**Nazwa przedmiotu:**

Metody komputerowe w projektowaniu konstrukcyjnym

**Koordynator przedmiotu:**

Tomasz Sokół, dr inż., Tomasz Łukasiak, dr inż.

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Budownictwo

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

1080-BUKBD-MSP-0403

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

Razem 102godz. = 4 ECTS: 30 godz. ćwiczenia laboratoryjne w pracowni komputerowej, 15 godz. wykład, 42 godz. praca własna związana z przygotowaniem 3 prac domowych - projektów obliczeniowych, konsultacje i zaliczenie wykładów 15 godz.

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

Razem 60 godz. = 2,5 ECTS: wykład 15 godz., ćwiczenia laboratoryjne w pracowni komputerowej 30 godz, 15 godz. konsultacji i obecność na zaliczeniu wykładów.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

Razem 69 godz. = 2,5 ECTS: 30 godz. ćwiczenia laboratoryjne w pracowni komputerowej, 39 godz. praca własna związana z przygotowaniem 3 prac domowych - projektów obliczeniowych.

**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; ukończony kurs wytrzymałości materiałów i mechaniki budowli w zakresie statyki, stateczności i dynamiki konstrukcji; podstawy teorii sprężystości i plastyczności. Podstawy MES w zakresie liniowej statyki.

**Limit liczby studentów:**

brak

**Cel przedmiotu:**

Umiejętność modelowania skończenie elementowego złożonych konstrukcji płaskich i przestrzennych; zrozumienie i stosowanie algorytmów MES do rozwiązywania zaawansowanych zagadnień mechaniki konstrukcji - dynamiki i stateczności; zrozumienie teoretycznych podstaw metod przybliżonego rozwiązywania nieliniowych problemów brzegowych i zagadnień własnych; umiejętność interpretacji i weryfikacji wyników otrzymanych na maszynach cyfrowych. Zdobycie wiedzy w zakresie optymalizacji konstrukcji i metod programowania nieliniowego.

**Treści kształcenia:**

Modelowanie złożonych konstrukcji inżynierskich metodą elementów skończonych. Tworzenie modelu geometrycznego konstrukcji i generowanie siatek MES w systemie Ansys. Praktyczne zastosowanie technik adaptacyjnych do automatycznego poprawiania dokładności rozwiązania. Metody alternatywne do MES: istota dyskretyzacji w metodzie różnic skończonych oraz w metodach Ritza i Galerkina, koncepcja metod bezsiatkowych. Analiza stateczności początkowej i drgań własnych poprzez rozwiązywanie uogólnionych problemów własnych. Analiza zwichrzenia belek cienkościennych. Algorytm przyrostowo-iteracyjny MES w zadaniach mechaniki nieliniowej.
Wybrane zagadnienia optymalizacji konstrukcji w zakresie doboru przekrojów, kształtu i topologii. Optymalne projektowanie konstrukcji prętowych poddanych wieloparametrowemu obciążeniu.

**Metody oceny:**

Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest zdobycie min. 50% punktów zarówno z części teoretycznej (wykład) jak i praktycznej (ćwiczenia). Wiedza teoretyczna oceniana jest na sprawdzianie końcowym, na ostatnich zajęciach w semestrze. Umiejętność praktycznego wykorzystania metod analizy i optymalizacji konstrukcji oceniana jest na podstawie trzech projektów (prac domowych).

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

[1] Metody numeryczne, Z. Fortuna, B. Macukow, J. Wąsowski, WNT, 2001;
[2] Finite Element Method, vol. 1+2, O.C. Zienkiewicz, R.L. Taylor, Elsevier, 2000;
[3] Metoda elementów skończonych w mechanice konstrukcji, G. Rakowski, Z Kacprzyk, Ofic. Wyd. PW, 2005;
[4] Teoria i metody obliczeniowe optymalizacji, W. Findeisen, J. Szymanowski, A. Wierzbicki, PWN, 1977;
[5] Engineering Optimization, Theory and Practice, S.S. Rao, John Wiley & Sons, 2003.
Pozostałe pozycje i materiały własne podano na stronie internetowej przedmiotu.

**Witryna www przedmiotu:**

wektor.il.pw.edu.pl/~mkb

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W1:**

Ma wiedzę dotyczącą teoretycznych podstaw metod komputerowych w zakresie: statyki liniowej i nieliniowej, stateczności i dynamiki konstrukcji; a także poszerzoną wiedzę w zakresie optymalizacji konstrukcji inżynierskich (optymalizacja kształtu i topologii). Rozumie przybliżony charakter rozwiązań otrzymanych metodami dyskretyzacyjnymi.

Weryfikacja:

sprawdzian wiedzy teoretycznej z wykładu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_W04, K2\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG.o, P7U\_W, III.P7S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

Potrafi zdefiniować modele obliczeniowe służące do komputerowej analizy konstrukcji i wybrać odpowiednie do tego celu oprogramowanie/metody. Potrafi dokonać weryfikacji wyników uzyskanych komputerowo.

Weryfikacja:

wykonanie i obrona trzech prac projektowych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K1:**

Potrafi pracować samodzielnie i współpracować w zespole nad wyznaczonym zadaniem. Formułuje wnioski i opisuje wyniki prac własnych.

Weryfikacja:

Raporty z prac projektowych wykonywane w części samodzielnie a w części zespołowo z porównaniem wyników uzyskanych różnymi programami. Obserwacja pracy studentów w sali komputerowej.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_K02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_K, I.P7S\_KK