**Nazwa przedmiotu:**

Fotowoltaika

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Dorota Chwieduk, prof. PW.

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Energetyka

**Grupa przedmiotów:**

Specjalnosciowe

**Kod przedmiotu:**

ML.NS718

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

3

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1) Liczba godzin kontaktowych: 35, w tym:
a) wykład – 15 godz.,
b) ćwiczenia projektowe – 15 godz.,
c) konsultacje – 5 godz.
2) Praca własna studenta – 40 godz., w tym:
a) bieżące przygotowanie się studenta do zajęć, studia literaturowe – 10 godz.,
b) przygotowanie się do kolokwium – 5 godz.,
c) rozwiązywanie zadań domowych, zadań obliczeniowych i koncepcyjnych – 25 godz.
Razem – 75 godz.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

1,4 punktu ECTS - liczba godzin kontaktowych: 35, w tym:
a) wykład – 15 godz.,
b) ćwiczenia projektowe – 15 godz.,
c) konsultacje – 5 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

1,6 punktu ECTS – 40 godzin, w tym:
a) udział w ćwiczeniach projektowych – 15 godz.,
b) rozwiązywanie zadań domowych, zadań obliczeniowych i koncepcyjnych – 25 godz.

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 15h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 15h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

"Fizyka".

**Limit liczby studentów:**

150 – wykład, 30 os./grupę – ćwiczenia.

**Cel przedmiotu:**

1. Nauczenie się sposobu wyznaczania efektywności energetycznej (grzewczej, chłodniczej, efektywności wykorzystania paliwa pierwotnego).
2. Pokazanie tworzenia koncepcji technicznej systemów i instalacji z OZE, układów hybrydowych i zintegrowanych.
3. Nauczenie podstaw i zasad zarządzania energią w budynku.
4. Przedstawienie idei smart cities.

**Treści kształcenia:**

Podstawy fizyczne efektu fotowoltaicznego w półprzewodnikach.
Podstawy tworzenia ogniw wielozłączowych i technologii koncentracji wiązki promieniowania.
Wykorzystania fotowoltaiki w budynku.
Podstawy fizyczne działania nowoczesnych urządzeń i systemów fotowoltaicznych.
Tworzenie studiów wykonalności dla instalacji fotowoltaicznych małej i dużej mocy.
Fotowoltaika w inteligentnych miastach i sieciach.
Podstawy prawne w zakresie dostępu do sieci, mechanizmów wsparcia i regulacji.

**Metody oceny:**

Ocena pozytywna z kolokwium zaliczeniowego / prac domowych / zadań obliczeniowych/ koncepcyjnych, projekt zespołowy

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. Chwieduk D., Energetyka Słoneczna Budynku. Warszawa. Arkady, 2011.
2. Duffie J. A., Beckman W. A. Solar Engineering of Thermal Processes, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1991.
3. Quaschning V. Understanding Renewable Energy Systems, EARTHSCAN, London, UK,2006.
4. Gordon J.: Solar energy the state of the art., ISES position papers, UK 2001.
5. Jastrzębska G. Ogniwa słoneczne. Budowa, technologia i zastosowania. WKŁ Warszawa 2013.
6. Sarniak M.: Podstawy fotowoltaiki. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa 2008.
7. Materiały dostarczone przez wykładowcę w postaci elektronicznej i dostępne na stronie internetowej .

**Witryna www przedmiotu:**

http://estudia.meil.pw.edu.pl/ (dostęp chroniony)

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka ML.NS718\_W1:**

Posiada znajomość podstaw fizycznych podstawowych zjawisk i procesów zachodzących w czasie konwersji fotowoltaicznej.

Weryfikacja:

Projekt, kolokwium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS718\_W1:**

Posiada znajomość podstaw fizycznych podstawowych zjawisk i procesów zachodzących w czasie konwersji fotowoltaicznej.

Weryfikacja:

Projekt, kolokwium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS718\_W1:**

Posiada znajomość podstaw fizycznych podstawowych zjawisk i procesów zachodzących w czasie konwersji fotowoltaicznej.

Weryfikacja:

Projekt, kolokwium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_W09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS718\_W1:**

Posiada znajomość podstaw fizycznych podstawowych zjawisk i procesów zachodzących w czasie konwersji fotowoltaicznej.

Weryfikacja:

Projekt, kolokwium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_W21

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS718\_W2:**

Ma wiedzę niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań wdrażania i eksploatacji inwestycji systemów fotowotaicznych.

Weryfikacja:

Kolokwium, projekt zespołowy.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS718\_W2:**

Ma wiedzę niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań wdrażania i eksploatacji inwestycji systemów fotowotaicznych.

Weryfikacja:

Kolokwium, projekt zespołowy.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_W09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS718\_W2:**

Ma wiedzę niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań wdrażania i eksploatacji inwestycji systemów fotowotaicznych.

Weryfikacja:

Kolokwium, projekt zespołowy.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_W14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS718\_W2:**

Ma wiedzę niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań wdrażania i eksploatacji inwestycji systemów fotowotaicznych.

Weryfikacja:

Kolokwium, projekt zespołowy.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_W15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS718\_W2:**

Ma wiedzę niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań wdrażania i eksploatacji inwestycji systemów fotowotaicznych.

Weryfikacja:

Kolokwium, projekt zespołowy.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_W18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS718\_W2:**

Ma wiedzę niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań wdrażania i eksploatacji inwestycji systemów fotowotaicznych.

Weryfikacja:

Kolokwium, projekt zespołowy.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_W19

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS718\_W3:**

Zna podstawowe technologie fotowoltaiczne, ich sprawności i zastosowania.

Weryfikacja:

Kolokwium, projekt zespołowy.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS718\_W3:**

Zna podstawowe technologie fotowoltaiczne, ich sprawności i zastosowania.

Weryfikacja:

Kolokwium, projekt zespołowy.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS718\_W3:**

Zna podstawowe technologie fotowoltaiczne, ich sprawności i zastosowania.

Weryfikacja:

Kolokwium, projekt zespołowy.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_W11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS718\_W3:**

Zna podstawowe technologie fotowoltaiczne, ich sprawności i zastosowania.

Weryfikacja:

Kolokwium, projekt zespołowy.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_W14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS718\_W3:**

Zna podstawowe technologie fotowoltaiczne, ich sprawności i zastosowania.

Weryfikacja:

Kolokwium, projekt zespołowy.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_W18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka ML.NS718\_U1:**

Potrafi przygotować opracowanie naukowe, studium wykonalności w zakresie zastosowania danej technologii fotowoltaicznej.

Weryfikacja:

Kolokwium zaliczeniowe, projekt.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS718\_U1:**

Potrafi przygotować opracowanie naukowe, studium wykonalności w zakresie zastosowania danej technologii fotowoltaicznej.

Weryfikacja:

Kolokwium zaliczeniowe, projekt.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS718\_U1:**

Potrafi przygotować opracowanie naukowe, studium wykonalności w zakresie zastosowania danej technologii fotowoltaicznej.

Weryfikacja:

Kolokwium zaliczeniowe, projekt.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_U04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS718\_U1:**

Potrafi przygotować opracowanie naukowe, studium wykonalności w zakresie zastosowania danej technologii fotowoltaicznej.

Weryfikacja:

Kolokwium zaliczeniowe, projekt.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_U05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS718\_U1:**

Potrafi przygotować opracowanie naukowe, studium wykonalności w zakresie zastosowania danej technologii fotowoltaicznej.

Weryfikacja:

Kolokwium zaliczeniowe, projekt.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS718\_U1:**

Potrafi przygotować opracowanie naukowe, studium wykonalności w zakresie zastosowania danej technologii fotowoltaicznej.

Weryfikacja:

Kolokwium zaliczeniowe, projekt.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_U17

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS718\_U1:**

Potrafi przygotować opracowanie naukowe, studium wykonalności w zakresie zastosowania danej technologii fotowoltaicznej.

Weryfikacja:

Kolokwium zaliczeniowe, projekt.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_U20

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS718\_U2:**

Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania technologii fotowoltaicznych w rożnych zastosowaniach energetyki.

Weryfikacja:

Kolokwium, projekt.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_U19

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS718\_U2:**

Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania technologii fotowoltaicznych w rożnych zastosowaniach energetyki.

Weryfikacja:

Kolokwium, projekt.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_U20

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS718\_U2:**

Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania technologii fotowoltaicznych w rożnych zastosowaniach energetyki.

Weryfikacja:

Kolokwium, projekt.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_U22

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS718\_U2:**

Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania technologii fotowoltaicznych w rożnych zastosowaniach energetyki.

Weryfikacja:

Kolokwium, projekt.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_U23

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS718\_U2:**

Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania technologii fotowoltaicznych w rożnych zastosowaniach energetyki.

Weryfikacja:

Kolokwium, projekt.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS718\_U2:**

Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania technologii fotowoltaicznych w rożnych zastosowaniach energetyki.

Weryfikacja:

Kolokwium, projekt.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS718\_U2:**

Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania technologii fotowoltaicznych w rożnych zastosowaniach energetyki.

Weryfikacja:

Kolokwium, projekt.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_U04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS718\_U2:**

Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania technologii fotowoltaicznych w rożnych zastosowaniach energetyki.

Weryfikacja:

Kolokwium, projekt.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_U05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS718\_U2:**

Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania technologii fotowoltaicznych w rożnych zastosowaniach energetyki.

Weryfikacja:

Kolokwium, projekt.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS718\_U2:**

Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania technologii fotowoltaicznych w rożnych zastosowaniach energetyki.

Weryfikacja:

Kolokwium, projekt.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_U17

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka ML.NS718\_K1:**

Ma świadomość ważności wdrażania innowacyjnych rozwiązań w energetyce.

Weryfikacja:

Zadania sprawdzające w trakcie zajęć, projekt grupowy.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_K02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS718\_K1:**

Ma świadomość ważności wdrażania innowacyjnych rozwiązań w energetyce.

Weryfikacja:

Zadania sprawdzające w trakcie zajęć, projekt grupowy.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_K03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS718\_K1:**

Ma świadomość ważności wdrażania innowacyjnych rozwiązań w energetyce.

Weryfikacja:

Zadania sprawdzające w trakcie zajęć, projekt grupowy.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_K04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS718\_K2:**

Potrafi prezentować na forum wyniki pracy.

Weryfikacja:

Prezentacja projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS718\_K2:**

Potrafi prezentować na forum wyniki pracy.

Weryfikacja:

Prezentacja projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_K03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS718\_K2:**

Potrafi prezentować na forum wyniki pracy.

Weryfikacja:

Prezentacja projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E2\_K06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**