

**SYLABUS**

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2023/24 – 2024/25

(skrajne daty)

Rok akademicki 2024/2025

**1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE**

Nazwa przedmiotu	<b>Systemy hybrydowe w energetyce odnawialnej</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, semestr 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					2

**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

- znajomość praw rządzących przepływem prądu stałego oraz zmiennego, umiejętność ich stosowania,
- umiejętność łączenia obwodów z prądem stałym według schematu,
- znajomość podstawowej problematyki związanej z ochroną środowiska naturalnego,
- umiejętność prowadzenia podstawowych działań matematycznych: rachunek różniczkowy, całkowy i analiza wektorowa;
- znajomość budowy i zasady działania różnego typu uniwersalnych mierników analogowych oraz cyfrowych;
- umiejętność zaplanowania i przeprowadzenia eksperymentu, znajomość metod szacowania dokładności pomiarowej złożonej wielkości fizycznej wyznaczonej eksperymentalnie.

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

### 3.1 Cele przedmiotu

C1	Znajomość rodzajów alternatywnych źródeł energii cieplnej i elektrycznej. Polskie uwarunkowania geograficzne, środowiskowe i ekonomiczne.
C2	Poznanie metod przetwarzania pierwotnej energii słonecznej na ciepłą i elektryczną. Poznanie budowy i zasady działania hybrydowych systemów produkujących energię ciepłą i elektryczną. Poznanie światowych tendencji rozwoju energetyki odnawialnej.
C3	Umiejętność wykonania pełnej analizy pracy układu hybrydowego szczegółowo badanego podczas zajęć laboratoryjnych.

### 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 foto i termokonwersji promieniowania elektromagnetycznego, a także historycznego rozwoju i znaczenia dla postępu nauk ścisłych i przyrodniczych, poznania świata i rozwoju ludzkości	K_W01
EK_02	Student zna i rozumie techniki doświadczalne, obserwacyjne i numeryczne oraz metody budowy modeli matematycznych właściwych dla systemów hybrydowych w energetyce odnawialnej	K_W03
EK_03	Student potrafi planować i wykonywać badania, doświadczenia lub obserwacje dotyczące treści kształcenia w ramach systemów hybrydowych w energetyce odnawialnej	K_U01

<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.

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_U04
EK_05	Student potrafi pracować indywidualnie i w zespole, w tym, przyjmując rolę lidera	K_U08
EK_06	Student jest gotów do uznania społecznego znaczenia aspektów praktycznego stosowania zdobytej wiedzy i umiejętności oraz związanej z tym odpowiedzialności	K_K01

### 3.3 Treści programowe

#### A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne
Nośniki energii. Zasoby paliw naturalnych - prognozy do 2040 roku oraz do 2100 roku. Energetyka odnawialna – zasoby, wykorzystanie. Zjawiska transportu (równania dyfuzji).
Odnawialne źródła energii – energia słoneczna i jej zasoby. Techniczne możliwości wykorzystania energii odnawialnej.
Metody konwersji promieniowania słonecznego. Przewodzenie ciepła. Promieniowanie i konwekcja swobodna. Przenikanie ciepła. Prawa promieniowania cieplnego. Zjawisko fotoelektryczne. Oddziaływanie fotonów z materią. Prawa Plancka, Stefana-Boltzmana, Kirchhoffa, Lamberta.
Aktywne systemy przetwarzania pierwotnej energii słonecznej na energię cieplną i elektryczną. Systemy hybrydowe. Przeznaczenie. Zastosowanie. Aktywne systemy wykorzystania energii słonecznej: kolektory słoneczne, kolektory płaskie stosowane w geotermii, moduły fotowoltaiczne i ogniwa paliwowe. Nowoczesne techniki i rozwiązania.
Hybrydowe systemy wytwarzania energii elektrycznej metodą skojarzoną. Synergia energetyki konwencjonalnej i odnawialnej. Produkcja energii elektrycznej i cieplnej w nowoczesnych wielokrotnych układach hybrydowych (złożonych z więcej niż dwóch komponentów).
Oryginalne i nietypowe rozwiązania techniczne w systemach hybrydowych pracujących współcześnie na świecie wytwarzających energię elektryczną. Prognozy światowe na wytwarzanie energii elektrycznej w systemach hybrydowych.
Nowoczesne materiały stosowane w fotowoltaice i ich wpływ na projektowanie systemów hybrydowych do produkcji energii elektrycznej. Rezultaty badań naukowych i rozwiązań prezentowanych w prototypowych projektach.

#### B. Problematyka ćwiczeń laboratoryjnych

Treści merytoryczne
1. Prawa Kirchhoffa. Praca i moc prądu stałego, zmiennego. Moc użyteczna. Wyznaczanie siły elektromotorycznej i oporu wewnętrznego baterii słonecznej.
2. Budowa modułu fotowoltaicznego. Przeprowadzenie testów pracy modułu.

Wyznaczanie współczynnika wypełnienia FF modułu fotowoltaicznego metodą graficzną.

3. Hybrydowy system moduł fotowoltaiczny – siłownia wiatrowa. Wykonanie testów pracy układu pracującego rozłącznie i w systemie hybrydowym a) w warunkach laboratoryjnych, b) w warunkach naturalnych.
4. Hybrydowy system moduł fotowoltaiczny – ogniwo wodorowe. Wyznaczenie charakterystyki pracy układu. Dobór źródła zasilania dla przeprowadzenia elektrolizy.

Ćwiczenie rezerwowe:

5. Zestaw „Czysta energia” - hybrydowy system moduł fotowoltaiczny – wiatrak – ogniwo paliwowe. Wykonanie testów pracy układu pracującego rozłącznie i w systemie hybrydowym.

Praca w 4-godzinnych cyklach w zespołach dwuosobowych, obowiązkowo do wykonania 3 ćwiczenia zgodnie z harmonogramem.

### 3.4 Metody dydaktyczne

Wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja, projektowanie doświadczeń, wykonywanie doświadczeń, projektowanie eksperymentu i przeprowadzenie eksperymentu, wykonanie cz. obliczeniowej 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, zdanie kolokwium cząstkowe na ocenę pozytywną;

Zaliczenie laboratorium – zaliczenie z oceną, wykonanie sprawozdania z 3 przeprowadzonych eksperymentów. **WARUNKIEM PRZYSTĄPIENIA DO POMIARÓW JEST ZALICZENIE KOLOKWIMUM USTNEGO Z ZAGADNIEŃ OBEJMUJĄCYCH EKSPERYMENT.**

Studenci uczestniczący w zajęciach w trybie indywidualnego toku studiów ustalają harmonogram

pracy w laboratorium i zajęciach projektowych indywidualnie - ocenianie ciągle.

Środki dydaktyczne: laboratoryjne zestawy pomiarowe, uniwersalne mierniki cyfrowe, luksomierze, pyranometry, mierniki energii, stacje pogodowe, komputer: programy liczące Excel i Origin.

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

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny z harmonogramu studiów	30
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach)	2
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, kolokwium, napisanie sprawozdań)	18
SUMA GODZIN	50
<b>SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS</b>	<b>2</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

Literatura podstawowa:

1. 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  
dostępna w wersji elektronicznej  
[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)
2. 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,  
dostępna w wersji elektronicznej  
<https://workspace.imperial.ac.uk/climatechange/public/pdfs/GranthamJune.pdf>
3. W. M. Lewandowski, Proekologiczne odnawialne źródła energii, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2008-2014
4. E. Klugmann-Radziemska, Systemy słonecznego ogrzewania i zasilania elektrycznego budynków, Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, Białystok 2002
5. Red. A Hryniewicz i E. Rokita, Fizyczne metody badań w biologii, medycynie i ochronie środowiska, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1999

Literatura uzupełniająca:

Portale internetowe dotyczące energetyki odnawialnej, baterii słonecznych, fotowoltaiki, hybrydowych systemów przetwarzania energii odnawialnej na ciepłą i elektryczną

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej