



Politechnika  
Wroclawska



POLITECHNIKA WROCLAWSKA  
WYDZIAŁ MECHANICZNO – ENERGETYCZNY

**STUDIA PODYPLOMOWE**  
**ENERGETYKA ODNAWIALNA**

Edycja 10  
2023 / 2024

**Organizatorzy:**

Wydział Mechaniczno – Energetyczny Politechniki Wrocławskiej

Dział Kształcenia Podyplomowego i E-learningu Politechniki Wrocławskiej

Wrocław, czerwiec 2023

## **I. Opis studiów podyplomowych**

### Studia Podyplomowe **Energetyka Odnawialna**

#### **Cel studiów:**

Przekazanie wiedzy o odnawialnych źródłach energii i kształtowaniu strategii ich wykorzystania dla celów ochrony środowiska i rozwoju społeczności lokalnych oraz o podstawowych zagadnieniach ekonomicznych w energetyce. Przybliżenie unijnych i polskich uwarunkowań prawnych wspierających wykorzystanie odnawialnych źródeł energii. Ponadto wprowadzenie w problematykę zagospodarowania odpadów i wykorzystywania ich potencjału energetycznego.

#### **Tryb odbywania studiów:**

Studia odbywają się w trybie niestacjonarnym.

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

Słuchacze otrzymują wiedzę specjalistyczną z obszaru energetyki opartej na źródłach odnawialnych, w tym: energetyki wodnej, geotermalnej, wiatrowej, słonecznej oraz wykorzystującej odpady i tzw. energię odpadową. Ponadto podstawową wiedzę w zakresie: projektowania instalacji grzewczych wykorzystujących odnawialne źródła energii, wykorzystania biopaliw, stosowania pomp ciepła, paneli fotowoltaicznych, kolektorów słonecznych i ogniw paliwowych. Prezentowane są zagadnienia związane z przepisami prawnymi regulującymi wykorzystanie energii ze źródeł odnawialnych w Polsce oraz mechanizmami wsparcia i regulacji w zakresie wykorzystania energii z odnawialnych źródeł na rynkach energii. Słuchacze uzyskują podstawowe umiejętności w zakresie oceny efektywności ekonomicznej inwestycji.

#### **Czas trwania studiów podyplomowych:**

Zajęcia w ramach Studiów Podyplomowych Energetyka Odnawialna podzielone są na dwa semestry w trakcie których zrealizowane zostanie 176 h zajęć (w tym 14 h przeznaczono na pracę końcową), ponadto planowany jest wyjazd terenowy ukazujący możliwości zastosowań OZE. Zajęcia odbywać się będą systemem dwudniowych zjazdów (sobota / niedziela) (6 – 8 godzin lekcyjnych dziennie), zajęcia nie będą realizowane w sierpniu 2024. W sytuacjach szczególnych, regulowanych zarządzeniami Rektora, wykłady, seminaria oraz część zajęć laboratoryjnych może odbywać się zdalnie z wykorzystaniem systemów e-learningowych udostępnionych przez PWr.

#### **Ogólny sposób oceniania wyników nauczania:**

W trakcie trwania zajęć oceniana będzie aktywność słuchaczy. Przewiduje się wykonywane i ocenianie sprawozdań i projektów (dla formy zajęć: laboratorium, ćwiczenia i projekt –

ocena formująca) oraz przeprowadzanie egzaminów i kolokwiów 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 (PO 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 Podyplomowego i E-learningu Politechniki Wrocławskiej

**Liczba punktów ECTS:**

62

**Opłata za studia podyplomowe:**

6 400 zł (sześć tysięcy czterysta złotych)

Opłatę za studia podyplomowe wnosi się w dwóch ratach przed dniem rozpoczęcia każdego semestru.

**Zasady naboru na studia podyplomowe:**

Na studia podyplomowe przyjmowane są osoby legitymujące się posiadaniem dyplomu ukończenia studiów magisterskich (studiów jednolitych magisterskich lub studiów drugiego stopnia) lub studiów pierwszego stopnia (licencjackich lub inżynierskich).

**Limit miejsc:**

Limity miejsc ustalone są na poziomach: dolny – 12 słuchaczy, górny – 26 słuchaczy.

**Warunki ukończenia studiów podyplomowych:**

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

**Termin zgłoszeń:**

do 9 października 2023 r.

**Data rozpoczęcia studiów podyplomowych:**

14 października 2023 r. (pod warunkiem zgłoszenia wymaganej liczby osób).

**Data zakończenia studiów podyplomowych:**

31 październik 2024 r.

**Telefon kontaktowy:**

Kierownik studiów podyplomowych: **dr hab. inż. Arkadiusz Świerczok**,  
Wydział Mechaniczno – Energetyczny Politechniki Wrocławskiej  
Telefon: 71 320 39 18

## II. Plan studiów

### Studia Podyplomowe Energetyka Odnawialna

#### 1. Zestaw kursów w układzie semestralnym

Semestr I (88 godz., 29 pkt. ECTS)

Lp.	Nazwa kursu	Forma kursu	Liczba punktów ECTS	Liczba godzin
1.	Odnawialne źródła energii – ekonomiczne i ekologiczne uwarunkowania ich wykorzystania.	wyk.	1	4
2.	Podstawy procesów konwersji energii ze źródeł odnawialnych	Wyk.	2	6
3.	Energetyka wiatrowa.	wyk.	2	8
4.	Energetyka wiatrowa - ćwiczenia obliczeniowe	ćwicz.	1	2
5.	Podstawy energetyki wodnej	wyk.	1	4
6.	Podstawy energetyki wodnej	ćwicz.	2	4
7.	Turbiny wiatrowe	lab.	1	2
8.	Turbiny wodne	lab.	1	2
9.	Energetyka geotermalna	wykl.	1	4
10.	Regulacje prawne dotyczące OZE	wykl.	3	8
11.	Pompy ciepła.	wyk.	2	8
12.	Pompy ciepła	ćwicz.	2	4
13.	Pompy ciepła	lab.	1	2
14.	Magazynowanie energii i ogniwa paliwowe	wyk.	2	8
15.	Wyznaczanie bateryjnych zasobników energii	ćwicz.	1	2
16.	Zarządzanie projektami i projektowaniem	wyk.	1	4
17.	Współpraca OZE z siecią elektroenergetyczną	wyk.	1	4
18.	OZE na rynku energii	wyk	2	8
19.	Wybrane zagadnienia ekologiczne w energetyce konwencjonalnej i OZE	wyk.	2	4

Semestr II (88 godz., 33 pkt. ECTS)

Lp.	Nazwa kursu	Forma kursu	Liczba punktów ECTS	Liczba godzin
1.	Fotowoltaiczne źródła energii i energetyka słoneczna.	wyk.	2	8
2.	Fotowoltaiczne źródła energii i energetyka słoneczna – ćwiczenia obliczeniowe	ćwicz.	2	4
3.	Biopaliwa ciekłe, biogazy i wodór.	wyk.	2	8
4.	Gospodarowanie odpadami i wykorzystanie ich potencjału energetycznego	wyk.	2	6
5.	Energia odpadowa w przemyśle	wyk.	1	4
6.	Kolektory słoneczne	lab.	1	2
7.	Panele fotowoltaiczne	lab.	1	2
8.	Projektowanie i symulacje komputerowe pracy instalacji OZE	lab.	2	4
9.	Efektywność ekonomiczna inwestycji w OZE	wyk.	2	10
10.	Projektowanie instalacji grzewczej i klimatyzacyjnej wykorzystującej OZE	proj.	3	8
11.	Produkcja i wykorzystanie biopaliw stałych.	wyk.	2	6
12.	Produkcja i wykorzystanie biopaliw stałych.	lab.	1	2
13.	Architektura i OZE	wykl	1	2
14.	Architektura i OZE	projekt	2	4
15.	Ogniwa paliwowe i wykorzystanie wodoru	lab.	2	4
16.	Praca końcowa		7	14

## 2. Zestaw egzaminów w układzie semestralnym

Na podstawie egzaminów zaliczone zostaną następujące kursy:

Semestr I:

- Regulacje prawne dotyczące OZE - wykład

Semestr II:

- Praca końcowa – egzamin końcowy

### III. Program uczenia się

## Studia Podyplomowe Energetyka Odnawialna

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

#### Efekty uczenia się w kategorii: WIEDZA

Nazwa przedmiotu	Efekt kształcenia	Sposób weryfikowania i dokumentacji
Odnawialne źródła energii – ekonomiczne i ekologiczne uwarunkowania ich wykorzystania	Ma świadomość aktualnych potrzeb energetycznych, zna technologie ich zaspokajania w oparciu o konwencjonalne źródła energii oraz perspektywy ich rozwoju. Posiada wiedzę o odnawialnych źródłach energii w skali globalnej i lokalnej, ich zasobach, klasyfikacji i możliwości ich wykorzystania w aspekcie ekologicznym i ekonomicznym.	Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu. i protokołu zaliczenia przedmiotu.
Wybrane zagadnienia ekologiczne w energetyce konwencjonalnej i OZE	Ma podstawową wiedzę na temat budowy konwencjonalnych siłowni cieplnych, potrafi wskazać zagrożenia dla środowiska związane z energetyką konwencjonalną oraz identyfikuje działania proekologiczne realizowane w zakładach energetycznych. Opisuje zagrożenia dla środowiska związane z wykorzystywaniem OZE oraz sposoby recyklingu odpadów powstających po instalacjach OZE.	Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu. i protokołu zaliczenia przedmiotu.
Energetyka wiatrowa.	Identyfikuje zasady działania i możliwości zastosowania urządzeń wykorzystujących energię wiatru, rozróżnia typy turbin wiatrowych. Identyfikuje problemy techniczne, ekonomiczne i wymogi formalno-administracyjne związane z przygotowaniem inwestycji farmy wiatrowej. Opisuje oddziaływanie na środowisko farm wiatrowych. Identyfikuje możliwości zastosowania małych turbin wiatrowych w terenie zurbanizowanym	Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.
Współpraca OZE z siecią elektroenergetyczną	Rozpoznaje podstawowe schematy przyłączenia elektrowni wiatrowych /turbin wiatrowych do sieci elektroenergetycznej. Ma wiedzę o wymaganiach odnośnie do współpracy turbin wiatrowych z siecią wynikające z normy EN61400-21 oraz wymagania przedstawione w instrukcjach ruchu i eksploatacji sieci spółek dystrybucyjnych. Identyfikuje zdolności przesyłowe sieci jako jedno z podstawowych ograniczeń możliwości przyłączenia farm wiatrowych. Zna przykłady analiz sieciowych.	Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu
Podstawy energetyki wodnej	Posiada wiedzę o możliwościach wykorzystania energii zawartej w wodzie. Zna potencjał hydrologiczny Polski Zna typy elektrowni wodnych, ich topologię. Umie wymienić ich rolę i	Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu

	funkcję w systemie elektroenergetycznym. Zna podstawowe parametry elektrowni wodnej. Posiada wiedzę dotyczącą podziału i typów turbin wodnych, sposoby regulacji, zna typy generatorów i ich właściwości.	zaliczenia przedmiotu.
Energetyka geotermalna	Ma wiedzę o istocie energii geotermalnej, możliwościach i warunkach wykorzystania wód geotermalnych oraz układach elektrowni geotermalnych.	Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu
Fotowoltaiczne źródła energii i energetyka słoneczna.	Zna podział, klasyfikację oraz teoretyczne podstawy działania kolektorów słonecznych. Zna podstawy teoretyczne powstawania efektu fotoelektrycznego oraz możliwości jego wykorzystania. Zna zasady projektowania i doboru kolektorów cieplnych i fotowoltaicznych, wymagania eksploatacyjne oraz ograniczenia aplikacyjne.	Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.
Regulacje prawne dotyczące OZE	Objaśnia pojęcia ekorozwój i zasada zrównoważonego rozwoju. Wskazuje procesy kształtowania się założeń polityki energetyczno-klimatycznej UE. Objasnia pojęcia: Pakiet Czysta energia dla Europejczyków, Europejski „Zielony Ład”, Ustawa Prawo energetyczne jako podstawa prawna dla funkcjonowania energetyki, Ustawa o OZE: zasady prowadzenia działalności w zakresie OZE, mechanizmy i instrumenty wsparcia, Krajowy plan działania w zakresie energii z OZE. Wymienia procedury prawne i administracyjne związane z wykorzystaniem OZE.	Zaliczenie na ocenę na podstawie egzaminu udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.
Magazynowanie energii i ogniwa paliwowe	Charakteryzuje odbiorców energii elektrycznej przyłączonych do węzłów elektroenergetycznej sieci rozdzielczej w postaci dobowych krzywych obciążeń oraz ma wiedzę pozwalającą określić zapotrzebowanie na energię elektryczną w tych węzłach. Wskazuje sposoby magazynowania energii (elektrownie szczytowo-pompowe, bateryjne zasobniki energii, energia mas wirujących, superkondensatory, nadprzewodnikowe zasobniki energii, magazynowanie sprężonego powietrza) i możliwości zastosowania ich jako sposobu na zrównoważenie systemu elektroenergetycznego. Tłumaczy zasadę działania ogniwa paliwowych; rozpoznaje zagadnienia związane z budową, technologią produkcji i materiałami ogniwa paliwowych.	Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.
Produkcja i wykorzystanie biopaliw stałych.	Definiuje pojęcie biomasy, źródła, właściwości, typy i klasyfikacje biomasy ze względu na sposób jej zagospodarowania. Poznaje sposoby przetwarzania i przygotowania biopaliw stałych do procesów konwersji. Omawia technologie	Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem

	konwersji biomasy tj.: biochemiczne (fermentacja, hydroliza enzymatyczna lub kwasowa) i termochemiczne (spalanie/współspalanie, piroliza i torefikcja, zgazowanie, hydrotermiczne zgazowanie, upłynnianie). Omawia produkty ciekłe, gazowe i stałe procesów konwersji biopaliw, sposoby ich przetwarzania i wykorzystania do produkcji energii elektrycznej i ciepłej	do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.
Pompy ciepła.	Zna zasadę działania pompy ciepła i odwzorowanie obiegu pompy ciepła na wykresie lgp-h. Charakteryzuje główne parametrów pracy lewobieźnego systemu grzewczego, definiuje współczynnik efektywności lewobieźnego obiegu grzewczego. Zna dostępne dolne źródła ciepła dla lewobieźnego obiegu grzewczego. Opisuje współpracę instalacji pomp ciepła systemami grzewczymi.	Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.
OZE na rynku energii	Objaśnia podstawowe pojęcia z mikroekonomii. Zna modele rynku energii. Charakteryzuje krajowy rynek energii. Objasnia mechanizmy regulacyjne na rynku energii i obrót energią (Towarowa Giełda Energii, kontrakty, PPA i in.). Opisuje systemy rozliczeń i taryf w elektroenergetyce. Wyjaśnia pozycję OZE na rynku energii. Zna zagadnienia funkcjonowania mechanizmów i instrumentów wsparcia OZE (aukcje OZE, certyfikaty pochodzenia energii, programy celowe i in.) oraz kierunki rozwoju rynku energii ze wzrastającym udziałem OZE.	Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.
Biopaliwa ciekłe, biogazy i wodór	Objasnia możliwości i opisuje procesy produkcji biopaliw ciekłych, zastosowania paliw, do silników wewnętrznego spalania. Zna nowoczesne technologie otrzymywania płynnych paliw z materiałów roślinnych lub recyklingowych. Wskazuje możliwości wykorzystania estrów WKT do otrzymywania eko-produktów chemicznych i produktów biodegradowalnych. Opisuje wykorzystanie biogazu jako alternatywnego źródła zielonej energii. Zna sposoby pozyskiwania wodoru i wykorzystania jako źródła energii i surowca w różnych procesach chemicznych.	Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.
Efektywność ekonomiczna inwestycji w OZE	Opisuje podstawowe pojęcia z zakresu analizy efektywności ekonomicznej inwestycji rzeczowych. Potrafi analizować koszty i korzyści. Określa podstawy rachunku dyskontowego, strukturę kosztów w energetyce, nakłady inwestycyjne i montaż finansowy inwestycji. Analizuje limity pomocy publicznej dla OZE, ryzyko inwestycji w OZE. Opisuje model finansowy inwestycji, metody oceny opłacalności finansowej (statyczne, dynamiczne, kosztowe). Charakteryzuje	Zaliczenie na ocenę na podstawie kolokwium udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.



	inwestycje w energetyce wiatrowej, słonecznej, i wykorzystującej biomasę (wskaźniki nakładów inwestycyjnych i kosztów, czynniki ryzyka). Potrafi przeprowadzić analizę przypadku: ocena opłacalności finansowej przykładowej inwestycji w OZE (arkusz kalkulacyjny, program RetSCREEN).	
Energia odpadowa w przemyśle	Objaśnia naturę powstawania, możliwości wykorzystania i wskazuje zasoby energii odpadowej w przemyśle. Rozróżnia metody odzysku energii odpadowej oraz dokonuje analizy energetycznej technicznych sposobów realizacji tych procesów.	Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.
Gospodarowanie odpadami i wykorzystanie ich potencjału energetycznego	Rozróżnia rodzaje odpadów możliwe do wykorzystania na cele wytwarzania energii, zna właściwości fizykochemiczne i potencjał energetyczny odpadów. Opisuje sytuację prawną związaną z gospodarowaniem odpadami i możliwościami ich energetycznego użytkowania. Wylicza technologie służące do wykorzystania odpadów w energetyce i zagrożenia związane z energetycznym wykorzystaniem odpadów	Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.
Zarządzanie projektami i projektowaniem	Zna treść podstawowych pojęć z zakresu projektowania. Zna typologię problemów projektowych. Rozumie procesy zarządzania projektem: planowanie zakresu, specyfikacja zadań i kosztów oraz ocena ryzyka realizacji projektu. Zna podstawowe techniki rozwiązywania problemów projektowych. Zaznajomił się z typowymi strukturami organizacyjnymi zarządzania projektami w przedsiębiorstwie. Ma wiedzę o tworzeniu zespołu projektowego i zarządzaniu komunikacją w zespole. Zna wymagania zamknięcia projektu.	Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.
Podstawy procesów konwersji energii ze źródeł odnawialnych	Zna charakterystykę energetyczną promieniowania słonecznego (sezonowość, orientacja powierzchni zbierającej) oraz metody obliczania wartości nasłonecznienia dla warunków rzeczywistych (lokalizacja, geometria, warunki klimatyczne); zna mechanizmy bezpośredniej konwersji energii słonecznej w energię elektryczną (fotowoltaika, termoelektryczność, generatory termojonowe) oraz metody obliczania wartości uzyskiwanej mocy elektrycznej w warunkach rzeczywistych; zna charakterystykę energetyczną wiatru oraz metody obliczania średniej mocy wiatru.	Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.
Architektura i OZE	Zna rodzaje i formy integracji architektury z OZE oraz podstawowe uwarunkowania funkcjonalno-przestrzenne w skali obiektu i zespołu budynków. Potrafi zaimplementować i uzasadnić dobór OZE w uproszczonym projekcie architektoniczno-instalacyjnym. Umie opracować schemat energetyczny.	Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.
Praca końcowa	Posiada rozszerzoną wiedzę z zakresu realizowanego w pracy końcowej.	Egzamin na ocenę udokumentowany wpisem do indeksu i protokołu egzaminacyjnego.

Efekty uczenia się w kategorii: UMIEJĘTNOŚCI

Nazwa przedmiotu	Efekt kształcenia	Sposób weryfikowania i dokumentacji
Energetyka wiatrowa (ćwicz.)	Wykonuje obliczenia efektywności/rentowności inwestycji dla zadanych parametrów turbiny (dobór turbiny) i lokalizacji (warunków wietrznych).	Zaliczenie na ocenę na podstawie wykonanego ćwiczenia obliczeniowego udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu
Podstawy energetyki wodnej (ćwicz.)	Student oblicza parametry instalowane elektrowni wodnej na podstawie rocznych obserwacji hydrologicznych rzeki ( $stan=f(dzień)$ ). Buduje statystykę rzeki, określa potencjał energetyczny, identyfikuje straty i ograniczenia techniczne, analizuje ekonomikę przedsięwzięcia, określa kryterium kosztowe. Na podstawie wyznaczonych parametrów instalowanych dobiera turbinę wodną niskospadową. Zapoznaje się z charakterystykę uniwersalną, podobieństwem turbin wodnych, procesem doboru, analizuje dobór kilku maszyn. Identyfikuje ekonomikę elektrowni.	Zaliczenie na ocenę na podstawie wykonanego ćwiczenia obliczeniowego udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu
Pompy ciepła (ćwicz.)	Identyfikuje przemiany na wykresie lgp-h. Potrafi odwzorować obieg lewobieżny na wykresie lgp-h oraz policzyć podstawowe parametry charakterystyczne obiegu. Dobiera i projektuje wybrane dolne źródła ciepła dla lewobieżnego obiegu grzewczego. Projektuje wybrane elementy instalacji grzewczej współpracującej z lewobieżnym systemem grzewczym	Zaliczenie na ocenę na podstawie wykonanego ćwiczenia obliczeniowego udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.
Pompy ciepła (lab.)	Przeprowadza badania sprężarkowej pompy ciepła, odwzorowuje jej obieg ziębienia oraz przeprowadza podstawowe obliczenia parametrów charakteryzujących ten obieg. Sporządza bilans energetyczny pompy ciepła.	Zaliczenie na ocenę na podstawie sprawozdań z laboratorium udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.
Fotowoltaiczne źródła energii i energetyka słoneczna (ćwicz.)	Potrafi obliczyć gęstość promieniowania słonecznego, optymalny kąt nachylenia kolektora oraz jego orientację. Potrafi określić zależność zmiany natężenia i napięcia prądu uzyskiwanego w panelu fotowoltaicznym od wartości promieniowania słonecznego. Umie wykorzystać zasady budowy kolektorów słonecznych do obliczenia wymaganej dla danych warunków liczby kolektorów. Potrafi określić sposób budowy instalacji cieplnej lub elektrycznej wykorzystującej promieniowanie słoneczne.	Zaliczenie na ocenę na podstawie wykonanego ćwiczenia obliczeniowego udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.

Projektowanie instalacji grzewczej i klimatyzacyjnej wykorzystującej OZE (proj.)	Szacuje obciążenie cieplne i chłodnicze oraz niezbędną moc zainstalowaną źródeł ciepła i chłodu dla budynku. Zna pojęcie grzewczego układu hybrydowego. Oblicza roczne zużycie energii pierwotnej, końcowej i użytkowej na ciepło grzewcze, CWU i chłód budynku. Potrafi korzystać z oprogramowania Audytor OZC wspomagającego projektowanie instalacji. Zna stosowane w praktyce układy połączeń hydraulicznych instalacji grzewczych. Wykonuje i analizuje uproszczone obliczenia efektywności ekonomicznej instalacji grzewczej wykorzystującej OZE.	Zaliczenie na ocenę na podstawie wykonanego projektu, udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.
Magazynowanie energii (ćwicz.)	Zna zasady tworzenia dobowych krzywych obciążeń dla różnych typów odbiorców w węzłach sieci rozdzielczych niskiego i średniego napięcia.	Zaliczenie na ocenę na podstawie wykonanego ćwiczenia obliczeniowego udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu
Kolektor słoneczny (lab.)	Zna podstawowe zasady dotyczące działania kolektora słonecznego. Potrafi wymienić i opisać elementy składowe instalacji solarnej służącej do przygotowania ciepłej wody użytkowej. Charakteryzuje budowę kolektora słonecznego mając na uwadze wykorzystywane materiały i ich parametry. Zna podział i zastosowanie dostępnych na polskim rynku kolektorów słonecznych. Potrafi zmierzyć parametry pracy prostej instalacji solarnej i wyznaczyć przy ich użyciu sprawność kolektora. Zna sposoby magazynowania ciepła z instalacji solarnej.	Zaliczenie na ocenę na podstawie sprawozdań z laboratorium udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.
Panele fotowoltaiczne (lab.)	Rozróżnia połączenie szeregowo i równoległe ogniw słonecznych. Zna wpływ kąta padania promieni słonecznych oraz natężenia oświetlenia na uzyskiwaną moc z ogniwa. Potrafi wskazać komponenty samowystarczalnego fotowoltaicznego systemu energetycznego (off-grid). Potrafi wymienić i scharakteryzować różne technologie gromadzenia energii elektrycznej. Zna zasadę działania inwertera.	Zaliczenie na ocenę na podstawie sprawozdań z laboratorium udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.
Turbiny wiatrowe (lab.)	Zna zasadę działania i budowę turbiny wiatrowej. Potrafi obliczyć współczynnik wydajności turbiny wiatrowej. Zna wpływ kierunku wiatru na pracę turbiny. Charakteryzuje wpływ kąta nachylenia łopatek wirnika oraz kształtu łopatek wirnika na pracę turbiny wiatrowej. Potrafi sporządzić bilans energetyczny turbiny wiatrowej.	Zaliczenie na ocenę na podstawie sprawozdań z laboratorium udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.
Turbiny wodne (lab.)	Charakteryzuje budowę oraz zna zasady działania, a także podstawowych parametrów	Zaliczenie na ocenę na podstawie sprawozdań z

	pracy turbin wodnych: Peltona i Francisa. Potrafi określić wpływ ustawienia łopatek kierunkowych na wydajność turbiny. Oblicza sprawność turbiny Peltona oraz wydajność turbiny Peltona podczas pracy przy różnych wartościach prędkości przepływu.	laboratorium udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.
Projektowanie i symulacje komputerowe pracy instalacji OZE (lab.)	Zna różne programy komputerowe wspomagające projektowanie instalacji OZE. Potrafi przy wykorzystaniu arkusza kalkulacyjnego wykonać analizy roczne zysków z instalacji słonecznych korzystając z kart katalogowych produktów oraz danych pogodowych dla Typowego Roku Meteorologicznego.	Zaliczenie na ocenę na podstawie sprawozdań z laboratorium udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.
Produkcja i wykorzystanie biopaliw stałych (lab.)	Potrafi wykonać oznaczenia podstawowe analizy technicznej, elementarnej i kaloryczności paliw, biopaliw i odpadów. Zna techniki oceny oznaczania zawartości pierwiastków śladowych tj. chlor, rtęć i inne w paliwach i odpadach. Potrafi określić zagrożenia pożarowo – wybuchowe pojawiające się w procesach przetwarzania i przekształcania paliw i odpadów na inne formy i nośniki energii.	Zaliczenie na ocenę na podstawie sprawozdań z laboratorium udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiot
Architektura i OZE (proj.)	Potrafi wykonać uproszczony projekt architektoniczno-instalacyjny i schemat energetyczny dla nieskomplikowanego obiektu o powierzchni do 140 m <sup>2</sup> z zastosowaniem pasywnych i aktywnych rozwiązań i technologii OZE.	Zaliczenie na podstawie wykonanego projektu i schematu energetycznego udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.
Ogniwa paliwowe i wykorzystanie wodoru (lab.)	Zna nowoczesne i istniejące technologie wytwarzania wodoru. Wskazuje możliwości wykorzystania wodoru do produkcji energii elektrycznej. Opisuje wykorzystanie wodoru jako alternatywnego źródła zielonej energii. Zna budowę i zasadę działania elektrolizerów i ogniw paliwowych	Zaliczenie na ocenę na podstawie sprawozdań z laboratorium udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu

#### Efekty uczenia się w kategorii: KOMPETENCJE

Nazwa przedmiotu	Efekt kształcenia	Sposób weryfikowania i dokumentacji
Praca końcowa	Potrafi określić priorytety służące realizacji zadania w ustalonym terminie i rozumie potrzebę podnoszenia swoich kompetencji zawodowych oraz potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.	Na podstawie oceny zaangażowania uczestnika w planowanie i realizację pracy końcowej, będącej składową oceną końcowej, co zostaje udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.

## 2. Lista kursów

Lp	Nazwa kursu	Forma kursu	Liczba punktów ECTS	Liczba godzin	Prowadzący
<b>I SEMESTR</b>					
1.	Odnawialne źródła energii – ekonomiczne i ekologiczne uwarunkowania ich wykorzystania.	wyk.	1	4	prof. dr hab. inż. Piotr Kolasiński
2.	Podstawy procesów konwersji energii ze źródeł odnawialnych	wyk.	2	6	dr hab. inż. Dorota Nowak-Woźny
3.	Energetyka wiatrowa	wyk.	2	8	dr inż. Piotr Stawski
4.	Energetyka wiatrowa	ćwicz.	1	2	dr inż. Piotr Stawski
5.	Podstawy energetyki wodnej	wyk.	1	4	dr inż. Przemysław Szulc
6.	Podstawy energetyki wodnej	ćwicz.	2	4	dr inż. Przemysław Szulc
7.	Turbiny wodne	lab.	1	2	dr inż. Artur Machalski
8.	Turbiny wiatrowe	lab.	1	2	dr inż. Dominik Błoński
9.	Energetyka geotermalna	wyk.	1	4	prof. dr hab. inż. Krzysztof Jesionek
10.	Regulacje prawne dotyczące OZE	wyk.	3	8	dr inż. Robert Łukomski
11.	Pompy ciepła	wyk.	2	8	dr inż. Stefan Reszewski
12.	Pompy ciepła	ćwicz.	2	4	dr inż. St. Reszewski
13.	Pompy ciepła	lab.	1	2	dr inż. St. Reszewski dr hab. inż. B. Biało
14.	Magazynowanie energii i ogniwa paliwowe	wyk.	2	8	dr inż. Kazimierz Herlender
15.	Wyznaczanie zasobników energii bateryjnych	ćwicz.	1	2	dr inż. Kazimierz Herlender
16.	Zarządzanie projektami i projektowaniem	wyk.	1	4	dr inż. Adam Świda
17.	Współpraca OZE z siecią elektroenergetyczną	wyk.	1	4	dr inż. Piotr Stawski

18.	OZE na rynku energii	wyk.	2	8	dr inż. Robert Łukomski
19.	Wybrane zagadnienia ekologiczne w energetyce konwencjonalnej i OZE	wyk.	2	4	dr hab. inż. Arkadiusz Świerczok
<b>II SEMESTR</b>					
1.	Fotowoltaiczne źródła energii i energetyka słoneczna.	wyk.	2	8	dr hab. inż. Bogusław Białko
2.	Fotowoltaiczne źródła energii i energetyka słoneczna – ćwiczenia obliczeniowe	ćwicz.	2	4	dr hab. inż. Bogusław Białko
3.	Biopaliwa ciekłe, biogazy i wodór.	wyk.	2	8	dr hab. inż. Mieczysław Struś
4.	Gospodarowanie odpadami i wykorzystanie ich potencjału energetycznego	wyk.	2	6	dr hab. inż. Wojciech Moroń
5.	Energia odpadowa w przemyśle	wyk.	1	4	prof. dr hab. inż. Piotr Kolasiński
6.	Kolektory słoneczne	lab.	1	2	dr inż. Paweł Pacyga
7.	Panele fotowoltaiczne	lab.	1	2	dr inż. Marcin Michalski
8.	Projektowanie i symulacje komputerowe pracy instalacji OZE	lab.	2	4	dr inż. Magdalena Nemś dr inż. Paweł Pacyga
9.	Efektywność ekonomiczna inwestycji w OZE.	wyk.	3	10	dr inż. Robert Łukomski
10.	Projektowanie instalacji grzewczej i klimatyzacyjnej wykorzystującej OZE.	proj.	4	8	dr inż. Paweł Rączka
11.	Produkcja i wykorzystanie biopaliw stałych.	wyk.	2	6	dr hab. inż. Wojciech Moroń
12.	Produkcja i wykorzystanie biopaliw stałych.	lab.	1	2	dr hab. inż. Wojciech Moroń, dr inż. Arkadiusz Szydelko
13.	Architektura i OZE	wyk.	1	2	dr inż. arch. Anna Bać
14.	Architektura i OZE	proj.	2	4	dr inż. arch. Anna

					Bać
15.	Ogniwa paliwowe i wykorzystanie wodoru	lab.	2	4	prof. dr hab. inż. Halina Pawlak- Kruczek dr inż. Monika Tkaczuk-Serafin dr inż. Krystian Krochmalny
16.	Praca końcowa		7	14	

### 3. Wykaz egzaminów obowiązkowych

Na podstawie egzaminów zaliczone zostaną następujące kursy:

- Regulacje prawne dotyczące OZE - wykład
- Praca końcowa – egzamin końcowy

### 4. 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 Promotorem.

### 5. 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 (3 pytania).

Warunkiem dopuszczenia słuchacza Studiów Podyplomowych do egzaminu końcowego jest uzyskanie pozytywnych ocen z wszystkich kursów objętych programem kształcenia. Słuchacz ma 4 tygodnie czasu, od zakończenia zajęć dydaktycznych w semestrze II, na uzyskanie wszystkich wymaganych wpisów i zaliczeń poszczególnych kursów.

#### **IV. Imienny wykaz wykładowców**

### Studia Podyplomowe **Energetyka odnawialna**

#### **Pracownicy Politechniki Wrocławskiej:**

1. dr hab. inż. arch. Anna Bać, Politechnika Wroclawska, Wydział Architektury, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
2. dr hab. inż. Bogusław Białko, Politechnika Wroclawska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
3. dr inż. Dominik Błoński, Politechnika Wroclawska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
4. mgr inż. Jagoda Błotny, Politechnika Wroclawska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
5. dr inż. Bartosz Gil, Politechnika Wroclawska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
6. dr inż. Kazimierz Herlender, prof. uczelni, Politechnika Wroclawska, Wydział Elektryczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
7. prof. dr hab. inż. Krzysztof Jesionek, Politechnika Wroclawska, Filia Politechniki Wroclawskiej w Wałbrzychu, ul. Armii Krajowej 78, 58-302 Wałbrzych
8. prof. dr hab. inż. Piotr Kolasiński, Politechnika Wroclawska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
9. dr inż. Krystian Krochmalny, Politechnika Wroclawska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
10. dr inż. Artur Machalski, Politechnika Wroclawska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
11. dr inż. Marcin Michalski, Politechnika Wroclawska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
12. dr hab. inż. Wojciech Moroń, Politechnika Wroclawska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
13. dr hab. inż. Magdalena Nemś, Politechnika Wroclawska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
14. dr hab. inż. Dorota Nowak-Woźny, Politechnika Wroclawska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
15. dr inż. Paweł Pacyga, Politechnika Wroclawska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław



16. prof. dr hab. inż. Halina Pawlak-Kruczek, Politechnika Wroclawska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wroclaw
17. dr inż. Paweł Rączka, Politechnika Wroclawska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wroclaw
18. dr inż. Stefan Reszewski, Politechnika Wroclawska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wroclaw
19. dr hab. inż. Sabina Rosiek-Pawłowska, Politechnika Wroclawska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wroclaw
20. dr hab. inż. Mieczysław Struś, Politechnika Wroclawska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wroclaw
21. dr inż. Przemysław Szulc, Politechnika Wroclawska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wroclaw
22. dr inż. Arkadiusz Szydełko, Politechnika Wroclawska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wroclaw
23. dr inż. Adam Świda, Politechnika Wroclawska, Wydział Informatyki i Zarządzania, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wroclaw
24. dr hab. inż. Arkadiusz Świerczok, Politechnika Wroclawska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wroclaw
25. dr inż. Monika Tkaczuk-Serafin, Politechnika Wroclawska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wroclaw

Osoby prowadzące zajęcia nie będące pracownikami Politechniki Wroclawskiej:

1. dr inż. Piotr Stawski, emerytowany pracownik Wydziału Elektrycznego Politechniki Wroclawskiej, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wroclaw
2. dr inż. Andrzej Vogt, emerytowany pracownik Wydziału Chemicznego Uniwersytetu Wroclawskiego, ul. Fryderyka Joliot-Curie 14, 50-383 Wroclaw
3. dr inż. arch. Justyna Juchimiuk, Uniwersytet Zielonogorski, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska, ul. Prof. Z. Szafrana 1, 65-516 Zielona Góra.

## V. Sposób obliczania ostatecznego wyniku Studiów Podyplomowych

### Studia Podyplomowe Energetyka Odnawialna

Zgodnie z Regulaminem Studiów Podyplomowych (Pismo Okólne 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  $\frac{2}{3}$  (np.  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{5}$ ,  $\frac{2}{3}$ ) ustala rada konsultacyjna 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 studiów podyplomowych</u>	<u>ocena wpisana 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”.