**Nazwa przedmiotu:**

Metody komputerowe w budownictwie energooszczędnym

**Koordynator przedmiotu:**

R. Robert Gajewski, Dr hab. inż.

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Budownictwo

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

1080-BUBZR-IZP-0601

**Semestr nominalny:**

8 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

3

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

Razem 70 godz. = 3 ECTS:
obecność na ćwiczeniach 20;
obecność na wykładach 10;
zapoznanie się z literaturą 5;
przygotowanie do zajęć 5;
przygotowanie do sprawdzianów 10;
wykonanie prac projektowych 20.

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

Razem 30 godz. = 1 ECTS:
obecność na ćwiczeniach 20;
obecność na wykładach 10.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

Razem 45 godz. = 2 ECTS:
ćwiczenia 20h;
przygotowanie do zajęć 5;
praca własna nad projektami 20 h.

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 10h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 20h |

**Wymagania wstępne:**

Podstawy algebry i analizy matematycznej (znajomość rachunku macierzowego i różniczkowego).
Podstawy mechaniki konstrukcji prętowych (mechanika teoretyczna, wytrzymałość materiałów, mechanika budowli).
Podstawy fizyki budowli (równanie przepływu ciepła).

**Limit liczby studentów:**

30

**Cel przedmiotu:**

Zapoznanie z ogólnymi zagadnieniami teorii modelowania, pojęciami modelu matematycznego i fizycznego oraz błędami powstającymi na rożnych etapach procesu modelowania.
Zrozumienie podstaw Bezpośredniej Metody Sztywności (Direct Stiffness Method) i jej zastosowania w analizie statycznej konstrukcji prętowych
Zapoznanie z teoretycznymi podstawami metod przybliżonego rozwiązywania problemów brzegowych (Metoda Elementów Skończonych) na przykładzie zagadnienia stacjonarnego przepływu ciepła.
Zdobycie podstawowej j wiedzy w zakresie optymalizacji zagadnień inżynierskich i matematycznego modelowania tych problemów.
Przekazanie wiedzy dotyczącej prawidłowego wykorzystania oprogramowania oraz umiejętności oceny i weryfikacji wyników obliczeń komputerowych.

**Treści kształcenia:**

Elementy modelowania matematycznego, ogólne zagadnienia teorii modelowania. Matematyczny i numeryczny model problemu fizycznego. Błędy modelowania.
Bezpośrednia Metoda Sztywności (Direct Stiffness Method): element sprężynki, element pręta, transformacja przemieszczeń i sił, element kratowy, element belkowy, element ramy płaskiej, modelowanie konstrukcji, obciążeń i warunków brzegowych, algorytm metody elementów skończonych, przybliżony charakter obliczeń metodą przemieszczeń.
Teoretyczne podstawy modelowania i dyskretyzacji ośrodków ciągłych. Interpolacja, aproksymacja i ekstrapolacja. Sformułowanie lokalne i globalne zagadnień brzegowych; klasyfikacja metod przybliżonego rozwiązywania; klasyczna metoda różnic skończonych; metoda Ritza i residuów ważonych. Podstawy metody elementów skończonych – stopnie swobody, funkcje kształtu, macierz sztywności elementu, transformacja do układu globalnego, elementy izoparametryczne i całkowanie numeryczne, agregacja macierzy sztywności, uwzględnienie warunków brzegowych; wpływ dyskretyzacji na dokładność obliczeń, kryteria zbieżności metody elementów skończonych; podstawy technik adaptacyjnych. Analiza zadań dwuwymiarowych: ustalony przepływ ciepła.
Wprowadzenie do zagadnień optymalizacji . Analityczne metody optymalizacji funkcji wielu zmiennych - metody Lagrange’a, Kuhna – Tuckera. Zagadnienia programowania liniowego i programowania całkowitoliczbowego w tym zadania optymalizacji dyskretnej. Problematyka konstrukcji modeli matematycznych dla zagadnień optymalizacyjnych, w szczególności dla trudnych problemów optymalizacji dyskretnej, oraz algorytmów dokładnych i przybliżonych służących do ich rozwiązywania. Podstawy optymalizacji konstrukcji inżynierskich

**Metody oceny:**

Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest zdobycie min. 50% punktów zarówno z części teoretycznej (wykład) jak i praktycznej (ćwiczenia).
Wiedza teoretyczna oceniana jest na podstawie sprawdzianów testowych.
Umiejętność modelowania skończenie elementowego i posługiwania się programami MES, rozwiązywania zadań optymalizacyjnych oraz posługiwania się oprogramowaniem wspomagającym projektowanie energooszczędne oceniana jest na podstawie trzech projektów (prac domowych).

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. Metody numeryczne, Z. Fortuna, B. Macukow, J. Wąsowski, WNT, 2001.
2. Metoda elementów skończonych, O.C. Zienkiewicz, Arkady, 1972.
3. Metody komputerowe w inżynierii lądowej, D. Olędzka, M. Witkowski, K. Żmijewski, Wyd. PW, 1992.
4. Teoria i metody obliczeniowe optymalizacji, W. Findeisen, J. Szymanowski, A. Wierzbicki, PWN, 1977.
5. Fizyka Budowli, S. Grabarczyk, OW PW, 2005

**Witryna www przedmiotu:**

http://pele.il.pw.edu.pl

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W1:**

Zna teoretyczne podstawy działania programów MES i modelowania konstrukcji prętowych oraz zagadnienia stacjonarnego przepływu ciepła. Zna teoretyczne podstawy optymalizacji w zakresie programowania liniowego oraz optymalizacji konstrukcji inżynierskich.

Weryfikacja:

Sprawdziany testowe z wykładów.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_W09, K1\_W01, K1\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG.o, III.P6S\_WG, P6U\_W

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

Potrafi zbudować model obliczeniowy konstrukcji prętowej i przeanalizować otrzymane wyniki.

Weryfikacja:

Prace projektowe.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_U04, K1\_U05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o

**Charakterystyka U2:**

Potrafi zbudować model obliczeniowy dla zagadnienia stacjonarnego przepływu ciepła i dokonać weryfikacji wyników obliczeń.

Weryfikacja:

Prace projektowe.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_U06, K1\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

**Charakterystyka U3:**

Potrafi zbudować model obliczeniowy dla zagadnienia optymalizacji dla zadań programowania liniowego i optymalizacji konstrukcji.

Weryfikacja:

Prace projektowe.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_U09, K1\_U20

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o, I.P6S\_UU

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K1:**

Potrafi pracować samodzielnie i w zespole. Ma świadomość konieczności samokształcenia. Potrafi komunikatywnie prezentować wyniki własnych prac.

Weryfikacja:

Prace projektowe.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_K01, K1\_K07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_K, I.P6S\_KR, I.P6S\_KK