



Politechnika  
Wrocławska

Program kształcenia i plan studiów podyplomowych

# **Energetyka jądrowa**

Edycja 3

Wydział Mechaniczno-Energetyczny

Program i plan studiów opracowano zgodnie z ZW 88/2019 oraz PO 18/2021

Wrocław, 19 czerwca 2023 r.

## Wykaz załączników

### Program kształcenia:

1. Opis studiów podyplomowych
2. Lista kursów z wymiarem godzinowym oraz liczbą punktów ECTS
3. Zakładane efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i dokumentacji
4. Wykaz egzaminów obowiązkowych
5. Wymiar czasu przeznaczony na pracę końcową
6. Zakres egzaminu końcowego

### Plan studiów podyplomowych:

7. Zestawienie kursów w układzie semestralnym
8. Forma i tryb prowadzenia kursów
9. Zestawienie egzaminów w układzie semestralnym
10. Imienny wykaz osób prowadzących zajęcia
11. Waga potrzebna do obliczenia ostatecznego wyniku studiów.

## Załącznik 1.

### Opis studiów podyplomowych

**Energetyka jądrowa** to nieustannie rozwijający się wielodyscyplinarny obszar zagadnień inżyniersko-naukowych związanych z produkcją energii elektrycznej z rozszczepienia jąder pierwiastków ciężkich. Jako stabilne, tanie i zeroemisyjne źródło energii, uznawana jest za istotny element tzw. „zielonej” transformacji sektora energetycznego, stwarzając bardzo dobre perspektywy rozwoju zawodowego.

#### **Cel studiów:**

Głównym celem studiów jest podnoszenie kwalifikacji i kompetencji zawodowych absolwentów uczelni wyższych, którzy ze względu na rodzaj ukończonych studiów, nie mają wykształcenia specjalistycznego w zakresie energetyki jądrowej. Studia umożliwią rozwój kadry kierowniczej i zarządzającej w sektorze wytwarzania energii, która będzie mogła kompetentnie wpływać na rozwój gospodarki i kształtowanie polityki energetycznej kraju. Pozyskana wiedza będzie również przydatna w stosowaniu technik i technologii jądrowych na potrzeby medycyny i innych dziedzin przemysłu.

Studia podyplomowe przeznaczone są dla wszystkich, którzy chcą uzyskać rzetelną wiedzę o energetyce jądrowej. Ze względu na zakres poruszanej tematyki, oferta studiów skierowana jest głównie dla kadry inżyniersko-technicznej, kierowniczej, doradczej oraz menadżerskiej w sektorze wytwarzania energii elektrycznej i ciepłej, podmiotach administracji publicznej oraz we wszystkich gałęziach przemysłu związanych z energetyką jądrową.

#### **Tryb odbywania studiów:**

Studia odbywają się w trybie niestacjonarnym

#### **Zakres tematyczny studiów podyplomowych:**

Program studiów obejmuje łącznie 184 godzin zajęć zorganizowanych w tym przygotowanie pracy końcowej. Zajęcia będą prowadzone w formie wykładów, ćwiczeń i laboratoriów. Słuchacze studiów podyplomowych uzyskają wiedzę z zakresu fizyki i chemii jądrowej z uwzględnieniem elementów ochrony radiologicznej. Omówione zostaną zagadnienia dotyczące konstrukcji i eksploatacji współczesnych reaktorów jądrowych, bezpieczeństwa jądrowego, inżynierii materiałowej oraz cyklu paliwowego w energetyce jądrowej. Poruszone zostaną kwestie dotyczące ram prawnych oraz warunków ekonomiczno-finansowych i środowiskowych regulujących rozwój i funkcjonowanie energetyki jądrowej w Polsce. Ponadto słuchacze pozyskają umiejętności w zakresie wykorzystania podstawowych technik i przyrządów pomiarowych do wyznaczania wielkości charakterystycznych stosowanych w atomistyce. W ramach pracy końcowej, słuchacz

(pod opieką opiekuna) opracuje wybrane zagadnienie związane z szerokorozumianą energetyką jądrową.

**Ponadprogramowo, dla zainteresowanych słuchaczy studiów podyplomowych, istnieje możliwość zorganizowania wyjazdu naukowego do elektrowni jądrowej w jednym z krajów Unii Europejskiej.**

**Czas trwania studiów podyplomowych:**

Zajęcia prowadzone w ramach studiów podyplomowych *Energetyka jądrowa* trwają rok akademicki i podzielone są na dwa semestry, w trakcie których zrealizowanych zostanie 184 h zajęć (w tym 14 h przeznaczono na pracę końcową). Zajęcia odbywać się będą w obiektach Politechniki Wrocławskiej (wykłady, ćwiczenia i laboratoria) systemem dwudniowych zjazdów – sobota i niedziela (6 – 8 godzin lekcyjnych dziennie), dwa razy w miesiącu. Wyjątek stanowią zajęcia w Narodowym Centrum Badań Jądrowych w Świerku, które zaplanowano w piątek (jeden zjazd). Zajęcia nie będą realizowane w miesiącach: lipiec – wrzesień 2024 r. W sytuacjach szczególnych, regulowanych zarządzeniami JM Rektora, wykłady, ćwiczenia oraz część zajęć laboratoryjnych mogą odbywać się zdalnie z wykorzystaniem systemów e-learningowych udostępnionych przez Politechnikę Wrocławską.

**Ogólny sposób oceniania wyników nauczania:**

W trakcie trwania zajęć oceniana będzie aktywność słuchaczy. Przewiduje się wykonywanie i ocenianie sprawozdań (dla formy zajęć: laboratorium – ocena formująca), oraz przeprowadzanie egzaminów i kolokwium zaliczeniowych dla wybranych kursów (dla formy zajęć: wykład – ocena podsumowująca). Przy zaliczeniach i egzaminach oraz przy ocenie pracy końcowej i egzaminu końcowego, zgodnie z *Regulaminem studiów podyplomowych w Politechnice Wrocławskiej* (Pismo Okólne 18/2021), stosuje się następujące oceny: celujący (5,5), bardzo dobry (5,0), dobry plus (4,5), dobry (4,0), dostateczny plus (3,5), dostateczny (3,0), niedostateczny (2,0).

**Organizator studiów podyplomowych:**

- Wydział Mechaniczno-Energetyczny Politechniki Wrocławskiej
- Dział Kształcenia Ustawicznego i E-learningu Politechniki Wrocławskiej

**Liczba punktów ECTS:**

60

**Opłata za studia podyplomowe:**

7200 zł (siedem tysięcy dwieście złotych). Opłatę za studia podyplomowe wnosi się w dwóch ratach przed dniem rozpoczęcia każdego semestru.

**Zasady naboru na studia podyplomowe:**

Studia podyplomowe są formą kształcenia przeznaczoną dla osób posiadających kwalifikację pełną co najmniej na poziomie 6 Polskiej Ramy Kwalifikacji, uzyskaną w systemie szkolnictwa wyższego, tj. ukończone studia pierwszego stopnia – licencjackie lub inżynierskie albo równorzędne.

**Limit miejsc:**

Limity miejsc ustalone są na poziomach: dolny – 20 słuchaczy, górny – 28 słuchaczy

**Warunki ukończenia studiów podyplomowych:**

Warunkiem ukończenia studiów podyplomowych jest uczestnictwo w zajęciach, zaliczenie wszystkich kursów z programu studiów oraz obrona pracy końcowej na ocenę pozytywną.

**Termin zgłoszeń:**

Do 31 sierpnia 2023 r.

**Data rozpoczęcia studiów podyplomowych:**

30 września 2023 r. (pod warunkiem zgłoszenia wymaganej ilości osób)

**Data zakończenia studiów podyplomowych:**

30 września 2024 r.

**Dane kontaktowe:**

dr inż. Wojciech Zacharczuk – kierownik studiów  
Koordynator ds. energetyki jądrowej

Politechnika Wrocławska

Wydział Mechaniczno-Energetyczny

Katedra Techniki Ciepłej

Zespół Energetyki Jądrowej

E-mail: wojciech.zacharczuk@pwr.edu.pl

Telefon: 71 320 2321

## Załącznik 2.

### Lista kursów z wymiarem godzinowym oraz liczbą punktów ECTS

Tabela 1. Lista kursów z wymiarem godzinowym oraz liczbą punktów ECTS

Lp.	Nazwa kursu	Forma kursu	Liczba godzin	Liczba punktów ECTS
1.	Podstawy fizyki reaktorów jądrowych	W	12	3
		C	4	2
2.	Podstawy termodynamiki i wymiany ciepła	W	8	2
3.	Promieniowanie jonizujące i elementy ochrony radiologicznej	W	8	2
		C	4	2
		L	9	3
4.	Konstrukcje i eksploatacja reaktorów jądrowych	W	16	5
5.	Cykl paliwowy w energetyce jądrowej	W	8	2
6.	Bezpieczeństwo i ochrona fizyczna obiektów jądrowych	W	8	2
7.	Techniki pomiarowe w energetyce	W	4	1
		L	4	2
8.	Inżynieria materiałowa	W	8	2
		L	4	2
9.	Ekonomiczne aspekty energetyki jądrowej	W	10	3
10.	Laboratorium symulacji pracy elektrowni jądrowej	L	11	4
11.	Reaktorowe podstawy technik pomiarowych <sup>1)</sup>	L	6	3
12.	Energetyka termojądrowa	W	8	2
13.	Systemy elektroenergetyczne	W	8	2
14.	Wybrane zagadnienia eksploatacji elektrowni jądrowych	W	6	2
15.	Ramy prawne funkcjonowania energetyki jądrowej	W	8	2
16.	Zarządzanie energią	W	10	3
17.	Ochrona środowiska	W	6	2
18.	Praca końcowa	P	14	7
Razem			184	60

<sup>1)</sup> Zajęcia realizowane na reaktorze „Maria” w Narodowym Centrum Badań Jądrowych, Otwock-Świerk.

### Załącznik 3.

## Zakładane efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i dokumentacji

Tabela 2. Efekty uczenia się w kategorii wiedza

Nazwa przedmiotu	Efekty uczenia się	Sposób weryfikowania i dokumentacji
<b>Podstawy fizyki reaktorów jądrowych</b>	Słuchacz ma wiedzę, uwzględniającą jej aspekty aplikacyjne, z zakresu fizyki jądra atomowego, procesów i zjawisk z udziałem neutronów zachodzących w rdzeniu reaktora oraz dynamiki i sterowania pracą reaktora. Potrafi scharakteryzować podstawowe stany pracy reaktora. Zna pojęcie reaktywności oraz przyczyny jej zmian w czasie pracy reaktora.	Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.
<b>Podstawy termodynamiki i wymiany ciepła</b>	Słuchacz ma wiedzę na temat określania parametrów termodynamicznych substancji, zna i potrafi zastosować I i II zasadę termodynamiki. Umie zdefiniować i omówić zjawisko kondukcyjnej, konwekcyjnej i radiacyjnej wymiany ciepła.	Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.
<b>Promieniowanie jonizujące i elementy ochrony radiologicznej</b>	Słuchacz potrafi scharakteryzować źródła promieniowania jonizującego. Rozumie procesy powstawania i oddziaływania promieniowania jonizującego z materią. Zna zasady ochrony radiologicznej oraz podstawowe przyrządy stosowane w detekcji promieniowania jonizującego. Posiada wiedzę na temat zastosowania promieniowania jonizującego w przemyśle i medycynie.	Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.
<b>Konstrukcje i eksploatacja reaktorów jądrowych</b>	Słuchacz potrafi dokonać klasyfikacji energetycznych reaktorów jądrowych. Zna ich budowę, zasadę działania, warunki eksploatacji oraz podstawowe parametry pracy. Rozumie pojęcie kampanii paliwowej w reaktorze jądrowym. Zna podstawowe zasady i środki zapewnienia bezpieczeństwa elektrowni jądrowych oraz wymagania dotyczące ich rozwiązań projektowych.	Egzamin na ocenę udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.
<b>Cykl paliwowy w energetyce jądrowej</b>	Słuchacz potrafi scharakteryzować główne etapy jądrowego cyklu paliwowego. Posiada wiedzę na temat wydobywania i przetworstwa rudy uranowej, wzbogacania paliwa oraz produkcji zestawów paliwowych. Umie sklasyfikować odpady promieniotwórcze z elektrowni jądrowych oraz omówić sposoby ich składowania i unieszkodliwiania.	Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.

<p><b>Bezpieczeństwo i ochrona fizyczna obiektów jądrowych</b></p>	<p>Słuchacz zna pojęcie infrastruktury krytycznej oraz przepisy prawa, na podstawie których obiekty IK są chronione. Rozumie potrzebę kontroli osób i firm uczestniczących w procesie budowy elektrowni jądrowej. Zna ogólne zasady projektowania oraz budowę systemu ochrony fizycznej obiektu. Potrafi scharakteryzować i umówić działanie podstawowych urządzeń detekcyjnych.</p>	<p>Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.</p>
<p><b>Techniki pomiarowe w energetyce</b></p>	<p>Słuchacz ma wiedzę dotyczącą metod pomiaru podstawowych wielkości stosowanych w energetyce. W zakresie pomiaru temperatury zna metody elektryczne oraz bezkontaktowe. Rozumie sposoby pomiaru ciśnienia z wykorzystaniem manometrów sprężystych i przetworników ciśnień. Potrafi omówić podstawowe przepływomierze masowe (Coriolisa, termiczne) oraz objętościowe (wirowe, ultradźwiękowe, elektromagnetyczne).</p>	<p>Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.</p>
<p><b>Inżynieria materiałowa</b></p>	<p>Słuchacz ma wiedzę dotyczącą rodzajów i właściwości materiałów stosowanych w energetyce cieplnej, jądrowej i fuzyjnej. Zna struktury stopów oraz umie wyjaśnić wpływ mikrostruktury i technologii wytwarzania na właściwości fizyczne materiałów. Potrafi scharakteryzować defekty strukturalne oraz przyczyny ich powstawania w materiałach stosowanych w trakcie eksploatacji elektrowni jądrowych.</p>	<p>Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.</p>
<p><b>Ekonomiczne aspekty energetyki jądrowej</b></p>	<p>Słuchacz zna pojęcia nakładów inwestycyjnych, kosztów kapitału i kosztów wytwarzania energii elektrycznej w elektrowni jądrowej. Zna elementy składowe kosztów wytwarzania energii, ich strukturę, oraz rozumie wpływ kosztów kapitału na łączny koszt produkcji energii elektrycznej. Potrafi scharakteryzować najważniejsze modele biznesowe stosowane w energetyce jądrowej oraz wskazać ich zalety i wady z punktu widzenia różnych interesariuszy: państwa, inwestorów, odbiorców energii.</p>	<p>Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.</p>
<p><b>Energetyka termojądrowa</b></p>	<p>Słuchacz potrafi omówić reakcję syntezy termojądrowej. Posiada wiedzę na temat technologii opartej na pałapce magnetycznej oraz zna podstawy dotyczące fuzji bezwładnościowej. Jest zaznajomiony z głównymi eksperymentami związanymi z fuzją jądrową.</p>	<p>Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.</p>
<p><b>Systemy elektroenergetyczne</b></p>	<p>Słuchacz posiada podstawową wiedzę z zakresu budowy i działania systemu elektroenergetycznego. Zna pojęcie Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (KSE). Potrafi scharakteryzować technologie wytwarzania energii elektrycznej. Rozumie zasady współpracy elektrowni jądrowej z systemem</p>	<p>Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.</p>



	elektroenergetycznym.	
<b>Wybrane zagadnienia eksploatacji elektrowni jądrowych</b>	Słuchacz ma podstawową wiedzę z zakresu eksploatacji elektrowni jądrowych. Zna obowiązki operatora bloku jądrowego. Potrafi omówić przygotowanie reaktora do wymiany paliwa. Rozumie zasadę nadrzędności bezpieczeństwa nad innymi aspektami eksploatacji elektrowni jądrowej.	Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.
<b>Ramy prawne funkcjonowania energetyki jądrowej</b>	Słuchacz zna podstawowe pojęcia prawne dot. dziedziny energetyki jądrowej. Potrafi scharakteryzować główne obszary systemu prawa jądrowego, w tym otoczenie prawnomiędzynarodowe, europejskie i krajowe. Zna podstawowe zasady prawne w zakresie bezpieczeństwa jądrowego, ochrony radiologicznej, ochrony fizycznej obiektów i materiałów jądrowych, odpowiedzialności cywilnej za szkodę jądrową oraz dozoru jądrowego.	Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.
<b>Zarządzanie energią</b>	Słuchacz ma wiedzę z zakresu istniejących i planowanych uregulowań prawnych tworzących ramy funkcjonowania energetyki w Polsce oraz Unii Europejskiej. Zna zagadnienia techniczne i organizacyjne związane z efektywnym wykorzystaniem jednostek wytwórczych. Posiada wiedzę na temat zasad funkcjonowania rynku energii i rynku mocy w Polsce.	Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.
<b>Ochrona środowiska</b>	Słuchacz ma wiedzę z zakresu zagadnień prawnych związanych z ochroną środowiska w Polsce i UE oraz regulacji dotyczących ochrony powietrza. Zna pojęcie konkluzji BAT oraz podstawy zarządzania środowiskiem. Potrafi scharakteryzować wpływ energetyki jądrowej na środowisko.	Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.
<b>Praca końcowa</b>	Słuchacz posiada poszerzoną wiedzę z zakresu tematyki realizowanej w ramach pracy dyplomowej.	Egzamin na ocenę udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.

Tabela 3. Efekty uczenia się w kategorii umiejętności

Nazwa przedmiotu	Efekty uczenia się	Sposób weryfikowania i dokumentacji
<b>Podstawy fizyki reaktorów jądrowych</b>	Słuchacz posiada umiejętność rozwiązywania wybranych zagadnień z zakresu fizyki jądrowej. Potrafi obliczać podstawowe wielkości związane z eksploatacją elektrowni jądrowych.	Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.

<p><b>Promieniowanie jonizujące i elementy ochrony radiologicznej</b></p>	<p>Słuchacz posiada umiejętność wykonywania podstawowych obliczeń z zakresu chemii radiacyjnej i ochrony radiologicznej w tym analizować i dokonywać oceny zagrożenia pracy ze źródłami promieniotwórczymi. Umie posługiwać się aparaturą stosowaną do pomiarów radiometrycznych. Na podstawie wykonanych pomiarów, potrafi obliczać wielkości charakterystyczne w radiometrii.</p>	<p>Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach oraz na podstawie sprawozdań z laboratorium udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.</p>
<p><b>Techniki pomiarowe w energetyce</b></p>	<p>Słuchacz posiada umiejętność wykonywania pomiarów podstawowych wielkości stosowanych w energetyce (temperatury, ciśnienia, natężenia przepływu) z wykorzystaniem wybranych metod i przyrządów pomiarowych.</p>	<p>Zaliczenie na ocenę na podstawie sprawozdań z laboratorium udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.</p>
<p><b>Inżyniera materiałowa</b></p>	<p>Słuchacz uczestniczy w procesie wytwarzania wieloskładnikowego stopu metalicznego. Potrafi rozpoznawać stopy o różnym współczynniku lepkości i przewodnictwie cieplnym. Wie jak przeprowadzić pomiar i dokonać oceny stabilności temperaturowej różnych grup materiałów w oparciu o dane uzyskane z różnicowej kalorymetrii skaningowej. Umie przygotować materiał do badań i wykonać pomiar podstawowych właściwości mechanicznych poszczególnych faz widocznych w badanych stopach.</p>	<p>Zaliczenie na ocenę na podstawie sprawozdań z laboratorium udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.</p>
<p><b>Laboratorium symulacji pracy elektrowni jądrowej</b></p>	<p>Słuchacz potrafi obsługiwać program do komputerowej symulacji pracy elektrowni jądrowej. Posiada umiejętność poprawnego analizowania i interpretowania zmian podstawowych parametrów charakteryzujących pracę bloku jądrowego z reaktorem PWR w warunkach normalnej eksploatacji oraz podczas awarii.</p>	<p>Zaliczenie na ocenę na podstawie sprawozdań z laboratorium udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.</p>
<p><b>Reaktorowe podstawy technik pomiarowych</b></p>	<p>Słuchacz posiada umiejętność wykorzystania podstawowych technik pomiarowych do wyznaczania wybranych parametrów charakteryzujących stan pracy reaktora.</p>	<p>Zaliczenie na ocenę na podstawie sprawozdań z laboratorium udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.</p>
<p><b>Wizyta naukowa <sup>1)</sup></b></p>	<p>Słuchacz potrafi poprawnie zidentyfikować podstawowe urządzenia oraz układy pomocnicze i bezpieczeństwa stosowane w elektrowniach jądrowych.</p>	<p>Zaliczenie na ocenę na podstawie sprawozdania udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.</p>

<sup>1)</sup> – Ponadprogramowy wyjazd naukowy do elektrowni jądrowej w jednym z krajów Unii Europejskiej.

Tabela 4. Efekty uczenia się w kategorii kompetencje

Nazwa przedmiotu	Efekty uczenia się	Sposób weryfikowania i dokumentacji
Praca końcowa	Słuchacz potrafi określić priorytety służące realizacji pracy końcowej w ustalonym terminie. Rozumie potrzebę podnoszenia swoich kompetencji zawodowych oraz potrafi działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.	Zaliczenie na podstawie zaangażowania słuchacza w realizację pracy końcowej, będące składową oceny końcowej, co zostaje udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia pracy końcowej.

#### Załącznik 4.

#### Wykaz egzaminów obowiązkowych

Na podstawie egzaminów zaliczone zostaną następujące kursy:

- Konstrukcje i eksploatacja reaktorów jądrowych – wykład
- Praca końcowa – egzamin końcowy

#### Załącznik 5.

#### Wymiar czasu przeznaczony na pracę końcową

Na pracę końcową każdemu słuchaczowi studiów podyplomowych przysługuje wymiar 14 godzin, które każdy ze słuchaczy wykorzystuje na indywidualne konsultacje ze swoim opiekunem.

## Załącznik 6.

### Zakres egzaminu końcowego

Egzamin końcowy składa się z dwóch części:

- Prezentacja pracy końcowej z wykorzystaniem środków audiowizualnych, w trakcie, której słuchacz studiów podyplomowych przedstawia cel i zakres pracy, sposób i wkład własny w rozwiązanie problemu oraz wnioski wynikające ze zrealizowanej pracy końcowej.
- Sprawdzenie wiedzy słuchacza studiów podyplomowych w zakresie podanym w programie kształcenia, a związanym z tematyką realizowanej pracy końcowej. Słuchacz odpowiada na pytania zadawane przez komisję egzaminacyjną (trzy pytania).

Warunkiem dopuszczenia słuchacza studiów podyplomowych do egzaminu końcowego jest uzyskanie pozytywnych ocen z wszystkich kursów objętych programem kształcenia. Słuchacz ma cztery tygodnie czasu, od zakończenia zajęć dydaktycznych w semestrze II, na uzyskanie wszystkich wymaganych wpisów i zaliczeń z poszczególnych kursów.

## Załącznik 7.

### Zestawienie kursów w układzie semestralnym

Tabela 5. Zestawienie kursów i prowadzących w układzie semestralnym

Lp.	Nazwa kursu	Forma kursu	Liczba godzin	Liczba punktów ECTS	Prowadzący
<b>SEMESTR I</b>					
1.	Podstawy fizyki reaktorów jądrowych	W	12	3	dr inż. Wojciech Zacharczuk
		C	4	2	dr inż. Andrzej Tatarek
2.	Podstawy termodynamiki i wymiany ciepła	W	8	2	prof. dr hab. inż. Piotr Kolasiński, dr inż. Michał Pomorski
3.	Promieniowanie jonizujące i elementy ochrony radiologicznej	W	8	2	prof. dr hab. Tadeusz Przylibski, dr inż. Katarzyna Grudniewska
		C	4	2	

4.	Konstrukcje i eksploatacja reaktorów jądrowych	W	16	5	dr inż. Wojciech Zacharczuk, dr inż. Andrzej Tatarek
5.	Cykl paliwowy w energetyce jądrowej	W	8	2	dr inż. Andrzej Tatarek
6.	Bezpieczeństwo i ochrona fizyczna obiektów jądrowych	W	8	2	dr inż. Jędrzej Łukasiewicz, dr Damian Szlachter, mgr Maciej Kluczyński
7.	Techniki pomiarowe w energetyce	W	4	1	dr hab. inż. Artur Andruszkiewicz
		L	4	2	
8.	Inżynieria materiałowa	W	8	2	dr hab. Mariusz Hasiak
		L	4	2	
9.	Ekonomiczne aspekty energetyki jądrowej	W	10	3	mgr Łukasz Sawicki dr Bożena Horbaczewska
<b>SEMESTR II</b>					
1.	Laboratorium symulacji pracy elektrowni jądrowej	L	11	4	dr inż. Wojciech Zacharczuk
2.	Promieniowanie jonizujące i elementy ochrony radiologicznej	L	9	3	prof. dr hab. Tadeusz Przylibski, dr inż. Katarzyna Grudniewska
3.	Reaktorowe podstawy technik pomiarowych	L	6	3	mgr inż. Gawęł Madejowski, mgr inż. Michał Dorosz, mgr Maciej Ziemia
4.	Energetyka termojądrowa	W	8	2	prof. dr hab. inż. Maciej Chorowski, dr hab. inż. Ziemowit Malecha
5.	Systemy elektroenergetyczne	W	8	2	dr inż. Robert Łukomski
6.	Wybrane zagadnienia eksploatacji elektrowni jądrowych	W	6	2	mgr inż. Filip Goryl, dr inż. Wojciech Zacharczuk
7.	Ramy prawne funkcjonowania energetyki jądrowej	W	8	2	dr Tomasz Nowacki
8.	Zarządzanie energią	W	10	3	dr inż. Paweł Rączka
9.	Ochrona środowiska	W	6	2	dr inż. Karolina Madera-Bielawska
10.	Praca końcowa	P	14	7	

## Załącznik 8.

### Forma i tryb prowadzenia kursu

Tabela 6. Forma i tryb prowadzenia kursu

Lp.	Nazwa kursu	Forma kursu	Liczba godzin	Tryb prowadzenia zajęć	
				stacjonarny	zdalny
1.	Podstawy fizyki i teorii reaktorów	W	12	•	
		C	4	•	
2.	Podstawy termodynamiki i wymiany ciepła	W	8	•	
3.	Promieniowanie jonizujące i elementy ochrony radiologicznej	W	8	•	
		C	4	•	
		L	9	•	
4.	Konstrukcje i eksploatacja reaktorów jądrowych	W	16	•	
5.	Cykl paliwowy w energetyce jądrowej	W	8	•	
6.	Bezpieczeństwo i ochrona fizyczna obiektów jądrowych	W	8	•	•
7.	Techniki pomiarowe w energetyce	W	4	•	
		L	4	•	
8.	Inżynieria materiałowa	W	8	•	
		L	4	•	
9.	Ekonomiczne aspekty energetyki jądrowej <sup>1)</sup>	W	10		•
10.	Laboratorium symulacji pracy elektrowni jądrowej	L	11	•	
11.	Reaktorowe podstawy technik pomiarowych <sup>2)</sup>	L	6	•	
12.	Energetyka termojądrowa	W	8	•	

13.	Systemy elektroenergetyczne	W	8	•	
14.	Wybrane zagadnienia eksploatacji elektrowni jądrowych <sup>1)</sup>	W	6		•
15.	Ramy prawne funkcjonowania energetyki jądrowej <sup>1)</sup>	W	8		•
16.	Zarządzanie energią	W	10	•	
17.	Ochrona środowiska	W	6	•	
18.	Praca końcowa	P	14	•	•

<sup>1)</sup> – Zajęcia w trybie zdalnym synchronicznym, prowadzone z wykorzystaniem platformy ZOOM lub MS Teams.

<sup>2)</sup> – Zajęcia realizowane na reaktorze „Maria” w Narodowym Centrum Badań Jądrowych, Otwock-Świerk.

## Załącznik 9.

### Zestaw egzaminów w układzie semestralnym

Na podstawie egzaminów zostaną zaliczone następujące kursy:

- Semestr I:
  - Konstrukcje i eksploatacja reaktorów jądrowych – wykład
- Semestr II:
  - Praca końcowa – egzamin końcowy

## Załącznik 10.

### Imienny wykaz osób prowadzących zajęcia

Osoby zatrudnione w Politechnice Wrocławskiej:

#### 1. prof. dr hab. inż. Maciej Chorowski

Politechnika Wroclawska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny

Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

- 2. prof. dr hab. inż. Piotr Kolasiński**  
Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny  
Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
  
- 3. prof. dr hab. Tadeusz Przylibski**  
Politechnika Wrocławska, Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii  
Na Grobli 15, 50-421 Wrocław
  
- 4. dr hab. inż. Ziemowit Malecha, prof. Uczelni**  
Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny  
Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
  
- 5. dr hab. Mariusz Hasiak, prof. Uczelni**  
Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczny  
ul. Smoluchowskiego 25, 50-370 Wrocław
  
- 6. dr hab. inż. Artur Andruszkiewicz, prof. Uczelni**  
Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny  
Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
  
- 7. dr inż. Andrzej Tatarek, prof. Uczelni**  
Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny  
Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
  
- 8. dr inż. Katarzyna Grudniewska**  
Politechnika Wrocławska, Wydział Chemiczny  
Norwida 4/6, 50-373 Wrocław
  
- 9. dr inż. Robert Łukomski**  
Politechnika Wrocławska, Wydział Elektryczny  
Janiszewskiego 8, 50-372 Wrocław
  
- 10. dr inż. Michał Pomorski**  
Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny  
Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
  
- 11. dr inż. Paweł Rączka**  
Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny  
Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław



**12. dr inż. Wojciech Zacharczuk**

Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny  
Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

**13. dr inż. Jakub Niechciał**

Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny  
Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

Osoby niebędące pracownikami Politechniki Wrocławskiej:

**14. dr inż. Karolina Madera-Bielawska**

Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska we Wrocławiu  
ul. Chełmońskiego 14, 51-630 Wrocław

**15. dr Tomasz Nowacki**

Instytut Prawa i Administracji Akademii Pomorskiej w Słupsku  
ul. Arciszewskiego 22b, 76-200 Słupsk

**16. dr Jędrzej Łukasiewicz**

Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu  
pl. Marii Skłodowskiej-Curie 5, 60-965 Poznań

**17. dr Bożena Horbaczewska**

Szkoła Główna Handlowa w Warszawie  
al. Niepodległości 162, 02-554 Warszawa

**18. dr Damian Szlachter**

Polskie Towarzystwo Bezpieczeństwa Narodowego  
ul. Lotników 91/13, 44-100 Gliwice

**19. mgr inż. Gawel Madejowski**

Narodowe Centrum Badań Jądrowych  
ul. Andrzeja Sołtana 7, 05-400 Otwock

**20. mgr inż. Michał Dorosz**

Narodowe Centrum Badań Jądrowych  
ul. Andrzeja Sołtana 7, 05-400 Otwock

**21. mgr inż. Filip Goryl**

EDF Electricite De France

**22. mgr Maciej Kluczyński**

Polskie Towarzystwo Bezpieczeństwa Narodowego  
ul. Lotników 91/13, 44-100 Gliwice

**23. mgr Łukasz Sawicki**

Ministerstwo Klimatu i Środowiska, Departament Energii Jądrowej  
ul. Wawelska 52/54, 00-922 Warszawa

**24. mgr Maciej Ziemba**

Narodowe Centrum Badań Jądrowych  
ul. Andrzeja Sołtana 7, 05-400 Otwock

**25. tech. Marcin Wójcik**

Narodowe Centrum Badań Jądrowych  
ul. Andrzeja Sołtana 7, 05-400 Otwock

**Załącznik 11.**

**Sposób obliczania ostatecznego wyniku studiów podyplomowych**

Zgodnie z *Regulaminem studiów podyplomowych w Politechnice Wrocławskiej* (PO 18/2021):

- Warunkiem ukończenia studiów podyplomowych jest uzyskanie określonych w programie kształcenia tych studiów efektów kształcenia i wymaganych punktów ECTS oraz złożenie egzaminu końcowego (§7, u.1).
- Ostateczny wynik studiów podyplomowych stanowi średnia ważona (§7, u.3):

– z **wagą  $\varepsilon$**  – średniej ważonej (punktami ECTS) ocen przebiegu studiów podyplomowych (zaliczeń i egzaminów):

$$\text{średnia ważona ocen przebiegu studiów podyplomowych} = \frac{\sum (\text{ocena} \cdot \text{punkty ECTS})}{\sum \text{punkty ECTS}}$$

oraz

– z **wagą  $1-\varepsilon$**  – średniej arytmetycznej oceny końcowej i egzaminu końcowego.

Wartość  $\varepsilon$  w granicach:  $\frac{1}{2}$  do  $\frac{2}{3}$  ustala Rada Wydziału.

**Proponuje się ustalenie wartości  $\varepsilon=\frac{1}{2}$ .**

- Ocena wpisana na świadectwie ukończenia studiów podyplomowych, jest ustalana zgodnie z zasadą (§7, u.5):

<u>ostateczny wynik</u> <u>studiów podyplomowych</u>	<u>ocena wpisana</u> <u>na świadectwie</u>
do 3,19	dostateczny
od 3,20 do 3,69	dostateczny plus
od 3,70 do 4,09	dobry
od 4,10 do 4,53	dobry plus
od 4,54 do 5,50	bardzo dobry

- Słuchaczowi, dla którego spełnione są jednocześnie wszystkie warunki (§7, u.5):
  - 1) średnia ważona ocen z przebiegu studiów podyplomowych jest nie niższa niż 4,90;
  - 2) pracę końcową oceniono na ocenę co najmniej „bardzo dobry”;
  - 3) zdał egzamin końcowy z wynikiem co najmniej „bardzo dobry”;
  - 4) co najmniej jedna z ocen, o których mowa w punktach 2 i 3, jest oceną „celujący”;

ustala się ostateczny wynik studiów jako „celujący”.