**Nazwa przedmiotu:**

Metody optymalizacji w ochronie środowiska

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. WIktor Treichel, prof. uczelni

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Ochrona Środowiska

**Grupa przedmiotów:**

podstawowe

**Kod przedmiotu:**

1110-OS000-MSP-1101

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

3

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

Wykłady: 15 godz.
Zapoznanie się ze wskazaną literaturą: 10 godz.
Przygotowanie do kolokwium: 5 godz.
Obecność na zajęciach projektowych: 15 godz.
Opracowanie projektów: 25 godz.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

1

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

nie dotyczy

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 15h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 15h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Matematyka I, Podstawy Informatyki

**Limit liczby studentów:**

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest przedstawienie podstawowych metod optymalizacji liniowej i nieliniowej oraz nauczenie formułowania i rozwiązywania zadań optymalizacyjnych w zastosowaniach inżynierskich w inżynierii i ochronie środowiska.

**Treści kształcenia:**

Wykłady: Ogólne formułowanie zadań optymalizacji. Podstawowe pojęcia (zmienne decyzyjne, ograniczenia, funkcja celu). Kryteria ekonomiczne i pozaekonomiczne. Klasyfikacja zadań.
Programowanie liniowe. Różne formy zadań i ich interpretacja. Metody rozwiązywania zadań programowana liniowego (metoda graficzna, metoda simpleks). Dualność w programowaniu liniowym, sformułowanie, powiązania między zadaniem pierwotnym i dualnym, interpretacja. Analiza wrażliwości modeli programowania liniowego.
Zadania transportowe, wyznaczanie rozwiązania początkowego, poszukiwanie rozwiązania optymalnego, zadania wieloetapowe. Przykłady zastosowań w gospodarce odpadami
Zadania ze zmiennymi dyskretnymi. Zadania z ułamkowo-liniową funkcją celu.
Zadania programowania nieliniowego, sformułowanie i przykłady. Minimalizacja bez ograniczeń funkcji wielu zmiennych. Przybliżone metody rozwiązywania zadań nieliniowych: gradientowe, bezgradientowe i heurystyczne. Przykłady. Metoda mnożników Lagrange’a. Twierdzenie Kuhna-Tuckera. Zastosowanie programowania nieliniowego w estymacji parametrów modelu.
Zadania z parametrami losowymi – formułowanie, przykłady, metody rozwiązania.
Podstawowe wiadomości o optymalizacji wielokryterialnej, rozwiązania sprawne i niezdominowane, optimum w sensie Pareto, rozwiązania kompromisowe.
Ćwiczenia projektowe: Zapoznanie z dostępnym oprogramowaniem (Solver w Excelu, Matlab, pakiet Xpress). Formułowanie zadań optymalizacyjnych w Excelu, optymalizacja planu produkcji, optymalizacja ilości wydzielanych spalin. Racjonalny rozdział środków finansowych na ochronę środowiska.
Xpress - narzędzie do modelowania i optymalizacji, rozwiązanie zadania liniowego oraz zadania ze zmiennymi dyskretnymi.
Zadanie transportowe na przykładzie systemu zbiórki odpadów - wykorzystanie pakietu XPress.
Zadanie ze zmiennymi dyskretnymi na przykładzie optymalizacji stopnia oczyszczania ścieków – pakiet XPress.
Optymalizacja linii technologicznych (metoda mnożników Lagrange'a)
Estymacja parametrów modelu jakości wody w rzece – wykorzystanie pakietu Matlab i Excel.

**Metody oceny:**

Kolokwium zaliczeniowe na wykładzie, ocena rozwiązania wskazanych zagadnień podczas ćwiczeń projektowych oraz raportów z tych ćwiczeń.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

Biedugnis S., Cholewiński J. - Optymalizacja gospodarki odpadami, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1992, s. 340
Biedugnis S., Miłaszewski R. - Metody optymalizacyjne w wodociągach i kanalizacji, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1993, s. 213
Krajewski K. - Metody optymalizacji w inżynierii środowiska, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1993, s. 209
Siudak M. - Badania operacyjne, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1997, s. 246
Stachurski A., Wierzbicki A. P. - Podstawy optymalizacji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1999, s. 232
Stachurski A., Wierzbicki A. P. - Podstawy optymalizacji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1999, s. 232
Szapiro T. (red) - Decyzje menedżerskie z Excelem, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2000, s. 413 + CD ROM
Trzaskalik T. - Wprowadzenie do badań operacyjnych z komputerem, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2003, s. 405 + CD ROM

**Witryna www przedmiotu:**

https://moodle.is.pw.edu.pl/moodle/course/view.php?id=115

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

Posiada wiedzę dotyczącą formułowania i rozwiązywania zadań Programowania Liniowego oraz zna przykłady zastosowań Programowania Liniowego w ochronie środowiska.

Weryfikacja:

Kolokwium na wykładzie, rozwiązanie wskazanego zagadnienia podczas ćwiczeń projektowych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W02:**

Zna metody rozwiązywania różnych typów zadań optymalizacyjnych, w tym zadań transportowych, zadań z ułamkowo-liniową funkcją celu, zadań z parametrami losowymi oraz poznał przykłady formułowania tych zadań w zagadnieniach inżynierii i ochrony środowiska.

Weryfikacja:

Kolokwium na wykładzie, rozwiązanie wskazanego zagadnienia podczas ćwiczeń projektowych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W03:**

Posiada podstawową wiedzę z zakresu formułowania i rozwiązywania analitycznego i numerycznego zadań optymalizacji nieliniowej.

Weryfikacja:

Kolokwium na wykładzie, rozwiązanie wskazanego zagadnienia podczas ćwiczeń projektowych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

Potrafi przeanalizować zadane zagadnienie i sformułować problem w postaci zadania optymalizacyjnego.

Weryfikacja:

Kolokwium na wykładzie, rozwiązanie wskazanego zagadnienia podczas ćwiczeń projektowych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U10, K\_U17

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U02:**

Potrafi posługiwać się wybranymi programami komputerowymi (Excel, Xpress, Matlab) w celu rozwiązywania zadań optymalizacyjnych.

Weryfikacja:

Rozwiązanie wskazanego zagadnienia podczas ćwiczeń projektowych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U03:**

Potrafi opracować raport z wykonanego zadania, zawierający omówienie zastosowanych metod, analizę otrzymanych wyników oraz wyciągnięte wnioski.

Weryfikacja:

Ocena opracowanego raportu z wykonanego zadania

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U03, K\_U04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

Ma świadomość ważności kryteriów i ograniczeń ekologicznych i ekonomicznych w rozwiązywaniu problemów technicznych.

Weryfikacja:

Kolokwium na wykładzie, rozwiązanie wskazanego zagadnienia podczas ćwiczeń projektowych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka K02:**

Ma świadomość potrzeby popularyzowania osiągnięć nauki i techniki oraz metod naukowych, w tym metod optymalizacji, w środowisku nietechnicznym.

Weryfikacja:

Ocena raportu z wykonanego zadania

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**