

**SYLABUS**

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2021/22 – 2022/23

(skrajne daty)

Rok akademicki 2022/2023

**1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE**

Nazwa przedmiotu	<b>Technologie solarne</b>
Kod przedmiotu*	
Nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Kolegium Nauk Przyrodniczych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Kolegium Nauk Przyrodniczych
Kierunek studiów	Fizyka
Poziom studiów	studia II stopnia, po studiach inż.
Profil	ogólnoakademicki
Forma studiów	stacjonarne
Rok i semestr/y studiów	II rok, sem.3
Rodzaj przedmiotu	Specjalnościowy: Odnawialne źródła energii, do wyboru
Język wykładowy	polski
Koordinator	<b>dr hab. Małgorzata Pociask-Biały, prof. UR</b>
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	

\* -opcjonalnie, zgodnie z ustaleniami w Jednostce

**1.1. Formy zajęć dydaktycznych, wymiar godzin i punktów ECTS**

Semestr (nr)	Wykł.	Ćw.	Konw.	Lab.	Sem.	ZP	Prakt.	Projekt	Liczba pkt. ECTS
3	15			15					3

**1.2. Sposób realizacji zajęć**

- zajęcia w formie tradycyjnej  
 zajęcia realizowane z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość

**1.3 Forma zaliczenia przedmiotu (z toku) (egzamin, zaliczenie z oceną, zaliczenie bez oceny)**

WYKŁAD: ZALICZENIE BEZ OCENY

LABORATORIUM: ZALICZENIE Z OCENĄ

**2. WYMAGANIA WSTĘPNE**

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- znajomość podstawowej problematyki związanej z ochroną środowiska naturalnego,</li> <li>- umiejętność prowadzenia podstawowych działań matematycznych: rachunek różniczkowy, całkowy i analiza wektorowa;</li> </ul> |
|---|

- znajomość praw rządzących przepływem prądu stałego oraz zmiennego, umiejętność ich stosowania,
- umiejętność łączenia obwodów z prądem stałym według schematu,
- znajomość budowy i zasady działania różnego typu uniwersalnych mierników cyfrowych;
- umiejętność zaplanowania i przeprowadzenia eksperymentu.

### 3. CELE, EFEKTY UCZENIA SIĘ, TREŚCI PROGRAMOWE I STOSOWANE METODY DYDAKTYCZNE

#### 3.1 Cele przedmiotu

C <sub>1</sub>	Poznanie metod przetwarzania pierwotnej energii słonecznej na ciepłą i elektryczną. Umiejętność łączenia i rozdzielania terminów „baterie słoneczne” (baterie słoneczne potocznie to zarówno kolektory słoneczne jak i moduły fotowoltaiczne). Znajomość siły foto-elektromotorycznej powstającej w ogniwach barierowych
C <sub>2</sub>	Zapoznanie się fotokonwersją promieniowania słonecznego. Poznanie metod wytwarzania baterii słonecznych. Poznanie światowych tendencji rozwoju energetyki odnawialnej, poznanie budowy i zasady działania systemów produkujących energię ciepłą i elektryczną.
C <sub>3</sub>	Poznanie podstawowych technologii solarnych – technologii przetwarzania promieniowania słonecznego na energię elektryczną i ciepłą.

#### 3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

EK (efekt uczenia się)	Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu	Odniesienie do efektów kierunkowych <sup>1</sup>
EK_01	Student zna i rozumie w pogłębionym stopniu zagadnienia z zakresu technologii solarnych, a także ich historycznego rozwoju i znaczenia dla postępu nauk ścisłych i przyrodniczych, poznania świata i rozwoju ludzkości	K_Wo1
EK_02	Student zna i rozumie techniki doświadczalne, obserwacyjne i numeryczne oraz metody budowy modeli matematycznych właściwych dla technologii solarnych	K_Wo3
EK_03	Student potrafi planować i wykonywać badania, doświadczenia lub obserwacje dotyczące treści kształcenia w ramach technologii solarnych	K_Uo1
EK_04	Student potrafi przedstawić wyniki badań w postaci samodzielnie przygotowanej rozprawy (referatu) zawierającej opis i uzasadnienie celu pracy, przyjętą metodologię, wyniki oraz ich znaczenie na tle innych podobnych badań	K_Uo4
EK_05	Student potrafi pracować indywidualnie i w zespole, w tym, przyjmując rolę lidera	K_Uo8
EK_06	Student jest gotów do uznania społecznego znaczenia aspektów praktycznego stosowania zdobytej wiedzy	K_Ko1

<sup>1</sup> W przypadku ścieżki kształcenia prowadzącej do uzyskania kwalifikacji nauczycielskich uwzględnić również efekty uczenia się ze standardów kształcenia przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela.

### 3.3 Treści programowe

#### A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne
Historia odkryć związanych z fotowoltaiką według raportu NASA. Nośniki energii. Widma promieniowania Słońca i Ziemi (różnica skal wartości). Zenit, azymut. Strefy czasowe.
Odnawialne źródła energii – energia słoneczna i jej zasoby. Techniczne możliwości wykorzystania energii odnawialnej. Metody konwersji promieniowania słonecznego. Zjawiska transportu, Prawa Ficka). Prawa promieniowania cieplnego. Przewodzenie ciepła.
Zjawisko fotoelektryczne. Efekt fotowoltaiczny, ogniwa fotowoltaiczne (synonimy baterii słonecznych) – od złącza $p-n$ do modułu fotowoltaicznego – podstawy fizyczne.
Hodowla krzemu krystalicznego dla elektroniki i fotowoltaiki - metoda Czochralskiego. Budowa ogniw słonecznych. Ogniwa krzemowe i niekrzemowe. Współczesne ogniwa fotowoltaiczne – materiały, budowa, sprawność, wydajność kwantowa. Trzy generacje ogniw fotowoltaicznych. Nowoczesne, wydajne ogniwa fotowoltaiczne: ogniwa multizłączowe, ogniwa na bazie kropek kwantowych.
Aktywne systemy wykorzystania energii słonecznej. Przykłady zastosowań modułów fotowoltaicznych w skali lokalnej i globalnej. Fotowoltaika w Polsce i na świecie. Warunki geograficzne a lokalizacja baterii słonecznych. Nowatorskie rozwiązania techniczne w pracujących systemach solarnych.
Światowe rekordy wydajności ogniw słonecznych do grudnia 2019 roku w raporcie NREL Laboratory.
Nowoczesne techniki i materiały. Linia produkcyjna ogniw słonecznych. Testowanie i badanie parametrów elektrofizycznych ogniw i modułów fotowoltaicznych, normy światowe i wymogi techniczne – symulator promieniowania słonecznego do testowania ogniw i modułów fotowoltaicznych.

#### B. Problematyka ćwiczeń laboratoryjnych

Treści merytoryczne
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Przygotowanie krzemowego ogniwa słonecznego do wyznaczania jego charakterystyk pracy.</li> <li>2. Budowa modułu fotowoltaicznego. Przeprowadzenie testów pracy modułu za pomocą symulatora promieniowania słonecznego QS830A..</li> <li>3. Wyznaczanie charakterystyk pracy uszkodzonego ogniwa fotowoltaicznego. Metodologia przygotowania próbki do pomiarów charakterystyk pracy przy pomocy symulatora promieniowania słonecznego QS130CA do testowania ogniw słonecznych.</li> <li>4. Charakterystyki pracy mini elektrowni słonecznej o mocy 380W.</li> <li>5. Analiza porównawcza pracy pyranometrów stacji SOLYS2 oraz pyrometru należącego do mini elektrowni słonecznej o mocy 380W.</li> </ol>

#### Ćwiczenie rezerwowe:

6. Testowanie wybranego hybrydowego układu wytwarzającego energię elektryczną (wiatrak, moduł, ogniwo paliwowe).
7. Wyznaczanie parametrów transportowych nośników ładunku metodą różnicowego efektu Halla.

Praca w 4 godzinnych cyklach w zespołach dwuosobowych. Obowiązkowe wykonanie 3 ćwiczeń.

### 3.4 Metody dydaktyczne

Wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, projektowanie doświadczeń, wykonywanie doświadczeń, projektowanie eksperymentu i przeprowadzenie eksperymentu, wykonanie części obliczeniowej sprawozdania na podstawie danych numerycznych.

## 4. METODY I KRYTERIA OCENY

### 4.1 Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

Symbol efektu	Metody oceny efektów uczenia się (np.: kolokwium, egzamin ustny, egzamin pisemny, projekt, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć)	Forma zajęć dydaktycznych (w., ćw., ...)
EK_01	kolokwium, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć	W, LAB.
EK_02	kolokwium, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć	W, LAB.
EK_03	sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć	LAB.
EK_04	sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć	LAB.
EK_05	sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć	LAB.
EK_06	obserwacja w trakcie zajęć	W, LAB.

### 4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Warunkiem zaliczenia wykładu jest zaliczenie kolokwium cząstkowego z zakresu treści prezentowanych na wykładzie.

Zaliczenie przedmiotu potwierdzi stopień osiągnięcia przez studenta zakładanych efektów uczenia się. Weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się kontrolowana jest na bieżąco w trakcie realizacji zajęć.

Wykład – aktywna dyskusja.

Zaliczenie laboratorium – zaliczenie z oceną, wykonanie sprawozdania z 4 przeprowadzonych eksperymentów zgodnie z ustalonym harmonogramem. **WARUNKIEM PRZYSTĄPIENIA DO POMIARÓW JEST ZALICZENIE KOLOKWIMUM USTNEGO Z ZAGADNIENIŃ OBEJMUJĄCYCH EKSPERYMENT.**

Studenci uczestniczący w zajęciach w trybie indywidualnego toku studiów ustalają harmonogram pracy w laboratorium indywidualnie - ocenianie ciągłe.

Środki dydaktyczne: laboratoryjne zestawy pomiarowe, uniwersalne mierniki cyfrowe, luksomierze, pyranometry, mierniki energii, stacje pogodowe, komputer.

## 5. CAŁKOWITY NAKŁAD PRACY STUDENTA POTRZEBNY DO OSIĄGNIĘCIA ZAŁOŻONYCH EFEKTÓW W GODZINACH ORAZ PUNKTACH ECTS

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe wynikające z harmonogramu studiów	30
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach)	2
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, kolokwium, napisanie sprawozdań)	43
SUMA GODZIN	75
<b>SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS</b>	<b>3</b>

*\* Należy uwzględnić, że 1 pkt ECTS odpowiada 25-30 godzin całkowitego nakładu pracy studenta.*

## 6. PRAKTYKI ZAWODOWE W RAMACH PRZEDMIOTU

wymiar godzinowy	n.d.
zasady i formy odbywania praktyk	n.d.

## 7. LITERATURA

<p>Literatura podstawowa:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Witold. M. Lewandowski, Proekologiczne odnawialne źródła energii, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2008-2014</li><li>2. E. Klugmann-Radziemska, Systemy słonecznego ogrzewania i zasilania elektrycznego budynków, Wydawnictwo ekonomia i Środowisko, Białystok 2002</li><li>3. Klaus Jäger, Olindo Isabella, Arno H.M. Smets, René A.C.M.M. van Swaaij, Miro Zeman, SOLAR ENERGY, FUNAMENTALS, TECHNOLOGY AND SYSTEMS, DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY 2014</li></ol> <p>Dostępna w wersji elektronicznej: <a href="https://courses.edx.org/c4x/DelftX/ET.3034TU/asset/solar_energy_v1.1.pdf">https://courses.edx.org/c4x/DelftX/ET.3034TU/asset/solar_energy_v1.1.pdf</a></p> <ol style="list-style-type: none"><li>4. N.J. Ekins-Daukes, Solar energy for heat and electricity: the potential for mitigating climate change, Grantham Institute for Climate Change Briefing paper No 1, June 2001,</li></ol> <p>Dostępna w wersji elektronicznej: <a href="https://workspace.imperial.ac.uk/climatechange/public/pdfs/GranthamJune.pdf">https://workspace.imperial.ac.uk/climatechange/public/pdfs/GranthamJune.pdf</a></p>
<p>Literatura uzupełniająca: Portale internetowe dotyczące technologii solarnych, energetyki odnawialnej, baterii słonecznych, fotowoltaiki, hybrydowych systemów przetwarzania energii odnawialnej na ciepłą i elektryczną.</p>

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej