samodzielna	Jak wyżej
EW9	E1_W02, E1_W27	C6, C7	Wykład, ćwiczenia, praca samodzielna	Jak wyżej
EU1	E1_U31, E1_U08	C2, C5, C3	Wykład, ćwiczenia, praca samodzielna	Jak wyżej
EU2	E1_U32	C6	Wykład, ćwiczenia, praca samodzielna	Jak wyżej
EU3	E1_U12, E1_U33	C4, C5, C6, C7	Wykład, ćwiczenia, praca samodzielna	Jak wyżej
EU4	E1_U01, E1_U02, E1_U04, E1_U09	C8	laboratorium	Jak wyżej
EK1	E1_K01	C1	Wykład, praca samodzielna	Jak wyżej

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	PODSTAWY TECHNOLOGII REAKTOROWYCH BASICS OF NUCLEAR REACTOR TECHNOLOGY		
Stopień studiów:	I (inżynierski), z możliwością zapisów (za formalną zgodą prodziekana) także dla studentów M (Magisterskie)		
Kierunek studiów, specjalność:	Lotnictwo i Kosmonautyka, Mechanika i Projektowanie Maszyn, Robotyka i Automatyka, Energetyka z wyłączeniem specjalności energetyka jądrowa)		
Kod przedmiotu:	Semestr studiów:	Liczba punktów ECTS: 2	
Poziom przedmiotu: podstawowy	Typ przedmiotu: obieralny		
	Wykłady:	26 h	
	Ćwiczenia:	2 h	
Wymiar przedmiotu: 50h	Laboratoria:	2 h	Praca własna: 15 h
	Konsultacje:	5 h	
	Projekt:	0 h	
Odpowiedzialny za przedmiot: dr inż. Grzegorz Niewiński, profesor uczelni, Zakład MiUE			

Cele przedmiotu

Celem ogólnym przedmiotu jest zapoznanie studentów z technologiami paliwowymi

Cele szczegółowe przedmiotu obejmują:

- C1. Zapoznanie studentów z rodzajami i etapami cyklu paliwowego
- C2. Zapoznanie studentów z wielkością i lokalizacją i formą występowania materiałów rozszczepialnych i rodnych
- C3. Zapoznanie studentów z sposobami wzbogacania materiałów i wytwarzania paliw jądrowych
- C4. Zapoznanie studentów z gospodarką odpadami promieniotwórczymi
- C5. Zapoznanie studenta z budową i zasadą działania wyspy jądrowej i reaktora typu PWR, BWR, PHWR
- C6. Zapoznanie studenta z budową i zasadą działania reaktora typu FBR, GCR/HTGR
- C7. Zapoznanie studenta z układami zabezpieczeń i bezpieczeństwa stosowanymi we współczesnych reaktorach jądrowych.
- C8. Zapoznanie studenta z wyspą konwencjonalną i BOP w Elektrowni Jądrowej
- C9. Zapoznanie studenta z podstawami budowy, licencjonowania i eksploatacji elektrowni jądrowej
- C10. Zapoznanie studenta z budową i zasadą działania perspektywicznych reaktorów jądrowych (SMR, MMR, GEN-IV, technologie kosmiczne), zastosowanie perspektywicznych reaktorów.

Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

1. Znajomość fizyki na podstawowym poziomie
2. Ukończenie z wynikiem pozytywnym przedmiotu Wstęp do energetyki jądrowej

Efekty uczenia się (wiedza)

- | | |
|-----|--|
| EW1 | Wie co to jest cykl paliwowy, zna jego elementy składowe i klasyfikacje |
| EW2 | Posiada wiedzę w jaki sposób produkuje się paliwa jądrowe. Wie jakie czynniki wpływają na kształt, sposób wykonania oraz użyte materiały do produkcji paliwa |

EW3	Wie jakie produkty powstają w procesie wypalania paliwa jądrowego w reaktorze i w jaki sposób z nim postępować
EW4	Zna budowę, schematy cieplne, parametry robocze, wydajności i ograniczeń reaktorów, jak również materiałów używanych do ich budowy.
EW5	Zna najnowsze rozwiązania systemów zabezpieczeń, układów bezpieczeństwa i układów pomocniczych
EW6	Zna koncepcję budowy i różnice pomiędzy reaktorami typu PWR, BWR, PHWR, GCR, FBR. Wie jakie są różnice pomiędzy poszczególnymi generacjami reaktorów.
EW7	Wie jak zbudowana jest elektrownia jądrowa i zna procesy jej licencjonowania
EW8	Wie jakie są generalne zasady eksploatacji elektrowni jądrowej. Wie w jaki sposób zmiana obciążenia przełoży się na stan reaktora
Efekty uczenia się (umiejętności)	
EU1	Potrafi policzyć podstawowe wielkości z cyklu paliwowego (aktywność, pracę rozdzielczość, bilans masowy) i dokonać ich optymalizacji
EU2	Student potrafi pracować w grupie i prezentować wyniki wspólnej pracy
EU3	Potrafi opisać poszczególne różnice pomiędzy podstawowymi typami reaktorów. Potrafi wskazać wady i zalety każdego z rozwiązań
Efekty kształcenia (kompetencje społeczne)	
EK1	Potrafi ocenić wpływ technologii jądrowych na środowisko i przekazać ta wiedzę innym osobom

Treści merytoryczne przedmiotu

Wykłady	Liczba godzin
Cykl paliwowy, rodzaje, elementy składowe, bilans masowy	2
Właściwości fizyczne i chemiczne Uranu, zasoby uranu na świecie, metody wydobywania, koncentrat Yellow cake, Proces konwersji uranu, metody wzbogacania paliwa, praca rozdzielcza	3
Wypalanie paliwa w reaktorze, charakterystyka wypalonego paliwa, Gospodarka wypalonym paliwem - składowanie, przerób wypalonego paliwa, Paliwo MOX, Paliwo w reaktorach badawczych, wstęp do transmutacji	2
Budowa i zasada działania reaktorów lekkowodnych i ciężkowodnych, wyspa jądrowa, systemy bezpieczeństwa, Ewolucja konstrukcji od Gen I do GEN III+	7
Budowa i zasada działania reaktorów gazowych i powielających	3
Reaktory SMR i GEN IV	2
Struktura wytwarzania energii elektrycznej, perspektywy rozwoju energetyki jądrowej	2
Budowa i zasada działania elektrowni jądrowej, proces licencjonowania	2
Zmiana obciążenia a stan reaktora, dynamika swobodna, kontrola temperatury, uruchomienie i odstawienie reaktora. Regulacja pierwotna i wtórna, Planowany i nieplanowany postój, przeładunek paliwa, ekonomika energetyki, wskaźniki eksploatacyjne. Systemy pomocnicze.	5
Zajęcia laboratoryjne – symulator elektrowni jądrowej	2

Literatura podstawowa i uzupełniająca

1. Materiały wykładowe i instrukcje przygotowane przez prowadzącego zajęcia.
2. H. Anglart, Applied Reactor Technology, WPW 2015
3. J.R. Lamarsh, Introduction to Nuclear Engineering, 2014
4. K. D. Kok, Nuclear engineering handbook, 2009
5. PRIS – portal IAEA
6. G. Ackermann, Eksploatacja Elektrowni Jądrowych, 1987.
7. Advances in Nuclear Power Process Heat Applications, IAEA 2012

Obciążenie studenta pracą

Forma aktywności	Średnia liczba godzin
Godziny kontaktowe z nauczycielem (zajęcia)	30
Godziny kontaktowe z nauczycielem (konsultacje)	5
Praca własna (studiowanie literatury), przygotowanie się do zajęć, prace domowe	15
SUMA	50

Narzędzia dydaktyczne

1. Wykłady w formie prezentacji w formacie PDF.
2. Ćwiczenia obliczeniowe
3. Zajęcia laboratoryjne
4. Makiety elementów paliwowych i komponentów EJ

Metody oceny (F – formująca, P – podsumowująca)

Kolokwium końcowe (P), prezentacja (F), test (F)

Realizacja efektów uczenia się

Efekt uczenia się	Odniesienie do efektów zdefiniowanych dla całego programu	Cele przedmiotu	Narzędzia dydaktyczne	Sposób oceny
EW1	E1_W27, E1_W35, E1_W07, E1_W10	C1, C2, C3	Wykład, praca samodzielna	Ocena w skali ocen 2-5
EW2	E1_W07	C4	Wykład, ćwiczenia, praca samodzielna	Jak wyżej
EW3	E1_W12	C4	Wykład, ćwiczenia, praca samodzielna	Jak wyżej
EW4	E1_W27, E1_W28	C5, C6, C10	Wykład, praca samodzielna	Jak wyżej
EW5	E1_W27	C7	Wykład, praca samodzielna	Jak wyżej
EW6	E1_W27	C5, C6, C10	Wykład, praca samodzielna	Jak wyżej
EW7	E1_W27, E1_W28, E1_W35, E1_W31	C9	Wykład, praca samodzielna	Jak wyżej
EW8	E1_W28, E1_W09	C9	Wykład, laboratorium, praca samodzielna	Jak wyżej
EU1	E1_U31, E1_U12	C7	Wykład, ćwiczenia, praca samodzielna	Jak wyżej
EU2	E1_U04, E1_U30	C7	Wykład, ćwiczenia, praca samodzielna	Jak wyżej
EU3	E1_U31, E1_U25	C5, C6	Wykład, praca samodzielna	Jak wyżej
EK1	E1_K01	C1, C5, C6	Wykład, praca samodzielna	Jak wyżej

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	ZAGADNIENIA BEZPIECZEŃSTWA ENERGETYKI JĄDROWEJ NUCLEAR POWER ENGINEERING SAFETY		
Stopień studiów:	I (inżynierski), z możliwością zapisów (za formalną zgodą prodziekana) także dla studentów M (Magisterskie)		
Kierunek studiów, specjalność:	Lotnictwo i Kosmonautyka, Mechanika i Projektowanie Maszyn, Robotyka i Automatyka, Energetyka (z wyłączeniem specjalności energetyka jądrowa)		
Kod przedmiotu:	Semestr studiów:	Liczba punktów ECTS: 2	
Poziom przedmiotu: podstawowy	Typ przedmiotu: obieralny		
	Wykłady:	28 h	
	Ćwiczenia:	2 h	
Wymiar przedmiotu: 50h	Laboratoria:	0 h	Praca własna : 15h
	Konsultacje:	5 h	
	Projekt:	0 h	
Odpowiedzialny za przedmiot:	dr inż. Nikołaż Uzunow, Zakład MiUE		

Cele przedmiotu

Celem ogólnym przedmiotu jest zapoznanie studenta z elementami ochrony radiologicznej i bezpieczeństwem instalacji jądrowych

Celem szczegółowym jest:

- C1. Zapoznanie studenta z głównymi zasadami ochrony przed promieniowaniem
- C2. Zapoznanie studentów z generalnymi zasadami obliczania dawek i osłon przed promieniowaniem.
- C3. Zapoznanie studenta z obroną w głąb
- C4. Zapoznanie studenta z technicznymi i organizacyjnymi aspektami bezpieczeństwa elektrowni jądrowej
- C5. Zapoznać studenta z podstawami analiz bezpieczeństwa stosowanymi w instalacjach jądrowych
- C6. Zapoznać studenta z przyczynami i skutkami wybranych awarii instalacji jądrowych

Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

1. Znajomość fizyki na podstawowym poziomie
2. Ukończenie z wynikiem pozytywnym przedmiotu Wstęp do energetyki jądrowej

Efekty uczenia się (wiedza)

EW1	Ma wiedzę na temat rodzajów i źródeł promieniowania jonizującego oraz jego oddziaływania z materią.
EW2	Zna zasady i techniki ochrony przed promieniowaniem oraz działania interwencyjne na wypadek awarii związanej z uwolnieniem substancji promieniotwórczych.
EW3	Ma wiedzę na temat poziomów i zasad obrony w głąb, stosowanych w projektowaniu instalacji jądrowych
EW4	Zna pojęcia i ogólne zasady analizy bezpieczeństwa. Wie jakie są różnice pomiędzy analizami deterministycznymi i probabilistycznymi
EW5	Zna najnowsze i przyszłościowe rozwiązania dla systemów bezpieczeństwa elektrowni jądrowych.
EW6	Zna przyczyny i skutki wybranych awarii instalacji jądrowych

Efekty uczenia się (umiejętności)

- EU1 Potrafi rozwiązać zadanie inżynierskie związane z ochroną przed promieniowaniem.
EU2 Potrafi policzyć aktywność źródeł promieniotwórczych, dawki oraz dokonać podstawowego doboru osłon przed promieniowaniem
EU3 Potrafi porównać i ocenić bezpieczeństwo w zależności od zastosowanej techniki.
EU4 Potrafi omówić przyczyny i skutki najpoważniejszych awarii instalacji jądrowych

Efekty kształcenia (kompetencje społeczne)

- EK01 Ma świadomość ważności bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej oraz konieczności podnoszenia świadomości o najnowszych osiągnięciach w tej dziedzinie.

Treści merytoryczne przedmiotu

Wykłady	Liczba godzin
Rodzaje źródeł promieniotwórczych, źródła naturalne i sztuczne, szeregi promieniotwórcze, wielkości, jednostki	2
Przepisy krajowe i międzynarodowe w ochronie przed promieniowaniem jonizującym, limity, dawki. Działania interwencyjne na wypadek awarii związanej z uwolnieniem substancji promieniotwórczych.	3
Obliczanie aktywności źródeł, dawek promieniotwórczych, dobór osłon. Zasady bezpiecznej pracy z promieniowaniem jonizującym	2
Podstawowe zasady, kryteria i wymagania bezpieczeństwa jądrowego, Uwarunkowania prawne, rola organów dozoru jądrowego i instytucji międzynarodowych, raport bezpieczeństwa	5
Wprowadzenie do zagadnienia analiz bezpieczeństwa, analizy deterministyczne, probabilistyczne,	4
Omówienie najważniejszych awarii jądrowych: TMI, Chernobyl, Fukushima Daiichi	4
Ochrona fizyczna instalacji jądrowych	2
Stany przejściowe i awarie projektowe – zjawiska, przyczyny, przebieg, skutki, mitygacje	4
Ciężkie awarie – zjawiska, przyczyny, przebieg, skutki, mitygacje	4

Literatura podstawowa i uzupełniająca

1. Materiały wykładowe i instrukcje przygotowane przez prowadzącego zajęcia.
2. Wiesław Gorączko – Ochrona Radiologiczna
3. James E. Turner, Atoms, Radiation, and Radiation Protection, John Wiley & Sons, 2008
4. B. Pershagen, Light Water Reactor Safety, 1989
5. A. Strupczewski, Awarie reaktorowe a bezpieczeństwo energetyki jądrowej, PWN, 1990.
6. B. R. Sehgal, Nuclear Safety, Academic Press, 2012
7. D. Jacquemain, Nuclear Power Reactor Core Melt Accidents: Current State of Knowledge, IRSN, 2015
8. John C. Lee, Norman J. McCormick Risk and Safety Analysis of Nuclear Systems, Wiley, 2011

Obciążenie studenta pracą

Forma aktywności	Średnia liczba godzin
Godziny kontaktowe z nauczycielem (zajęcia)	30
Godziny kontaktowe z nauczycielem (konsultacje)	5
Praca własna (studiowanie literatury), przygotowanie się do zajęć, prace domowe	15
SUMA	50

Narzędzia dydaktyczne

1. Wykłady w formie prezentacji w formacie PDF.
2. Zajęcia obliczeniowe

Metody oceny (F – formująca, P – podsumowująca)

Kolokwium końcowe, prezentacja, test, raport

Realizacja efektów uczenia się

Efekt uczenia się	Odniesienie do efektów zdefiniowanych dla całego programu	Cele przedmiotu	Narzędzia dydaktyczne	Sposób oceny
EW1	E1_W02, E1_W35	C2	Wykład, praca samodzielna	Ocena w skali ocen 2-5
EW2	E1_W35, E1_W27	C1	Wykład, praca samodzielna	Jak wyżej
EW3	E1_W35, E1_W27	C3	Wykład, praca samodzielna	Jak wyżej
EW4	E1_W08	C5, C4,	Wykład, praca samodzielna	Jak wyżej
EW5	E1_W35, E1_W27	C4, C5	Wykład, praca samodzielna	Jak wyżej
EW6	E1_W35, E1_W27	C6	Wykład, praca samodzielna	Jak wyżej
EU1	E1_U01, E1_U02, E1_U31, E1_U10, EU15	C1, C2	Wykład, ćwiczenia, praca samodzielna	Jak wyżej
EU2	E1_U31, E1_U12	C1, C2	Wykład, ćwiczenia, praca samodzielna	Jak wyżej
EU3	E1_U01, E1_U31	C3, C4, C5	Wykład, ćwiczenia, praca samodzielna	Jak wyżej
EU4	E1_U01,	C3, C4, C5	Wykład, ćwiczenia, praca samodzielna	Jak wyżej
EK1	E1_K01, E1_K02, E1_K07	C1, C2, C4, C6, C7	Wykład, ćwiczenia, praca samodzielna	Jak wyżej
