Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

Karta przedmiotu

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2020/2021

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Kierunek studiów: Inżynieria Środowiska — Profil: Ogólnoakademicki

Forma sudiów: niestacjonarne — Kod kierunku: IŚ2

Stopień studiów: II

Specjalności: Ciepłownictwo, ogrzewnictwo, wentylacja i klimatyzacja

1 Informacje o przedmiocie

Nazwa przedmiotu	Instalacje solarne i fotowoltaiczne
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Solar and photovoltaic installations
Kod przedmiotu	WIŚIE IŚ2 oIIN C13 20/21
Kategoria przedmiotu	Przedmioty kierunkowe
Liczba punktów ECTS	5.00
Semestry	3

2 Rodzaj zajęć, liczba godzin w planie studiów

Semestr	Wykład	Cwiczenia	Laboratoria	Laboratoria komputerowe	Projekt	Seminarium
3	18	3	6	0	9	0

3 Cele przedmiotu

Cel 1 Cel przedmiotu 1 Zdobycie wiedzy na temat bilansowania i oceny zasobów promieniowania słonecznego wykorzystywanego przez instalacje solarne,

Cel 2 Cel przedmiotu 2 Poznanie zasad funkcjonowania systemów i instalacji wykorzystujących energię słoneczną. Zasady doboru i wymiarowania elementów instalacji

Cel 3 Cel przedmiotu 3 Poznanie budowy i zasady działania kolektorów słonecznych i paneli fotowoltaicznych. Umiejętność oceny parametrów technicznych urządzeń

4 Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

1 Wymaganie 1 Podstawy trygonometrii

2 Wymaganie 2 Podstawy wymiany ciepła

3 Wymaganie 3 Podstawy elektrotechniki

5 Efekty kształcenia

EK1 Wiedza Student ma wiedzę na temat promieniowania słonecznego, sposobów jego bilansowania oraz sposobów obliczania promieniowania dostępnego dla urządzeń wykorzystujących energię słoneczną

EK2 Wiedza Student zna budowę kolektorów i paneli fotowoltaicznych, zasadę ich działania oraz sposoby magazynowania i wykorzystania pozyskiwanej energii.

EK3 Umiejętności Student potrafi zaprojektować instalację grzewczą wyposażoną w kolektory słoneczne oraz określić stopień pokrycia zapotrzebowania ciepła przez instalację oraz dokonać oceny ekonomicznej zastosowanego rozwiązania

EK4 Kompetencje społeczne Student posiada kompetencje do promowania instalacji opartych o odnawialne zasoby energii, w oparciu o nabytą wiedzę i umiejętności

6 Treści programowe

Projekt		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
P1	Projekt instalacji przygotowującej ciepłą wodę użytkową. Optymalny dobór kolektorów do instalacji. Dobór pozostałych elementów instalacji solarnej. Analiza parametrów dobranych kolektorów. Analiza kosztów i opłacalności instalacji solarnej. Obliczenia stopnia pokrycia zapotrzebowania ciepła przez instalację solarną zgodnie z PnEn. Wykorzystanie programów komputerowych	9

Wykład		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
W1	Promieniowanie słoneczne. Zasoby energii słonecznej dostępne dla instalacji. Źródła danych o promieniowaniu. Konwencje oznaczeń. Promieniowanie bezpośrednie i rozproszone. Posługiwanie się bazą danych meteorologicznych.	1
W2	Geometria promieniowania słonecznego. Modele rozkładu promieniowania. Korelacje statystyczne pomiędzy składowymi promieniowania. Bilans promieniowania padającego na dowolnie zorientowane płaszczyzny	2

Wykład		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
W3	Absorpcja promieniowania. Powłoki absorpcyjne. Charakterystyki kątowe parametrów.Przepuszczalność osłon przezroczystych kolektorów płaskich i rurowych. Sprawność optyczna kolektorów	1
W4	Kolektory płaskie. Teoretyczne podstawy budowy i przepływu ciepła w kolektorze. Geometrie kolektorów płaskich. Parametry użytkowe. Sprawność cieplna kolektorów. Budowa kolektorów próżniowych. Kolektory U. Kolektory z rurką cieplną "Heat Pipe". Kolektory skupiające	2
W5	Projektowanie elementów instalacji solarnych. Dobór powierzchni kolektorów. Sieć przewodów, połączenia hydrauliczne zestawów kolektorów. Systemy zabezpieczeń.Stopień pokrycia zapotrzebowania ciepła przez energie słoneczną. Korelacyjne i symulacyjne metody obliczeniowe. Metoda f-chart	2
W6	Instalacje ogrzewające ciepłą wodę użytkową oraz wspomagające ogrzewanie. Przegląd schematów instalacji	2
W7	Sposoby magazynowania energii cieplnej pozyskanej w instalacjach solarnych. Zasobniki wodne. Akumulacja w ciałach stałych. Wykorzystanie przemian fazowych (PCM)	2
W8	Zjawisko fotoelektryczne. Ogniwa fotowoltaiczne: rodzaje, budowa, charakterystyki I/U, P/UStany pracy ogniwa: stan jałowy, stan zwarcia, stan obciążenia; punkt pracy i MPPT. Szeregowa i równoległa praca ogniw fotowoltaicznych. Zabezpieczenia w instalacjach fotowoltaicznych	3
W9	Instalacje off-grid i on-grid. Zagadnienia przyłączania instalacji PV do sieci energetycznej (KSE). Akumulacja energii elektrycznej. Akumulatory i regulatory ładowania. Przetwarzanie energii elektrycznej. Inwertery on-grid i off-grid. Przetwornice DC/DC	3

Laboratoria		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
L1	Wyznaczanie charakterystyk P/U i I/U panelu fotowoltaicznego.Badanie przetwornicy DC/DC oraz badanie inwertera w układzie o-grid.Akumulacja energii elektrycznej z zastosowaniem akumulatora VRLA i solarnego regulatora ładowania.	6

Cwiczenia		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
C1	Obliczenia związane z geometrią i bilansowaniem promieniowania słonecznego. Obliczanie sprawności kolektora	3

7 Narzędzia dydaktyczne

N1 Wykłady

N2 Zadania tablicowe

N3 Prezentacje multimedialne

N4 Ćwiczenia laboratoryjne

N5 e-kurs

8 Obciążenie pracą studenta

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	36
Konsultacje przedmiotowe	5
Egzaminy i zaliczenia w sesji	5
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	25
Opracowanie wyników	5
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	10
opracowanie zadań z e-kursu	40
Sumaryczna liczba godzin dla przedmiotu wynikająca z całego nakładu pracy studenta	**126**
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu	5.00

9 Sposoby oceny

Ocena formująca

F1 ocena projektu indywidualnego realizowanego w formie odrębnych zadań etapowych

F2 test

Ocena podsumowująca

P1 średnia ważona ocen formujących

Warunki zaliczenia przedmiotu

W1 wykonany projekt

W3 test zaliczeniowy

Ocena aktywności bez udziału nauczyciela

B1 wykonanie projektu i zadanych ćwiczeń obliczeniowych

B2 ocena aktywności w e-kursie

Kryteria oceny

Efekt kształcenia 1	
Na ocenę 2.0	Mniej niż 50% punktów uzyskanych przy ocenie wiedzy z danego zakresu
Na ocenę 3.0	Co najmniej 50% punktów uzyskanych przy ocenie wiedzy z danego zakresu
Na ocenę 3.5	Co najmniej 60% punktów uzyskanych przy ocenie wiedzy z danego zakresu
Na ocenę 4.0	Co najmniej 70% punktów uzyskanych przy ocenie wiedzy z danego zakresu
Na ocenę 4.5	Co najmniej 80% punktów uzyskanych przy ocenie wiedzy z danego zakresu
Na ocenę 5.0	Co najmniej 90% punktów uzyskanych przy ocenie wiedzy z danego zakresu
Efekt kształcenia 2	
Na ocenę 2.0	Mniej niż 50% punktów uzyskanych przy ocenie wiedzy z danego zakresu
Na ocenę 3.0	Co najmniej 50% punktów uzyskanych przy ocenie wiedzy z danego zakresu
Na ocenę 3.5	Co najmniej 60% punktów uzyskanych przy ocenie wiedzy z danego zakresu
Na ocenę 4.0	Co najmniej 70% punktów uzyskanych przy ocenie wiedzy z danego zakresu
Na ocenę 4.5	Co najmniej 80% punktów uzyskanych przy ocenie wiedzy z danego zakresu
Na ocenę 5.0	Co najmniej 90% punktów uzyskanych przy ocenie wiedzy z danego zakresu
Efekt kształcenia 3	
Na ocenę 2.0	Mniej niż 50% punktów uzyskanych przy ocenie umiejętności z danego zakresu (projekt)
Na ocenę 3.0	Co najmniej 50% punktów uzyskanych przy ocenie umiejętności z danego zakresu (projekt)
Na ocenę 3.5	Co najmniej 60% punktów uzyskanych przy ocenie umiejętności z danego zakresu (projekt)
Na ocenę 4.0	Co najmniej 70% punktów uzyskanych przy ocenie umiejętności z danego zakresu (projekt)

Na ocenę 4.5	Co najmniej 80% punktów uzyskanych przy ocenie umiejętności z danego zakresu (projekt)
Na ocenę 5.0	Co najmniej 90% punktów uzyskanych przy ocenie umiejętności z danego zakresu (projekt)
Efekt kształcenia 4	
Na ocenę 2.0	Mniej niż 50% punktów uzyskanych przy ocenie
Na ocenę 3.0	Co najmniej 50% punktów uzyskanych przy ocenie
Na ocenę 3.5	Co najmniej 60% punktów uzyskanych przy ocenie
Na ocenę 4.0	Co najmniej 70% punktów uzyskanych przy ocenie
Na ocenę 4.5	Co najmniej 80% punktów uzyskanych przy ocenie
Na ocenę 5.0	Co najmniej 90% punktów uzyskanych przy ocenie

10 Macierz realizacji przedmiotu

Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu do szczegółowych efektów zdefiniowanych dla programu	Cele przedmiotu	Treści programowe	Narzędzia dydaktyczne	Sposoby oceny
EK1	K_W03 K_W05 K_U06 K_U07 K_U10 K_U11 K_U12	Cel 1 Cel 2 Cel 3	P1 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 L1 C1	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 P1
EK2	K_W03 K_W05 K_W06 K_U06 K_U07 K_U10 K_U11 K_U12	Cel 1 Cel 2 Cel 3	P1 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 L1 C1	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 P1
EK3	K_W03 K_W05 K_W06 K_U06 K_U07 K_U10 K_U11 K_U12	Cel 1 Cel 2 Cel 3	P1 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 L1 C1	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 P1
EK4	K_W03 K_W05 K_W06 K_U06 K_U07 K_U10 K_U11 K_U12 K_K01 K_K05	Cel 1 Cel 2 Cel 3	P1 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 L1 C1	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 P1

11 Wykaz literatury

Literatura podstawowa

[1] Smolec Włodzimierz — *Fototermiczna konwersja energii słonecznej*, Warszawa, 2019, PWN

[2] Chochowski A. Czechalski D. — *Słoneczne instalacje grzewcze*, Warszawa, 2019, COIB

[3] Duffie J.A. Beckman W.A. — *Solar Engineering of Thermal Processess*, Ny, 1991, Willey

[4] Lewandowski — *Proekologiczne źródła energii*, Warszawa, 2001, WNT

[5] Kalogirou S.A. — *Solar Energy Engineering*, Burlington San Diego London, 2009, Elsevier

[6] Burlington San Diego London — *PRZYRZĄDY I INSTALACJE FOTOWOLTAICZNE*, Warszawa, 2016, PWN

[7] JASTRZĘBSKA G — *OGNIWA SŁONECZNE. BUDOWA, TECHNOLOGIA I ZASTOSOWANIE*, Warszawa, 2013, WKŁ

[8] Chwieduk D. — *ENERGETYKA SŁONECZNA BUDYNKU*, Warszawa, 2019, Arkady

Literatura uzupełniająca

[1] Producenci kolektorów — *Materiały informacyjne, katalogi*, , 0,

12 Informacje o nauczycielach akademickich

Osoba odpowiedzialna za kartę

dr inż. Jacek Sacharczuk (kontakt: sacharczuk@wp.pl)

Osoby prowadzące przedmiot

1 dr inż. Jacek Sacharczuk (kontakt: jsacharczuk@pk.edu.pl)

2 dr inż. Jan Porzuczek (kontakt: jan.porzuczek@pk.edu.pl)

13 Zatwierdzenie karty przedmiotu do realizacji

(miejscowość, data) (odpowiedzialny za przedmiot) (dziekan)

Przyjmuję do realizacji (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

.....