

## PROGRAM STUDIÓW PODYPLOMOWYCH

### ENERGETYKA JĄDROWA

*Semestr I*

Lp.	Nazwa przedmiotu	Liczba godzin				ECTS	
		W	C	L	P/S		
1	Promieniowanie jonizujące i ochrona radiologiczna	12 E	12	6		3	
2	Termomechanika w elektrowniach jądrowych	12 E	12	6		3	
3	Kultura bezpieczeństwa w energetyce jądrowej	6 Z				1	
4	Jądrowy cykl paliwowy i odpady promieniotwórcze z elektrowni jądrowych	14 Z				2	
5	Teoria reaktorów jądrowych	12 E	6	6		3	
6	Budownictwo w energetyce jądrowej	12 Z		8		3	
<b>Suma godzin</b>		<b>Ogółem 124</b>	<b>68</b>	<b>30</b>	<b>26</b>	<b>0</b>	<b>15</b>

*Semestr II*

Lp.	Nazwa przedmiotu	Liczba godzin				ECTS	
		W	C	L	P/S		
1	Układy technologiczne elektrowni jądrowych	8 Z	8	8		3	
2	Konstrukcja reaktorów jądrowych	12 E		8		3	
3	Bezpieczeństwo energetyki jądrowej	12 Z	8			3	
4	Maszyny i urządzenia w elektrowniach jądrowych	12 E	8			3	
5	Eksplatacja elektrowni jądrowych i współpraca z siecią elektroenergetyczną	8 Z		8		2	
6	Seminarium dyplomowe				8	1	
<b>Suma godzin</b>		<b>Ogółem 108</b>	<b>52</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>8</b>	<b>15</b>

## KARTA EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Wydział/Instytut <b>Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki / Instytut Inżynierii Środowiska i Instalacji Budowlanych</b>	Nr studiów
Nazwa studiów podyplomowych <b>Energetyka jądrowa</b>	Forma studiów (stacjonarne, niestacjonarne) <b>niestacjonarne</b>
Sumaryczna liczba godzin Ogółem: <b>232</b> w tym:	Liczba semestrów <b>2</b>
Wykłady: <b>120</b> Ćwiczenia: <b>54</b> Laboratoria: <b>50</b> Projekty / seminaria: <b>8</b>	Liczba punktów ECTS <b>30</b>
<p>Cel studiów</p> <p>Celem studiów jest uzyskanie wiedzy i umiejętności w zakresie budowy i eksploatacji elektrowni jądrowych. Program studiów obejmuje informacje dotyczące promieniowania jonizującego i ochrony radiologicznej, budownictwa w energetyce jądrowej, fizycznych podstaw działania reaktorów jądrowych, konstrukcji maszyn i urządzeń stosowanych w elektrowniach jądrowych, eksploatacji elektrowni jądrowych, systemów bezpieczeństwa stosowanych w nowoczesnych elektrowniach jądrowych, odpadów promieniotwórczych i ich zabezpieczania. Przekazywane informacje będą dotyczyć nie tylko wielkoskalowej energetyki jądrowej, ale również małych i średnich reaktorów jądrowych. Wiedza teoretyczna zostanie wzbogacona o praktyczne umiejętności nabyte podczas zajęć w laboratoriach fizycznych i w pracowni komputerowej. Absolwent studiów będzie miał podstawowe kompetencje niezbędne do udziału w realizacji Polskiego Programu Energetyki Jądrowej (PPEJ).</p>	

Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji typowych dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego po uzyskaniu kwalifikacji pełnej na poziomie 6	Efekty uczenia się	Sposoby weryfikacji i dokumentacji efektów uczenia się
<b>Wiedza:</b>		

<p>P7S_WG Głębina i zakres / kompletność perspektywy poznawczej i zależności</p>	<p>W01 Ma pogłębioną wiedzę w dziedzinie chemii i fizyki jądrowej oraz promieniowania jonizującego. W02 Zna budowę i funkcjonowanie systemów elektrowni jądrowych, w tym również awaryjnych. W03 Posiada wiedzę o materiałach stosowanych w energetyce jądrowej. W04 Ma pogłębioną wiedzę w zakresie zagadnień ciepłno-przepływowych, szczególnie związanych z chłodzeniem rdzenia reaktora jądrowego. W05 Ma pogłębioną wiedzę w zakresie modelowania i symulacji układów technologicznych elektrowni jądrowej, w tym zagadnień termodynamiczno-przepływowych i neutronowo-fizycznych. W06 Ma pogłębioną wiedzę w zakresie oddziaływania promieniowania jonizującego na materię nieożywioną oraz organizmy żywe. W07 Ma pogłębioną wiedzę w dziedzinie jądrowego cyklu paliwowego i zabezpieczania odpadów promieniotwórczych. W08 Posiada wiedzę o zasadach bezpieczeństwa obowiązujących w energetyce jądrowej, zna budowę systemów bezpieczeństwa i wpływ elektrowni jądrowej na otoczenie w warunkach normalnej eksploatacji i w stanach awaryjnych.</p>	<p>Egzamin lub sprawdzian pisemny</p>
<p>P7S_WK Kontekst / uwarunkowania, skutki</p>	<p>W09 Ma pogłębioną wiedzę o wpływie energetyki jądrowej na środowisko naturalne i globalne bilanse energetyczne. W10 Ma świadomość cywilizacyjnych skutków rozwoju energetyki jądrowej. W11 Posiada wiedzę ogólną o kulturze bezpieczeństwa w energetyce jądrowej. W12 Zna i rozumie zasady bezpieczeństwa stosowane w energetyce jądrowej i potrafi uzasadnić ich ekonomiczne, prawne, etyczne oraz inne uwarunkowania.</p>	<p>Egzamin lub sprawdzian pisemny</p>
<p>Umiejętności:</p>		

<p>P7S_UW Wykorzystanie wiedzy / rozwiązywane problemy i wykonywane zadania</p>	<p>U01 W oparciu o uzyskaną wiedzę teoretyczną, posiada umiejętność analizy problemów i proponowania konkretnych rozwiązań, m.in. związanych z energetyką jądrową. U02 Posiada umiejętności wykorzystania wiedzy z zakresu modelowania urządzeń i systemów elektrowni jądrowych. U03 Ma umiejętność czytania i rozumienia dokumentacji technicznej (opis techniczny, schematy). U04 Potrafi wykorzystywać podstawową wiedzę na temat funkcjonowania obiektów energetyki jądrowej. U05 Ma rozwinięte umiejętności w zakresie bezpieczeństwa energetyki jądrowej. Potrafi wykorzystywać wiedzę do analizy ryzyka.</p>	<p>Sprawdzian praktyczny w ramach ćwiczeń oraz laboratoriów</p>
<p>P7S_UK Komunikowanie się / odbieranie i tworzenie wypowiedzi; upowszechnianie wiedzy w środowisku naukowym; posługiwanie się językiem obcym</p>	<p>U06 Potrafi posługiwać się podstawowymi pojęciami w zakresie szeroko pojętej techniki jądrowej. U07 Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, polsko- i anglojęzycznych, dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski, formułować i uzasadniać opinie.</p>	<p>Sprawdzian praktyczny w ramach ćwiczeń i laboratoriów</p>
<p>P7S_UO Organizacja pracy / planowanie i praca zespołowa</p>	<p>U08 Ma rozwinięte umiejętności w zakresie komunikacji interpersonalnej w energetyce jądrowej, potrafi używać języka specjalistycznego, potrafi pracować w zespole. U09 Potrafi współdziałać z innymi osobami w ramach prac zespołowych (także o charakterze interdyscyplinarnym) w odniesieniu do zagadnień związanych z energetyką jądrową.</p>	<p>Sprawdzian praktyczny w ramach ćwiczeń i laboratoriów</p>
<p>P7S_UU Uczenie się / planowanie własnego rozwoju i rozwoju innych osób</p>	<p>U10 Ma świadomość poziomu swojej wiedzy i umiejętności, rozumie potrzebę ciągłego doskonalenia się i rozwoju osobistego.</p>	<p>Sprawdzian praktyczny w ramach ćwiczeń i laboratoriów</p>
<p>Kompetencje społeczne:</p>		

P7S_KK Oceny / krytyczne podejście	K01 Jest gotów do uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu dotyczącego energetyki jądrowej. K02 Postępuje zgodnie z zasadami etyki zawodowej; jest odpowiedzialny za rzetelność uzyskanych wyników swoich prac i ich interpretację. K03 Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania, służącego środowisku społecznemu.	Sprawdzian lub rozmowa
P7S_KO Odpowiedzialność / wypełnianie zobowiązań społecznych; działanie na rzecz interesu publicznego	K04 Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy i twórczy z uwzględnieniem interesu społecznego.	Sprawdzian lub rozmowa
P7S_KR Rola zawodowa / niezależność i rozwój etosu	K05 Ma świadomość wagi zagadnień podejmowanych w zakresie energetyki jądrowej i związanej z nimi odpowiedzialności za podejmowane działania. K06 Jest przekonany o wiodącej roli zawodu inżyniera w procesie budowy i eksploatacji elektrowni jądrowych. K07 Postępuje w sposób wzmacniający etos zawodu inżyniera.	Sprawdzian lub rozmowa

## KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA

Nazwa modułu/przedmiotu <b>Promieniowanie jonizujące i ochrona radiologiczna</b>		Kod
Nazwa studiów podyplomowych <b>Energetyka jądrowa</b>		
Forma studiów (stacjonarne, niestacjonarne) <b>niestacjonarne</b>	Przedmiot oferowany w języku (polskim, angielskim) <b>polskim</b>	Rok / Semestr <b>1/1</b>
Godziny Wykłady: <b>12</b> Ćwiczenia: <b>12</b> Laboratoria: <b>6</b> Projekty / seminaria: <b>0</b>		Liczba punktów <b>3</b>
<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b> dr hab. inż. Dobrochna Ginter-Kramarczyk e-mail: dobrochna.ginter-kramarczyk@put.poznan.pl tel. 61 665 34 96, 698 978 848 Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki		<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b> dr hab. inż. Izabela Kruszelnicka e-mail: izabela.kruszelnicka@put.poznan.pl tel. 61 665 34 96, 608 021 656 Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki
<b>Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:</b>		
1.	<b>Wiedza:</b>	Słuchacz ma wiedzę w zakresie chemii na poziomie matury poziomu podstawowego i cyklu wykładowego z chemii ogólnej i chemii fizycznej oraz zna zagadnienia związane z podstawami fizyki jądrowej.
2.	<b>Umiejętności:</b>	Słuchacz potrafi rozwiązywać równania i układy równań algebraicznych, formułować problemy chemiczne, fizykochemiczne i środowiskowe w języku matematyki, rozwiązywać proste równań różniczkowe i logarytmiczne; posiada umiejętność samodzielnego wykonywania eksperymentów laboratoryjnych w zakresie chemii fizycznej i fizyki; potrafi sformułować wnioski logicznie wynikające z otrzymanych wyników eksperymentalnych.
3.	<b>Kompetencje społeczne:</b>	Słuchacz potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role, potrafi samodzielnie pozyskiwać i poszerzać wiedzę.
Cel przedmiotu: Opanowanie wiedzy i umiejętności z zakresu promieniowania jonizującego, radiometrii, elementów ochrony radiologicznej i prawa atomowego. Zaznajomienie z podstawowymi przyrządami dozymetrycznymi i ich obsługą. Przedstawienie problemów związanych z oceną ryzyka pracy z substancjami promieniotwórczymi. WYROBIENIE umiejętności charakteryzowania i opisu zagrożeń radiologicznych. Przygotowanie się do realizacji projektów związanych z ochroną radiologiczną. Wypracowanie przedstawiania zagrożeń związanych ze stosowaniem źródeł promieniowania jonizującego i obliczania dawek.		

<b>Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji typowych dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego po uzyskaniu kwalifikacji pełnej na poziomie 6</b>	<b>Efekty uczenia się</b>	<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
<b>Wiedza:</b>		

<p>P7S__WG Głębia i zakres / kompletność perspektywy poznawczej i zależności</p>	<p>W01 Ma pogłębioną wiedzę na temat cech charakterystycznych różnego typu promieniowania jądrowego. Opisuje zjawiska oddziaływania promieniowania jonizującego z materią, w tym z układami biologicznymi. W02 Zna związki i zależności pomiędzy rodzajem promieniowania, odległością od źródła, jego aktywnością i czasem przebywania a dawką pochłoniętą. Posiada ogólną wiedzę z zakresu zastosowań substancji promieniotwórczych w technice, przemyśle, nauce i medycynie. W03 Posiada podstawową wiedzę na temat podstaw ochrony przed promieniowaniem. Analizuje działanie różnego typu przyrządów dozymetrycznych i porównuje ich skuteczność.</p>	<p>Egzamin</p>
<p>P7S_WK Kontekst / uwarunkowania, skutki</p>	<p>W04 Ma wiedzę w zakresie postępowania ze źródłami promieniowania jonizującego i charakteryzuje prawdopodobne zagrożenia. Rozróżnia rodzaje promieniowania jonizującego i dokonuje klasyfikacji zagrożenia. Zna podstawowe regulacje wynikające z prawa atomowego. W05 Ma świadomość gospodarczego i społecznego znaczenia ochrony przed promieniowaniem.</p>	<p>Egzamin</p>
<p><b>Umiejętności:</b></p>		
<p>P7S_UW Wykorzystanie wiedzy / rozwiązywane problemy i wykonywane zadania</p>	<p>U01 Potrafi zaplanować i przeprowadzić nieskomplikowane eksperymenty z zakresu chemii fizycznej i radiometrii. Potrafi opisać eksperyment laboratoryjny, dokonać jakościowej i ilościowej analizy wyników, krytycznie odnieść się do własnych wniosków. U02 Potrafi pracować w laboratorium zgodnie z zasadami bezpieczeństwa i higieny. Zna wymogi dotyczące pracy z substancjami promieniotwórczymi. U03 Potrafi dokonać obliczeń rachunkowych dotyczących dawek i osłon przed promieniowaniem jonizującym.</p>	<p>Sprawdzian praktyczny w ramach ćwiczeń i laboratoriów</p>

P7S_UK Komunikowanie się / odbieranie i tworzenie wypowiedzi; upowszechnianie wiedzy w środowisku naukowym; posługiwanie się językiem obcym	U04 Potrafi posługiwać się specjalistycznymi pojęciami z obszaru ochrony radiologicznej. U05 Potrafi pozyskiwać informacje z literatury oraz źródeł elektronicznych polsko i angielskich, przeprowadzać ich analizę, formułować wnioski. i opinie. U06 Potrafi przygotować i przedstawić prezentację multimedialną na temat promieniowania jonizującego i ochrony radiologicznej.	Sprawdzian pisemny w ramach ćwiczeń i laboratoriów
P7S_UO Organizacja pracy / planowanie i praca zespołowa	U07 Potrafi współdziałać w ramach zespołu w rozwiązywaniu problemów dotyczących ochrony radiologicznej	Rozmowa z wykładowcą
P7S_UU Uczenie się / planowanie własnego rozwoju i rozwoju innych osób	U08 Rozumie konieczność systematycznego pogłębiania i rozszerzania swojej wiedzy i umiejętności oraz wiedzy i umiejętności współpracowników.	Rozmowa z wykładowcą
<b>Kompetencje społeczne:</b>		
P7S_KK Oceny / krytyczne podejście	K01 Rozumie potrzebę pracy zespołowej w rozwiązywaniu teoretycznych i praktycznych problemów ochrony radiologicznej. K02 Uznaje konieczność systematycznego pogłębiania i rozszerzania swojej wiedzy i umiejętności. K03 Jest gotów do zasięgnięcia opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problem związanego z ochroną radiologiczną.	Rozmowa z wykładowcą
P7S_KO Odpowiedzialność / wypełnianie zobowiązań społecznych; działanie na rzecz interesu publicznego	K04 Ma świadomość konieczności dialogu społecznego w sprawach związanych z ochroną radiologiczną.	Rozmowa z wykładowcą
P7S_KR Rola zawodowa / niezależność i rozwój etosu	K05 Ma świadomość wagi zagadnień podejmowanych w obszarze ochrony radiologicznej. Jest gotów do brania odpowiedzialności za podejmowane decyzje i działania.	Rozmowa z wykładowcą

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>			
<b>Lp.</b>	<b>Problematyka ogólna</b>	<b>Zagadnienia szczegółowe</b>	<b>liczba godzin</b>
1	<b>Podstawy wytwarzania promieniowania jonizującego i jego detekcji</b>	Historia promieniotwórczości w skrócie. Budowa atomu. Podstawy wytwarzania promieniowania. Zjawisko promieniotwórczości. Prawo rozpadu promieniotwórczego. Rodzaje promieniowania. Właściwości promieniowania. Detekcja promieniowania.	6,0



2	<b>Wielkości i jednostki radiologiczne stosowane w danej dziedzinie.</b>	Dozymetria promieniowania jonizującego. Podział wielkości dozymetrycznych. Wielkości opisujące parametry fizyczne promieniowania. Wielkości opisujące parametry fizyczne promieniowania. Wielkości stosowane w ochronie radiologicznej. Wielkości opisujące reakcję materii na promieniowanie. obliczenia rachunkowe.	4,0
3	<b>Oddziaływanie promieniowania jonizującego na człowieka. Dawka skuteczna i ekwiwalentna a ryzyko radiacyjne</b>	Efekty działania na poziomie komórki. Efekty działania na poziomie organizmu. Względna skuteczność biologiczna. Następstwa deterministyczne. Następstwa stochastyczne. Następstwa dziedziczne. Ryzyko radiacyjne. Obliczenia.	3,0
4	<b>Ogólne założenia ochrony radiologicznej</b>	Źródła promieniowania naturalnego i sztucznego. Ekspozycja zewnętrzna i wewnętrzna. Roczna dawka skuteczna promieniowania jonizującego otrzymywana przez statystycznego mieszkańca Rzeczypospolitej Polskiej od naturalnych i sztucznych źródeł promieniowania jonizującego. dawki otrzymywane przy różnych działaniach. Czynniki wpływające na otrzymywaną dawkę. Ochrona radiologiczna. Ochrona kobiet w ciąży, dzieci i młodzieży.	4,0
5	<b>Dawki otrzymywane w efekcie stosowania promieniowania</b>	Rodzaje dawek dla różnych rodzajów promieniowania. Dawki graniczne i ograniczniki dawki. Obliczenia dawek. Metody obliczania dawek.	7,0
6	<b>Zasady optymalizacji</b>	Zasady ochrony radiologicznej. Zasada ALARA. Rodzaje osłon stałych. Metody obliczania wymaganej grubości osłon stałych.	4,0
7	<b>Ustawodawstwo krajowe i europejskie, zalecenia międzynarodowe</b>	Prawo atomowe. międzynarodowe wytyczne	2,0
<b>Sposoby sprawdzenia efektów uczenia się</b> <b>F – ocena formująca (częstkowa)<sup>1)</sup>; P – ocena podsumowująca<sup>2)</sup></b>			
F	Ocena aktywności na zajęciach, ocena trafności stawianych pytań, ocena poprawności odpowiedzi na pytania, udział w dyskusji, ocena wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych i sprawozdań.		
P	Egzamin końcowy		
<b>Literatura podstawowa:</b>			
1. Gorączko W., Ochrona radiologiczna, Politechnika Poznańska, Poznań, 2011			
2. Gorączko W., Radiochemia i ochrona radiologiczna, Politechnika Poznańska, Poznań, 2003			
<b>Literatura uzupełniająca:</b>			
1. Hrynkiewicz A., Człowiek i promieniowanie jonizujące, PWN, Warszawa, 2001			
2. Szymański W., Elementy nauki o promieniowaniu jądrowym dla kierunków ochrony środowiska, UMK, Toruń, 1999			
<b>Obciążenie pracą słuchacza</b>			
<b>forma aktywności</b>			<b>liczba godzin</b>
Godziny kontaktowe z nauczycielem			30
Indywidualne konsultacje			30

Przygotowanie do egzaminu	15
Inne (praca własna, przygotowanie do zaliczenia)	5
<b>SUMA</b>	<b>80</b>
<b>Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu (wpisuje kierownik studiów)</b>	<b>3</b>

- 1) Np. za dyskusję, kolokwium, rozwiązanie zadania
- 2) Np. za egzamin, projekt kończący przedmiot

## KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA

Nazwa modułu/przedmiotu <b>Termomechanika w elektrowniach jądrowych</b>		Kod
Nazwa studiów podyplomowych <b>Energetyka jądrowa</b>		
Forma studiów (stacjonarne, niestacjonarne) <b>niestacjonarne</b>	Przedmiot oferowany w języku (polskim, angielskim) <b>polskim</b>	Rok / Semestr <b>1/1</b>
Godziny Wykłady: <b>12</b> Ćwiczenia: <b>12</b> Laboratoria: <b>6</b> Projekty / seminaria: <b>0</b>		Liczba punktów <b>3</b>
<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b> prof.dr hab.inż. Ewa Tuliszka-Szmitko email: ewa.tuliszka-szmitko@put.poznan.pl tel. (61) 665 21 11 Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki Instytut Energetyki Ciepłej		<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b> dr hab. inż. Magda Joachimiak e-mail: magda.joachimiak@put.poznan.pl tel. (61) 665 22 09 Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki Instytut Energetyki Ciepłej
<b>Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:</b>		
1.	<b>Wiedza:</b>	Słuchacz rozpoczynający przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę z zakresu: matematyki, fizyki, termodynamiki (podstawy termodynamiki i wymiany ciepła) i mechaniki płynów .
2.	<b>Umiejętności:</b>	Słuchacz potrafi wykonywać operacje matematyczne (przekształcenia algebraiczne, rozwiązywanie układów równań liniowych, różniczkowanie, całkowanie), rozwiązywać podstawowe zadania z termodynamiki, mechaniki płynów i mechaniki klasycznej.
3.	<b>Kompetencje społeczne:</b>	Słuchacz potrafi pracować w grupie, samodzielnie pozyskiwać i poszerzać wiedzę.
<b>Cel przedmiotu:</b> Zapoznanie słuchacza z zagadnieniami termodynamiczno-przepływowymi występującymi w elektrowniach jądrowych, jak również zwrócenie uwagi na zagadnienia ekologii, w tym na efektywne wykorzystanie zasobów naturalnych.		
<b>Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji typowych dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego po uzyskaniu kwalifikacji pełnej na poziomie 6</b>	<b>Efekty uczenia się</b>	<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
<b>Wiedza:</b> P7S_WG Głębia i zakres / kompletność perspektywy poznawczej i zależności	W01 Ma pogłębioną wiedzę w zakresie zagadnień ciepłno-przepływowych w maszynach i urządzeniach stosowanych w elektrowniach jądrowych. W02 Zna metody obliczeniowe pozwalające na analizę przemian termodynamicznych i przepływu ciepła w elementach elektrowni jądrowych.	Egzamin

P7S_WK Kontekst / uwarunkowania, skutki	W03 Ma pogłębioną wiedzę o wpływie energetyki jądrowej na środowisko naturalne i globalne bilanse energetyczne W04 Ma świadomość, że kontrola zjawisk cieplno-przepływowych w elektrowniach jądrowych ma wpływ na bezpieczeństwo ich funkcjonowania.	Egzamin
<b>Umiejętności:</b>		
P7S_UW Wykorzystanie wiedzy / rozwiązywane problemy i wykonywane zadania	U01 W oparciu o uzyskaną wiedzę teoretyczną, posiada umiejętność analizy problemów i proponowania konkretnych rozwiązań związanych z zagadnieniami cieplno-przepływowymi w maszynach i urządzeniach stosowanych w energetyce jądrowej.	Sprawdzian praktyczny w ramach ćwiczeń oraz laboratoriów
P7S_UK Komunikowanie się / odbieranie i tworzenie wypowiedzi; upowszechnianie wiedzy w środowisku naukowym; posługiwanie się językiem obcym	U02 Potrafi przygotować i przedstawić analizy dotyczące zagadnień cieplno-przepływowych w energetyce jądrowej. Posługuje się przy tym specjalistycznymi pojęciami.	Sprawdzian praktyczny w ramach ćwiczeń oraz laboratoriów
P7S_UO Organizacja pracy / planowanie i praca zespołowa	U03 Potrafi współpracować w zespole interdyscyplinarnym rozwiązując problemy cieplno-przepływowe z zakresu energetyki jądrowej.	Rozmowa z wykładowcą
P7S_UU Uczenie się / planowanie własnego rozwoju i rozwoju innych osób	U04 Rozumie konieczność ciągłego dokształcania się i rozwoju osobistego.	Rozmowa z wykładowcą
<b>Kompetencje społeczne:</b>		
P7S_KK Oceny / krytyczne podejście	K01 Rozumie potrzebę pracy zespołowej oraz zasięgnięcia opinii ekspertów w rozwiązywaniu problemów cieplno-przepływowych dotyczących energetyki jądrowej.	Rozmowa z wykładowcą
P7S_KO Odpowiedzialność / wypełnianie zobowiązań społecznych; działanie na rzecz interesu publicznego	K02 Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy i odpowiedzialny.	Rozmowa z wykładowcą
P7S_KR Rola zawodowa / niezależność i rozwój etosu	K03 Ma świadomość wagi zagadnień cieplno-przepływowych w zakresie energetyki jądrowej i związanej z nimi odpowiedzialności za podejmowane działania.	Rozmowa z wykładowcą

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>			
<b>Lp.</b>	<b>Problematyka ogólna</b>	<b>Zagadnienia szczegółowe</b>	<b>liczba godzin</b>
1	<b>Główne parametry, pojęcia i zasady termodynamiczno-przepływowe.</b>	Bilans masy, pędu, energii i inżynierskie odpowiedniki tych równań. Główne parametry termodynamiczno-przepływowe: temperatura, ciśnienie, gęstość i prędkość. Gaz idealny/gaz rzeczywisty. Woda, para wodna, powietrze, spaliny jako czynniki termodynamiczne. Ciepło i praca. Pierwsza i druga zasada termodynamiki. Sprawności procesów termodynamicznych.	7,0
2	<b>Przemiany termodynamiczne.</b>	Przemiana izobaryczna, izochoryczna, izotermiczna, izentropowa i politropowa. Układ otwarty, układ zamknięty.	5,0

3	<b>Przemiany fazowe</b>	Przepływy ze zmianą fazy czynnika. Para mokra, stopień suchości. Punkt krytyczny. Gazy wilgotne, pojęcia podstawowe.	5,0
4	<b>Obiegi termodynamiczne</b>	Obieg modelowe Rankine'a, Carnota i Braytona. Układy gazowo/parowe. Optymalizacja obiegów. Wskaźniki techniczno/eksploatacyjne siłowni. Elementy ciepła siłowni cieplnych i ich sprawności. Przykłady obliczeniowe.	6,0
5	<b>Podstawy wymiany ciepła</b>	Przewodzenie, konwekcja, promieniowanie, wrzenie (krzywa parowania), kondensacja. Wymienniki ciepła.	5,0
6	<b>Inżynierskie zastosowania komputerów a termomechanika płynów.</b>	Obliczenia analityczne i numeryczne parametrów termodynamicznych i przepływowych. Przykłady.	2,0
<b>Sposoby sprawdzenia efektów uczenia się</b> <b>F – ocena formująca (częstkowa)<sup>1)</sup>; P – ocena podsumowująca<sup>2)</sup></b>			
F	Ocena aktywności na zajęciach, ocena trafności stawianych pytań, ocena poprawności odpowiedzi na pytania, udział w dyskusji		
P	Egzamin końcowy		
<b>Literatura podstawowa:</b>			
1. Zohuri, B., McDaniel, P., Thermodynamics in Nuclear Power Plant Systems, Springer, 2019			
2. Chmielniak, T., Technologie Energetyczne, PWN, 2021			
3. Pawlik, M., Strzelczyk, F., Elektrownie, WNT, 2012			
<b>Literatura uzupełniająca:</b>			
1. Cengel, Y., Boles, M.A., Thermodynamics, an engineering approach, Mc Graw Hill, 2008			
2. Incropera, F., DeWitt, D., Fundamentals of heat and mass transfer, Wiley, 2008			
3. Szargut, J., Termodynamika, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2023			
4. Wiśniewski, S., Termodynamika techniczna, Wydawnictwo Naukowe PWN, WNT, 2012			
5. Wiśniewski, S., Wymiana ciepła, Wydawnictwo Naukowe PWN, WNT, 2023			
<b>Obciążenie pracą słuchacza</b>			
<b>forma aktywności</b>			<b>liczba godzin</b>
Godziny kontaktowe z nauczycielem			30
Indywidualne konsultacje			15
Przygotowanie do egzaminu			15
Inne (praca własna, przygotowanie do zaliczenia)			15
<b>SUMA</b>			<b>75</b>
<b>Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu (wpisuje kierownik studiów)</b>			<b>3</b>

1) Np. za dyskusję, kolokwium, rozwiązanie zadania

2) Egzamin

## KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA

Nazwa modułu/przedmiotu <b>Kultura bezpieczeństwa w energetyce jądrowej</b>		Kod
Nazwa studiów podyplomowych <b>Energetyka jądrowa</b>		
Forma studiów (stacjonarne, niestacjonarne) <b>niestacjonarne</b>	Przedmiot oferowany w języku (polskim, angielskim) <b>polskim</b>	Rok / Semestr <b>1/1</b>
Godziny Wykłady: <b>6</b> Ćwiczenia: <b>0</b> Laboratoria: <b>0</b> Projekty / seminaria: <b>0</b>		Liczba punktów <b>1</b>
<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b> dr Małgorzata Wiśniewska e-mail: malgorzata.wisniewska@put.poznan.pl Wydział Inżynierii Zarządzania ul. J. Rychlewskiego 2, 60-965 Poznań tel. +48 61 665 3374		<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b> ..... e-mail: tel. Wydział
<b>Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:</b>		
1.	<b>Wiedza:</b>	Słuchacz ma podstawową wiedzę na temat bezpieczeństwa jądrowego, rozumie doniosłość problematyki bezpieczeństwa jądrowego, w szczególności występujących zagrożeń oraz sposobów podnoszenia poziomu bezpieczeństwa jądrowego.
2.	<b>Umiejętności:</b>	Słuchacz wie jak pozyskiwać informacje z różnych źródeł i integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wnioskować oraz formułować i uzasadniać opinie. Słuchacz wie jak wykorzystywać zdobytą wiedzę w różnych zakresach i formach.
3.	<b>Kompetencje społeczne:</b>	Słuchacz jest świadomy konieczności ciągłego aktualizowania i uzupełniania wiedzy i umiejętności. Słuchacz jest komunikatywny w kontaktach interpersonalnych.
<b>Cel przedmiotu:</b> Opanowanie podstawowej wiedzy z zakresu kultury bezpieczeństwa i zarządzania w energetyce jądrowej. Zrozumienie istoty i znaczenia kultury bezpieczeństwa jądrowego. Przygotowanie do przeprowadzenia badania kultury bezpieczeństwa jądrowego.		

<b>Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji typowych dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego po uzyskaniu kwalifikacji pełnej na poziomie 6</b>	<b>Efekty uczenia się</b>	<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
<b>Wiedza:</b>		

P7S_WG Głębia i zakres / kompletność perspektywy poznawczej i zależności	W01 Ma wiedzę niezbędną dla zrozumienia i opisaną problematyki zarządzania bezpieczeństwem w energetyce jądrowej. W02 Ma wiedzę na temat pozatechnicznych aspektów bezpieczeństwa jądrowego, w szczególności kultury bezpieczeństwa jądrowego, rozumie jej istotę i ważność. W03 Ma podstawową wiedzę o procesie samooceny kultury bezpieczeństwa jądrowego, zna metody i narzędzia samooceny kultury bezpieczeństwa.	Sprawdzian pisemny
P7S_WK Kontekst / uwarunkowania, skutki	W04 Ma wiedzę na temat roli państwa, organizacji i innych podmiotów w bezpieczeństwie jądrowym. W05 Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie kultury bezpieczeństwa jądrowego, rozumie znaczenie kultury bezpieczeństwa jądrowego.	Sprawdzian pisemny
<b>Umiejętności:</b>		
P7S_UW Wykorzystanie wiedzy / rozwiązywane problemy i wykonywane zadania	U01 Analizuje proponowane rozwiązania konkretnych problemów zarządzania bezpieczeństwem jądrowym i proponuje odpowiednie rozstrzygnięcia, w tym zakresie. U02 Posiada umiejętność rozumienia i analizowania zjawisk społecznych. U03 Posiada umiejętność wykorzystania zdobytej wiedzy w różnych zakresach i formach, rozszerzoną o krytyczną analizę skuteczności i przydatności stosowanej wiedzy.	Sprawdzian pisemny
P7S_UK Komunikowanie się / odbieranie i tworzenie wypowiedzi; upowszechnianie wiedzy w środowisku naukowym; posługiwanie się językiem obcym	U04 Potrafi posługiwać się specjalistycznymi pojęciami z obszaru kultury bezpieczeństwa w EJ. U05 Potrafi pozyskiwać informacje z literatury oraz źródeł elektronicznych polsko i anglojęzycznych, przeprowadzać ich analizę, formułować wnioski. i opinie.	Sprawdzian pisemny
P7S_UO Organizacja pracy / planowanie i praca zespołowa	U06 Potrafi współdziałać w ramach zespołu w rozwiązywaniu problemów dotyczących kultury bezpieczeństwa w EJ.	Diskusja z wykładowcą
P7S_UU Uczenie się / planowanie własnego rozwoju i rozwoju innych osób	U07 Rozumie konieczność systematycznego pogłębiania i rozszerzania swojej wiedzy i umiejętności oraz wiedzy i umiejętności współpracowników.	Diskusja z wykładowcą
<b>Kompetencje społeczne:</b>		

P7S_KK Oceny / krytyczne podejście	<p>K01 Rozumie potrzebę pracy zespołowej w rozwiązywaniu teoretycznych i praktycznych problemów kultury bezpieczeństwa jądrowego.</p> <p>K02 Uznaje konieczność systematycznego pogłębiania i rozszerzania swojej wiedzy i umiejętności.</p> <p>K03 Jest gotów do zasięgnięcia opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu związanego z kulturą bezpieczeństwa w EJ.</p>	Dyskusja z wykładownicą
P7S_KO Odpowiedzialność / wypełnianie zobowiązań społecznych; działanie na rzecz interesu publicznego	<p>K04 Słuchacz ma świadomość ważności, rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżyniera, w tym jej wpływ na bezpieczeństwo jądrowe.</p> <p>K05 Słuchacz ma świadomość ważności zachowania w sposób profesjonalny, przestrzegania zasad i procedur bezpieczeństwa jądrowego.</p> <p>K06 Ma świadomość konieczności dialogu społecznego w sprawach związanych z bezpieczeństwem energetyki jądrowej i jej wpływem na otoczenie.</p>	Dyskusja z wykładownicą
P7S_KR Rola zawodowa / niezależność i rozwój etosu	<p>K07 Ma świadomość wagi zagadnień podejmowanych w obszarze bezpieczeństwa energetyki jądrowej. Jest gotów do brania odpowiedzialności za podejmowane decyzje i działania.</p>	Dyskusja z wykładownicą

TREŚCI PROGRAMOWE			
Lp.	Problematyka ogólna	Zagadnienia szczegółowe	liczba godzin
1	<b>Wprowadzenie do kultury bezpieczeństwa w energetyce jądrowej.</b>	Kultura organizacyjna i jej znaczenie. Kultura bezpieczeństwa w energetyce jądrowej.	1,0
2	<b>Bezpieczeństwo jądrowe i kultura bezpieczeństwa jądrowego.</b>	System bezpieczeństwa jądrowego. Rola czynnika ludzkiego w bezpieczeństwie jądrowym. Relacje pomiędzy kulturą „safety” a „security” w EJ.	1,0
3	<b>Role i obowiązki instytucji oraz osób fizycznych w rozwoju kultury bezpieczeństwa jądrowego.</b>	Rola i odpowiedzialność państwa, organizacji, menedżerów, personelu, społeczeństwa i społeczności międzynarodowej w rozwoju kultury bezpieczeństwa jądrowego.	1,0
4	<b>Charakterystyka kultury bezpieczeństwa jądrowego.</b>	Model MAEA kultury bezpieczeństwa jądrowego. Rola przywództwa, motywacji i zachowania personelu.	1,0
5	<b>Samoocena kultury bezpieczeństwa jądrowego.</b>	Proces samooceny kultury bezpieczeństwa w EJ. Metodologia samooceny kultury bezpieczeństwa.	1,0



<b>6</b>	<b>Studium przypadku.</b>	Badanie kultury bezpieczeństwa w organizacji wykorzystującej źródła i materiały promieniotwórcze – projekt realizowany we współpracy z MAEA.	1,0
<b>Sposoby sprawdzenia efektów uczenia się</b> <b>F – ocena formująca (częstkowa)<sup>1)</sup>; P – ocena podsumowująca<sup>2)</sup></b>			
F	Ocena aktywności na zajęciach, ocena trafności stawianych pytań, ocena poprawności odpowiedzi na pytania, udział w dyskusji		
P	Zaliczenie końcowe		
<b>Literatura podstawowa:</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nuclear Security Culture, Implementing Guide, IAEA NSS. No. 7, IAEA, Vienna 2008</li> <li>2. Self-Assessment of Nuclear Security Culture in Facilities and Activities, Technical Guidance, IAEA NSS No. 28-T, IAEA, Vienna 2017</li> <li>3. Enhancing Nuclear Security Culture in Organizations Associated with Nuclear and Other Radioactive Material, Technical Guidance, IAEA NSS No. 38-T, IAEA, Vienna 2021</li> </ol>			
<b>Literatura uzupełniająca:</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Security of Radioactive Sources, Implementing Guide, IAEA NSS. No. 11, IAEA, Vienna 2009</li> <li>2. Program polskiej energetyki jądrowej, Załącznik do uchwały nr 141 Rady Ministrów z dnia 2 października 2020 r. (poz. 946), Warszawa, 2020</li> <li>3. Prawo atomowe, ustawa z dnia 29 listopada 2000 r., Dz.U. 2001 Nr 3 poz. 18</li> </ol>			
<b>Obciążenie pracą słuchacza</b>			
<b>forma aktywności</b>			<b>liczba godzin</b>
Godziny kontaktowe z nauczycielem			6
Indywidualne konsultacje			6
Przygotowanie do egzaminu			–
Inne (praca własna, przygotowanie do zaliczenia)			13
<b>SUMA</b>			<b>25</b>
<b>Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu (wpisuje kierownik studiów)</b>			<b>1</b>

3) Np. za dyskusję, kolokwium, rozwiązanie zadania

4) Np. za egzamin, projekt kończący przedmiot

## KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA

Nazwa modułu/przedmiotu <b>Jądrowy cykl paliwowy i odpady promieniotwórcze z elektrowni jądrowych</b>		Kod
Nazwa studiów podyplomowych <b>Energetyka jądrowa</b>		
Forma studiów (stacjonarne, niestacjonarne) <b>Stacjonarne/podyplomowe</b>	Przedmiot oferowany w języku (polskim, angielskim) <b>polskim</b>	Rok / Semestr <b>1/1</b>
Godziny Wykłady: <b>14</b> Ćwiczenia: <b>0</b> Laboratoria: <b>0</b> Projekty / seminaria: <b>0</b>		Liczba punktów <b>2</b>
<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b> dr Inż. Wiesław Gorączko e-mail: wenezuela06@o2.pl		<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b> ..... e-mail: tel. Wydział
<b>Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:</b>		
1.	<b>Wiedza:</b>	Znajomość zagadnień związanych z podstawami fizyki jądrowej. Znajomość budowy atomu, jądra atomowego, podstaw statystyki matematycznej.
2.	<b>Umiejętności:</b>	Słuchacz potrafi sformułować wnioski logicznie wynikające z otrzymanych wyników eksperymentalnych.
3.	<b>Kompetencje społeczne:</b>	Słuchacz ma świadomość ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę jej dalszego pogłębienia. Rozumie, że przygotowanie do odbycia zajęć laboratoryjnych jest jego pracą domową. Ma świadomość, że jest podmiotem a nie przedmiotem kształcenia
<b>Cel przedmiotu:</b> Opanowanie wiedzy i umiejętności z zakresu bezpieczeństwa energetyki jądrowej, budowy i działania systemów bezpieczeństwa elektrowni jądrowych, oddziaływania elektrowni jądrowej na środowisko, metod oceny ryzyka związanego z działaniem elektrowni jądrowych.		

<b>Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji typowych dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego po uzyskaniu kwalifikacji pełnej na poziomie 6</b>	<b>Efekty uczenia się</b>	<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
<b>Wiedza:</b>		

<p>P7S_WG Głębia i zakres / kompletność perspektywy poznawczej i zależności</p>	<p>W01 Posiada wiedzę na temat cech charakterystycznych różnego typu promieniowania jonizującego i jądrowego. W02 Opisuje zjawiska oddziaływania promieniowania jonizującego z materią, w tym z układami biologicznymi. W03 Rozumie związki i zależności pomiędzy rodzajem promieniowania, odległością od źródła, jego aktywnością i czasem przebywania a dawką pochłoniętą. W04 Posiada ogólną wiedzę z zakresu zastosowań substancji promieniotwórczych w technice, przemysle, nauce i medycynie W05 Ma pogłębioną wiedzę w zakresie oddziaływania promieniowania jonizującego na materię nieożywioną oraz organizmy żywe. W06 Ma podstawową wiedzę w dziedzinie jądrowego cyklu paliwowego i zabezpieczania odpadów promieniotwórczych. W07 Posiada wiedzę o zasadach bezpieczeństwa obowiązujących w energetyce jądrowej i wpływie elektrowni jądrowej na otoczenie w warunkach normalnej eksploatacji i w stanach awaryjnych.</p>	<p>Sprawdzian pisemny</p>
<p>P7S_WK Kontekst / uwarunkowania, skutki</p>	<p>W08 Zna zasady postępowania ze źródłami promieniowania jonizującego i jądrowego</p>	<p>Sprawdzian pisemny</p>
<p><b>Umiejętności:</b></p>		
<p>P7S_UW Wykorzystanie wiedzy / rozwiązywane problemy i wykonywane zadania</p>	<p>U01 Umie wskazać potencjalne miejsca powstania odpadów promieniotwórczych w elektrowni. U02 Potrafi za pomocą określonych przyrządów dozymetrycznych określić radionuklidy zawarte w odpadach oraz ich radiotoksyczność. U03 Potrafi dobrać odpowiednie przyrządy dozymetryczne i porównać ich wskazania.</p>	<p>Sprawdzian pisemny</p>

P7S_UK Komunikowanie się / odbieranie i tworzenie wypowiedzi; upowszechnianie wiedzy w środowisku naukowym; posługiwanie się językiem obcym	U04 Potrafi posługiwać się specjalistycznymi pojęciami z obszaru ochrony radiologicznej, rodzajów promieniowania jonizującego, procedurami zabezpieczenia odpadów promieniotwórczych na terenie EJ. U05 Zna podstawowe regulacje wynikające z prawa atomowego. U06 Potrafi pozyskiwać informacje z literatury oraz źródeł elektronicznych polsko i anglojęzycznych, przeprowadzać ich analizę, formułować wnioski. i opinie. U07 Potrafi przygotować i przedstawić prezentację multimedialną na temat cyklu paliwowego.	Sprawdzian pisemny
P7S_UO Organizacja pracy / planowanie i praca zespołowa	U08 Potrafi współdziałać w ramach zespołu w rozwiązywaniu problemów dotyczących cyklu paliwowego i odpadów promieniotwórczych.	Sprawdzian pisemny
P7S_UU Uczenie się / planowanie własnego rozwoju i rozwoju innych osób	U09 Rozumie konieczność systematycznego pogłębiania i rozszerzania swojej wiedzy i umiejętności oraz wiedzy i umiejętności współpracowników.	Sprawdzian pisemny
<b>Kompetencje społeczne:</b>		
P7S_KK Oceny / krytyczne podejście	K01 Rozumie potrzebę pracy zespołowej w rozwiązywaniu teoretycznych i praktycznych problemów energetyki jądrowej. K02 Uznaje konieczność systematycznego pogłębiania i rozszerzania swojej wiedzy i umiejętności. K03 Jest gotów do zasięgnięcia opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problem związanego z cyklem paliwowym i odpadami promieniotwórczymi.	Rozmowa z wykładowcą
P7S_KO Odpowiedzialność / wypełnianie zobowiązań społecznych; działanie na rzecz interesu publicznego	K04 Ma świadomość konieczności dialogu społecznego w sprawach związanych z energetyką jądrową i jej wpływem na otoczenie.	Rozmowa z wykładowcą
P7S_KR Rola zawodowa / niezależność i rozwój etosu	K05 Ma świadomość wagi zagadnień podejmowanych w obszarze cyklu paliwowego i odpadów promieniotwórczych. K06 Jest gotów do brania odpowiedzialności za podejmowane decyzje i działania.	Rozmowa z wykładowcą

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>			
<b>Lp.</b>	<b>Problematyka ogólna</b>	<b>Zagadnienia szczegółowe</b>	<b>liczba godzin</b>
1	Złóża uranu	Minerały uranonośne. Występowanie, wydobywanie i przeróbka rud uranu. Złóża w Polsce. Produkcja koncentratów, konwersja chemiczna.	1,0

2	Materiał paliwowy	Procesy wzbogacenia uranu. Wytwarzanie materiałów i zestawów paliwowych.	2,0
3	Rodzaje cykli paliwowych	Cykl otwarty i zamknięty. Wybór cyklu – wady i zalety.	2,0
4	Praca zestawów paliwowych w rdzeniu reaktora	Proces wypalania paliwa w reaktorze. Kampania paliwowa.	2,0
5	Postępowanie z wypalonym paliwem w zależności od rodzaju cyklu paliwowego	Czasowe składowanie wypalonego paliwa.	2,0
6	Przeróbka wypalonego paliwa.	Postępowanie z wysokoaktywnymi odpadami promieniotwórczymi powstającymi w procesie przerobu wypalonego paliwa.	2,0
7	Składowanie wypalonego paliwa	Podział odpadów promieniotwórczych. Składowanie wypalonego paliwa bez reprocessingu. Ostateczne składowanie wypalonego paliwa jądrowego i odpadów wysokoaktywnych z reaktorów jądrowych - przegląd rozwiązań technicznych na świecie.	2,0
8	Polski Program Energetyki Jądrowej	Elementy Polskiego planu rozwoju energetyki jądrowej - rozważane technologie, hipotetyczni dostawcy, pozyskanie paliwa, przeróbka i składowanie.	1,0

**Sposoby sprawdzenia efektów uczenia się**

**F – ocena formująca (częstkowa)<sup>1)</sup>; P – ocena podsumowująca<sup>2)</sup>**

F	Ocena aktywności na zajęciach, ocena trafności stawianych pytań, ocena poprawności odpowiedzi na pytania, udział w dyskusji
P	Zaliczenie końcowe

**Literatura podstawowa:**

1. Gorączko W., Ochrona radiologiczna, Politechnika Poznańska, Poznań, 2011
2. Gorączko W., Elementy chemii jądrowej, Politechnika Poznańska, Poznań 2012
3. Gorączko W., Radiochemia i ochrona radiologiczna, Politechnika Poznańska, Poznań, 2003
4. Szymański W., Chemia jądrowa, PWN, Warszawa, 1999
5. Prawo atomowe, Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r i z 2001 r. z uwzględnieniem tekstu jednolitego z 14 lutego 2007 r. (Dz. U. Nr 42, poz. 276) z późniejszymi zmianami.

**Literatura uzupełniająca:**

1. Hrynkiewicz A., Człowiek i promieniowanie jonizujące, PWN, Warszawa, 2001
2. AREVA book - Od Atomu do Cyrkonu, Paris, 2010.
3. Nuclear Engineering Handbook Edited By Kenneth D. Kok Edition 2nd Edition First Published 2016 eBook Published 29 September 2016 Pub. Location Boca Raton Imprint CRC Press DOI

**Obciążenie pracą słuchacza**

forma aktywności	liczba godzin
Godziny kontaktowe z nauczycielem	14
Indywidualne konsultacje	16
Przygotowanie do egzaminu	–
Inne (praca własna, przygotowanie do zaliczenia)	20
<b>SUMA</b>	<b>50</b>

<b>Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu (wpisuje kierownik studiów)</b>	<b>2</b>
--	----------

- 1) Np. za dyskusję, kolokwium, rozwiązanie zadania
- 2) Np. za egzamin, projekt kończący przedmiot

## KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA

Nazwa modułu/przedmiotu <b>Teoria reaktorów jądrowych</b>		Kod
Nazwa studiów podyplomowych <b>Energetyka jądrowa</b>		
Forma studiów (stacjonarne, niestacjonarne) <b>niestacjonarne</b>	Przedmiot oferowany w języku (polskim, angielskim) <b>polskim</b>	Rok / Semestr <b>1/1</b>
Godziny Wykłady: <b>12</b> Ćwiczenia: <b>6</b> Laboratoria: <b>6</b> Projekty / seminaria: <b>0</b>		Liczba punktów <b>3</b>
<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b> dr inż. Jakub Sierchula e-mail: jakub.sierchula@put.poznan.pl tel. 61 665 2276 Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki		<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b> ..... e-mail: tel. Wydział
<b>Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:</b>		
1.	<b>Wiedza:</b>	Śluchacz ma wiedzę z matematyki w zakresie rachunku różniczkowego i całkowego oraz z fizyki w zakresie zasad zachowania, wymiany ciepła, podstaw fizyki jądrowej i podstaw mechaniki kwantowej.
2.	<b>Umiejętności:</b>	Śluchacz potrafi rozwiązywać równania i układy równań algebraicznych, rozwiązywać proste równania różniczkowe i całkowite, rozwiązywać zadania z mechaniki kwantowej, fizyki jądrowej, bilansować układy technologiczne elektrowni lub elektrociepłowni.
3.	<b>Kompetencje społeczne:</b>	Śluchacz potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role, potrafi samodzielnie pozyskiwać i poszerzać wiedzę.
<b>Cel przedmiotu:</b> 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.		

Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji typowych dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego po uzyskaniu kwalifikacji pełnej na poziomie 6	Efekty uczenia się	Sposoby weryfikacji efektów uczenia się
<b>Wiedza:</b>		
P7S_WG Głębina i zakres / kompletność perspektywy poznawczej i zależności	W01 Rozumie istotę zjawisk zachodzących w reaktorach jądrowych. W02 Posiada rozszerzoną wiedzę z zakresu fizyki jądrowej i fizyki reaktorowej. W03 Ma pogłębioną wiedzę na temat budowy i zasady działania reaktora jądrowego. W04 Potrafi rozróżnić i scharakteryzować różne technologie reaktorów jądrowych. W05 Zna metodykę obliczania wymiarów krytycznych reaktora.	Egzamin
P7S_WK Kontekst / uwarunkowania, skutki	W06 Ma świadomość gospodarczego i społecznego znaczenia energetyki jądrowej.	Egzamin

<b>Umiejętności:</b>		
P7S_UW Wykorzystanie wiedzy / rozwiązywane problemy i wykonywane zadania	U01 Potrafi przeprowadzić podstawowe obliczenia warunków krytyczności jądrowego reaktora energetycznego. U02 Jest w stanie przeprowadzić uproszczone obliczenia neutronowe i przeanalizować uzyskane rezultaty. U03 W oparciu o podaną geometrię i skład materiałowy potrafi przygotować uproszczony model reaktora w kodzie neutronowym. U04 Potrafi wyznaczyć strumień chłodziwa niezbędny do odbioru ciepła z rdzenia reaktora w trakcie normalnej eksploatacji.	Egzamin oraz sprawdzian praktyczny w ramach ćwiczeń i laboratoriów
P7S_UK Komunikowanie się / odbieranie i tworzenie wypowiedzi; upowszechnianie wiedzy w środowisku naukowym; posługiwanie się językiem obcym	U05 Potrafi posługiwać się specjalistycznymi pojęciami z zakresu fizyki i energetyki jądrowej. U06 Potrafi pozyskiwać informacje z literatury oraz źródeł elektronicznych polsko i anglojęzycznych, przeprowadzać ich analizę, formułować wnioski i opinie. U07 Potrafi przygotować i przedstawić prezentację multimedialną na temat zasady działania reaktora jądrowego.	Sprawdzian pisemny, rozmowa z wykładowcą
P7S_UO Organizacja pracy / planowanie i praca zespołowa	U08 Potrafi współdziałać w ramach zespołu w rozwiązywaniu problemów energetyki jądrowej.	Rozmowa z wykładowcą
P7S_UU Uczenie się / planowanie własnego rozwoju i rozwoju innych osób	U09 Rozumie konieczność systematycznego pogłębiania i rozszerzania swojej wiedzy i umiejętności oraz wiedzy i umiejętności współpracowników.	Rozmowa z wykładowcą
<b>Kompetencje społeczne:</b>		
P7S_KK Oceny / krytyczne podejście	K01 Rozumie potrzebę pracy zespołowej w rozwiązywaniu teoretycznych i praktycznych problemów energetyki jądrowej. K02 Uznaje konieczność systematycznego pogłębiania i rozszerzania swojej wiedzy i umiejętności.	Rozmowa z wykładowcą
P7S_KO Odpowiedzialność / wypełnianie zobowiązań społecznych; działanie na rzecz interesu publicznego	K03 Rozumie konieczność prowadzenia dialogu z osobami sceptycznie nastawionymi do energetyki jądrowej.	Rozmowa z wykładowcą
P7S_KR Rola zawodowa / niezależność i rozwój etosu	K04 Ma świadomość dużej odpowiedzialności inżyniera energetyka w elektrowni jądrowej za podejmowane decyzje.	Rozmowa z wykładowcą

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>			
Lp.	Problematyka ogólna	Zagadnienia szczegółowe	liczba godzin



1	Podstawy fizyki jądrowej	Materiały rozszczepialne i paliworodne. Rozszczepienie jądra atomowego. Energia rozszczepienia. Reakcja łańcuchowa.	5,0
2	Budowa reaktora jądrowego	Elementy konstrukcyjne reaktora jądrowego. Materiały stosowane do budowy reaktorów jądrowych. Paliwo jądrowe, moderator, reflektor neutronów.	3,0
3	Podstawy teorii reaktorów	Spowalnianie i termalizacja neutronów. Równania bilansu neutronów w reaktorze jądrowym. Rozkład gęstości mocy/strumienia neutronów w reaktorze. Efektywny współczynnik mnożenia neutronów. Teoria transportu neutronów i przybliżenia dyfuzyjnego. Obliczenia wymiarów krytycznych reaktora. Modelowanie rdzenia reaktora jądrowego. Kinetyka neutronowa. Efekty reaktywnościowe. Temperaturowe współczynniki reaktywności (paliwo, chłodziwo, moderator). Sterowanie reaktorem jądrowym. Wypalanie paliwa. Analiza zmiany składu izotopowego w rdzeniu.	12,0
4	Podstawowe typy reaktorów jądrowych	Reaktory termiczne. Reaktory prędkie. Przegląd reaktorów jądrowych (PWR, BWR, HTGR, CANDU, RBMK, reaktory IV gen.)	4,0
<b>Sposoby sprawdzenia efektów uczenia się</b> <b>F – ocena formująca (częstkowa)<sup>1)</sup>; P – ocena podsumowująca<sup>2)</sup></b>			
F	Ocena aktywności na zajęciach, ocena trafności stawianych pytań, ocena poprawności odpowiedzi na pytania, udział w dyskusji		
P	Egzamin		
<b>Literatura podstawowa:</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kubowski J., Elektrownie jądrowe, PWN, (wyd. 2), Warszawa 2023</li> <li>2. Dobrzyński L., Zarys Nukleoniki, PWN, Otwock 2017</li> <li>3. Glasstone S., Edlund M.C., Podstawy Teorii Reaktorów Jądrowych, PWN, Warszawa 1957</li> <li>4. Kielkiewicz M., Teoria Reaktorów Jądrowych, PWN, Warszawa 1987</li> <li>5. Celiński Z., Strupczewski A., Podstawy Energetyki Jądrowej, WNT, Warszawa 1984</li> </ol>			
<b>Literatura uzupełniająca:</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kielkiewicz M., Podstawy fizyki reaktorów jądrowych. Cz. 1, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1977</li> <li>2. Kielkiewicz M., Podstawy fizyki reaktorów jądrowych. Cz. 2, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1980</li> </ol>			
<b>Obciążenie pracą słuchacza</b>			
<b>forma aktywności</b>			<b>liczba godzin</b>
Godziny kontaktowe z nauczycielem			24
Indywidualne konsultacje			25
Przygotowanie do egzaminu			15
Inne (praca własna, przygotowanie do zaliczenia)			15
<b>SUMA</b>			<b>79</b>
<b>Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu (wpisuje kierownik studiów)</b>			<b>3</b>

- 1) Np. za dyskusję, kolokwium, rozwiązanie zadania
- 2) Np. za egzamin, projekt kończący przedmiot

## KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA

Nazwa modułu/przedmiotu <b>Budownictwo w energetyce jądrowej</b>		Kod
Nazwa studiów podyplomowych <b>Energetyka jądrowa</b>		
Forma studiów (stacjonarne, niestacjonarne) <b>niestacjonarne</b>	Przedmiot oferowany w języku (polskim, angielskim) <b>polskim</b>	Rok / Semestr <b>1/1</b>
Godziny Wykłady: <b>12</b> Ćwiczenia: <b>0</b> Laboratoria: <b>8</b> Projekty / seminaria: <b>0</b>		Liczba punktów <b>3</b>
<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b> dr hab. inż. Piotr Sielicki, Prof. PP e-mail: piotr.sielicki@put.poznan.pl tel. 61 6652106 Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu		<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b> dr inż. Tomasz Gajewski e-mail: tomasz.gajewski@put.poznan.pl tel. 61 6652103 Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu
<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b> dr inż. Michał Malendowski e-mail: michal.malendowski@put.poznan.pl tel. 61 6652829 Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu		
<b>Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:</b>		
1.	<b>Wiedza:</b>	Słuchacz ma wiedzę z matematyki w zakresie algebry, rachunku prawdopodobieństwa, statyki, kinematyki, dynamiki oraz podstawową wiedzę w zakresie budownictwa ogólnego oraz podstaw obliczeń wytrzymałościowych.
2.	<b>Umiejętności:</b>	Słuchacz potrafi rozwiązywać równania i układy równań algebraicznych, rozwiązywać proste równania różniczkowe, rozwiązywać zadania z mechaniki klasycznej, statyki. Ponadto, słuchacz potrafi tworzyć dwuwymiarowe wykresy zależności dwóch parametrów z wykorzystaniem środowiska komputerowego.
3.	<b>Kompetencje społeczne:</b>	Słuchacz potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role, potrafi samodzielnie pozyskiwać i poszerzać wiedzę.
<b>Cel przedmiotu:</b> Opanowanie wiedzy i umiejętności z zakresu budownictwa w energetyce jądrowej, w tym nowoczesnych materiałów stosowanych w obiektach EJ a także zasad ich projektowania oraz późniejszej eksploatacji. Zapoznanie słuchaczy z najnowszymi badaniami naukowymi oraz eksperymentalnymi w tym testami wybranych rozwiązań konstrukcyjnych wykonywanymi na świecie przez liderów z branży EJ.		

<b>Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji typowych dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego po uzyskaniu kwalifikacji pełnej na poziomie 6</b>	<b>Efekty uczenia się</b>	<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
<b>Wiedza:</b>		

P7S_WG Głębia i zakres / kompletność perspektywy poznawczej i zależności	W01 Ma pogłębioną wiedzę na temat zasad budownictwa w energetyce jądrowej. W02 Zna przykłady zastosowania elementów konstrukcyjnych dedykowanych obiektom elektrowni jądrowych. W03 Zna metodykę obliczania wytrzymałości oraz podstawowych właściwości materiałowych nowoczesnych materiałów osłonowych.	Sprawdzian pisemny
P7S_WK Kontekst / uwarunkowania, skutki	W04 Ma wiedzę w zakresie potencjalnego awaryjnego uszkodzenia budynków EJ. W05 Ma świadomość gospodarczego i społecznego znaczenia energetyki jądrowej.	Sprawdzian pisemny, rozmowa z wykładowcą
<b>Umiejętności:</b>		
P7S_UW Wykorzystanie wiedzy / rozwiązywane problemy i wykonywane zadania	U01 Potrafi oszacować niezawodność elementów konstrukcji dla obiektów EJ. U02 Jest w stanie przeprowadzić uproszczone obliczenia wytrzymałościowe wybranych elementów konstrukcji w obiektach EJ. U03 Potrafi wskazać przyczyny oraz przewidzieć rozwój i skutki potencjalnych zdarzeń awaryjnych.	Sprawdzian praktyczny w ramach ćwiczeń laboratoryjnych
P7S_UK Komunikowanie się / odbieranie i tworzenie wypowiedzi; upowszechnianie wiedzy w środowisku naukowym; posługiwanie się językiem obcym	U04 Potrafi posługiwać się specjalistycznymi pojęciami z zakresu budownictwa obiektów EJ w tym słownictwem w języku angielskim. U05 Potrafi pozyskiwać informacje z literatury oraz źródeł elektronicznych polsko i anglojęzycznych, przeprowadzać ich analizę, formułować wnioski i opinie. U06 Potrafi przygotować i przedstawić prezentację multimedialną na temat budownictwa w EJ.	Sprawdzian pisemny, rozmowa z wykładowcą
P7S_UO Organizacja pracy / planowanie i praca zespołowa	U07 Potrafi współdziałać w ramach zespołu w rozwiązywaniu problemów dotyczących budownictwa w EJ	Rozmowa z wykładowcą
P7S_UU Uczenie się / planowanie własnego rozwoju i rozwoju innych osób	U08 Rozumie konieczność systematycznego pogłębiania i rozszerzania swojej wiedzy i umiejętności oraz wiedzy i umiejętności współpracowników.	Rozmowa z wykładowcą
<b>Kompetencje społeczne:</b>		

P7S_KK Oceny / krytyczne podejście	K01 Rozumie potrzebę pracy zespołowej w rozwiązywaniu teoretycznych i praktycznych problemów energetyki jądrowej. K02 Uznaje konieczność systematycznego pogłębiania i rozszerzania swojej wiedzy i umiejętności. K03 Jest gotów do zasięgnięcia opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problem związanego z budownictwem w EJ.	Rozmowa z wykładowcą
P7S_KO Odpowiedzialność / wypełnianie zobowiązań społecznych; działanie na rzecz interesu publicznego	K04 Ma świadomość konieczności dialogu społecznego w sprawach związanych z budownictwem w energetyce jądrowej.	Rozmowa z wykładowcą
P7S_KR Rola zawodowa / niezależność i rozwój etosu	K05 Ma świadomość wagi zagadnień podejmowanych w obszarze budownictwa w energetyce jądrowej. K06 Jest gotów do brania odpowiedzialności za podejmowane decyzje i działania.	Rozmowa z wykładowcą

TREŚCI PROGRAMOWE			
Lp.	Problematyka ogólna	Zagadnienia szczegółowe	liczba godzin
1	<b>Budownictwo w EJ</b>	Podstawy związane procesem budowy i eksploatacji elementów konstrukcji EJ w rozumieniu obiektu budowlanego	4,0
2	<b>Proces budowlany w trakcie budowy i eksploatacji EJ</b>	Wybrane zagadnienia eksploatacji zasadniczych elementów budowlanych obiektów EJ. Uzasadnienie złożoności prowadzonych badań i pomiarów w trakcie eksploatacji obiektów.	2,0
3	<b>Bezpieczeństwo wybranych elementów konstrukcji EJ</b>	Wiedza podstawowa i rozszerzona związana z wybranymi elementami konstrukcji w elementami wykonywanymi z nowoczesnych materiałów oraz metody obliczeń zagrożenia uszkodzeniem elementu konstrukcji wraz z jego wpływem na dalszą eksploatację obiektów EJ.	2,0
4	<b>Klasyfikacja możliwych awarii elementów konstrukcji</b>	Awarie wywołane obciążeniami ekstremalnymi obiektów, przykłady oraz nowoczesne metody zapobiegania.	2,0
5	<b>Nowoczesne metody analizy w projektowaniu obiektów EJ</b>	Metodologie badawcze w przykładach, proces oceny stanu konstrukcji na etapie projektowania jak i eksploatacji wraz z nowoczesnymi metodami naprawczymi. W tym rozmowy z zaproszonymi gośćmi / ekspertami światowymi.	6,0
6	<b>Diagnostyka stanu i jakości elementów budowlanych</b>	Metody diagnostyki obiektów z wykorzystaniem obliczeń komputerowych oraz walidacyjnych badań eksperymentalnych elementów konstrukcji jak i wybranych rozwiązań w warunkach rzeczywistych oraz przy udziale nowoczesnych metod projektowania oraz metod komputerowych.	4,0

<b>Sposoby sprawdzenia efektów uczenia się</b> <b>F – ocena formująca (częstkowa)<sup>1)</sup>; P – ocena podsumowująca<sup>2)</sup></b>	
F	Ocena aktywności na zajęciach, ocena trafności stawianych pytań, ocena poprawności odpowiedzi na pytania, udział w dyskusji
P	Zaliczenie końcowe
<b>Literatura podstawowa:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ACI CODE-349-13 Code Requirements for Nuclear Safety-Related Concrete Structures and Commentary, 2018</li> <li>2. Ablewicz Z., Jóźnik. B., Budownictwo w technice jądrowej, Arkady, Warszawa, 1978</li> <li>3. Cacuci D.G., Handbook of Nuclear Engineering, Springer, 2010</li> <li>4. Meiswinkel R., Meyer J., Schnell, J., Design and Construction of Nuclear Power Plants, Ernst&amp;Sohn Willey 2013</li> </ol>	
<b>Literatura uzupełniająca:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. The U.S. Nuclear Regulatory Commission (NRC), <a href="http://www.nrc.gov">www.nrc.gov</a></li> </ol>	
<b>Obciążenie pracą słuchacza</b>	
forma aktywności	liczba godzin
Godziny kontaktowe z nauczycielem	20
Indywidualne konsultacje	25
Przygotowanie do egzaminu	–
Inne (praca własna, przygotowanie do zaliczenia)	30
<b>SUMA</b>	<b>75</b>
<b>Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu (wpisuje kierownik studiów)</b>	<b>3</b>

5) Np. za dyskusję, kolokwium, rozwiązanie zadania

6) Np. za egzamin, projekt kończący przedmiot

## KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA

Nazwa modułu/przedmiotu <b>Układy technologiczne elektrowni jądrowych</b>		Kod
Nazwa studiów podyplomowych <b>Energetyka jądrowa</b>		
Forma studiów (stacjonarne, niestacjonarne) <b>niestacjonarne</b>	Przedmiot oferowany w języku (polskim, angielskim) <b>polskim</b>	Rok / Semestr <b>1/2</b>
Godziny Wykłady: <b>8</b> Ćwiczenia: <b>8</b> Laboratoria: <b>8</b> Projekty / seminaria: <b>0</b>		Liczba punktów <b>3</b>
<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b> dr hab. inż. Bartosz Ceran, prof. PP email: bartosz.ceran@put.poznan.pl tel. (61) 6652523 Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki ul. Piotrowo 3a, 61-138 Poznań		<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b> dr inż. Radosław Szczerbowski e-mail: radoslaw.szczerbowski@put.poznan.pl tel. (61) 6652030 Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki ul. Piotrowo 3a, 61-138 Poznań
<b>Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:</b>		
1.	<b>Wiedza:</b>	Podstawowe wiadomości z termodynamiki. Znajomość pojęć: temperatura, ciśnienie, entalpia, entropia, przepływ. Znajomość budowy i zasady działania urządzeń energetycznych - pompy, turbina parowa itp. Podstawa wiedza z zakresu wymiany ciepła.
2.	<b>Umiejętności:</b>	Umiejętność rozwiązywania równań i układów równań algebraicznych. Umiejętność budowania równań bilansowych w oparciu schemat ciepłny elektrowni jądrowej. Umiejętność analizowania obiegów cieplnych.
3.	<b>Kompetencje społeczne:</b>	Słuchacz potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role, potrafi samodzielnie pozyskiwać i poszerzać wiedzę.
<b>Cel przedmiotu:</b> panowanie podstawowej wiedzy i umiejętności z zakresu modelowania i prowadzenia analiz energetycznych układów technologicznych elektrowni jądrowych.		

Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji typowych dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego po uzyskaniu kwalifikacji pełnej na poziomie 6	Efekty uczenia się	Sposoby weryfikacji efektów uczenia się
<b>Wiedza:</b> P7S__WG Głębia i zakres / kompletność perspektywy poznawczej i zależności	W01 Zna budowę i rozumie działanie układu technologicznego elektrowni jądrowej. W02 Ma wiedzę w zakresie prowadzenia analiz energetycznych układów technologicznych elektrowni jądrowych. W03 Ma wiedzę na temat metodyki obliczania sprawności obiegu cieplnego realizowanego w elektrowni jądrowej.	Sprawdzian pisemny

P7S_WK Kontekst / uwarunkowania, skutki	W04 Ma świadomość cywilizacyjnych skutków rozwoju energetyki jądrowej. W05 Ma świadomość gospodarczego i społecznego znaczenia energetyki jądrowej.	Rozmowa z wykładowcą
<b>Umiejętności:</b>		
P7S_UW Wykorzystanie wiedzy / rozwiązywane problemy i wykonywane zadania	U01 Potrafi przeanalizować obieg ciepły realizowany na parze nasyconej suchej z wykorzystaniem wykresów T-s, i-s. U02 Potrafi wyznaczyć wartości entalpi czynnika roboczego w poszczególnych punktach układu technologicznego elektrowni jądrowej. U03 Potrafi wyprowadzić, w oparciu o schemat układu cieplnego, równania bilansowe poszczególnych elementów układu technologicznego elektrowni jądrowej. U04 Potrafi przeprowadzić analizę energetyczną układu technologicznego z uwzględnieniem zapotrzebowania odbiorcy na ciepło. U05 Potrafi zamodelować układ technologiczny elektrowni jądrowej z wykorzystaniem oprogramowania inżynierskiego.	Sprawdzian praktyczny w ramach ćwiczeń oraz laboratoriów
P7S_UK Komunikowanie się / odbieranie i tworzenie wypowiedzi; upowszechnianie wiedzy w środowisku naukowym; posługiwanie się językiem obcym	U06 Potrafi posługiwać się podstawowymi pojęciami z zakresu elektrowni jądrowych U07 Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, polsko- i anglojęzycznych, dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski, formułować i uzasadniać opinie	Rozmowa z wykładowcą
P7S_UO Organizacja pracy / planowanie i praca zespołowa	U08 Potrafi współdziałać w ramach zespołu w rozwiązywaniu problemów dotyczących analiz energetycznych układu technologicznego EJ	Rozmowa z wykładowcą
P7S_UU Uczenie się / planowanie własnego rozwoju i rozwoju innych osób	U09 Rozumie konieczność systematycznego pogłębiania i rozszerzania swojej wiedzy i umiejętności oraz wiedzy i umiejętności współpracowników.	Rozmowa z wykładowcą
<b>Kompetencje społeczne:</b>		
P7S_KK Oceny / krytyczne podejście	K01 Jest gotów do uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu dotyczącego energetyki jądrowej.	Rozmowa z wykładowcą
P7S_KO Odpowiedzialność / wypełnianie zobowiązań społecznych; działanie na rzecz interesu publicznego	K02 Potrafi myśleć i działać w sposób twórczy i innowacyjny.	Rozmowa z wykładowcą

P7S_KR Rola zawodowa / niezależność i rozwój etosu	K03 Ma świadomość wagi zagadnień podejmowanych w zakresie energetyki jądrowej i związanej z nimi odpowiedzialności za podejmowane działania.	Rozmowa z wykładowcą
--	--	----------------------

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>			
<b>Lp.</b>	<b>Problematyka ogólna</b>	<b>Zagadnienia szczegółowe</b>	<b>liczba godzin</b>
1	<b>Układy cieplne elektrowni jądrowych z reaktorami różnych typów.</b>	Układy cieplne elektrowni jądrowych z reaktorami ciśnieniowymi PWR. Układy technologiczne elektrowni jądrowych z reaktorami z wrzącą wodą BWR. Układy technologiczne elektrowni jądrowych z reaktorami kanałowymi. Układ technologiczny elektrowni jądrowej z reaktorem RBMK. Układ technologiczny elektrowni jądrowej z reaktorem CANDU.	6,0
2	<b>Układ elektryczny elektrowni jądrowej</b>	Układ wyprowadzenia mocy i zasilania urządzeń potrzeb własnych.	2,0
3	<b>Obliczenia energetyczne układów technologicznych elektrowni jądrowych</b>	Wyznaczanie wartości entalpii pary w poszczególnych punktach układu technologicznego. Formułowanie, w oparciu o schemat cieplny, równań bilansowych poszczególnych elementów układu. Równania bilansowe turbozespołu, wymienników regeneracyjnego podgrzewu wody zasilającej, odgazowycza. Wyznaczanie rozpliwów czynnika roboczego w obiegów wtórnym układu elektrowni jądrowej z reaktorem ciśnieniowym. Wyznaczanie wartości sprawności teoretycznej obiegu wtórnego.	4,0
4	<b>Ucieplnienie bloków elektrowni jądrowych</b>	Analiza energetyczna układu technologicznego elektrowni jądrowej pracującej na system ciepłowniczy.	4,0
5	<b>Modelowanie układów technologicznych elektrowni jądrowych z reaktorem PWR</b>	Modelowanie układów technologicznych elektrowni jądrowych z reaktorami ciśnieniowymi.	4,0
6	<b>Modelowanie układów technologicznych elektrowni jądrowych z reaktorem BWR</b>	Modelowanie układów technologicznych elektrowni jądrowych z reaktorami z wodą wrzącą.	4,0
<b>Sposoby sprawdzenia efektów uczenia się</b> <b>F – ocena formująca (częstkowa)<sup>1)</sup>; P – ocena podsumowująca<sup>2)</sup></b>			
F	Ocena aktywności na zajęciach, ocena trafności stawianych pytań, ocena poprawności odpowiedzi na pytania, udział w dyskusji		
P	Zaliczenie końcowe		
<b>Literatura podstawowa:</b>			
1. Pawlik M., Strzelczyk F., Elektrownie WNT 2023 2. Marecki J., Podstawy przemian energetycznych, WNT 2014 3. Kubowski J., Elektrownie Jądrowe, WNT 2013			
<b>Literatura uzupełniająca:</b>			
1. Andrzejewski S. Podstawy projektowania siłowni ciepłych WNT 1974 2. Jezierski G. Energia jądrowa wczoraj i dziś, WNT 2000			



<b>Obciążenie pracą słuchacza</b>	
<b>forma aktywności</b>	<b>liczba godzin</b>
Godziny kontaktowe z nauczycielem	24
Indywidualne konsultacje	25
Przygotowanie do egzaminu	–
Inne (praca własna, przygotowanie do zaliczenia)	26
<b>SUMA</b>	<b>75</b>
<b>Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu (wpisuje kierownik studiów)</b>	<b>3</b>

## KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA

Nazwa modułu/przedmiotu <b>Konstrukcja reaktorów jądrowych</b>		Kod
Nazwa studiów podyplomowych <b>Energetyka jądrowa</b>		
Forma studiów (stacjonarne, niestacjonarne) <b>niestacjonarne</b>	Przedmiot oferowany w języku (polskim, angielskim) <b>polskim</b>	Rok / Semestr <b>1/2</b>
Godziny Wykłady: <b>12</b> Ćwiczenia: <b>0</b> Laboratoria: <b>8</b> Projekty / seminaria: <b>0</b>		Liczba punktów <b>3</b>
<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b> dr hab.inż. Bartosz Ceran, prof. PP email: bartosz.ceran@put.poznan.pl tel. (61) 6652523 Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki ul. Piotrowo 3a, 61-138 Poznań		<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b> dr inż. Radosław Szczerbowski e-mail: radoslaw.szczerbowski@put.poznan.pl tel. (61) 6652030 Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki ul. Piotrowo 3a, 61-138 Poznań
<b>Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:</b>		
1.	<b>Wiedza:</b>	Słuchacz ma podstawową wiedzę z zakresu fizyki jądrowej. Podstawowe wiadomości z termodynamiki. Podstawowe informacje dotyczące maszyn i urządzeń elektrowni jądrowych. Znajomość budowy i zasady działania urządzeń energetycznych - pompy, turbina parowa itp. Podstawa wiedza z zakresu wymiany ciepła. Podstawowe wiadomości z zakresu technologii i maszyn energetycznych wykorzystywanych w energetyce zawodowej.
2.	<b>Umiejętności:</b>	Słuchacz potrafi rozwiązywać równania i układy równań algebraicznych, rozwiązywać proste równania różniczkowe, rozwiązywać zadania z mechaniki klasycznej, statyki, dynamiki i mechaniki płynów oraz wymiany ciepła. Umiejętność analizowania obiegów cieplnych.
3.	<b>Kompetencje społeczne:</b>	Słuchacz potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role, potrafi samodzielnie pozyskiwać i poszerzać wiedzę.
<b>Cel przedmiotu:</b> Opanowanie podstawowej wiedzy z zakresu budowy i zasady działania jądrowych reaktorów energetycznych. Znajomość podstawowych typów reaktorów jądrowych PWR, BWR, HWR.		

Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji typowych dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego po uzyskaniu kwalifikacji pełnej na poziomie 6	Efekty uczenia się	Sposoby weryfikacji efektów uczenia się
<b>Wiedza:</b> P7S__WG Głębia i zakres / kompletność perspektywy poznawczej i zależności	W01 Zna budowę poszczególnych typów elektrowni jądrowych. W02 Ma pogłębioną wiedzę w zakresie układów technologicznych elektrowni jądrowych. W03 Zna różnice w budowie, konstrukcji i zasadzie działania różnego typu elektrowni jądrowych.	Egzamin

P7S_WK Kontekst / uwarunkowania, skutki	W04 Ma świadomość w rozwoju technologii energetyki jądrowej i jej wpływu na bezpieczeństwo energetyki jądrowej. W05 Posiada wiedzę na temat możliwości wykorzystania technologii jądrowych w energetyce.	Rozmowa z wykładowcą
<b>Umiejętności:</b>		
P7S_UW Wykorzystanie wiedzy / rozwiązywane problemy i wykonywane zadania	U01 Potrafi czytać układy (schematy) ciepłone elektrowni jądrowych i omówić ich zasadę działania. U02 Potrafi wskazać podobieństwa i różnice w różnych typach (konstrukcjach) elektrowni jądrowych.	Sprawdzian praktyczny w ramach ćwiczeń laboratoryjnych
P7S_UK Komunikowanie się / odbieranie i tworzenie wypowiedzi; upowszechnianie wiedzy w środowisku naukowym; posługiwanie się językiem obcym	U03 Potrafi posługiwać się specjalistycznymi pojęciami z zakresu konstrukcji reaktorów jądrowych. U04 Potrafi pozyskiwać informacje z literatury oraz źródeł elektronicznych polsko i anglojęzycznych, przeprowadzać ich analizę, formułować wnioski i opinie.	Sprawdzian pisemny, rozmowa z wykładowcą
P7S_UO Organizacja pracy / planowanie i praca zespołowa	U05 Potrafi współdziałać z innymi osobami w ramach prac zespołowych (także o charakterze interdyscyplinarnym) w odniesieniu do zagadnień związanych z konstrukcją reaktorów jądrowych.	Rozmowa z wykładowcą
P7S_UU Uczenie się / planowanie własnego rozwoju i rozwoju innych osób	U06 Rozumie konieczność systematycznego pogłębiania i rozszerzania swojej wiedzy i umiejętności oraz wiedzy i umiejętności współpracowników.	Rozmowa z wykładowcą
<b>Kompetencje społeczne:</b>		
P7S_KK Oceny / krytyczne podejście	K01 Uznaje konieczność systematycznego pogłębiania i rozszerzania swojej wiedzy i umiejętności. K02 Postępuje zgodnie z zasadami etyki zawodowej; jest odpowiedzialny za rzetelność uzyskanych wyników swoich prac i ich interpretację.	Rozmowa z wykładowcą
P7S_KO Odpowiedzialność / wypełnianie zobowiązań społecznych; działanie na rzecz interesu publicznego	K03 Potrafi myśleć i działać w sposób twórczy i innowacyjny. K04 Ma świadomość konieczności dialogu społecznego w sprawach związanych z działaniem i konstrukcją reaktorów jądrowych.	Rozmowa z wykładowcą
P7S_KR Rola zawodowa / niezależność i rozwój etosu	K05 Ma świadomość wagi zagadnień podejmowanych w zakresie energetyki jądrowej i związanej z nimi odpowiedzialności za podejmowane działania	Rozmowa z wykładowcą

### TREŚCI PROGRAMOWE

Lp.	Problematyka ogólna	Zagadnienia szczegółowe	liczba godzin
-----	---------------------	-------------------------	---------------

1	Historia i rozwój reaktorów jądrowych.	Historia rozwoju energetyki jądrowej na świecie. Rozwój reaktorów jądrowych: reaktory badawcze, reaktory energetyczne	1,0
2	Klasyfikacja i przegląd konstrukcji wybranych jądrowych reaktorów energetycznych generacji II i III/III+.	Klasyfikacja elektrowni jądrowych ze względu na: przeznaczenie, energię neutronów powodujących rozszczepienia, rodzaj paliwa, konstrukcję i budowę rdzenia, rodzaj moderatora, rodzaj chłodziwa, system odprowadzania ciepła. Przegląd konstrukcji wybranych reaktorów jądrowych generacji II i III/III+.	3,0
3	Budowa, zasada działania, parametry eksploatacyjne reaktorów energetycznych.	Podstawy budowy reaktorów jądrowych. Zasada działania reaktora jądrowego. Cechy konstrukcyjne oraz własności eksploatacyjne. Parametry eksploatacyjne jądrowych reaktorów energetycznych: moc, ciśnienie i temperatura obiegu cieplnego, gęstość mocy, stopień wypalenia paliwa, itd.	3,0
4	Reaktory wodno-ciśnieniowe.	Reaktory wodno-ciśnieniowe (PWR), budowa, zasada działania, cechy szczególne, parametry.	2,0
5	Reaktory wrzące.	Reaktory wodne-wrzące (BWR), budowa, zasada działania, cechy szczególne, parametry.	2,0
6	Reaktory PHWR	Reaktory z ciężką wodą (CANDU), budowa, zasada działania, cechy szczególne, parametry.	2,0
7	Reaktory wysokotemperaturowe.	Reaktory wysokotemperaturowe, budowa, zasada działania, cechy szczególne, parametry.	2,0
8	Reaktory IV generacji.	Reaktory IV generacji: reaktory na neutronach prędkich, reaktory na neutronach termicznych., Małe modułowe reaktory jądrowe SMR. Budowa, zasada działania, cechy szczególne, parametry.	2,0
9	Reaktory ciepłownicze.	Wykorzystanie reaktorów jądrowych w systemach ciepłowniczych, uciepłownienie elektrowni jądrowych, przykłady systemów ciepłowniczych z wykorzystaniem elektrowni jądrowych	2,0
10	Układy pomocnicze stosowane w konstrukcjach jądrowych reaktorów energetycznych.	Układy pomocnicze stosowane w elektrowniach jądrowych: systemy zasilania awaryjnego, układy pomocnicze turbozespołu, pompy układu chłodzenia, układ przedmuchiwania wytwornic pary itp.	1,0
<b>Sposoby sprawdzenia efektów uczenia się</b> <b>F – ocena formująca (częstkowa)<sup>1)</sup>; P – ocena podsumowująca<sup>2)</sup></b>			
F	Ocena aktywności na zajęciach, ocena trafności stawianych pytań, ocena poprawności odpowiedzi na pytania, udział w dyskusji		
P	Egzamin końcowy		
<b>Literatura podstawowa:</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pawlik M., Strzelczyk F., Elektrownie, WNT, Warszawa, 2023</li> <li>2. Marecki J., Podstawy przemian energetycznych, WNT, Warszawa, 2014</li> <li>3. Kubowski J. Elektrownie Jądrowe, WNT, Warszawa, 2013</li> <li>4. Chmielniak T. Technologie energetyczne, PWN, Warszawa, 2021</li> <li>5. Celiński Z. Strupczwski A. Podstawy energetyki jądrowej, WNT, Warszawa, 1984</li> <li>6. Dobrzyński L. (red.) Zarys nukleoniki, PWN, 2017</li> </ol>			

<b>Literatura uzupełniająca:</b>	
1. Jeziński G. Energia jądrowa wczoraj i dziś, WNT, Warszawa, 2005	
2. Szczerbowski R. /redakcja naukowa. Energetyka węglowa i jądrowa: wybrane aspekty, Wyd. PP, Poznań 2017	
3. Lech M., Elektrownie jądrowe, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, 1992	
4. Celiński Z., Energetyka jądrowa, PWN, Warszawa, 1991	
5. Gnutek Z., Kordylewski W. Maszynoznawstwo energetyczne, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej 2003	
<b>Obciążenie pracą słuchacza</b>	
<b>forma aktywności</b>	<b>liczba godzin</b>
Godziny kontaktowe z nauczycielem	20
Indywidualne konsultacje	15
Przygotowanie do egzaminu	15
Inne (praca własna, przygotowanie do zaliczenia)	30
<b>SUMA</b>	<b>80</b>
<b>Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu (wpisuje kierownik studiów)</b>	<b>3</b>

- 7) Np. za dyskusję, kolokwium, rozwiązanie zadania
- 8) Np. za egzamin, projekt kończący przedmiot

## KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA

Nazwa modułu/przedmiotu <b>Bezpieczeństwo energetyki jądrowej</b>		Kod
Nazwa studiów podyplomowych <b>Energetyka jądrowa</b>		
Forma studiów (stacjonarne, niestacjonarne) <b>niestacjonarne</b>	Przedmiot oferowany w języku (polskim, angielskim) <b>polskim</b>	Rok / Semestr <b>1/2</b>
Godziny Wykłady: <b>12</b> Ćwiczenia: <b>8</b> Laboratoria: <b>0</b> Projekty / seminaria: <b>0</b>		Liczba punktów <b>3</b>
<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b> Prof. dr hab. Inż. Janusz Wojtkowiak e-mail: janusz.wojtkowiak@put.poznan.pl tel. 61 6652424, 600 344 864 Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki		<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b> ..... e-mail: tel. Wydział
<b>Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:</b>		
1.	<b>Wiedza:</b>	Słuchacz ma wiedzę z matematyki w zakresie algebry, rachunku prawdopodobieństwa, podstaw rachunku różniczkowego oraz z fizyki w zakresie zasad zachowania w fizyce, statyki, kinematyki, dynamiki, hydrodynamiki i wymiana ciepła.
2.	<b>Umiejętności:</b>	Słuchacz potrafi rozwiązywać równania i układy równań algebraicznych, rozwiązywać proste równania różniczkowe, rozwiązywać zadania z mechaniki klasycznej, statyki, dynamiki i mechaniki płynów oraz wymiany ciepła.
3.	<b>Kompetencje społeczne:</b>	Słuchacz potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role, potrafi samodzielnie pozyskiwać i poszerzać wiedzę.
<b>Cel przedmiotu:</b> Opanowanie wiedzy i umiejętności z zakresu bezpieczeństwa energetyki jądrowej, budowy i działania systemów bezpieczeństwa elektrowni jądrowych, oddziaływania elektrowni jądrowej na środowisko, metod oceny ryzyka związanego z działaniem elektrowni jądrowych.		

Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji typowych dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego po uzyskaniu kwalifikacji pełnej na poziomie 6	Efekty uczenia się	Sposoby weryfikacji efektów uczenia się
<b>Wiedza:</b> P7S_WG Głębia i zakres / kompletność perspektywy poznawczej i zależności	W01 Ma pogłębioną wiedzę na temat zasad bezpieczeństwa w energetyce jądrowej. W02 Zna budowę aktywnych i pasywnych układów bezpieczeństwa elektrowni jądrowych. W03 Zna metodykę obliczania niezawodności systemów technicznych oraz szacowania ryzyka awarii reaktorowych. W04 Zna podstawowe struktury niezawodnościowe i rozumie ich właściwości.	Sprawdzian pisemny

P7S_WK Kontekst / uwarunkowania, skutki	W05 Ma wiedzę w zakresie potencjalnego awaryjnego oddziaływania elektrowni jądrowej na środowisko. W06 Ma świadomość gospodarczego i społecznego znaczenia energetyki jądrowej. W07 Zna międzynarodową skalę zdarzeń awaryjnych i rozumie sens jej stosowania.	Rozmowa z wykładowcą
<b>Umiejętności:</b>		
P7S_UW Wykorzystanie wiedzy / rozwiązywane problemy i wykonywane zadania	U01 Potrafi oszacować niezawodność systemów bezpieczeństwa EJ. U02 Jest w stanie przeprowadzić uproszczone obliczenia ciepło-przepływowe określające warunki skutecznego awaryjnego chłodzenia rdzenia EJ. U03 Potrafi wskazać przyczyny oraz przewidzieć rozwój i skutki potencjalnych zdarzeń awaryjnych. U04 Potrafi stosować metodykę drzew logicznych w ocenie ryzyka związanego z EJ.	Sprawdzian praktyczny w ramach ćwiczeń audytoryjnych
P7S_UK Komunikowanie się / odbieranie i tworzenie wypowiedzi; upowszechnianie wiedzy w środowisku naukowym; posługiwanie się językiem obcym	U05 Potrafi posługiwać się specjalistycznymi pojęciami z obszaru bezpieczeństwa EJ. U06 Potrafi pozyskiwać informacje z literatury oraz źródeł elektronicznych polsko i anglojęzycznych, przeprowadzać ich analizę, formułować wnioski. i opinie. U07 Potrafi przygotować i przedstawić prezentację multimedialną na temat bezpieczeństwa EJ.	Rozmowa z wykładowcą
P7S_UO Organizacja pracy / planowanie i praca zespołowa	U08 Potrafi współdziałać w ramach zespołu w rozwiązywaniu problemów dotyczących bezpieczeństwa EJ	Rozmowa z wykładowcą
P7S_UU Uczenie się / planowanie własnego rozwoju i rozwoju innych osób	U09 Rozumie konieczność systematycznego pogłębiania i rozszerzania swojej wiedzy i umiejętności oraz wiedzy i umiejętności współpracowników.	Rozmowa z wykładowcą
<b>Kompetencje społeczne:</b>		
P7S_KK Oceny / krytyczne podejście	K01 Rozumie potrzebę pracy zespołowej w rozwiązywaniu teoretycznych i praktycznych problemów energetyki jądrowej. K02 Uznaje konieczność systematycznego pogłębiania i rozszerzania swojej wiedzy i umiejętności. K03 Jest gotów do zasięgnięcia opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problem związanego z bezpieczeństwem EJ.	Rozmowa z wykładowcą

P7S_KO Odpowiedzialność / wypełnianie zobowiązań społecznych; działanie na rzecz interesu publicznego	K04 Ma świadomość konieczności dialogu społecznego w sprawach związanych z bezpieczeństwem energetyki jądrowej i jej wpływem na otoczenie.	Rozmowa z wykładownicą
P7S_KR Rola zawodowa / niezależność i rozwój etosu	K05 Ma świadomość wagi zagadnień podejmowanych w obszarze bezpieczeństwa energetyki jądrowej. K06 Jest gotów do brania odpowiedzialności za podejmowane decyzje i działania.	Rozmowa z wykładownicą

TREŚCI PROGRAMOWE			
Lp.	Problematyka ogólna	Zagadnienia szczegółowe	liczba godzin
1	<b>Strategia bezpieczeństwa w energetyce jądrowej.</b>	Filozofia bezpieczeństwa – obrona w głąb. Zasady bezpieczeństwa: nadmiarowości, różnorodności bezpiecznego kierunku, przestrzennego rozdzielania, elitarności materiałowej. Międzynarodowa skala zdarzeń awaryjnych.	1,0
2	<b>Systemy bezpieczeństwa elektrowni jądrowych</b>	Klasyfikacja systemów bezpieczeństwa i współpraca pomiędzy systemami: awaryjnego wyłączania reaktora (pręty awaryjne, wtrysk kwasu borowego), awaryjnego chłodzenia rdzenia, awaryjnych źródeł energii elektrycznej, obudowy bezpieczeństwa i jej systemów (chłodzenia, zraszania, wentylacji)	2,0
3	<b>Bariery na drodze substancji promieniotwórczych do otoczenia</b>	Klasyfikacja produktów rozszczepienia (czasy połowicznego zaniku, aktywność promieniotwórcza, stany skupienia, mobilność w środowisku). Rodzaje i działanie barier: sieć krystaliczna paliwa, pręty/granulki paliwowe, zbiornik ciśnieniowy reaktora, ściany obiegu chłodzenia rdzenia, chwytacz rdzenia, obudowa bezpieczeństwa.	1,0
4	<b>Klasyfikacja możliwych awarii.</b>	Awarie wywołane rozszczelnieniem obiegu chłodzenia rdzenia, awarie wywołane uszkodzeniem pomp cyrkulacyjnych, awarie spowodowane zanikiem odbioru ciepła przez część konwencjonalną, awarie spowodowane brakiem odbioru energii elektrycznej (uszkodzenie generatora, transformatora blokowego, sieci elektroenergetycznej), awarie wywołane czynnikami zewnętrznymi (trzęsienie ziemi, powódź, upadek samolotu, atak terrorystyczny)	2,0
5	<b>Awaryjne chłodzenie rdzenia</b>	Ciepło powyłączeniowe, systemy aktywne i pasywne awaryjnego chłodzenia rdzenia, sekwencja pracy systemów, hydroakumulatory, zbiorniki grawitacyjne, obiegi pompowe, temperatura paliwa, konwekcja naturalna i wymuszona, kryzys wrzenia.	6,0



6	Obudowa bezpieczeństwa i jej systemy.	Wymagania prawne dla obudów, rodzaje obudów (pełno-ciśnieniowe, niepełno-ciśnieniowe, jedno-powłokowe, dwupowłokowe), parametry konstrukcyjno-budowlane obudów, systemy chłodzenia powłoki i wnętrza obudowy, system zraszania, system awaryjnej wentylacji, system rekombinacji wodoru.	4,0
7	Struktury niezawodnościowe i ich właściwości	Struktury szeregowe, równoległe, szeregowo-równoległe, równoległo szeregowo, struktury typu „k” z „m”, sposoby zwiększenia niezawodności struktur.	2,0
8	Podstawy metodyki PRA	Pojęcie ryzyka, prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia, miara skutków zdarzenia, drzewa logiczne – drzewa zdarzeń i drzewa uszkodzeń	2,0
<b>Sposoby sprawdzenia efektów uczenia się</b> <b>F – ocena formująca (częstkowa)<sup>1)</sup>; P – ocena podsumowująca<sup>2)</sup></b>			
F	Ocena aktywności na zajęciach, ocena trafności stawianych pytań, ocena poprawności odpowiedzi na pytania, udział w dyskusji		
P	Zaliczenie końcowe		
<b>Literatura podstawowa:</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>Vaidyanathan G., Nuclear Reactor Safety - Principles and Concepts, Yes Dee Publishing Pvt. Ltd., 2022</li> <li>Kubowski J. Elektrownie Jądrowe, WNT, Warszawa, 2013</li> <li>Strupczewski A., Awarie reaktorowe, WNT, Warszawa 1990.</li> <li>Hrynkiewicz Z. (Red.): Człowiek i promieniowanie jonizujące, PWN, Warszawa, 2001.</li> <li>Ablewicz Z., Dąbrowski W.B. Osłony przed promieniowaniem jonizującym. Arkady, Warszawa 1986.</li> </ol>			
<b>Literatura uzupełniająca:</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>Dobrzyński L. (Red.): Zarys nukleoniki. PWN, Warszawa 2017.</li> <li>Kielkiewicz M. Jądrowe reaktory energetyczne. WNT, Warszawa 1978.</li> </ol>			
<b>Obciążenie pracą słuchacza</b>			
<b>forma aktywności</b>			<b>liczba godzin</b>
Godziny kontaktowe z nauczycielem			20
Indywidualne konsultacje			25
Przygotowanie do egzaminu			–
Inne (praca własna, przygotowanie do zaliczenia)			30
<b>SUMA</b>			<b>75</b>
<b>Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu (wpisuje kierownik studiów)</b>			<b>3</b>

- 3) Np. za dyskusję, kolokwium, rozwiązanie zadania  
4) Np. za egzamin, projekt kończący przedmiot

## KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA

Nazwa modułu/przedmiotu <b>Maszyny i urządzenia w elektrowniach jądrowych</b>		Kod
Nazwa studiów podyplomowych <b>Energetyka jądrowa</b>		
Forma studiów (stacjonarne, niestacjonarne) <b>niestacjonarne</b>	Przedmiot oferowany w języku (polskim, angielskim) <b>polskim</b>	Rok / Semestr <b>1/2</b>
Godziny Wykłady: <b>12</b> Ćwiczenia: <b>8</b> Laboratoria: <b>0</b> Projekty / seminaria: <b>0</b>	Liczba punktów <b>3</b>	
<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b> dr hab. inż. Rafał Ślefarski e-mail: rafal.slefarski@put.poznan.pl tel. 61 6652218 Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki		<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b> dr inż. Radosław Jankowski e-mail: radoslaw.jankowski@put.poznan.pl tel. 61 6652214 Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki
<b>Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:</b>		
1. <b>Wiedza:</b>	Słuchacz ma wiedzę z matematyki, fizyki oraz termodynamiki w zakresie zasad zachowania energii, pędu i masy, statyki, kinematyki, dynamiki, hydrodynamiki i wymiana ciepła.	
2. <b>Umiejętności:</b>	Słuchacz potrafi rozwiązywać równania i układy równań algebraicznych, rozwiązywać proste równania różniczkowe, rozwiązywać zadania z mechaniki klasycznej, statyki, dynamiki i mechaniki płynów oraz wymiany ciepła.	
3. <b>Kompetencje społeczne:</b>	Słuchacz potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role, potrafi samodzielnie pozyskiwać wiedzę oraz ma świadomość konieczności rozwoju i poszerzania zakresu posiadanej wiedzy.	
<b>Cel przedmiotu:</b> Opanowanie wiedzy i umiejętności z zakresu budowy i użytkowania wybranych maszyn i urządzeń technologicznych stosowanych w układach energetycznych elektrowni jądrowej.		

Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji typowych dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego po uzyskaniu kwalifikacji pełnej na poziomie 6	Efekty uczenia się	Sposoby weryfikacji efektów uczenia się
<b>Wiedza:</b> P7S__WG Głębia i zakres / kompletność perspektywy poznawczej i zależności	W01 Zna budowę i funkcjonowanie głównych urządzeń stosowanych w elektrowni jądrowych. W02 Ma pogłębioną wiedzę w zakresie zagadnień ciepło-przepływowych, szczególnie związanych z procesami technologicznymi zachodzącymi w elektrowni jądrowej. W03 Posiada wiedzę o zasadach bezpiecznego eksploataowania głównych urządzeń wykorzystywanych w elektrowni jądrowej zarówno w warunkach jej normalnej eksploatacji jak i w stanach awaryjnych.	Egzamin pisemny

P7S_WK Kontekst / uwarunkowania, skutki	<p>W04 Ma pogłębioną wiedzę o wpływie sposobu użytkowania maszyn i urządzeń stosowanych w energetyce jądrowej na środowisko naturalne i globalne bilanse energetyczne.</p> <p>W05 Posiada wiedzę ogólną o kulturze bezpieczeństwa w użytkowaniu głównych urządzeń wykorzystywanych w energetyce jądrowej.</p> <p>W06 Zna i rozumie zasady bezpieczeństwa stosowane w użytkowaniu maszyn i urządzeń mających zastosowanie w energetyce.</p>	Egzamin pisemny
<b>Umiejętności:</b>		
P7S_UW Wykorzystanie wiedzy / rozwiązywane problemy i wykonywane zadania	<p>U01 Słuchacz w oparciu o uzyskaną wiedzę teoretyczną, posiada umiejętność analizy problemów związanych z funkcjonowaniem systemów energetycznych w elektrowniach jądrowych oraz umiejętność proponowania konkretnych rozwiązań naprawczych.</p> <p>U02 Posiada umiejętności wykonywania obliczeń analitycznych i numerycznych dotyczących urządzeń i systemów elektrowni jądrowych.</p> <p>U03 Ma umiejętność czytania i rozumienia dokumentacji technicznej układów technologicznych stosowanych w elektrowniach jądrowych.</p>	Sprawdzian praktyczny w ramach ćwiczeń audytoryjnych
P7S_UK Komunikowanie się / odbieranie i tworzenie wypowiedzi; upowszechnianie wiedzy w środowisku naukowym; posługiwanie się językiem obcym	<p>U04 Potrafi posługiwać się specjalistycznymi pojęciami w zakresie technologii energetycznych stosowanych w energetyce jądrowej.</p> <p>U05 Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, polsko- i anglojęzycznych, dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski, formułować i uzasadniać opinie.</p>	Sprawdzian praktyczny w ramach ćwiczeń audytoryjnych
P7S_UO Organizacja pracy / planowanie i praca zespołowa	U06 Potrafi współdziałać z innymi osobami w ramach interdyscyplinarnych prac zespołowych dotyczących rozwiązywania zagadnień związanych z energetyką jądrową.	Sprawdzian praktyczny w ramach ćwiczeń audytoryjnych
P7S_UU Uczenie się / planowanie własnego rozwoju i rozwoju innych osób	<p>U7 Ma świadomość poziomu swojej wiedzy i umiejętności z zakresu eksploatacji i budowy układów energetycznych elektrowni jądrowych,</p> <p>U08 Potrafi krytycznie oceniać posiadaną wiedzę oraz realizuje swój rozwój osobisty, poprzez ciągłe samokształcenie.</p>	Sprawdzian praktyczny w ramach ćwiczeń audytoryjnych
<b>Kompetencje społeczne:</b>		

P7S_KK Oceny / krytyczne podejście	K01 Jest gotów do uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu dotyczącego systemów technologicznych energetyki jądrowej. K02 Postępuje zgodnie z zasadami etyki zawodowej; jest odpowiedzialny za rzetelność uzyskanych wyników swoich prac i ich interpretację.	Rozmowa z wykładowcą
P7S_KO Odpowiedzialność / wypełnianie zobowiązań społecznych; działanie na rzecz interesu publicznego	K03 Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy, twórczy i innowacyjny.	Rozmowa z wykładowcą
P7S_KR Rola zawodowa / niezależność i rozwój etosu	K04 Ma świadomość wagi zagadnień podejmowanych w zakresie energetyki jądrowej i związanej z nimi odpowiedzialności za podejmowane działania.	Rozmowa z wykładowcą

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>			
<b>Lp.</b>	<b>Problematyka ogólna</b>	<b>Zagadnienia szczegółowe</b>	<b>liczba godzin</b>
1	<b>Wymiana ciepła i układy wymiennikowe</b>	Mechanizmy wymiany ciepła, podział i konstrukcje wymienników ciepła stosowanych w obiegach jądrowych, sprawności temperaturowe systemów wymiany ciepła.	6,0
2	<b>Wytwornice pary w elektrowniach jądrowych</b>	Konstrukcja oraz sposób działania wytwornic i skraplaczy pary mających zastosowanie w sektorze energetyki jądrowej, sposoby eksploatacji oraz łączenia wytwornic pary. Podstawowe obliczenia w zakresie doboru i eksploatacji wytwornic pary.	4,0
3	<b>Turbiny parowe</b>	Rodzaje i charakterystyka pracy turbin parowych, parametry pracy turbin parowych, wpływ parametrów pary na pracę turbin.	3,0
4	<b>Układy pompowe w elektrowniach jądrowych</b>	Konstrukcje pomp obiegowych i zasilających, pola regulacja pomp oraz sposoby regulacji instalacji pompowych, pomiary parametrów przepływowych, zagadnienia eksploatacyjne użytkowania pomp w elektrowniach.	3,0
5	<b>Sieci ciepłe wysokiego ciśnienia</b>	Budowa wysokociśnieniowych układów cieplnych, analiza zagadnień eksploatacyjnych instalacji wysokociśnieniowych, konstrukcja podstawowych elementów układów wysokociśnieniowych.	2,0
6	<b>Układy zasilania awaryjnego zasilane paliwami kopalnymi</b>	Budowa i eksploatacja układów zasilania awaryjnego (silniki Diesla, silniki gazowe, turbiny gazowe).	2,0
<b>Sposoby sprawdzenia efektów uczenia się</b>			
<b>F – ocena formująca (cząstkowa)<sup>1)</sup>; P – ocena podsumowująca<sup>2)</sup></b>			

F	Ocena aktywności na zajęciach, ocena trafności stawianych pytań, ocena poprawności odpowiedzi na pytania, udział w dyskusji
P	Wykład: Egzamin końcowy Test egzaminacyjny składający się z 15 pytań (5 otwartych i 10 zamkniętych), próg zaliczeniowy >50% Ćwiczenia: Zaliczenie pisemne Praca pisemna obejmująca rozwiązanie pięciu zadań problemowych z obszaru eksploatacji systemów energetycznych.
<b>Literatura podstawowa:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Chmielniak T.: Technologie energetyczne, WNT, Warszawa 2008</li> <li>2. Walczak J., Inżynierska Mechanika Płynów, Wydawnictwo PP, 2006</li> <li>3. Celiński Z., Strupczewski A.: Podstawy energetyki jądrowej, WNT, Warszawa 1984</li> <li>4. Hobler T.: Ruch ciepła i wymienniki, WNT 1979</li> <li>5. Wiśniewski St., Wiśniewski T.: Wymiana ciepła, WNT, Warszawa, 1997</li> <li>6. Jędrał W., Pompy wirowe, WNT, Warszawa, 2001</li> </ol>	
<b>Literatura uzupełniająca:</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Jezierski G., Energia jądrowa wczoraj i dziś, WNT, Warszawa, 2005</li> <li>2. Szargut J., Ziębik A.: Podstawy energetyki cieplnej, PWN, Warszawa, 1998</li> <li>3. Ackermann G., Eksploatacja elektrowni jądrowych, WNT, Warszawa 1987</li> </ol>	
<b>Obciążenie pracą słuchacza</b>	
<b>forma aktywności</b>	<b>liczba godzin</b>
Godziny kontaktowe z nauczycielem	20
Indywidualne konsultacje	20
Przygotowanie do egzaminu	15
Inne (praca własna, przygotowanie do zaliczenia)	20
<b>SUMA</b>	<b>75</b>
<b>Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu (wpisuje kierownik studiów)</b>	<b>3</b>

- 1) Np. za dyskusję, kolokwium, rozwiązanie zadania
- 2) Np. za egzamin, projekt kończący przedmiot

## KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA

Nazwa modułu/przedmiotu <b>Eksplotacja elektrowni jądrowych i współpraca z siecią elektroenergetyczną</b>		Kod
Nazwa studiów podyplomowych <b>Energetyka jądrowa</b>		
Forma studiów (stacjonarne, niestacjonarne) <b>niestacjonarne</b>	Przedmiot oferowany w języku (polskim, angielskim) <b>polskim</b>	Rok / Semestr <b>1/2</b>
Godziny Wykłady: <b>8</b> Ćwiczenia: <b>0</b> Laboratoria: <b>8</b> Projekty / seminaria: <b>0</b>	Liczba punktów <b>2</b>	
<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b> dr hab. inż. Bartosz Ceran, prof. PP email: bartosz.ceran@put.poznan.pl tel. (61) 6652523 Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki ul. Piotrowo 3a, 61-138 Poznań		<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b> dr inż. Radosław Szczerbowski e-mail: radoslaw.szczerbowski@put.poznan.pl tel. (61) 6652030 Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki ul. Piotrowo 3a, 61-138 Poznań
<b>Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:</b>		
1.	<b>Wiedza:</b>	Ma podstawowe wiadomości z zakresu technologii i maszyn energetycznych wykorzystywanych w energetyce zawodowej. Rozumie zasady działania podstawowych części maszyn i zna budowę podstawowych urządzeń energetyki jądrowej: reaktory, turbiny parowe, wymienniki ciepła, pompy. Zna układy cieplne elektrowni jądrowych.
2.	<b>Umiejętności:</b>	Umiejętność analizowania stanów eksploatacyjnych EJ. Umiejętność wyznaczania wartości wskaźników eksploatacyjnych EJ.
3.	<b>Kompetencje społeczne:</b>	Słuchacz potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role, potrafi samodzielnie pozyskiwać i poszerzać wiedzę.
<b>Cel przedmiotu:</b> Zdobycie umiejętności stosowania zasad poprawnej eksploatacji podstawowych maszyn i urządzeń stosowanych w elektrowniach jądrowych oraz wiedzy z zakresu problematyki i specyfiki pracy elektrowni jądrowej w systemie elektroenergetycznym.		

Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji typowych dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego po uzyskaniu kwalifikacji pełnej na poziomie 6	Efekty uczenia się	Sposoby weryfikacji efektów uczenia się
<b>Wiedza:</b> P7S_WG Głębia i zakres / kompletność perspektywy poznawczej i zależności	W01 Zna charakterystyki eksploatacyjne podstawowych urządzeń stosowanych w elektrowniach jądrowych. W02 Posiada podstawową wiedzę w zakresie użytkowania urządzeń energetycznych w różnych stanach eksploatacyjnych. W03 Posiada wiedzę o stanach eksploatacyjnych i gospodarce remontowej elektrowni jądrowych.	Sprawdzian pisemny

P7S_WK Kontekst / uwarunkowania, skutki	W04 Ma świadomość cywilizacyjnych skutków rozwoju energetyki jądrowej. W05 Ma świadomość gospodarczego i społecznego znaczenia energetyki jądrowej.	Rozmowa z prowadzącym
<b>Umiejętności:</b>		
P7S_UW Wykorzystanie wiedzy / rozwiązywane problemy i wykonywane zadania	U01 Potrafi sformułować zasady poprawnej eksploatacji podstawowych maszyn i urządzeń energetycznych stosowanych w elektrowni jądrowej. U02 Potrafi wyznaczyć charakterystyki eksploatacyjne wybranych urządzeń obiegu wtórnego elektrowni jądrowej. U03 Rozróżnia stany eksploatacyjne pracy elektrowni jądrowej.	Sprawdzian praktyczny w ramach ćwiczeń laboratoryjnych
P7S_UK Komunikowanie się / odbieranie i tworzenie wypowiedzi; upowszechnianie wiedzy w środowisku naukowym; posługiwanie się językiem obcym	U04 Potrafi posługiwać się podstawowymi pojęciami z zakresu eksploatacji elektrowni jądrowych. U05 Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, polsko- i anglojęzycznych, dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski, formułować i uzasadniać opinie.	Rozmowa z prowadzącym
P7S_UO Organizacja pracy / planowanie i praca zespołowa	U06 Potrafi współdziałać w ramach zespołu w rozwiązywaniu problemów dotyczących analiz energetycznych układu technologicznego EJ.	Rozmowa z prowadzącym
P7S_UU Uczenie się / planowanie własnego rozwoju i rozwoju innych osób	U07 Rozumie konieczność systematycznego pogłębiania i rozszerzania swojej wiedzy i umiejętności oraz wiedzy i umiejętności współpracowników.	Rozmowa z prowadzącym
<b>Kompetencje społeczne:</b>		
P7S_KK Oceny / krytyczne podejście	K01 Jest gotów do uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu dotyczącego energetyki jądrowej.	Rozmowa z prowadzącym
P7S_KO Odpowiedzialność / wypełnianie zobowiązań społecznych; działanie na rzecz interesu publicznego	K02 Ma świadomość oddziaływania technologii i maszyn energetycznych na środowisko naturalne i rozumie potrzebę przeciwdziałania tym zjawiskom.	Rozmowa z prowadzącym
P7S_KR Rola zawodowa / niezależność i rozwój etosu	K03 Ma świadomość konieczności dialogu z osobami i organizacjami sceptycznymi wobec energetyki jądrowej.	Rozmowa z prowadzącym

### TREŚCI PROGRAMOWE

Lp.	Problematyka ogólna	Zagadnienia szczegółowe	liczba godzin
-----	---------------------	-------------------------	---------------

1	<b>Podstawowe pojęcia eksploatacyjne</b>	Wskaźniki techniczno-ekonomiczne elektrowni jądrowej z reaktorem ciśnieniowym. Charakterystyki eksploatacyjne elektrowni jądrowej	2,0
2	<b>Stany eksploatacyjne EJ</b>	Stany eksploatacyjne elektrowni jądrowej. Stan quasi-ustalony - wymagania ruchowe dla zbiornika ciśnieniowego, wytwornicy pary, stabilizatora ciśnienia, turbiny parowej. Planowe i nieplanowe stany przejściowe elektrowni jądrowej. Odstawienia i uruchamianie bloku energetycznego elektrowni jądrowej	4,0
3	<b>Praca Ej w systemie elektroenergetycznym</b>	Praca elektrowni jądrowej w systemie elektroenergetycznym - ekonomiczny rozdział obciążeń, dobór zestawu jednostek wytwórczych. Rola różnych typów elektrowni w pracy systemu elektroenergetycznego.	2,0
4	<b>Charakterystyki eksploatacyjne urządzeń EJ</b>	Wyznaczanie charakterystyk eksploatacyjnych i wartości wskaźników techniczno-ekonomicznych urządzeń elektrowni jądrowej w programie Epsilon Professional.	4,0
5	<b>Procedury ruchowe bloku elektrowni jądrowej</b>	Zmiana mocy bloku, planowane odstawienie i rozruch bloku elektrowni jądrowej - symulator C-PWR	4,0
<b>Sposoby sprawdzenia efektów uczenia się</b> <b>F – ocena formująca (cząstkowa)<sup>1)</sup>; P – ocena podsumowująca<sup>2)</sup></b>			
F	Ocena aktywności na zajęciach, ocena trafności stawianych pytań, ocena poprawności odpowiedzi na pytania, udział w dyskusji		
P	Zaliczenie końcowe		
<b>Literatura podstawowa:</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kubowski J. Elektrownie jądrowe, WNT, Warszawa, 2013</li> <li>2. Tucer C., Jak zostać operatorem reaktora jądrowego, Wyd. Dragon, Warszawa, 2023</li> <li>3. Gładys H., Matla R., Praca elektrowni w systemie elektroenergetycznym, WNT, Warszawa, 1995</li> <li>4. Ackermann G., Eksploatacja elektrowni jądrowych WNT 1987</li> </ol>			
<b>Literatura uzupełniająca:</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pawlik M., Strzelczyk F., Elektrownie, WNT, Warszawa, 2017</li> <li>2. Murray R.L., Nuclear Energy (6th Ed.), Elsevier, Amsterdam 2009</li> <li>3. Sierchuła J. Rozruch elektrowni jądrowej na przykładzie symulatora C-PWR. Poznań University of Technology Academic Journals, Electrical Engineering, 2016</li> </ol>			
<b>Obciążenie pracą słuchacza</b>			
<b>forma aktywności</b>			<b>liczba godzin</b>
Godziny kontaktowe z nauczycielem			16
Indywidualne konsultacje			20
Przygotowanie do egzaminu			–
Inne (praca własna, przygotowanie do zaliczenia)			15
<b>SUMA</b>			<b>51</b>
<b>Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu (wpisuje kierownik studiów)</b>			<b>2</b>



## KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA

Nazwa modułu/przedmiotu <b>Seminarium dyplomowe</b>		Kod
Nazwa studiów podyplomowych <b>Energetyka jądrowa</b>		
Forma studiów (stacjonarne, niestacjonarne) <b>niestacjonarne</b>	Przedmiot oferowany w języku (polskim, angielskim) <b>polskim</b>	Rok / Semestr <b>1/2</b>
Godziny Wykłady:                      Ćwiczenia:                      Laboratoria: <b>0</b> Projekty / seminaria: <b>8</b>	Liczba punktów <b>1</b>	
<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b> Prof. dr hab. Inż. Janusz Wojtkowiak e-mail: janusz.wojtkowiak@put.poznan.pl tel. 61 6652424, 600 344 864 Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki		<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b> ..... e-mail: tel. Wydział
<b>Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:</b>		
1.	<b>Wiedza:</b>	Sluchacz ma podstawową wiedzę na temat społecznych, ekonomicznych i prawnych uwarunkowań dotyczących energetyki jądrowej, działania i eksploatacji elektrowni jądrowych, promieniowania jonizującego i ochrony radiologicznej, bezpieczeństwa elektrowni jądrowych, odpadów promieniotwórczych i ich zabezpieczania.
2.	<b>Umiejętności:</b>	Sluchacz potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych dostępnych źródeł, dokonać krytycznej analizy i interpretacji pozyskanych informacji, wyciągać wnioski, formułować i uzasadniać opinie, przygotować prezentację z wykorzystaniem środków multimedialnych.
3.	<b>Kompetencje społeczne:</b>	Sluchacz potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role, prawidłowo identyfikować i rozstrzygać dylematy z różnych obszarów energetyki jądrowej, prowadzić dialog z osobami i środowiskami sceptycznie nastawionymi do energetyki jądrowej.
<b>Cel przedmiotu:</b> przekazanie słuchaczom wiedzy dotyczącej elementów i metodyki pisania pracy końcowej.		

<b>Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji typowych dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego po uzyskaniu kwalifikacji pełnej na poziomie 6</b>	<b>Efekty uczenia się</b>	<b>Sposoby weryfikacji efektów uczenia się</b>
<b>Wiedza:</b>		

<p>P7S_WG Głębia i zakres / kompletność perspektywy poznawczej i zależności</p>	<p>W01 Ma pogłębioną wiedzę w zakresie promieniowania jonizującego. W02 Zna budowę i funkcjonowanie systemów elektrowni jądrowych. W03 Posiada wiedzę o budownictwie w energetyce jądrowej. W04 Ma pogłębioną wiedzę w zakresie zjawisk cieplno-przepływowych występujących w obiegach elektrowni jądrowych. W05 Ma pogłębioną wiedzę w zakresie modelowania i symulacji układów technologicznych elektrowni jądrowych. W06 Zna specyfikę jądrowego cyklu paliwowego i zabezpieczania odpadów promieniotwórczych. W07 Posiada wiedzę o zasadach bezpieczeństwa w energetyce jądrowej w warunkach normalnej eksploatacji i w stanach awaryjnych.</p>	<p>Rozmowa z wykładawcą, dyskusja</p>
<p>P7S_WK Kontekst / uwarunkowania, skutki</p>	<p>W08 Ma pogłębioną wiedzę o wpływie energetyki jądrowej na środowisko. W09 Ma świadomość cywilizacyjnych skutków rozwoju energetyki jądrowej. W10 Posiada wiedzę ogólną o kulturze bezpieczeństwa w energetyce jądrowej. W11 Potrafi wyjaśnić ekonomiczne, prawne, etyczne oraz inne uwarunkowania rozwoju energetyki jądrowej.</p>	<p>Rozmowa z wykładawcą, dyskusja</p>
<p><b>Umiejętności:</b></p>		
<p>P7S_UW Wykorzystanie wiedzy / rozwiązywane problemy i wykonywane zadania</p>	<p>U01 Posiada umiejętność analizy problemów i proponowania konkretnych rozwiązań związanych z energetyką jądrową. U02 Posiada umiejętności wykorzystania wiedzy z zakresu modelowania urządzeń i systemów elektrowni jądrowych. U03 Potrafi analizować i rozumie dokumentację techniczną (opis techniczny, schematy) U04 Ma umiejętności w zakresie analizy bezpieczeństwa energetyki jądrowej.</p>	<p>Rozmowa z wykładawcą, dyskusja</p>
<p>P7S_UK Komunikowanie się / odbieranie i tworzenie wypowiedzi; upowszechnianie wiedzy w środowisku naukowym; posługiwanie się językiem obcym</p>	<p>U05 Potrafi posługiwać się podstawowymi pojęciami w zakresie szeroko pojętej techniki jądrowej U06 Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, polsko- i anglojęzycznych, dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski, formułować i uzasadniać opinie.</p>	<p>Rozmowa z wykładawcą, dyskusja</p>

P7S_UO Organizacja pracy / planowanie i praca zespołowa	U07 Ma rozwinięte umiejętności w zakresie komunikacji interpersonalnej w energetyce jądrowej, potrafi używać języka specjalistycznego, potrafi pracować w zespole.	Rozmowa z wykładowcą, dyskusja
P7S_UU Uczenie się / planowanie własnego rozwoju i rozwoju innych osób	U08 Ma świadomość poziomu swojej wiedzy i umiejętności, rozumie potrzebę ciągłego dokształcania się i rozwoju osobistego.	Rozmowa z wykładowcą, dyskusja
<b>Kompetencje społeczne:</b>		
P7S_KK Oceny / krytyczne podejście	K01 Jest gotów do uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu dotyczącego energetyki jądrowej. K02 Postępuje zgodnie z zasadami etyki zawodowej; jest odpowiedzialny za rzetelność uzyskanych wyników swoich prac i ich interpretację. K03 Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonych przez siebie lub innych zadań.	Rozmowa z wykładowcą, dyskusja
P7S_KO Odpowiedzialność / wypełnianie zobowiązań społecznych; działanie na rzecz interesu publicznego	K04 Ma świadomość konieczności dialogu społecznego w sprawach związanych z energetyką jądrową	Rozmowa z wykładowcą, dyskusja
P7S_KR Rola zawodowa / niezależność i rozwój etosu	K05 Ma świadomość wagi zagadnień podejmowanych w obszarze energetyki jądrowej. Jest gotów do brania odpowiedzialności za podejmowane decyzje i działania.	Rozmowa z wykładowcą, dyskusja

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>			
<b>Lp.</b>	<b>Problematyka ogólna</b>	<b>Zagadnienia szczegółowe</b>	<b>Liczba godzin</b>
1	Proces pisania pracy końcowej/promocyjnej (prezentacja wyników badań)	Metodyka pisania pracy, podstawowe elementy pracy, organizacja pracy, sposób prezentacji wyników badań	2
2	Opracowanie pracy końcowej - bibliografia	Analiza stanu wiedzy, selekcja informacji, zasady sporządzania bibliografii, sposób cytowania, źródła pierwotne i wtórne	2
3	Opracowanie pracy końcowej – rozdziały i ich kolejność	Układ pracy, wprowadzenie, spis treści, spis oznaczeń, główne rozdziały, podsumowanie, wnioski, bibliografia, streszczenie	2
4	Prezentacje/obrona pracy końcowej	Część ustna, prezentacja graficzna, czas prezentacji, narzędzia informatyczne	2
<b>Sposoby sprawdzenia efektów uczenia się</b> <b>F – ocena formująca (częstkowa)<sup>1)</sup>; P – ocena podsumowująca<sup>2)</sup></b>			
F	Ocena aktywności na zajęciach, ocena trafności stawianych pytań, ocena poprawności odpowiedzi na pytania, udział w dyskusji		
P	Zaliczenie końcowe		

<b>Literatura podstawowa:</b> Pułło A. Prace magisterskie i licencjackie, PWN, Warszawa, 2000 Lindsay D. Dobre rady dla piszących teksty naukowe, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 1995	
<b>Literatura uzupełniająca:</b> Szukutnik Z. Metodyka pisania pracy dyplomowej. Wyd. Poznańskie, 2005	
<b>Obciążenie pracą słuchacza</b>	
<b>forma aktywności</b>	<b>liczba godzin</b>
Godziny kontaktowe z nauczycielem	8
Indywidualne konsultacje	4
Przygotowanie do zaliczenia	4
Inne (praca własna)	10
<b>SUMA</b>	<b>26</b>
<b>Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu (wpisuje kierownik studiów)</b>	<b>1</b>

- 5) Np. za dyskusję, kolokwium, rozwiązanie zadania  
6) Np. za egzamin, projekt kończący przedmiot