**Nazwa przedmiotu:**

Metody komputerowe (obliczeniowe) w budownictwie

**Koordynator przedmiotu:**

R.Robert Gajewski, dr hab. inz.

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Budownictwo

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

MEKOMP

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

Razem 100 godz. = 4 ECTS:
obecność na zajęciach laboratoryjnych (ćwiczeniach) 30
obecność na wykładach 15
przygotowanie do zajęć laboratoryjnych 5
przygotowanie do sprawdzianów 5
wykonanie prac projektowych 20

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

Razem 55 godz. = 2,5 ECTS:
obecność na zajęciach laboratoryjnych (ćwiczeniach) 30
obecność na wykładach 15.
konsultacje wykonywania prac projektowych 10 h

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

Razem 65 godz. = 3 ECTS:
obecność na zajęciach laboratoryjnych (ćwiczeniach) 30
przygotowanie do zajęć laboratoryjnych 5
przygotowanie do sprawdzianów 10
wykonanie prac projektowych 20

**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)
Podstawy arkusza kalkulacyjnego w tym Soler'a.
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.
Zdobycie podstawowej j wiedzy w zakresie optymalizacji zagadnień inżynierskich i matematycznego modelowania tych problemów.
Zapoznanie z teoretycznymi podstawami metod przybliżonego rozwiązywania problemów brzegowych (Metoda Elementów Skończonych) na przykładzie zagadnienia stacjonarnego przepływu ciepła.
Zapoznanie z teoretycznymi i praktycznymi problemami modelowania i symulacji trójwymiarowych zagadnień transportu ciepła i masy (Computational Fluid Dynamics) oraz obliczania energii budynku.
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.
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.
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.
Analiza niestacjonarnego przepływu ciepła. Rozwiązania analityczne dla zagadnień 1D. Numeryczne algorytmy całkowania po czasie - metody jawne i niejawne. Podstawy mechaniki płynów. Dwuwymiarowe zagadnienie Computational Fluid Dynamics. Tworzenie modelu, obliczenia, interpretacja wyników. Zagadnienia 3D. Symulacja zagadnienia dziennego i rocznego zapotrzebowania budynku na energię.

**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/moodle/course/view.php?id=47

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt MEKOMPW1:**

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:** K2\_W01, K2\_W03, K2\_W04, K2\_W05, K2\_W16\_IZRwB, K2\_W19\_IZRwB

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W01, T2A\_W03, T2A\_W07, T2A\_W04, T2A\_W07, T2A\_W04, T2A\_W06, T2A\_W07, T2A\_W01, T2A\_W07, T2A\_W05, T2A\_W06, T2A\_W07

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt MEKOMPU1:**

Potrafi zbudowac model obliczeniowy konstrukcji prętowej i przeanalizowac otrzymane wyniki

Weryfikacja:

Prace projektowe

**Powiązane efekty kierunkowe:** K2\_U01, K2\_U03

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U09, T2A\_U11, T2A\_U08, T2A\_U11

**Efekt MEKOMPU2:**

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

Weryfikacja:

Prace projektowe

**Powiązane efekty kierunkowe:** K2\_U01, K2\_U03, K2\_U13\_IZRwB

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U09, T2A\_U11, T2A\_U08, T2A\_U11, T2A\_U08, T2A\_U10, T2A\_U17, T2A\_U18

**Efekt MEKOMPU3:**

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

Weryfikacja:

Prace projektowe

**Powiązane efekty kierunkowe:** K2\_U01, K2\_U13\_IZRwB

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U09, T2A\_U11, T2A\_U08, T2A\_U10, T2A\_U17, T2A\_U18

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt MEKOMPK1:**

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

Weryfikacja:

Wpisz opis

**Powiązane efekty kierunkowe:** K2\_K01, K2\_K05

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_K03, T2A\_K04, T2A\_K02