

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim: SYSTEMY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNYCH I KOLEKTORÓW SŁONECZNYCH							Kod przedmiotu: KNT/ZIP-IIP/PIOZE/24		
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: PHOTOVOLTAIC INSTALLATIONS AND SOLAR COLECTORS									
Kierunek studiów: Zarządzanie i inżynieria produkcji			Profil: praktyczny				Poziom studiów: II stopień		
Specjalność/specjalizacja: Przemysłowe instalacje OZE			Forma zaliczenia przedmiotu: egzamin				Semestr studiów: 3		
Nazwa grupy zajęć: zajęcia specjalnościowe			Język w jakim prowadzone są zajęcia: polski						
Tryb studiów	Forma zajęć							Ogólna liczba godzin	Liczba punktów ECTS:
	W	Ćw.	Konw.	Lab.	Proj.	Sem.	Zajęcia terenowe		
Tryb stacjonarny	30	-	-	9	15	-	-	54	
Tryb niestacjonarny	30	-	-	9	15	-	-	54	
Jednostka realizująca przedmiot, wydział: Kolegium Nauk Technicznych									
Odpowiedzialny za opracowanie karty przedmiotu (tytuł/stopień naukowy, imię i nazwisko, adres e-mail): dr inż. Mariusz Twardawa, mtwardawa@wszop.edu.pl									
CEL PRZEDMIOTU									
C1.	Przedstawienie studentom możliwości energetycznego wykorzystania promieniowania słonecznego. Przedstawienie studentom zasady działania zjawiska fotowoltaicznego.								
C2.	Przekazanie wiedzy na temat budowy, zasady działania oraz klasyfikacji komponentów systemów fotowoltaicznych i kolektorów słonecznych, z uwzględnieniem technologii wykorzystywanych w obiektach przemysłowych i budowlanych.								
C3.	Wyposażenie studentów w umiejętność doboru mocy i komponentów instalacji PV i kolektorów słonecznych na podstawie analizy zużycia energii i CWU w budynku.								
C4.	Nabycie umiejętności pomiaru i oceny parametrów pracy instalacji fotowoltaicznej oraz kolektorów cieczowych z wykorzystaniem aparatury laboratoryjnej.								
C5.	Rozwijanie umiejętności prowadzenia symulacji technicznych i energetycznych w programie inżynierskim, a także opracowywania kompleksowego bilansu energetycznego dla budynku.								
WYMAGANIA WSTĘPNE									
1.	Wiedza z zakresu elektrotechniki, termodynamiki								
2.	Wiedza z zakresu ogrzewnictwa, wentylacji i klimatyzacji								

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ		METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ	ODNIESIENIE DO:	
			TREŚCI PROGRAMOWYCH	KIERUNKOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ
EU1	Student zna budowę, zasadę działania i konfigurację instalacji PV i kolektorów słonecznych oraz ich główne komponenty i funkcje.	egzamin pisemny (pytania otwarte)	W1-W10	ZIP_KW_04
EU2	Student potrafi analizować czynniki wpływające na efektywność instalacji OZE (PV i solarnej) i interpretować straty systemowe oraz uzyskać energetyczne.	egzamin pisemny (pytania otwarte) kolokwium całościowe zadania projektowe	W3, W4, W5, W8, L1-L3 P4	ZIP_KU_01
EU3	Student potrafi dobrać podstawowe elementy instalacji PV i kolektorów słonecznych na podstawie danych katalogowych, warunków lokalnych i zapotrzebowania.	egzamin pisemny (pytania otwarte) sprawozdanie z laboratorium projekt	W4, W5, W7, W8, P1-P4	ZIP_KU_02
EU4	Student potrafi przygotować uproszczoną dokumentację techniczną oraz schematy instalacji PV i kolektorowej.	egzamin pisemny (pytania otwarte) sprawozdanie z laboratorium projekt	W4, W5, W8, W9, W10 L3 P5	ZIP_KU_07
EU5	Student potrafi zaprezentować wyniki doboru komponentów instalacji PV i solarnej, uzasadnić przyjęte rozwiązania oraz współpracować w zespole projektowym.	projekt sprawozdanie z laboratorium	P5 L1, L2	ZIP_KU_02,

TREŚCI PROGRAMOWE

L.p.	WYKŁAD	Liczba godzin	
		S	N
W1	Wprowadzenie do energetyki odnawialnej. Źródła zeroemisyjne, pogodowo-zależne. Podział na odnawialne zasoby i odnawialne źródła energii. Przegląd OZE w Polsce w ujęciu historycznym. Wzrost znaczenia pogodowo-zależnych źródeł (VRE) oraz wyzwania inwestycyjne związane z ich integracją z systemem elektroenergetycznym.	3	3
W2	Podstawy funkcjonowania systemu elektroenergetycznego. Rozwój i obecny stan elektroenergetyki w Polsce i na świecie. Transformacja systemu elektroenergetycznego w kierunku źródeł rozproszonych i odnawialnych. Zasady działania rynku energii elektrycznej w Polsce.	3	3
W3	Podstawy fotowoltaiki. Charakterystyka promieniowania słonecznego i uwarunkowania geograficzne. Właściwości materiałów półprzewodnikowych stosowanych w PV. Zasada działania złącza p-n i podstawowe typy ogniw fotowoltaicznych.	3	3
W4	Elementy składowe instalacji fotowoltaicznych. Panele PV, falowniki, optymalizatory. Budowa i parametry modułów PV. Rodzaje i funkcje falowników. Rola optymalizatorów mocy w zwiększaniu wydajności. Przegląd pozostałych elementów systemu: konstrukcje, zabezpieczenia, liczniki, okablowanie.	3	3
W5	Projektowanie systemów PV. Aspekty techniczne i bezpieczeństwo instalacji. Zasady doboru mocy instalacji fotowoltaicznej na podstawie profilu zużycia energii w obiekcie. Zagadnienia związane z bezpieczeństwem montażu i eksploatacji systemów PV, w tym przepisy BHP, wymagania dotyczące pracy na wysokości oraz zagrożenia porażeniowe. Przegląd podstawowych zabezpieczeń elektrycznych i przepięciowych. Omówienie wymagań dotyczących ochrony przeciwpożarowej instalacji PV oraz dokumentacji wymaganej przez służby techniczne i Straż Pożarną.	3	3
W6	Wprowadzenie do kolektorów słonecznych. Zasada działania kolektorów słonecznych i różnice między konwersją fotowoltaiczną a termiczną. Przegląd typów kolektorów: płaskie, próżniowe, koncentratory. Obszary zastosowań w obiektach budowlanych i przemysłowych.	3	3

W7	Budowa i działanie kolektorów cieczowych i próżniowych. Elementy konstrukcyjne kolektorów: absorber, obudowa, przeszklenie, izolacja. Parametry techniczne, sprawność i wpływ warunków pracy na wydajność systemu. Różnice między kolektorami płaskimi i próżniowymi.	3	3
W8	Dobór i projektowanie instalacji kolektorów słonecznych. Wyznaczanie zapotrzebowania na CWU. Dobór powierzchni czynnej kolektorów, pojemności zasobnika, układu obiegowego i automatyki. Zasady lokalizacji instalacji i uwzględnianie strat systemowych.	3	3
W9	Analiza energetyczna i ekonomiczna instalacji kolektorów słonecznych. Obliczanie pokrycia zapotrzebowania na CWU. Sezonowa produkcja energii cieplnej. Ocena opłacalności inwestycji, koszty eksploatacyjne, wskaźniki efektywności ekonomicznej.	3	3
W10	Integracja systemów PV i kolektorów z magazynami energii i ciepła. Rodzaje magazynów energii elektrycznej i cieplnej. Dobór i zastosowanie magazynów w instalacjach OZE. Sterowanie, bilansowanie, zwiększanie autokonsumpcji i niezależności energetycznej.	3	3
RAZEM		30	30
FORMA I KRYTERIA ZALICZENIA WYKŁADU: egzamin pisemny (pytania otwarte) - ocena ilościowa.			

L.p.	LABORATORIUM	Liczba godzin	
		S	N
L1	Wyznaczanie charakterystyki prądowo-napięciowej ogniwa PV. Pomiar napięcia jałowego, prądu zwarcia, punktu mocy maksymalnej oraz obliczanie sprawności modułu w warunkach rzeczywistych. Analiza wpływu warunków otoczenia (nasłonecznienie, temperatura) na wydajność panelu.	3	3
L2	Wyznaczanie chwilowego uzysku ciepła oraz szacowanie sprawności kolektora w zależności od warunków pogodowych. Analiza pracy komponentów systemu solarnego.	3	3
L3	Wykorzystanie dostępnego oprogramowania do określania poziomu promieniowania słonecznego w wybranych lokalizacjach geograficznych. Symulacja wpływu kąta nachylenia i orientacji instalacji PV i kolektorów słonecznych na roczny i sezonowy uzysk energii.	3	3
RAZEM		9	9

FORMA I KRYTERIA ZALICZENIA LABORATORIUM: sprawozdania z pracy zespołowej - ocena jakościowa, kolokwium całościowe - ocena ilościowa.

L.p.	ZAJĘCIA PROJEKTOWE	Liczba godzin	
		S	N
P1	Zebranie danych o wybranym budynku: typ, lokalizacja, powierzchnia całkowita i dachowa, liczba użytkowników, charakterystyka systemów grzewczych i izolacyjnych. Określenie profilu zużycia energii elektrycznej, ciepłej oraz CWU na podstawie danych wejściowych, założeń normatywnych lub szacunków użytkowych.	3	3
P2	Wyznaczenie rocznego i miesięcznego zapotrzebowania na energię elektryczną i ciepłą. Przygotowanie sezonowego profilu zużycia energii i CWU z uwzględnieniem charakterystyki użytkownika obiektu. Stworzenie profilu godzinowego zużycia energii jako bazy do dalszych obliczeń projektowych.	3	3
P3	Dobór mocy instalacji PV odpowiedniej do zapotrzebowania budynku. Określenie dostępnej powierzchni montażowej i symulacja produkcji energii elektrycznej z wykorzystaniem programu nPro. Analiza autokonsumpcji i eksportu energii do sieci, porównanie wariantów w zależności od orientacji, kąta nachylenia i miejsca montażu. Opcjonalnie: dobór magazynu energii.	3	3
P4	Dobór liczby i powierzchni kolektorów słonecznych do pokrycia zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową. Dobór pojemności zasobnika CWU oraz określenie parametrów eksploatacyjnych systemu. Symulacja produkcji ciepła w układzie solarnym z analizą miesięcznych uzysków i efektywności systemu. Rozważenie możliwości integracji z pompą ciepła (opcjonalnie).	3	3
P5	Zestawienie i porównanie wyników symulacji dla różnych wariantów projektowych. Ocena kosztów inwestycyjnych, efektywności ekonomicznej oraz wpływu systemu OZE na środowisko. Weryfikacja wykonanych analiz i opracowanie raportu końcowego.	3	3
RAZEM		15	15

FORMA I KRYTERIA ZALICZENIA ZAJĘĆ PROJEKTOWYCH: projekt - ocena jakościowa.

METODY I FORMY DYDAKTYCZNE

1.	wykład informacyjny
2.	ćwiczenia praktyczne
3.	ćwiczenia laboratoryjne
4.	metoda projektów

NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1.	prezentacja multimedialna
2.	laboratorium OZE
3.	laboratorium komputerowe

OPROGRAMOWANIE

1.	nPro Energy
2.	PV*Sol
3.	Dostępne programowanie online: Solar Global Atlas, PVGIS

OBCIĄŻENIE STUDENTA PRACĄ			
Forma aktywności		Liczba godzin na zrealizowanie aktywności	
		tryb stacjonarny	tryb niestacjonarny
1.	godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim	54	54
2.	samodzielne przygotowanie się do zajęć	10	10
3.	wykonanie sprawozdań/projektu	14	14
4.	przygotowanie do zaliczenia/egzaminu	10	10
5.	konsultacje	5	5
6.	zapoznanie się z literaturą	5	5
7.	zaliczenie/egzamin	2	2
SUMA GODZIN		100	100
LICZBA PUNKTÓW ECTS		4	4
LITERATURA PODSTAWOWA			
1.	Jastrzębska G.: <i>Ogniwa słoneczne. Budowa, technologia i zastosowanie</i> , wyd. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, 2024		
2.	Chwieduk D.: <i>Energetyka słoneczna budynku</i> , wyd. Arkady, 2011		
3.	Katolik Z.: <i>Wykorzystanie energii słonecznej (OZE)</i> , wyd. Polcen, 2021		
4.	Wiśniewski G., Gołębiowski S., Gryciuk M., Kurowski K., Więcka A.: <i>Kolektory słoneczne</i> , wyd. Medium, 2008		
LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA I ŹRÓDŁA PRAWA			
1.	Szymański B.: <i>Instalacje Fotowoltaiczne</i> , wyd. Globenergia, 2023		
2.	Sarnik M.T.: <i>Systemy fotowoltaiczne</i> , wyd. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2019		
3.	Marszałek K., Dyndał K., Lewińska G.: <i>Fotowoltaika</i> , AGH Kraków, 2024		
4.	Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU nr 75/200, poz. 690, z późn. zm.).		
5.	PN-EN 15316-4-3:2007 Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania zapotrzebowania na ciepło i oceny sprawności instalacji. Część 4–3: Źródła ciepła, ciepłne instalacje solarne.		
INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE:			
1.	PLATFORMA MOODLE zawiera: ▪ materiały dydaktyczne do przedmiotu ▪ przedmiotowe efekty uczenia się ▪ zalecaną literaturę ▪ warunki i kryteria zaliczenia przedmiotu		
2.	BIBLIOTEKA WSZOP zapewnia literaturę podstawową do przedmiotu oraz wybrane pozycje literatury uzupełniającej, w tym dostęp do zbiorów cyfrowych i Platformy IBUK Libra		
3.	ELEKTRONICZNY NIEZBĘDNIK STUDENTA zawiera: ▪ kierunkowe efekty uczenia się ▪ karty przedmiotów ▪ terminy konsultacji nauczycieli akademickich		
4.	WIRTUALNY DZIEKANAT zawiera: ▪ harmonogram zajęć na bieżący semestr ▪ harmonogram sesji egzaminacyjnej ▪ ogłoszenia dotyczące organizacji roku akademickiego		
5.	Ocena osiągnięcia zakładanych efektów uczenia się z wykorzystaniem metod weryfikacji wymagających oceny jakościowej oznacza, że zakładane efekty zostały osiągnięte: ▪ w pełni – ocena bardzo dobry ▪ z niewielkimi niedociągnięciami – ocena dobry plus ▪ z brakami, które można uzupełnić – ocena dobry ▪ z istotnymi brakami, które można uzupełnić – ocena dostateczny plus ▪ z istotnymi brakami na minimalnym poziomie – ocena dostateczny lub ▪ nie zostały osiągnięte – ocena niedostateczny.		

6.	Ocena osiągnięcia zakładanych efektów uczenia się z wykorzystaniem metod weryfikacji wymagających oceny ilościowej oznacza, że zakładane efekty zostały osiągnięte: ▪ 91-100% sumy – ocena bardzo dobry ▪ 81-90% – ocena dobry plus ▪ 71-80% – ocena dobry ▪ 61-70% – ocena dostateczny plus ▪ 51-60% – ocena dostateczny lub ▪ 50% i mniej – ocena niedostateczny.
7.	Terminy egzaminów uzgadnia starosta roku z prowadzącym zajęcia
8.	Karta przedmiotu obowiązuje od roku akademickiego 2023/24

