

**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	<b>Helioelektrownie</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Large solar power plants
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Odnawialne Źródła Energii
Specjalność (jeśli dotyczy):	Przemysłowe instalacje OZE
Poziom i forma studiów:	I stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	Wybieralny/specjalnościowy
Kod przedmiotu:	W09OZE-SI2356
Grupa kursów:	Nie

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			15	15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			60	30
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę			zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2			2	1
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	1
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1			1,5	0,75

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH****CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – Zapoznanie studentów z podstawowymi informacjami dotyczącymi wysokotemperaturowych systemów konwersji promieniowania słonecznego.
- C2 – Zapoznanie z podstawowymi informacjami dotyczącymi współczesnych farm fotowoltaicznych.
- C3 – Zapoznanie z informacjami dotyczącymi wysokotemperaturowych magazynów energii stosowanych w helioelektrowniach.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 – Posiada wiedzę na temat budowy oraz zasady działania słonecznych instalacjach energetycznych z kolektorami skupiającymi.

PEU\_W02 – Posiada wiedzę na temat budowy, zasady działania helioelektrowni typu wieżowego.

PEU\_W03 – Posiada wiedzę na temat wysokotemperaturowych magazynów energii dla elektrowni słonecznych.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 – Potrafi przedstawić urządzenia wchodzące w skład wysokotemperaturowych systemów konwersji promieniowania słonecznego oraz farm fotowoltaicznych.

PEU\_U02 – Potrafi określić wymagania operacyjne, optyczne oraz wytrzymałościowe jakie winny spełniać urządzenia wchodzące w skład helioelektrowni.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Sprawy organizacyjne. Wykład wprowadzający.	2
Wy2- Wy13	Instalacje koncentratorów parabolicznych - budowa, działanie i utrzymanie. Wysokotemperaturowe magazyny energii stosowane w słonecznych instalacjach energetycznych z kolektorami skupiającymi. Podstawowe kryteria doboru parametrów konstrukcyjnych słonecznych instalacjach energetycznych z kolektorami skupiającymi. Przykładowe rodzaje zastosowania układów koncentratorów parabolicznych. Charakterystyka heliostatów - budowa, działanie i utrzymanie. Wysokotemperaturowe magazyny energii stosowane w słonecznych elektrowniach typu wieża. Podstawowe kryteria doboru parametrów konstrukcyjnych słonecznych elektrowni typu wieża. Przykładowe systemy elektrowni słonecznych typu wieża. Silniki Stirlinga w elektrowni słonecznej. Współczesne farmy fotowoltaiczne - budowa, sprawności i utrzymanie. Dokumenty normatywne używane do certyfikowania modułów fotowoltaicznych. Odbiór systemu fotowoltaicznego – procedury i dokumentacja. Walory ekologiczne i zagadnienia społeczne związane z budową i eksploatacją elektrowni słonecznych. Najnowsze trendy w zakresie instalacji słonecznych.	26
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Zakres projektu, warunki zaliczenia, literatura. Przydzielenie indywidualnych tematów projektowych studentom.	1
Pr2- Pr5	Omówienie i przybliżenie zagadnień poruszanych w projektach. Indywidualna praca studentów nad projektami. Metodologia projektowania helioelektrowni.	8
Pr6- Pr7	Dyskusja bieżących problemów projektowych. Indywidualna praca studentów nad projektami. Przygotowanie projektu i prezentacji.	4
Pr8	Prezentacja i oddanie gotowych projektów przez studentów.	2
	Suma godzin	<b>15</b>

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Sprawy organizacyjne. Wprowadzenie do zajęć.	1
Se2	Struktura krajowego systemu energetycznego. Planowanie rozwoju systemu	2

	energetycznego uwzględniając budowę i eksploatację helioelektrowni.	
Se3	Dobór rodzaju helioelektrowni do krajowych warunków klimatycznych.	2
Se4	Monitorowanie i diagnostyka helioelektrowni.	2
Se5	Sterowanie helioelektrownią.	2
Se6	Podstawowe kryteria klasyfikacji kosztów budowlanych i eksploatacyjnych helioelektrowni.	2
Se7	Ocena cyklu życia helioelektrowni.	2
Se8	Problemy eksploatacyjne.	2
	Suma godzin	<b>15</b>

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1. Wykład informacyjny. N2. Prezentacja multimedialna wykładu. N3. Prezentacja projektu. N4. Prezentacje zagadnień przygotowanych przez studentów na seminarium. N5. Konsultacje. N6. Praca własna studentów – przygotowanie do zaliczenia.	

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ - wykład

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEU_W01-PEU_W03	Zaliczenie na ocenę

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ - projekt

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEU_U01 - PEU_U02	Oddanie projektu końcowego

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ -seminarium

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEU_U01 ÷ PEU_U02	Prezentacje wybranych zagadnień wygłaszane przez studentów.
F2		Aktywność studentów w dyskusji.
P = (F1+F2)/2		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Z. Pluta, Podstawy teoretyczne fototermicznej konwersji energii słonecznej, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2013
- [2] J.A. Duffie, W.A. Beckman, Solar engineering of thermal processes , 4th Edition, John Wiley & Sons, 2013
- [3] S. Kalogirou, Solar Energy Engineering: Processes and Systems, Academic Press, 2013
- [4] A. S. Pidaparathi, Heliostat Cost Reduction for Power Tower Plants, LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] W.M. Lewandowski, E. Klugmann-Radziemska, Proekologiczne odnawialne źródła energii. Kompendium, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2020
- [2] K. Lovegrove, W. Stein, Concentrating Solar Power Technology. Principle, Development, and Applications, Woodhead Publishing, 2012
- [3] J. Ballestrín, M. Casanova, R. Monterreal, J. Fernández-Reche, E. Setien, J. Rodríguez, J. Galindo, F.J. Barbero, F.J. Batlles, Simplifying the measurement of high solar irradiance on receivers. Application to solar tower plants, Renewable Energy, 138, 551-56, 2019
- [4] J. Ballestrín, E. Carra, R. Monterreal, R. Enrique, J. Polo, J. Fernández-Reche, J. Barbero, A. Marzo, J. Alonso-Montesinos, G. López, F.J. Batlles, One year of solar extinction measurements at Plataforma Solar de Almería. Application to solar tower plants.. Renewable Energy, 136, 1002-1011, 2019
- [5] Ballestrín, J., Monterreal, R., Carra, M.E., Fernández-Reche, J., Polo, J., Enrique, R., Rodríguez, J., Casanova, M., Barbero, F.J., Alonso-Montesinos, J., López, G., Bosch, J.L., Batlles, F.J., Marzo, A. Solar extinction measurement system based on digital cameras, Application to solar tower plants Renewable Energy, 125, pp. 648-654, 2018
- [6] J. Alonso-Montesinos, J. Polo, J. Ballestrín, F.J. Batlles, C. Portillo, Impact of DNI forecasting on CSP tower plant power production, Renewable Energy, 138, 368-377, 2019
- [7] E.F. Camacho, A.J. Gallego, A.J. Sánchez, M. Berenguel. Incremental state-space model predictive control of a Fresnel solar collector, Energies, 13, 3, 2019
- [8] J.A. Carballo, J. Bonilla, M. Berenguel, P. Palenzuela, Parabolic trough collector field dynamic model: Validation, energetic and exergetic analyses, Applied Thermal Engineering, 148, 777-786, 2019
- [9] J.A. Carballo, J. Bonilla, M. Berenguel, J. Fernández-Reche, G. García, New approach for solar tracking systems based on computer vision, low cost hardware and deep learning. Renewable Energy, 133, 1158-1166, 2019
- [10] N.C. Cruz, R. J.D. Álvarez, J.L. Redondo, M. Berenguel, P.M. Ortigosa, A two-layered solution for automatic heliostat aiming, Engineering Applications of Artificial Intelligence, 72, 253-266, 2018

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Dr inż. Paweł Pacyga, pawel.pacyga@pwr.edu.pl