**Nazwa przedmiotu:**

Metody optymalizacji dyskretnej

**Koordynator przedmiotu:**

Rajmund Kożuszek

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny dowolnego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Informatyka

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne - zaawansowane

**Kod przedmiotu:**

MOD

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

1. liczba godzin kontaktowych – 47 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
spotkania projektowe 15 godz.,
konsultacje 2 godz.,
2. praca własna studenta – 70 godz., w tym
przygotowanie do kolokwium 25 godz.,
przygotowanie do zadania projektowego 15 godz.,
realizacja projektu 30 godz.
Łączny nakład pracy studenta wynosi 117 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

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

1,61 pkt. ECTS, co odpowiada 47 godz. kontaktowym

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2,05 pkt. ECTS, co odpowiada 15 godz. spotkań projektowych plus 45 godz. przygotowania i realizacji projektu

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 15h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Podstawy programowania, ZBOP

**Limit liczby studentów:**

30

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest przekazanie podstaw teoretycznych i nauczenie w praktyce rozwiązywania różnych problemów natury dyskretnej (kombinatorycznej). Problemy te najczęściej są związane z planowaniem, optymalizacją i podejmowaniem decyzji napotykanych w systemach zarządzania, logistyki i produkcji. Dzięki zastosowaniu zaawansowanych algorytmów optymalizacji dyskretnej i sieciowej można je rozwiązywać efektywnie.

**Treści kształcenia:**

Wykład:

I. Wprowadzenie. Sprawy organizacyjne, cele i program zajęć, zasady zaliczania. Modele matematycznego programowania liniowego, mieszanego, kwadratowego. Modelowanie dyskretne.

II. Problemy i ich klasyfikacja. Specyfika problemów, które można rozwiązywać stosując metody i modele optymalizacji. Przykłady i modele znanych klas problemów:
 - produkcja, harmonogramowanie, magazynowanie
 - lokalizacja, alokacja, problemy plecakowe, inwestycje
 - logistyka, problemy komiwojażera (Vehicle Routing Problem)
 - pricing
 - zadania sieciowe modelowane za pomocą teorii grafów, proste (przydział, transportowe),
 trudniejsze (przepływy wielotowarowe, projektowanie sieci, kolorowanie grafów)
 - wskazanie obszarów z dużym potencjałem badawczym (np. do rozwijania w ramach indywidualnych prac dyplomowych) oraz odpowiadających na zapotrzebowanie ze strony projektów badawczo-rozwojowych prowadzonych w Zakładzie Badań Operacyjnych i Systemowych, jak i w Instytucie Automatyki i Informatyki Stosowanej.

III. Techniki rozwiązywania zadań trudnych
 1. Przybliżone
 - symulowane wyżarzanie
 - vns
 - ewolucyjne
 2. Dokładne
- programowanie dynamiczne, zasada optymalności Bellmana
- metody podziału i oszacowań (branch-and-bound)
- metody odcięć (algorytm Gomory’ego)
- dekompozycje, technika generacji kolumn, dekompozycja Dantziga-Wolfe'a, Bendersa
- techniki restrykcyjne i relaksacyjne, relaksacja Lagrange'a
- metody prymalno-dualne, metoda Karusha-Kuhna-Tuckera, metoda dualna Lagrange’a
- programowanie z ograniczeniami (constraint programming), propagacja ograniczeń zgodnie z algorytmami Backtracking i Forward Checking
- algorytmy grafowe i sieciowe: badanie wgłąb, spójność, najkrótsza ścieżka, najlżejsze drzewo; skojarzenia, pokrycia, podział; algorytm Forda-Fulkersona
 3. Narzędzia programistyczne modelowania i implementacji metod obliczeniowych dla problemów decyzyjnych
 - aimms, opl, ampl, cplex, matlab, python-api

Ćwiczenia: brak
Laboratorium: brak

Projekt:
Projekt 1: modelowanie zadanego problemu optymalizacji i rozwiązanie go za pomocą komercyjnego pakietu optymalizacyjnego CPLEX, ILOG.
Projekt 2:
implementacja algorytmu, interfejs, integracja z solwerami, opracowanie kompletnego rozwiązania obejmującego zaprojektowanie, zaprogramowanie i uruchomienie algorytmu rozwiązującego konkretne zadanie biznesowe. Tematy projektów i narzędzia programowe są dobierane indywidualnie, zgodnie z zainteresowaniami studentów. Przykładowe dziedziny - sterowanie i harmonogramowanie produkcji w dyskretnych systemach wytwarzania, projektowanie systemów informacyjnych, zarządzanie i planowanie zasobów w ramach smart grid, zarządzanie i projektowanie sieci komputerowych i sieci telekomunikacyjnych, sieci dystrybucyjnych i komunikacyjnych, zarządzanie zasobami w chmurze, itp.
Realizacja projektu składa się z następujących etapów, dla których wyniki będą dyskutowane z prowadzącym:
1. analiza przedstawionego problemu biznesowego i zdefiniowanie zadania modelowania,
2. przygotowanie podstawowego modelu bazowego optymalizacji,
3. opracowanie i implementacja algorytmu wspomagającego rozwiązanie kompleksowego problemu,
4. analiza wyników i ocena efektywności opracowanego rozwiązania.

**Metody oceny:**

Wykład prowadzony w metodyce blended learning, tzn. tradycyjna forma wspomagana narzędziami internetowymi (oprogramowanie moodle).
Realizacja projektów wspomagana narzędziami internetowymi (oprogramowanie moodle) będzie rozbita na kilka etapów (wyniki uzyskane po zakończeniu każdego z nich będą prezentowane i dyskutowane z prowadzącym w trakcie 2-3 godzinnego spotkania).

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

Appa, G. M., Pitsoulis, L., & Williams, H. P. (Eds.). (2006). Handbook on modelling for discrete optimization (Vol. 88). Springer Science & Business Media.
Korte, B., Vygen, J., Korte, B., & Vygen, J. (2012). Combinatorial optimization (Vol. 2). Heidelberg: Springer.
Lau, L. C., Ravi, R., & Singh, M. (2011). Iterative methods in combinatorial optimization (Vol. 46). Cambridge University Press.
Sysło Maciej M., Narsingh Deo, Janusz S. Kowalik (1999). Algorytmy optymalizacji dyskretnej, PWN, Warszawa.

**Witryna www przedmiotu:**

https://usosweb.usos.pw.edu.pl/kontroler.php?\_action=katalog2/przedmioty/pokazPrzedmiot&prz\_kod=103A-INISY-MSP-MOD

**Uwagi:**

(-)

## Charakterystyki przedmiotowe