

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

Rok akademicki 2028/2029

**1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE**

Nazwa przedmiotu	<b>Optymalizacja zużycia energii i algorytmy</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 III, sem. 5
Rodzaj przedmiotu	przedmiot specjalnościowy - Efektywność energetyczna i zrównoważone budynki
Język wykładowy	Język polski
Koordinator	dr hab. Rafał Rak, prof. UR
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	dr hab. Rafał Rak, 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
5	15					15			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

Zajęcia projektowe - zaliczenie z oceną

**2. WYMAGANIA WSTĘPNE**

Podstawowa wiedza z fizyki, analizy matematycznej, podstaw programowania, statystyki, analizy danych, energetyki oraz Mathematica.
--

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

#### 3.1 Cele przedmiotu

C <sub>1</sub>	Zrozumienie istoty miar i metryk optymalizacji zużycia energii (efektywność, koszty, emisje, ograniczenia techniczne, ekonomiczne i środowiskowe).
C <sub>2</sub>	Umiejętność formalizacji problemów energetycznych jako zadań optymalizacyjnych (funkcja celu, ograniczenia, zmienne decyzyjne).
C <sub>3</sub>	Znajomość, dobór i krytyczna ocena algorytmów optymalizacji (ciągłej, dyskretnej, wielokryterialnej, heurystycznej) dla typowych zastosowań w inżynierii i zarządzaniu energią.
C <sub>4</sub>	Praktyczne wykorzystanie zaawansowanych narzędzi obliczeniowych (w szczególności Mathematica/Wolfram Language) do rozwiązywania zadań optymalizacji, analizy danych energetycznych oraz wizualizacji wyników.
C <sub>5</sub>	Rozwijanie kompetencji analitycznych i inżynierskich: interpretacja wyników optymalizacji, weryfikacja założeń modelu, analiza wrażliwości, raportowanie oraz krytyczna ocena rozwiązań.

#### 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	Definiuje kluczowe pojęcia i miary związane z zużyciem i efektywnością energetyczną (energia, moc, sprawność, profil obciążenia, KPI, ślad węglowy). Wskazuje główne źródła strat, ograniczenia techniczne, ekonomiczne i organizacyjne w systemach energetycznych (budynki, przemysł, OZE).	Wo1, Wo8, W14
EK_02	Formułuje problemy optymalizacji zużycia energii jako modele matematyczne (ciągłe/dyskretne; deterministyczne/stochastyczne). Dobiera adekwatną klasę metod i algorytmów optymalizacyjnych (LP, MILP, NLP, programowanie dynamiczne) do postawionego problemu.	Wo1, Wo9, Uo6
EK_03	Rozwiązuje zadania optymalizacyjne o niskiej i średniej złożoności z zakresu zarządzania energią. Interpretuje i analizuje uzyskane wyniki (wartość funkcji celu, zmienne decyzyjne, analiza ograniczeń aktywnych, kompromisy koszt–energia–emisje). Potrafi uzasadnić wybór algorytmu.	Uo1, Uo2, Uo6
EK_04	Pozyskuje, oczyszcza i przygotowuje dane energetyczne (szeregi czasowe). Wykonuje podstawową analizę	Uo2, Uo3, U10

<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.

	statystyczną, identyfikację wzorców zużycia oraz proste prognozowanie profili obciążenia na potrzeby sterowania i planowania. Dokonuje doboru metod, technik i narzędzi symulacji komputerowych i modelowania dla określonych zadań inżynierskich w zakresie inżynierii materiałowej, nauk fizycznych, energetyki, zarządzania.	
EK_05	Stosuje narzędzia informatyczne (w tym Mathematica/Wolfram Language) do modelowania, symulacji i rozwiązywania zadań optymalizacji. Wykorzystuje je do pracy z jednostkami fizycznymi, wizualizacji danych i wyników oraz dokumentowania obliczeń w formie interaktywnej.	Wo9, Uo3, Uo6, U12
EK_06	Krytycznie ocenia uzyskane rozwiązania optymalizacyjne pod kątem założeń modelu, jakości danych, ryzyk implementacyjnych i zgodności z celami zrównoważonego rozwoju. Planuje własne uczenie się i doskonalenie warsztatu analitycznego w dynamicznie rozwijającej się dziedzinie.	Ko2

### 3.3 Treści programowe

#### A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne
1. <b>Wprowadzenie do optymalizacji w systemach energetycznych.</b> Cele optymalizacji: koszt, energia, emisje; KPI i ograniczenia; przykłady z budynków/przemysłu/sieci.
2. <b>Matematyczne modelowanie problemów energetycznych.</b> Formalizacja problemu: zmienne decyzyjne (ciągłe, dyskretne, binarne), funkcja celu (liniowa, nieliniowa), graniczenia równościowe i nierównościowe. Bilans energii i mocy jako fundamentalne graniczenie. Modele liniowe vs. nieliniowe, deterministyczne vs. stochastyczne. Normalizacja, skalowanie problemów – znaczenie dla stabilności numerycznej.
3. <b>Optymalizacja liniowa (LP) i mieszanoliczbowa (MILP) w energetyce.</b> Podstawy programowania liniowego. Algorytm simplex. Programowanie całkowitoliczbowe i mieszane (MILP). Typowe zastosowania: optymalny dobór mocy źródeł w systemie, harmonogramowanie jednostek wytwórczych z kosztami rozruchu. Interpretacja rozwiązania i analiza dualności (koszty graniczne ograniczeń).
4. <b>Optymalizacja nieliniowa (NLP) i globalna.</b> Metody gradientowe, optymalizacja bez ograniczeń i z ograniczeniami. Pojęcie wypukłości i jego kluczowe znaczenie. Ryzyko optimum lokalnych w problemach nieliniowych. Wprowadzenie do metod optymalizacji globalnej. Praktyczne przykłady NLP w energetyce: optymalizacja krzywej sprawności generatora, sterowanie nieliniowym procesem przemysłowym.
5. <b>Algorytmy i heurystyki dla problemów dyskretnych.</b> Programowanie dynamiczne, zachłanne, metaheurystyki (GA/SA/PSO – przegląd zastosowań); kryteria doboru.
6. <b>Dane i niepewność w zarządzaniu energią.</b> Profile zużycia, sezonowość; prognozowanie i scenariusze; wprowadzenie do optymalizacji z niepewnością.
7. <b>Mathematica/Wolfram Language w optymalizacji i analizie energii.</b>

globalna optymalizacja, optymalizacja liniowa, analiza i prognozowanie szeregów czasowych, jednostki i wielkości fizyczne, elementy sztucznej inteligencji.

8. **Uwzględnianie niepewności i optymalizacja wielokryterialna.** Pareto, ważenie kryteriów, kompromisy; typowe błędy modelowania.

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

Treści merytoryczne
1. Mathematica cz.1 – Podstawy optymalizacji i praca z jednostkami.
2. Budowa modelu optymalizacji: funkcja celu i ograniczenia
3. Optymalizacja liniowa (LP) – minimalizacja kosztu energii z taryfą czasową.
4. Optymalizacja mieszanoliczbowa – harmonogramowanie urządzeń z ograniczeniami binarnymi.
5. Implementacja prostej heurystyki. Porównanie wyników i wydajności.
6. Analiza bazowych danych energetycznych i wyznaczanie KPI.
7. Mathematica cz.2 – Prognozowanie zużycia i optymalizacja.
8. Projekt. Studenci, na podstawie dostarczonego opisu przypadku (np. optymalizacja pracy pompy ciepła i kotła), przygotowują krótki raport.

### 3.4 Metody dydaktyczne

*Wykład: Wykład problemowy + studia przypadków, prezentacja multimedialna, pokaz obliczeń (w tym Mathematica).*

*Zajęcia praktyczne: rozwiązywanie zadań przy komputerze, praca w parach/grupach.*

## 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_06	Obserwacja w trakcie zajęć, dyskusje	W, ZP
Ek_01-- Ek_06	Kolokwium, projekt praktyczny	ZP

### 4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Zaliczenie następuje na podstawie uzyskanej oceny z kolokwium oraz projektu na poziomie co najmniej dostatecznym. Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną punktów uzyskanych z kolokwium i wykonanego projektu.

Ocena końcowa jest ustalana według skali:

poniżej 50% pkt. – niedostateczny,

[50 – 60%) pkt. – dostateczny,

[60 – 70%) pkt. – plus dostateczny,

[70 – 80%) pkt. – dobry,

[80 – 90%) pkt. – plus dobry,

[90 – 100%] pkt. – bardzo dobry.

## 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, egzaminie)	5
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	68
SUMA GODZIN	103
<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. Wolfram S., An Elementary Introduction to the Wolfram Language, Wolfram Media, 2020.
2. Seidler J., Badach A., Molisz W.: Metody rozwiązywania zadań optymalizacji, WNT, Warszawa 2010.
3. Mromliński L.: Metody matematyczne w energetyce. Politechnika Wrocławska, Wrocław 2001.

Literatura uzupełniająca:

1. Cieślak M. (red.), Prognozowanie gospodarcze. Metody i zastosowania, PWN, Warszawa 2019.

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej