**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:**

MEKOEN

**Semestr nominalny:**

7 / rok ak. 2018/2019

**Liczba punktów ECTS:**

3

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

Razem 70 godz. = 3 ECTS: obecność na zajęciach laboratoryjnych (ćwiczeniach) 30 godz., obecność na wykładach 15 godz., zapoznanie się z literaturą 5 godz., przygotowanie do zajęć laboratoryjnych 5 godz., wykonanie prac projektowych 15 godz.

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

Razem 45 godz. = 2 ECTS:
obecność na zajęciach laboratoryjnych (ćwiczeniach) 30 godz., obecność na wykładach 15 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

Razem 45 godz. = 2 ECTS:
obecność na zajęciach laboratoryjnych (ćwiczeniach) 30 godz., wykonanie prac projektowych 15 godz.

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

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

**Wymagania wstępne:**

Podstawy algebry i analizy matematycznej (znajomość rachunku macierzowego i różniczkowego)<br>Podstawy mechaniki konstrukcji prętowych (mechanika teoretyczna, wytrzymałość materiałów, mechanika budowli)<br>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.<br>
Zrozumienie podstaw Bezpośredniej Metody Sztywności (<i>Direct Stiffness Method</i>) i jej zastosowania w analizie statycznej konstrukcji prętowych<br>
Zapoznanie z teoretycznymi podstawami metod przybliżonego rozwiązywania problemów brzegowych (Metoda Elementów Skończonych) na przykładzie zagadnienia stacjonarnego przepływu ciepła.<br>
Zdobycie podstawowej j wiedzy w zakresie optymalizacji zagadnień inżynierskich i matematycznego modelowania tych problemów.<br>
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<br>
Bezpośrednia Metoda Sztywności (<i>Direct Stiffness Method</i>): 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. <br>
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. <br>
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). <br>Wiedza teoretyczna oceniana jest na podstawie sprawdzianów testowych. <br>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. <br>2. Metoda elementów skończonych, O.C. Zienkiewicz, Arkady, 1972. <br>3. Metody komputerowe w inżynierii lądowej, D. Olędzka, M. Witkowski, K. Żmijewski, Wyd. PW, 1992. <br>4. Teoria i metody obliczeniowe optymalizacji, W. Findeisen, J. Szymanowski, A. Wierzbicki, PWN, 1977. <br>5. Fizyka Budowli, S. Grabarczyk, OW PW, 2005

**Witryna www przedmiotu:**

http://pele.il.pw.edu.pl/moodle/course/view.php?id=59

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt MEKOENW1:**

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 inzynierskich.

Weryfikacja:

Sprawdziany testowe z wykładów

**Powiązane efekty kierunkowe:** K1\_W01, K1\_W04, K1\_W12, K1\_W15

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W01, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W05, T1A\_W06, T1A\_W07, T1A\_W01, T1A\_W02, T1A\_W04, T1A\_W06, T1A\_W01, T1A\_W03, T1A\_W07

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt MEKOENU1:**

Potrafi zbudowac model obliczeniowy konstrukcji prętowej i przeanalizowac otrzymane wyniki

Weryfikacja:

Prace projektowe

**Powiązane efekty kierunkowe:** K1\_U04, K1\_U05, K1\_U06, K1\_U25

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U07, T1A\_U08, T1A\_U15, T1A\_U03, T1A\_U05, T1A\_U07, T1A\_U13, T1A\_U01, T1A\_U07, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U15, T1A\_U03, T1A\_U09

**Efekt MEKOENU2:**

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

Weryfikacja:

Prace projektowe

**Powiązane efekty kierunkowe:** K1\_U04, K1\_U06

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U07, T1A\_U08, T1A\_U15, T1A\_U01, T1A\_U07, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U15

**Efekt MEKOENU3:**

Potrafi zbudowac model obliczeniowy dla zagadnienia optymalizacji dla zadań programowania liniowego i optymalizacji konstrukcji

Weryfikacja:

Prace projektowe

**Powiązane efekty kierunkowe:** K1\_U04, K1\_U05, K1\_U06, K1\_U24

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U07, T1A\_U08, T1A\_U15, T1A\_U03, T1A\_U05, T1A\_U07, T1A\_U13, T1A\_U01, T1A\_U07, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U15, T1A\_U01, T1A\_U02, T1A\_U04, T1A\_U05, T1A\_U09, T1A\_U15

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt MEKOENK1:**

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

Weryfikacja:

Prace projektowe

**Powiązane efekty kierunkowe:** K1\_K01, K1\_K03, K1\_K06

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K03, T1A\_K01, T1A\_K05, T1A\_K06, T1A\_K01, T1A\_K07