

**KARTA PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	studia stacjonarne:	I-OZE1S-405b
	studia niestacjonarne:	I-OZE1N-N503
Nazwa przedmiotu	Instalacje fotowoltaiczne w układach hybrydowych	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Photovoltaic installations in hybrid systems	
Obowiązuje od roku akademickiego	2024/2025	

USYTUOWANIE PRZEDMIOTU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII
Poziom kształcenia	I stopień
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Forma i tryb prowadzenia studiów	Studia stacjonarne i niestacjonarne
Zakres	-
Jednostka prowadząca przedmiot	Katedra Fizyki Budowli i Energii Odnawialnej
Koordinator przedmiotu	dr inż. Katarzyna Stokowiec
Zatwierdził	prof. dr hab. inż. Tomasz Kozłowski

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	Przedmiot kierunkowy	
Status przedmiotu	Wybieralny	
Język prowadzenia zajęć	Polski	
Usytuowanie w planie studiów - semestr	studia stacjonarne	Semestr IV
	studia niestacjonarne	Semestr V
Wymagania wstępne		
Egzamin (TAK/NIE)	Tak	
Liczba punktów ECTS	5	

Forma prowadzenia zajęć		wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	inne
Liczba godzin w semestrze	studia stacjonarne:	30			30	
	studia niestacjonarne:	18			18	

**EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Ma zaawansowaną wiedzę na temat energetyki słonecznej w strukturze systemu elektroenergetycznego.	OZE1_W08
	W02	Zna różnice w budowie instalacji fotowoltaicznych i zna zasadę działania komponentów w nich zastosowanych, zna uwarunkowania projektowania instalacji w układach hybrydowych, w tym z pompami ciepła.	OZE1_W07 OZE1_W08 OZE1_W10
	W03	Ma wiedzę o podstawach projektowania instalacji on grid i off grid, zna źródła danych do projektowania.	OZE1_W08 OZE1_W10
	W04	Zna zaawansowane metody pomiarowe (inwazyjne i bezinwazyjne) i sposoby opisywania wyników.	OZE1_W13
Umiejętności	U01	Potrafi dobrać komponenty fotowoltaiczne do zadanych danych i sytuacji w lokalizacji projektowanej.	OZE1_U03 OZE1_U04 OZE1_U08 OZE1_U09 OZE1_U12
	U02	Potrafi samodzielnie dobrać i wykonać elementy infrastruktury elektrycznej i ich układy do zabezpieczenia instalacji fotowoltaicznej za pomocą dedykowanych narzędzi, potrafi zaprojektować wybrane elementy instalacji fotowoltaicznych zasilających elementy grzewcze.	OZE1_U03 OZE1_U04 OZE1_U08 OZE1_U09 OZE1_U12
	U03	Potrafi wykonać czynności pomiarowe za pomocą urządzeń pomiarowych, przeprowadzić badania termowizyjne i elektroluminescencyjne wraz z interpretacją uzyskanych wyników.	OZE1_U03 OZE1_U06
	U04	Potrafi wykonywać podstawowe czynności eksploatacyjne instalacji fotowoltaicznej (zaciągnąć złącza MC4, wykonać połączenia w rozdzielnicach RPV-AC i RPV-DC, rozpoznać błędy wykonawcze i wykonać czynności naprawcze).	OZE1_U03 OZE1_U13
	U05	Potrafi wykonać koncepcję instalacji PV, bazowy projekt wykonawczy, dokumentację odtwórczą, dokumentację naprawczą i wykonać pomiary odbiorcze instalacji PV wraz z opisaniem protokołu pomiarowego wg obowiązujących przepisów.	OZE1_U03 OZE1_U04 OZE1_U08 OZE1_U09 OZE1_U12
Kompetencje społeczne	K01	Jest gotów samodzielnie uzupełniać i poszerzać wiedzę w zakresie nowoczesnych procesów i technologii odnawialnych źródeł energii	OZE1_K02
	K02	Jest gotów do przekazywania społeczeństwu wiedzy na temat odnawialnych źródeł energii	OZE1_K04
	K03	Jest gotów do poniesienia odpowiedzialności za pracę własną oraz do zasięgania opinii ekspertów	OZE1_K03

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć	Treści programowe
wykład	<p>Umiejscowienie energetyki słonecznej (z wyszczególnieniem instalacji fotowoltaicznych) w rynku energetycznym lokalnym i światowym. Podział instalacji przez wzgląd na skalę, rodzaj pracy, budowę komponentów.</p> <p>Podstawy fizyczne energetyki słonecznej polegającej na konwersji energii słonecznej w elektryczną: parametry fizyczne zjawiska, budowa złącza P-N, charakterystyka energii prądu stałego i przemiennego. Zapoznanie studentów z zagrożeniem łukiem elektrycznym.</p> <p>Podział i opis komponentów budowy instalacji fotowoltaicznej on-grid i off-grid: charakterystyka pracy i budowa infrastruktury elektroinstalacji, normy i zalecenia zastosowania konkretnych rozwiązań technicznych, obliczenia doborowe komponentów instalacji fotowoltaicznych ze względu na moc, warunki pracy, stopień niezależności energetycznej obiektu i zewnętrzne wymogi infrastrukturalne.</p> <p>Wymogi odbiorcze instalacji fotowoltaicznych, wypełnienie protokołu odbiorczego i spełnienie wymogów opisanych w normach. Przedstawienie wymaganych pomiarów i metodologii ich wykonania.</p> <p>Obliczanie parametrów instalacji fotowoltaicznych w zmiennych warunkach atmosferycznych. Wpływ warunków meteorologicznych na odkształcenia krzywej U/I modułu, łańcuchów modułów instalacji fotowoltaicznej.</p> <p>Opis fizyczny bezdotykowych metod diagnostyki instalacji fotowoltaicznych. Podstawy fizycznej zjawisk wykorzystywanych w diagnostyce, metodologia odczytywania dysfunkcji instalacji, analiza stopnia progresji crackingu, metody diagnostyki i lokalizowania hot-spotów, elektroluminescencja i termowizja wg przepisów i norm. Możliwości wykorzystania w praktyce.</p> <p>Algorytm doboru komponentów instalacji PV. Wykorzystanie środowiska do projektowania zacienienia w 3D.</p> <p>Ochrona odgromowa instalacji fotowoltaicznych: analiza ryzyka, obliczenia prądu wyładowczego w zależności od LPS. Zagrożenie wynikające z zagrożeń przepięciowych. Recykling paneli fotowoltaicznych.</p> <p>Struktura finansowa budowy instalacji fotowoltaicznej w skali mikro i makro. Kosztorys budowy instalacji fotowoltaicznej w układzie hybrydowym i rachunek ekonomiczny. Zagadnienia finansowania recyklingu.</p> <p>Zapewnianie stopnia niezależności hybrydowej lub off-grid. Wykorzystanie instalacji off-grid do zasilania awaryjnego.</p> <p>Współpraca instalacji fotowoltaicznych z instalacjami zasilania budynków w c.w.u.</p>
projekt	<p>Obliczenie parametrów fizycznych instalacji fotowoltaicznej.</p> <p>Projekt instalacji fotowoltaicznej w układzie hybrydowym, obliczeń wg algorytmu doborowego, pomiarów diagnostyki bezinwazyjnej.</p> <p>Projekt rozdzielnic i przyłączy instalacji fotowoltaicznych wraz z zasilaniem elementów grzewczych, w tym grzałek w instalacji c.w.u.</p> <p>Projekt instalacji off-grid dla zadanego obiektu.</p> <p>Dokumentacja odbiorowa.</p>

**METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia					
	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Kolokwium	Projekt	Sprawozdanie	Inne: dyskusja
W01		X				
W02		X				
W03		X				
W04		X				
U01				X		
U02				X		
U03				X		
U04				X		
U05				X		
K01						X
K02						X
K03						X

FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

Forma zajęć	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	egzamin	Uzyskanie co najmniej 50% z egzaminu pisemnego.
projekt	zaliczenie z oceną	Uzyskanie co najmniej 50% z zaliczenia projektu.

**NAKŁAD PRACY STUDENTA**

Bilans punktów ECTS												
Lp.	Rodzaj aktywności	Obciążenie studenta										Jednostka
		studia stacjonarne					studia niestacjonarne					
		W	C	L	P	S	W	C	L	P	S	
1.	Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów	30			30		18			18		h
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	4			2		4			2		h
3.	Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	66					42					h
4.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	2,6					1,7					ECTS
5.	Liczba godzin samodzielnej pracy studenta	59					83					h
6.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy	2,4					3,3					ECTS
7.	Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym	63					63					h
8.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	2,5					2,5					ECTS
9.	Sumaryczne obciążenie pracą studenta	125					125					h
10.	Punkty ECTS za moduł <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>	5										ECTS

LITERATURA

1. Łoćocki H. (2011) ABC systemów fotowoltaicznych sprzężonych z siecią energetyczną, poradnik dla instalatorów, Wydawnictwo i Handel Książkami "KaBe", Krosno.
2. Roger A. (2010) Photovoltaic systems engineering, CRC Press / Taylor & Francis Group.
3. Klugmann-Radziemska E. (2010) Fotowoltaika w teorii i praktyce, Wydawnictwo BTC, Legonowo.
4. Sibiński M., Znajdek K. (2016) Przyrządy i instalacje fotowoltaiczne, PWN, Warszawa.
5. Szymański B. (2013) Instalacje fotowoltaiczne: teoria, praktyka, prawo, ekonomia, Geosystem Burek, Kotyza, Kraków.
6. Sarniak M.T. (2015) Budowa i eksploatacja systemów fotowoltaicznych, Grupa MEDIUM, Warszawa.

