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: stacjonarne — 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 oIIS C13 20/21
Kategoria przedmiotu	Przedmioty kierunkowe
Liczba punktów ECTS	5.00
Semestry	2

2 Rodzaj zajęć, liczba godzin w planie studiów

Semestr	Wykład	Cwiczenia	Laboratoria	Laboratoria komputerowe	Projekt	Seminarium
2	30	5	10	0	15	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	15

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.	2
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	2
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	Zjawisko fotoelektryczne. Ogniwa fotowoltaiczne: rodzaje, budowa, charakterystyki I/U, P/U	2
W7	Stany pracy ogniwa: stan jałowy, stan zwarcia, stan obciążenia; punkt pracy i MPPT. Szeregowa i równoległa praca ogniw fotowoltaicznych. Zabezpieczenia w instalacjach fotowoltaicznych	2
W8	Akumulacja energii elektrycznej. Akumulatory i regulatory ładowania. Przetwarzanie energii elektrycznej. Inwertery on-grid i off-grid. Przetwornice DC/DC	3
W8	Instalacje on-grid i off-grid. Zagadnienia przyłączania instalacji PV do sieci energetycznej (KSE)	2
W9	Układy hybrydowe. Produkcja energii elektrycznej w przemysłowych systemach solarnych	1
W10	Sposoby magazynowania energii cieplnej pozyskanej w instalacjach solarnych. Zasobniki wodne. Akumulacja w ciałach stałych. Wykorzystanie przemian fazowych (PCM)	2
W11	Instalacje ogrzewające ciepłą wodę użytkową oraz wspomagające ogrzewanie. Przegląd schematów instalacji	4
W12	Kolektory powietrzne, systemy bierne, systemy hybrydowe. Instalacje basenowe	4

Laboratoria		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
L1	Pomiar promieniowania słonecznego. Analiza danych pomiarowych. Porównanie przebiegów doświadczalnych z modelowymi	2
L2	Wyznaczanie sprawności kolektora słonecznego na podstawie pomiarów. Wpływ zmiany parametrów pracy na sprawność.	2

Laboratoria		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
L3	Wyznaczanie charakterystyk P/U i I/U panelu fotowoltaicznego	2
L4	Badanie przetwornicy DC/DC oraz badanie inwertera w układzie off-grid	2
L5	Akumulacja energii elektrycznej z zastosowaniem akumulatora VRLA i solarnego regulatora ładowania	2

Cwiczenia		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
C1	Obliczanie parametrów opisujących geometrię promieniowania słonecznego.Posługiwanie się bazą danych meteorologicznych.Bilansowanie promieniowania padającego na dowolnie zorientowaną płaszczyznę. Modelowanie dobowych rozkładów promieniowania	3
C2	Obliczanie parametrów pracy kolektora słonecznego. Temperatura pracy. Sprawność.	2

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	60
Konsultacje przedmiotowe	10
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	15
Opracowanie wyników	5
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	15
opracowanie zadań e-kursu	15
Sumaryczna liczba godzin dla przedmiotu wynikająca z całego nakładu pracy studenta	**125**
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu	5.00

9 Sposoby oceny

Ocena formująca

F1 Projekt indywidualny

F2 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

Ocena podsumowująca

P1 Egzamin pisemny

Ocena aktywności bez udziału nauczyciela

B1 wykonanie projektu i zadanych ćwiczeń obliczeniowych

B2 wykonanie sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych

B3 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 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		Cel 1 Cel 2 Cel 3	P1 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W8 W9 W10 W11 W12 L1 L2 L3 L4 L5 C1 C2	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 P1
EK2		Cel 1 Cel 2 Cel 3	P1 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W8 W9 W10 W11 W12 L1 L2 L3 L4 L5 C1 C2	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 P1
EK3		Cel 1 Cel 2 Cel 3	P1 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W8 W9 W10 W11 W12 L1 L2 L3 L4 L5 C1 C2	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 P1
EK4		Cel 1 Cel 2 Cel 3	P1 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W8 W9 W10 W11 W12 L1 L2 L3 L4 L5 C1 C2	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)

. . . . . .

. . . . . .