

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2020/2021

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: 11

Stopień studiów: II

Specjalności: Modelowanie komputerowe w energetyce

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                                 |
|-----------------------------------------|---------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Fotowoltaika i systemy solarne  |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Photovoltaics and solar systems |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WIŚIE EN oIIN D8 20/21          |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe      |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 2.00                            |
| SEMESTRY                                | 3                               |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁAD | CWICZENIA | LABORATORIA | LABORATORIA<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|-------------|---------------------------------|---------|------------|
| 3       | 9      | 0         | 9           | 0                               | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Wprowadzenie do zagadnień związanych z energią promieniowania słonecznego. Zapoznanie się z zasobami helioenergetycznymi Polski.

**Cel 2** Poznanie podstawowych rodzajów ogniw, modułów oraz systemów fotowoltaicznych. Poznanie zasad doboru elementów i urządzeń instalacji fotowoltaicznych.

**Cel 3** Zapoznanie się z zasadą działania, obliczeniami i doбором cieczowych kolektorów słonecznych oraz pozostałych elementów instalacji solarnych.

**Cel 4** Nabycie umiejętności wyznaczania sprawności płaskiego cieczowego kolektora słonecznego oraz modułu fotowoltaicznego.

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Podstawy termodynamiki

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student posiada wiedzę na temat energii promieniowania słonecznego, potencjału promieniowania słonecznego oraz szacowania energii promieniowania słonecznego możliwej do wykorzystania.

**EK2 Wiedza** Student posiada wiedzę na temat budowy i zasady działania modułów fotowoltaicznych oraz zasad projektowania systemów fotowoltaicznych.

**EK3 Wiedza** Student posiada wiedzę na temat budowy i zasady działania kolektorów cieczowych oraz całych instalacji solarnych.

**EK4 Wiedza** Student posiada wiedzę na temat projektowania instalacji solarnych.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| LABORATORIA |                                                                                    |                  |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP          | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                             | LICZBA<br>GODZIN |
| L1          | Wpływ natężenia promieniowania słonecznego i temperatury na sprawność paneli PV.   | 2                |
| L2          | Algorytmy śledzenia punktu mocy maksymalnej i zasada działania układów MPPT.       | 2                |
| L3          | Wpływ zacienienia panelu na jego sprawność - zasada działania diod bocznikujących. | 2                |
| L4          | Symulacja układu fotowoltaicznego lub kolektorów solarnych w programie Epsilon.    | 3                |

| WYKŁAD |                                                                                                                           |                  |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP     | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                    | LICZBA<br>GODZIN |
| W1     | Słońce i promieniowanie słoneczne. Bilans mocy promieniowania słonecznego. Potencjał promieniowania słonecznego w Polsce. | 1                |
| W2     | Wprowadzenie do tematu ogniów fotowoltaicznych. Konwersja fotowoltaiczna.                                                 | 1                |

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                   |                  |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                            | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W3</b> | Charakterystyki ogniw fotowoltaicznych. Sprawność fotoogniw. Moduły ogniw fotowoltaicznych. Zastosowanie ogniw fotowoltaicznych.                                                                  | 1                |
| <b>W4</b> | Systemy fotowoltaiczne. Zasady projektowania instalacji fotowoltaicznych.                                                                                                                         | 2                |
| <b>W5</b> | Podział, budowa oraz zasada działania kolektów słonecznych. Sprawność kolektów słonecznych.                                                                                                       | 2                |
| <b>W6</b> | Dobór kolektorów słonecznych i pozostałych urządzeń instalacji solarnych oraz opłacalność pozyskiwania energii słonecznej. Konfiguracje systemów grzewczych wykorzystujących kolektory słoneczne. | 2                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Prezentacje multimedialne

**N3** Ćwiczenia laboratoryjne

**N4** Konsultacje

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI                                                                                 | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |                                                         |
| Godziny wynikające z planu studiów                                                               | 18                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 1                                                       |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 1                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 20                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 10                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 0                                                       |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>50</b>                                               |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 2.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Kolokwium

**F2** Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Uzyskanie pozytywnych ocen formujących

**W2** Terminowe oddanie sprawozdań

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Brak wiedzy.                                                                                                                                                                                            |
| NA OCENĘ 3.0        | Znajomość podstawowych informacji na temat Słońca. Znajomość podstawowych definicji i pojęć związanych z promieniowaniem słonecznym.                                                                    |
| NA OCENĘ 3.5        | Wiedza na temat wykorzystania energii słonecznej padającej na powierzchnię Ziemi.                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 4.0        | Wiedza na temat składowych promieniowania całkowitego.                                                                                                                                                  |
| NA OCENĘ 4.5        | Znajomość widma promieniowania słonecznego.                                                                                                                                                             |
| NA OCENĘ 5.0        | Znajomość wzorów na natężenie promieniowania słonecznego padającego na powierzchnię nachyloną pod pewnym kątem.                                                                                         |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                                                                         |
| NA OCENĘ 2.0        | Brak wiedzy.                                                                                                                                                                                            |
| NA OCENĘ 3.0        | Znajomość ogólnych informacji na temat ogniw fotowoltaicznych. Znajomość rodzajów ogniw fotowoltaicznych. Znajomość zasady działania ogniwa fotowoltaicznego. Znajomość budowy modułu fotowoltaicznego. |
| NA OCENĘ 3.5        | Znajomość typów półprzewodników. Znajomość rodzajów systemów fotowoltaicznych.                                                                                                                          |
| NA OCENĘ 4.0        | Znajomość domieszek stosowanych w technologii krzemu i metod tworzenia złączy p-n. Znajomość zjawiska fotoelektrycznego.                                                                                |
| NA OCENĘ 4.5        | Znajomość charakterystyki prądowo-napięciowej ogniwa fotowoltaicznego. Znajomość wzoru na sprawność ogniwa/modułu fotowoltaicznego.                                                                     |
| NA OCENĘ 5.0        | Znajomość metody otrzymywania czystego krzemu, krzemu polikrystalicznego i monokrystalicznego. Znajomość zasad projektowania instalacji fotowoltaicznej.                                                |

| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Brak wiedzy.                                                                                                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 3.0        | Znajomość ogólnej budowy kolektorów słonecznych i cech poszczególnych elementów składowych. Znajomość zastosowania kolektorów słonecznych. Znajomość podstawowych konfiguracji obiegów grzewczych. Znajomość elementów instalacji solarnych. |
| NA OCENĘ 3.5        | Znajomość budowy i rodzajów zasobników na ciepłą wodę, wymienników ciepła, elementów zabezpieczających pracę instalacji.                                                                                                                     |
| NA OCENĘ 4.0        | Znajomość podziału kolektorów słonecznych i budowy poszczególnych typów kolektorów. Znajomość właściwości czynników roboczych w instalacjach użytkowych z kolektorami słonecznymi.                                                           |
| NA OCENĘ 4.5        | Znajomość zależności na chwilową sprawność kolektora słonecznego. Znajomość schematów instalacji solarnych.                                                                                                                                  |
| NA OCENĘ 5.0        | Znajomość metody f-chart. Znajomość wielkowymiarowych instalacji kolektorów słonecznych - budowy i elementów składowych.                                                                                                                     |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 2.0        | Brak wiedzy.                                                                                                                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 3.0        | Znajomość źródeł pozyskiwania informacji na temat natężenia promieniowania i nasłonecznienia.                                                                                                                                                |
| NA OCENĘ 3.5        | Znajomość wzorów niezbędnych do obliczenia ilości kolektorów słonecznych w instalacji.                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 4.0        | Znajomość wzorów do wykonania obliczeń niezbędnych dla dobrania zasobnika na ciepłą wodę użytkową, naczynia wzbiornego oraz orurowania instalacji.                                                                                           |
| NA OCENĘ 4.5        | Znajomość wzorów niezbędnych do wyznaczenia spadków ciśnienia w instalacji oraz doboru pompy obiegowej.                                                                                                                                      |
| NA OCENĘ 5.0        | Znajomość metod określania opłacalności instalacji solarnej.                                                                                                                                                                                 |

## 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           | W1                | N1 N2 N4              | F1 P1         |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE       | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSODY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|---------------|
| EK2               |                                                                                | Cel 2 Cel 4     | L1 L2 L3 L4 W2<br>W3 W4 | N1 N2 N3 N4           | F1 P1         |
| EK3               |                                                                                | Cel 3 Cel 4     | W5                      | N1 N2 N4              | F1 P1         |
| EK4               |                                                                                | Cel 4           | W6                      | N1 N2 N4              | F1 F2 P1      |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **Pluta Zbysław** — *Podstawy teoretyczne fototermicznej konwersji energii słonecznej*, Warszawa, 2006, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej
- [2] | **Klugmann-Radziemska Ewa** — *Fotowoltaika w teorii i praktyce*, Legionowo, 2010, BTC
- [3] | **Wiśniewski Grzegorz, Gołębiowski Stanisław, Gryciuk Marian, Kurowski Krystian, Więcka Aneta** — *Kolektory słoneczne. Energia słoneczna w mieszkalnictwie, hotelarstwie i drobnym przemyśle*, Warszawa, 2008, Dom Wydawniczy MEDIUM
- [4] | **Szymański Bogdan** — *Instalacje fotowoltaiczne*, Kraków, 2018, GLOBEnergia

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | **Pluta Zbysław** — *Słoneczne instalacje energetyczne*, Warszawa, 2008, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej
- [2] | **Ryszard Tytko** — *Odnawialne źródła energii*, Warszawa, 2011, OWG

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż. Magdalena Jaremkiewicz (kontakt: [mjaremkiewicz@pk.edu.pl](mailto:mjaremkiewicz@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 dr hab. inż. Magdalena Jaremkiewicz (kontakt: [mjaremkiewicz@pk.edu.pl](mailto:mjaremkiewicz@pk.edu.pl))
- 2 dr inż. Piotr Cisek (kontakt: [piotr.cisek@pk.edu.pl](mailto:piotr.cisek@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

.....