



Politechnika  
Wroclawska



POLITECHNIKA WROCLAWSKA  
WYDZIAŁ MECHANICZNO – ENERGETYCZNY

**STUDIA PODYPLOMOWE**  
ENERGETYKA ODNAWIALNA

Edycja 6  
2019 / 2020

**Organizatorzy:**

WYDZIAŁ MECHANICZNO – ENERGETYCZNY POLITECHNIKI WROCLAWSKIEJ  
CENTRUM KSZTAŁCENIA USTAWICZNEGO POLITECHNIKI WROCLAWSKIEJ

Wrocław, październik 2019

## **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 168 h zajęć (w tym 14 h przeznaczono na pracę końcową). Zajęcia odbywać się będą systemem dwudniowych zjazdów (sobota / niedziela) (6 – 8 godzin lekcyjnych dziennie), zajęcia nie będą realizowane w sierpniu 2020.

#### **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 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 (ZW

113/2017) 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  
Centrum Kształcenia Ustawicznego Politechniki Wrocławskiej

**Liczba punktów ECTS:**

58

**Opłata za studia podyplomowe:**

4 800 zł (cztery tysiące osiemset 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 – 10 słuchaczy, górny – 24 słuchaczy

**Warunki ukończenia studiów podyplomowych:**

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

**Termin zgłoszeń:**

25 listopada 2019 r.

**Data rozpoczęcia studiów podyplomowych:**

30 listopada 2019 r. (pod warunkiem zgłoszenia wymaganej liczby osób).

**Data zakończenia studiów podyplomowych:**

31 października 2020 r.

**Telefon kontaktowy:**

Kierownik studiów podyplomowych:

dr hab. inż. A. 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 (84 godz., 28 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 energetyki konwencjonalnej	wyk.	1	2
3.	Energetyka wiatrowa.	wyk.	2	8
4.	Energetyka wiatrowa - ćwiczenia obliczeniowe	ćwicz.	1	2
5.	Podstawy energetyki wodnej i geotermalnej.	wyk.	1	4
6.	Podstawy energetyki wodnej i geotermalnej.	ćwicz.	1	2
7.	Fotowoltaiczne źródła energii i energetyka słoneczna.	wyk.	2	8
8.	Fotowoltaiczne źródła energii i energetyka słoneczna – ćwiczenia obliczeniowe	ćwicz.	2	4
9.	Podstawy prawne i instrumenty finansowe wykorzystania OZE	wyk.	4	12
10.	Podstawy procesów konwersji energii ze źródeł odnawialnych	Wyk.	2	6
11.	Pompy ciepła.	wyk.	3	10
12.	Pompy ciepła	ćwicz.	2	4
13.	Pompy ciepła	lab.	2	4
14.	Gospodarowanie odpadami i wykorzystanie ich potencjału energetycznego	wyk.	2	6
15.	Energia odpadowa w przemyśle	wyk.	1	4
16.	Zarządzanie projektami i projektowaniem	wyk.	1	4

Semestr II (84 godz., 30 pkt. ECTS)

Lp.	Nazwa kursu	Forma kursu	Liczba punktów ECTS	Liczba godzin
1.	Współpraca OZE z siecią elektroenergetyczną	wyk.	1	4
2.	Magazynowanie energii i ogniwa paliwowe	wyk.	2	8
3.	Wyznaczanie bateryjnych zasobników energii	ćwicz.	1	2
4.	Charakterystyka rynku energii wykorzystującej OZE.	wyk.	3	10
5.	Biopaliwa ciekłe, biogazy i wodór.	wyk.	2	8
6.	Ekonomika inwestycji w energetyce wykorzystującej OZE	wyk.	2	8
7.	Projektowanie instalacji grzewczej i klimatyzacyjnej wykorzystującej OZE.	proj.	4	8
8.	Produkcja i wykorzystanie biopaliw stałych.	wyk.	3	10
9.	Turbiny wiatrowe	lab.	1	2
10.	Kolektory słoneczne	lab.	1	2
11.	Turbiny wodne	lab.	1	2
12.	Panele fotowoltaiczne	lab.	1	2
13.	Projektowanie i symulacje komputerowe pracy instalacji OZE	lab.	2	4
14.	Praca końcowa	zal.	7	14

## 2. Zestaw egzaminów w układzie semestralnym

Na podstawie egzaminów zaliczone zostaną następujące kursy:

Semestr I:

- Podstawy prawne i instrumenty finansowe wykorzystania odnawialnych źródeł energii  
- 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, znają 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.
Podstawy energetyki konwencjonalnej	Ma podstawową wiedzę na temat sektora energetycznego w Polsce. Wykazuje się wiedzą dotyczącą budowy konwencjonalnych siłowni ciepłych, tłumaczy zasadę działania podstawowych elementów elektrowni i elektrociepłowni. Identyfikuje działania „proekologiczne” realizowane w zakładach energetycznych.	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 przesyłowych 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 i geotermalnej	Ma wiedzę o zasobach energii wodnej; zna sposoby pozyskiwania energii wodnej i budowę oraz rodzaje elektrowni wodnych. Rozpoznaje podstawowe parametry pracy elektrowni i zna typy turbin wodnych. Ma wiedzę o istocie energii	Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu

	geotermalnej, możliwościach i warunkach wykorzystania wód geotermalnych oraz układach elektrowni geotermalnych.	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.
Podstawy prawne i instrumenty finansowe wykorzystania OZE	Wskazuje dokumenty UE w zakresie wykorzystania odnawialnych źródeł energii: prawo pierwotne: traktaty, prawo wtórne: Objaśnia pojęcia Białe i Zielone Księgi, rozporządzenia, dyrektywy, decyzje, zalecenia i opinie, „Mapy drogowe” (Roadmap) i kamienie milowe wykorzystania odnawialnych źródeł energii odnawialnej. Zrównoważony rozwój wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Adaptacja przepisów prawnych regulujących wykorzystanie energii ze źródeł odnawialnych w UE do warunków w Polsce. Wymienia procedury administracyjne i mechanizmy wsparcia wspomagające wykorzystanie energii z odnawialnych źródeł energii w Polsce.	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 ogniwo paliwowych; rozpoznaje zagadnienia związane z budową, technologią produkcji i materiałami ogniwo 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; Omawia produkty: ciekłe (etanol, biodiesel, metanol, olej roślinny, i olej pirolityczny), gazowe (biogaz (CO, H <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> ), syngaz (CO, H <sub>2</sub> ), substytuty gazu naturalnego (CH <sub>4</sub> )) i stałe (biokoks, torefikat). Przedstawia technologie produkcji z powyższych: chemikaliów, energii cieplnej, elektryczności i paliw transportowych. Omawia technologie konwersji biomasy: biochemiczne	Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.

	(fermentacja, enzymatyczna lub kwasowa hydroliza) i termochemiczne (spalanie, współspalanie, piroliza i torefikcja, zgazowanie, hydrotermiczne zgazowanie, upłynnianie).	
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.
Charakterystyka rynku energii wykorzystującego OZE.	Rozróżnia bariery w rozwoju wykorzystania energii z odnawialnych źródeł na rynkach: energii elektrycznej, ciepła i biogazu. Objasnia mechanizmy wsparcia i regulacje w zakresie wykorzystania energii z odnawialnych źródeł na rynkach: energii elektrycznej, ciepła i biogazu. Opisuje techniczne uwarunkowania przyłączania urządzeń wykorzystujących odnawialne źródła energii do sieci przesyłowej i dystrybucyjnej systemu energetycznego. Zna zagadnienia bezpieczeństwa dostaw energii z układów technologicznych wykorzystujących odnawialne źródła energii i sposoby magazynowania i wymiany energii pozyskiwanej z OZE. Objasnia pojęcia: ceny referencyjne, pomoc publiczna (PP), aukcje, ceny aukcyjne. Zna metody sprzedaży energii elektrycznej – giełda, broker, PPA, cena w systemie aukcyjnym, a pomoc inwestycyjna, TGE jako platforma rozliczeń dla systemów aukcyjnych	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.
Ekonomika inwestycji w energetyce wykorzystującej OZE	Opisuje metody oceny efektywności ekonomicznej inwestycji: metoda kosztów stałych, metodę przepływów pieniężnych netto (NPV, IRR) ocena inwestycji na podstawie analiz ekonomicznych modeli finansowych, wartość rezydualna projektu, determinanty opłacalności – CAPEX, OPEX, koszty finansowe, stopa kapitałowa, wymagana stopa	Zaliczenie na ocenę na podstawie kolokwium udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.



	<p>zwrotu nakładów inwestycyjnych i kosztów operacyjnych. Określa średnie koszty w okresie eksploatacji układu wykorzystującego odnawialne źródła energii : energii elektrycznej - LCOE, ciepła - LCOH, magazynowania energii elektrycznej i ciepła – LCOSE, LCOSH. Analizuje wrażliwość efektywności ekonomicznej spowodowaną przez zmianę głównych determinantów opłacalności. Opisuje źródła finansowania układów technologicznych wykorzystujących OZE: komercyjne kredyty bankowe – wymagania instytucji finansowych, udział własny inwestora w nakładach inwestycyjnych, zabezpieczenia kredytów, okres finansowania, prowizje, oprocentowanie, preferencyjne kredyty i pożyczki, dotacje (PP).</p>	
Energia odpadowa w przemyśle	<p>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.</p>	<p>Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.</p>
Gospodarowanie odpadami i wykorzystanie ich potencjału energetycznego	<p>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</p>	<p>Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.</p>
Zarządzanie projektami i projektowaniem	<p>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.</p>	<p>Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.</p>
Podstawy procesów konwersji energii ze źródeł odnawialnych	<p>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,</p>	<p>Zaliczenie na ocenę na podstawie obecności i aktywności na zajęciach udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.</p>

	termoelektryczność, generatory termojonowe) oraz metody obliczania wartości uzyskiwanej mocy elektrycznej w warunkach rzeczywistych; zna charakterystykę energetyczną wiatru oraz metody obliczania średniej mocy wiatru	
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 i geotermalnej (ćwicz.)	Szacuje efektywność energetyczną wykorzystania źródła energii odnawialnej o zadanej lokalizacji. Dokonuje doboru obiegu i czynnika roboczego, oblicza użyteczną moc elektryczną i cieplną i określa sprawności energetyczną źródła geotermalnego. Określa rodzaj budowli, dobiera turbinę, oblicza moc elektryczną i określa sprawność siłowni wodnej.	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	Zaliczenie na ocenę na podstawie wykonanego ćwiczenia obliczeniowego udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia

	słonecznych do obliczenia wymaganej dla danych warunków liczby kolektorów. Potrafi określić sposób budowy instalacji cieplnej lub elektrycznej wykorzystującej promieniowanie słoneczne.	przedmiotu.
Projektowanie instalacji grzewczej i klimatyzacyjnej wykorzystującej OZE (proj.)	Szacuje moc i zapotrzebowanie wybranego budynku jednorodzinnego na: energię elektryczną, chłód, ciepło grzewcze oraz ciepło do przygotowania CWU. Dobiera moc instalacji solarnej (kolektory słoneczne i panele fotowoltaiczne) oraz moc klimatyzatorów. Wykonuje obliczenia uzysku solarnego, wskaźnik pokrycia solarnego oraz sprawność systemu solarnego. Wykonuje obliczenia powierzchni kolektorów i paneli PV. Dobiera rezerwowe źródło ciepła (kocioł na biomasę) oraz oblicza zużycie paliwa. Wykonuje i analizuje uproszczone obliczenia efektywności ekonomicznej instalacji.	Zaliczenie na ocenę na podstawie wykonanego projektu, udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.
Magazynowanie energii (ćwiczenia)	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 szeregowe 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	Zaliczenie na ocenę na podstawie sprawozdań z laboratorium udokumentowane wpisem do

	wpływ kąta nachylenia łopatek wirnika oraz kształtu łopatek wirnika na pracę turbiny wiatrowej. Potrafi sporządzić bilans energetyczny turbiny wiatrowej.	indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.
Turbiny wodne (lab.)	Charakteryzuje budowę oraz zna zasady działania, a także podstawowych parametrów 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.	Zaliczenie na ocenę na podstawie sprawozdań z 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 z kolektorami słonecznymi i panelami fotowoltaicznymi korzystając z kart katalogowych produktów oraz danych pogodowych dostępnych na stronie Ministerstwa Inwestycji i Rozwoju.	Zaliczenie na ocenę na podstawie sprawozdań z laboratorium udokumentowane wpisem do indeksu i protokołu zaliczenia przedmiotu.

#### Efekty uczenia się w kategorii: KOMPETENCJE

<b>Nazwa przedmiotu</b>	<b>Efekt kształcenia</b>	<b>Sposób weryfikowania i dokumentacji</b>
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 godzin	Liczba punktów ECTS	Prowadzący
<b>I SEMESTR</b>					
1.	Odnawialne źródła energii – ekonomiczne i ekologiczne uwarunkowania ich wykorzystania.	wyk.	1	4	prof. dr hab. inż. Zbigniew Gnutek
2.	Podstawy energetyki konwencjonalnej	wyk.	1	2	dr hab. inż. Arkadiusz Świerczok
3.	Energetyka wiatrowa	wyk.	2	8	dr inż. Piotr Stawski
		ćwicz.	1	2	dr inż. Piotr Stawski
4.	Podstawy energetyki wodnej i geotermalnej	wyk.	1	4	prof. dr hab. inż. Krzysztof Jesionek
		ćwicz.	1	2	
5.	Fotowoltaiczne źródła energii i energetyka słoneczna.	wyk.	2	8	dr inż. Bogusław Biało
		ćwicz.	2	4	
6.	Podstawy prawne i instrumenty finansowe wykorzystania OZE	wyk.	4	12	dr inż. Henryk Wojciechowski, doc.
7.	Podstawy procesów konwersji energii ze źródeł odnawialnych	wyk.	2	6	dr hab. inż. Dorota Nowak-Woźny
6.	Pompy ciepła	wyk.	3	10	dr inż. Stefan Reszewski
		ćwicz.	2	4	dr inż. Stefan Reszewski dr inż. Bogusław Biało
		lab.	2	4	dr inż. Stefan Reszewski dr inż. Bogusław Biało
7.	Gospodarowanie odpadami i wykorzystanie ich potencjału energetycznego	wyk.	2	6	dr hab. inż. Wojciech Moroń
8.	Energia odpadowa w przemyśle	wyk.	1	4	dr hab. inż. Piotr Kolański
9.	Zarządzanie projektami i projektowaniem	wyk.	1	4	prof. dr hab. inż. Ryszard Rohatyński
<b>II SEMESTR</b>					
1.	Współpraca OZE z siecią elektroenergetyczną	wyk.	1	4	dr inż. Piotr Stawski

2.	Magazynowanie energii i ogniwa paliwowe	wyk.	2	8	dr inż. Kazimierz Herlender
3.	Wyznaczanie bateryjnych zasobników energii	ćwicz.	1	2	dr inż. Kazimierz Herlender
4.	Charakterystyka rynku energii wykorzystującej OZE.	wyk.	3	10	dr inż. Henryk Wojciechowski, doc.
5.	Biopaliwa ciekłe, biogazy i wodór.	wyk.	2	8	dr inż. Andrzej Vogt
6.	Ekonomika inwestycji w energetyce wykorzystującej OZE	wyk.	2	8	dr inż. Henryk Wojciechowski, doc.
7.	Projektowanie instalacji grzewczej i klimatyzacyjnej wykorzystującej OZE.	proj.	4	8	dr inż. Paweł Rączka
8.	Produkcja i wykorzystanie biopaliw stałych.	wyk.	3	10	prof. dr hab. inż. Wiesław Rybak
9.	Turbiny wiatrowe	lab.	1	2	dr inż. Przemysław Szulc mgr inż. Artur Machalski
10.	Kolektory słoneczne	lab.	1	2	dr inż. Magdalena Nemś dr hab. inż. Sabina Rosiek-Pawłowska
11.	Turbiny wodne	lab.	1	2	dr inż. Przemysław Szulc mgr inż. Artur Machalski
12.	Panele fotowoltaiczne	lab.	1	2	dr inż. Magdalena Nemś dr hab. inż. Sabina Rosiek-Pawłowska
13.	Projektowanie i symulacje komputerowe pracy instalacji OZE	lab.	2	4	dr inż. Artur Nemś dr inż. Bartosz Gil
14.	Praca końcowa	P	7	14	

### 3. Wykaz egzaminów obowiązkowych

Na podstawie egzaminów zaliczone zostaną następujące kursy:

- Podstawy prawne i instrumenty finansowe wykorzystania odnawialnych źródeł energii  
- 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 posiada do wykorzystania 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 inż. Bogusław Biało, Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
2. prof. dr hab. inż. Zbigniew Gnutek, Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
3. dr inż. Bartosz Gil, Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
4. dr inż. Kazimierz Herlender, Politechnika Wrocławska, Wydział Elektryczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
5. prof. dr hab. inż. Krzysztof Jesionek, Politechnika Wrocławska, Filia Politechniki Wrocławskiej w Wałbrzychu, ul. Armii Krajowej 78, 58-302 Wałbrzych
6. dr hab. inż. Piotr Kolasiński, Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
7. mgr inż. Artur Machalski, Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
8. dr hab. inż. Wojciech Moroń, Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
9. dr inż. Magdalena Nemś, Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
10. dr inż. Artur Nemś, Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
11. dr hab. inż. Dorota Nowak-Woźny, Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
12. dr inż. Paweł Rączka, Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
13. dr inż. Stefan Reszewski, Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
14. dr hab. inż. Sabina Rosiek-Pawłowska, Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
15. prof. dr hab. inż. Wiesław Rybak, Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław



16. dr inż. Przemysław Szulc, Politechnika Wroclawska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
17. dr hab. inż. Arkadiusz Świerczok, Politechnika Wroclawska, Wydział Mechaniczno-Energetyczny, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

Osoby prowadzące zajęcia nie będące pracownikami Politechniki Wroclawskiej:

1. prof. dr hab. inż. Ryszard Rohatyński, Wyższa Szkoła Bankowa we Wrocławiu, Wydział Finansów i Zarządzania, Instytut Logistyki, Fabryczna 29/31, 53-609 Wrocław.
2. dr inż. Piotr Stawski, emerytowany pracownik Wydziału Elektrycznego Politechniki Wroclawskiej, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
3. dr inż. Henryk Wojciechowski doc., emerytowany pracownik Wydziału Elektrycznego Politechniki Wroclawskiej, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
4. dr inż. Andrzej Vogt, emerytowany pracownik Wydziału Chemicznego Uniwersytetu Wroclawskiego, ul. Fryderyka Joliot-Curie 14, 50-383 Wrocław

**V. Sposób obliczania ostatecznego wyniku Studiów Podyplomowych**

Studia Podyplomowe  
**Energetyka Odnawialna**

Zgodnie z Regulaminem Studiów Podyplomowych (ZW 113 / 2017):

- 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):
  - średnia ważona ocen z przebiegu studiów podyplomowych jest nie niższa niż 4,90;
  - pracę końcową oceniono na ocenę co najmniej „bardzo dobry”;
  - zdał egzamin końcowy z wynikiem co najmniej „bardzo dobry”;
  - co najmniej jedna z ocen, o których mowa w punktach 2 i 3, jest oceną „celujący”;

ustala się ostateczny wynik studiów jako „celujący”.