

SYLABUS

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2025/2026-2026/2027

(skrajne daty)

Rok akademicki 2026/2027

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

Nazwa przedmiotu	Modelowanie procesów w energetyce
Kod przedmiotu	
Nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Wydział Technologiczno-Przyrodniczy
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Kierunek studiów	Odnawialne Źródła Energii i Gospodarka Odpadami
Poziom studiów	studia drugiego stopnia
Profil	ogólnoakademicki
Forma studiów	stacjonarne
Rok i semestr studiów	rok I, semestr 2
Rodzaj przedmiotu	kierunkowy
Język wykładowy	język polski
Koordinator	dr hab. Małgorzata Pociask – Biały, prof. UR
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	dr hab. Małgorzata Pociask – Biały, prof. UR

* - zgodnie z ustaleniami w Jednostce

1.1. Formy zajęć dydaktycznych, wymiar godzin i punktów ECTS

Semestr (nr)	Wykł.	Ćw.	Konw.	Lab.	Sem.	ZP	Prakt.	Zajęcia projektowe	Liczba pkt ECTS
2	15			15				15	5

1.2. Sposób realizacji zajęć

X zajęcia w formie tradycyjnej

 zajęcia realizowane z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość**1.3 Forma zaliczenia przedmiotu (z toku)**

egzamin

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Znajomość podstaw fizyki w zakresie termodynamiki, modelowania zjawisk fizycznych; umiejętność prowadzenia podstawowych działań matematycznych: rachunek różniczkowy, całkowy (graficzna analiza wykresów); umiejętność posługiwania się typowymi programami do obliczeń numerycznych i symulacji matematycznych: Excel, Origin, inne.

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

3.1 Cele przedmiotu

C ₁	Poznanie wybranych zagadnień modelowania i projektowania procesów wytwarzania energii elektrycznej i ciepłej w tym na terenach wiejskich.
C ₂	Nabywanie umiejętności zapisywania i analizy bilansu energetycznego dla urządzeń energetyki odnawialnej.

3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

EK (efekt uczenia się)	Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu Student:	Odniesienie do efektów kierunkowych
EK_01	zna metody matematyczne służące do modelowania i bilansowania procesów zachodzących w urządzeniach energetycznych	K_Wo1 K_Wo4
EK_02	zna i rozumie zasady działania i eksploatacji urządzeń i instalacji służących pozyskiwaniu/wytwarzaniu energii ze źródeł odnawialnych na terenach wiejskich	K_Wo4
EK_03	zna najnowsze osiągnięcia i trendy rozwojowe w zakresie odnawialnych źródeł energii i gospodarki odpadami, sprawozdanie z omawianego zakresu wiedzy	K_Wo6
EK_04	potrafi prawidłowo archiwizować dane, wybrać metody matematyczne, przeprowadzić za ich pomocą obliczenia, sformułować i zaprezentować wnioski dotyczące projektowania procesów energetycznych	K_U02 K_U06 K_U09
EK_05	jest gotów do uznawania znaczenia wiedzy z zakresu projektowania procesów w energetyce w rozwiązywaniu praktycznych problemów i zagadnień poznawczych z zakresu odnawialnych źródeł energii	K_Ko2
EK_06	rozumie potrzebę przestrzegania zasad etyki zawodowej	K_Ko5

3.3 Treści programowe

A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne
Zjawiska transportu, transport pędu, ciepła i masy. Mechanizmy dyfuzji. Molekularne przewodnictwo ciepła
Równanie dyfuzji, procesy dyfuzji, podstawy termodynamiki. Równanie wymiany ciepła (równanie bilansu cieplnego). Równanie przewodnictwa cieplnego. Proces odwracalny, proces nieodwracalny, równanie samorzutności procesów. Zmiana entropii w procesie rozprężania gazu doskonałego – model pompy ciepła. Połączenie pierwszej i drugiej zasady termodynamiki.
Konwersja cieplna. Kolektory – zasada działania, warunki nasłonecznienia dla Polski i Podkarpacia, parametry wpływające na sprawność kolektorów (dane do ćwiczenia projektowego)

<p>Modele matematyczne i fizyczne. Klasyfikacja modeli. Transport pędu - dynamika płynów, lepkość, pola prędkości. Transport masy – dyfuzja, dyspersja, konwekcja. Przykłady: proste mini modele w Pracowni 5.3 Odnawialnych Źródeł Energii w Lab.5 Badań i Kontroli Środowiska: Modelowanie przetwarzania energii odnawialnej na mechaniczną i elektryczną: Model elektrowni wodnej przepływowej i szczytowo-pompowej, wiatrowej z poziomą osią obrotu, płaskiego kolektora słonecznego. Rozwiązywanie równania modułu fotowoltaicznego, Aplikacje.</p>
<p>Przybliżone metody rozwiązywania równania dyfuzji. Modelowanie zjawisk transportu ciepła i masy. Modelowanie całkowania równań różniczkowych. Równanie dyfuzji turbulentnej dla ciągłego i impulsowego zrzutu ścieków. Dyfuzja turbulentna w modelach trójwymiarowych. Wybrane przybliżone metody rozwiązywania równań różniczkowych drugiego rodzaju. Metoda Eulera i Duforta-Frankla. Termodyfuzja defektu własnego, na podstawie wybranego przykładu, w półprzewodniku stosowanym w przemyśle fotowoltaicznym. Rozwiązywanie równania różniczkowego drugiego rodzaju metodą różnic skończonych: rozwiązywanie równania przewodnictwa cieplnego oraz dyfuzji defektu własnego).</p>
<p>Nowoczesne metody modelowania: Numeryczna Mechanika Płynów (Computational Fluid Dynamics CFD). Modelowanie numeryczne z zastosowaniem programów Fluent, ASPENPlus, MatLab, Mathematica. Przykłady: profile temperaturowe dla kotła, obserwacja płomienia w kotle. Symulacje inżynierskie: przepływu gazów i cieczy wewnątrz lub wokół obiektów. Modele systemu zagospodarowania i transportu odpadów.</p>
<p>Prognozowanie a raporty środowiskowe: Energetyka słoneczna w Europie, prognozowanie wzrostu produkcji energii elektrycznej, prognozowanie zużycia energii elektrycznej.</p>

B. Problematyka ćwiczeń laboratoryjnych

<p>Treści merytoryczne</p>
<p>Ciało doskonale czarne. Prawo Wiena, Stefana-Boltzmana, Plancka. Zjawisko fotoelektryczne, efekt fotowoltaiczny, charakterystyki prądowo-napięciowe ogniwa słonecznego i modułu fotowoltaicznego PV. Zdejmowanie charakterystyk prądowo-napięciowych ogniwa/modułu PV, wykonywanie testów jakości pracy ogniw fotowoltaicznych (wyznaczanie parametrów pracy krzemowego ogniwa słonecznego) za pomocą symulatora promieniowania słonecznego. Badanie transmisyjności szkieł solarnych metoda elektryczną.</p>
<p>Globalne i lokalne prognozowanie zjawisk atmosferycznych na podstawie badań rejestrowanych za pomocą stacji pogodowej Vantage Pro2 i suntruckera SOLYS2 oraz wybranych stacji pogodowych dostępnych w sieci internetowej (np. stacja IMiGO w Warszawie).</p>
<p>Badanie właściwości optycznych szkieł solarnych stosowanych jako pokrycia modułów PV i kolektorów za pomocą spektrometru ze sferą całkującą i symulatora promieniowania słonecznego QS130CA.</p>
<p>Modelowanie transportu ciepła przez przegrody budowlane. Wpływ parametrów na przebieg procesu. Opór cieplny przegród budowanych i materiałów stosowanych do termomodernizacji budynków. Graficzna analiza prawa Fouriera.</p>

Modelowanie wytwarzania energii elektrycznej przez hybrydowy układ siłownika wiatrowego i mini modułu fotowoltaicznego. Wpływ parametrów na pracę układu hybrydowego.

C. Problematyka zajęć projektowych

Treści merytoryczne
Wytwarzanie i magazynowanie ciepłej wody użytkowej na potrzeby małych gospodarstw domowych/ dużych obiektów użyteczności publicznej za pomocą systemu kolektorów. Zastosowanie programu Kolektorek 2.0 do sporządzenia projektu instalacji wytwarzającej cwu. Modelowanie wytwarzania energii cieplnej przez płaski/próżniowy kolektor laboratoryjny. Wpływ parametrów na pracę urządzenia.
Biogazownie/ Kompostownie: wytwarzanie, magazynowanie i przesył energii elektrycznej. B. Modelowanie pracy oczyszczalni ścieków, modelowanie przepływu stacjonarnego i turbulentnego po zrzucie ścieków.
Skojarzona produkcja energii elektrycznej i cieplnej w elektrociepłowniach.
Modelowanie wytwarzania energii elektrycznej przez elektrownie wiatrowe i wodne. Wpływ parametrów na pracę urządzenia (na podstawie rzeczywistych modeli laboratoryjnych elektrowni oraz wybranych przez prowadzącego zajęcia numerycznych aplikacji).

3.4 Metody dydaktyczne

Wykłady: wykład problemowy, wykład z prezentacją multimedialną

Ćwiczenia laboratoryjne: wykonywanie doświadczeń, modelowanie matematyczne

Zajęcia projektowe: projektowanie doświadczeń, metoda projektów, praca w grupach (rozwiązywanie zadań, dyskusja), gry dydaktyczne.

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	sprawozdanie z ćwiczeń/projekt, egzamin pisemny, obserwacja w trakcie zajęć	w, ćw. lab., z. projektowe
EK_02	sprawozdanie z ćwiczeń/projekt, egzamin pisemny, obserwacja w trakcie zajęć	w, ćw. lab., z. projektowe
EK_03	sprawozdanie z ćwiczeń	w, ćw. lab., z. projektowe
EK_04	projekt	z. projektowe
EK_05	sprawozdanie z ćwiczeń/projekt, egzamin pisemny, obserwacja w trakcie zajęć	w, ćw. lab., z. projektowe
EK_06	obserwacja w trakcie zajęć	w, ćw. lab., z. projektowe

4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Wykład: egzamin

Ćwiczenia (laboratoria i zajęcia projektowe): zaliczenie z oceną

Zaliczenie ćwiczeń pozwala na przystąpienie do zaliczenia wykładów. O ocenie pozytywnej z ćwiczeń decyduje średnia arytmetyczna z ocen uzyskanych za każde ćwiczenie/projekt (>50% maksymalnej liczby punktów) ze sprawozdania: dst 51-59%, dst plus 60-69%, db 70-79%, db plus 80-89%, bdb 90-100%.

O ocenie pozytywnej z wykładów decyduje liczba uzyskanych punktów (>50% maksymalnej liczby punktów) z egzaminu w formie testu wyboru jednokrotnego i wielokrotnego: dst 51-59%, dst plus 60-69%, db 70-79%, db plus 80-89%, bdb 90-100%.

Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest osiągnięcie wszystkich założonych efektów uczenia się.

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)	–udział w konsultacjach	6
	–udział w egzaminie	2
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	–przygotowanie do zajęć	30
	–przygotowanie do egzaminu	45
SUMA GODZIN	128	
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS	5	

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

6. PRAKTYKI ZAWODOWE W RAMACH PRZEDMIOTU

wymiar godzinowy	-
zasady i formy odbywania praktyk	-

7. LITERATURA

Literatura podstawowa:

1. Wierzbka B. Modelowanie procesów transportu masy, PRz, Rzeszów, 2016
2. Buczek K., Malska W., Penar S. Wykorzystanie programu PSIM do modelowania małej elektrowni słonecznej, Przegląd Elektrotechniczny, 87, 8, s.42-47 (2011)
3. Suwała W. Problemy budowy i wykorzystania modeli komputerowych w gospodarce paliwami i energią, Polityka Energetyczna 16, z.3, Wydawnictwo Instytutu GSMiE PAN, s.47-58, Kraków 2013.
4. Mulas E. Przykłady symulacji komputerowej w fizyce, Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2006.

Literatura uzupełniająca:

1. Gutenbaum J. Modelowanie matematyczne systemów, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2003
2. Matyka M. Symulacje komputerowe w fizyce. Wydanie II, Helion 2021, s.368.
3. Bieżące doniesienia na stronach WWW Energetyka24.com, pgeeo.pl Zielona energia i OZE, swiatoze.pl Ekologia bez tajemnic – Portal OZE –SwiatOZE.pl, Leonardo-energy.pl Portal – czysta energia, itp.

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej