

**SYLABUS****DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2026- 2030***(skrajne daty)*

Rok akademicki 2027/2028

**1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE**

Nazwa przedmiotu	<b>Wytwarzanie i testowanie ogniw fotowoltaicznych</b>
Kod przedmiotu*	
Nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Kierunek studiów	Zarządzanie, materiały i technologie w energetyce
Poziom studiów	Studia I stopnia
Profil	Ogólnoakademicki
Forma studiów	Stacjonarna
Rok i semestr/y studiów	rok II, sem. 4
Rodzaj przedmiotu	przedmiot specjalnościowy - Fotowoltaika i ogniwa cienkowarstwowe
Język wykładowy	Język polski
Koordinator	dr hab. Grzegorz Wisz, prof. UR
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	dr hab. Grzegorz Wisz, prof. UR

\* -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.	Inne (jakie?)	Liczba pkt. ECTS
4	15			30					4

**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 – egzamin

Laboratorium – zaliczenie z oceną

## 2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Podstawowa wiedza z zakresu fizyki, chemii, materiałoznawstwa, podstaw energetyki oraz elektrotechniki.

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

### 3.1 Cele przedmiotu

C <sub>1</sub>	Zapoznanie studentów z zasadami działania, budową i rodzajami ogniw fotowoltaicznych.
C <sub>2</sub>	Nabycie wiedzy z zakresu technologii wytwarzania materiałów i struktur fotowoltaicznych.
C <sub>3</sub>	Kształtowanie umiejętności testowania, charakteryzacji i oceny jakości ogniw fotowoltaicznych.
C <sub>4</sub>	Rozwijanie kompetencji analitycznych, laboratoryjnych oraz świadomości znaczenia OZE w nowoczesnej energetyce.

### 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	W zaawansowanym stopniu zagadnienia z zakresu budowy materii niezbędne do zrozumienia własności materiałów inżynierskich, materiałów funkcjonalnych, nowoczesnych materiałów lub nanomateriałów oraz chemii niezbędne do zrozumienia procesów zachodzących w systemach energetycznych	Wo3
EK_02	W zaawansowanym stopniu zagadnienia z zakresu metod i technik wytwarzania oraz obróbki materiałów, w szczególności materiałów stosowanych w przemyśle energetycznym.	Wo6
EK_03	W zaawansowanym stopniu metody analizy właściwości i jakości materiałów, w tym właściwości fizycznych, mechanicznych, elektrycznych i eksploatacyjnych.	Wo7
EK_04	Współczesne rozwiązania w zakresie wytwarzania, eksploatacji i modernizacji systemów energetycznych, w tym odnawialnych źródeł energii, technologii niskoemisyjnych, zaawansowanych materiałów oraz technologii stosowanych w energetyce; w zakresie wytwarzania energii, magazynowania energii, przesyłania energii, gospodarki energetycznej oraz zarządzania energią.	Wo8

<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_05	Zna dylematy współczesnej cywilizacji w zakresie nowoczesnych technologii, nowoczesnych materiałów, problemów energetyki i zapewnienia energii, ochrony środowiska.	W14
EK_06	Analizować i rozwiązywać złożone i nietypowe problemy techniczne oraz organizacyjne związane z inżynierią materiałową oraz energetyką.	U01
EK_07	Pozyskiwać informacje z różnych źródeł, w tym z literatury specjalistycznej i źródeł naukowych oraz baz danych, selekcjonować informacje i dane, interpretować, integrować z posiadaną wiedzą oraz wyciągać wnioski i uzasadniać opinie.	U02
EK_08	Przygotowywać udokumentowane opracowania i prace pisemne z zakresu inżynierii materiałowej, nauk fizycznych lub energetyki, potrafi opracować dokumentację dotyczącą realizacji zadania inżynierskiego, przedstawić wyniki realizowanego zadania.	U04
EK_09	Właściwie posługiwać się specjalistyczną terminologią naukową i techniczną w zakresie inżynierii materiałowej, nauk fizycznych, energetyki, zarządzania.	U06
EK_10	Posługiwać się metodami i technikami badawczymi, laboratoryjnymi, pomiarowymi, analitycznymi, wykorzystywać metodykę badań eksperymentalnych, krytycznie analizować i interpretować uzyskane wyniki, wyciągać wnioski celem rozwiązania zadań inżynierskich z zakresu inżynierii materiałowej, nauk fizycznych, energetyki lub dziedzin pokrewnych, potrafi zaplanować i przeprowadzić eksperyment badawczy.	U08
EK_11	Dokonać właściwego doboru materiałów do zastosowań inżynierskich. Posługiwać się metodami kontroli jakości, kontroli urządzeń i systemów, przeprowadzić ocenę efektywności energetycznej.	U09
EK_12	Oceniać zagrożenia pojawiające się w sektorze energetyki i nowoczesnych technologii materiałowych, stosować zasady ergonomii, bezpieczeństwa i higieny pracy, korzystać z norm i standardów.	U13
EK_13	Właściwie planować i organizować pracę dla osiągnięcia zakładanego celu – indywidualnie oraz zespołowo, pracować w zespole przyjmując w nim różne role, pracować w zespole interdyscyplinarnym.	U15
EK_14	Przedstawiania konsekwencji wprowadzania nowych technologii oraz rozwiązań w życiu codziennym i ponoszenia odpowiedzialności za podejmowane decyzje w tym zakresie.	K03

### 3.3 Treści programowe

#### A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne
Podstawy fizyczne konwersji energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną
Budowa i zasada działania ogniw fotowoltaicznych
Materiały stosowane w technologii fotowoltaicznej (krzem, cienkie warstwy, materiały nowej generacji)
Technologie wytwarzania ogniw fotowoltaicznych
Procesy technologiczne i obróbka materiałów dla PV
Parametry elektryczne i eksploatacyjne ogniw fotowoltaicznych
Degradacja i niezawodność ogniw PV
Zastosowania ogniw fotowoltaicznych w systemach energetycznych
Aspekty środowiskowe i ekonomiczne technologii fotowoltaicznych

#### B. Problematyka ćwiczeń, konwersatoriów, laboratoriów, zajęć praktycznych

Treści merytoryczne
Przygotowanie próbek materiałów do zastosowań fotowoltaicznych
Modelowanie cienkowarstwowej struktury PV z wykorzystaniem oprogramowania SCAPS
Wytwarzanie cienkowarstwowych struktur ogniw fotowoltaicznych w technologii PVD
Pomiary charakterystyk prądowo-napięciowych (I-V) ogniw PV w warunkach STC
Wyznaczanie sprawności i parametrów pracy ogniw fotowoltaicznych
Analiza wpływu warunków zewnętrznych na pracę ogniw PV
Ocena jakości i efektywności energetycznej ogniw fotowoltaicznych
Opracowanie i interpretacja wyników badań laboratoryjnych

### 3.4 Metody dydaktyczne

*Wykład: Wykład problemowy z prezentacją multimedialną*

*Laboratorium: analiza przykładów technologicznych i przemysłowych, metoda projektu laboratoryjnego, praca indywidualna i zespołowa, przygotowanie projektu*

## 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 - Ek_05	egzamin pisemny, projekt, obserwacja w czasie zajęć	w, lab
Ek_06- Ek_05	Projekt, prezentacja wyników, Obserwacja w czasie zajęć, aktywność	lab

### 4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Zaliczenie przedmiotu potwierdzi stopień osiągnięcia przez studenta zakładanych efektów uczenia się. Weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się kontrolowana jest na bieżąco w trakcie przeprowadzenia zajęć. Końcowa ocena będzie odzwierciedleniem stopnia osiągniętych efektów. Weryfikacja efektów uczenia się z wiedzy i umiejętności przekazanej przez nauczyciela odbywać się będzie przez egzamin pisemny, projekt, obserwacja w czasie zajęć. Sprawdzenie efektów uczenia się z zajęć bez udziału nauczyciela odbywać się będzie poprzez ocenę przygotowania studenta do zajęć i zaliczenia. Weryfikacja kompetencji społecznych odbywać się będzie poprzez obserwację w czasie zajęć, aktywność. Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest osiągnięcie wszystkich założonych efektów uczenia się.

Wykłady- egzamin (ndst/dst/dst+/db/db+/bdb).

Ćwiczenia – zaliczenie z oceną (ndst/dst/dst+/db/db+/bdb).

Warunkiem zaliczenia wykładu jest pozytywna ocena z egzaminu pisemnego.

Skala ocen: dst >50%, dst plus >60%, db >70%,db plus >80%, bdb > 90%.

Warunkiem zaliczenia laboratorium jest pozytywna ocena z wykonania i przedstawienia projektu zespołowego, przestrzeganie zasad BHP podczas zajęć laboratoryjnych.

Skala ocen: dst >50%, dst plus >60%, db >70%,db plus >80%, bdb > 90%.

## 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	45
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, egzaminie)	5
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	60
SUMA GODZIN	110
<b>SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS</b>	<b>4</b>

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

## 6. PRAKTYKI ZAWODOWE W RAMACH PRZEDMIOTU

wymiar godzinowy	Nie dotyczy
zasady i formy odbywania praktyk	Nie dotyczy

## 7. LITERATURA

Literatura podstawowa:

1. Klugmann-Radziemska E., Fotowoltaika w teorii i praktyce, Wydawnictwo btc, Legionowo, 2010
2. Dokumentacja oprogramowania SCAPS – dostarczona przez prowadzącego
3. Green M.A., Solar Cells: Operating Principles, Technology and System Applications, Prentice Hall, 1982
4. Rauschenbach H. S.S., Solar Cell Array Design Handbook: The Principles and Technology of Photovoltaic Energy Conversion, Springer, 1980

Literatura uzupełniająca:

5. Sze S.M., Kwok K., Physics of Semiconductor Devices, Wiley, 2006
6. Materiały polecane przez prowadzącego

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej