**Nazwa przedmiotu:**

Finite Element Method with ANSYS

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Anna Sibilska-Mroziewicz

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechatronics

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

FEM

**Semestr nominalny:**

6 / rok ak. 2020/2021

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

1) Liczba godzin bezpośrednich – 32, w tym:
• wykład: 15 godz.,
• laboratorium: 15 godz.,
• konsultacje: 2 godz.,
2) Praca własna studenta: 45 godz, w tym:
• przygotowanie do kolokwium: 10 godz.,
• przygotowanie projektu A: 10 godz.,
• przygotowanie projektu B: 10 godz,
• opracowanie raportów laboratoryjnych: 3\*5 godz=15 godz,
 RAZEM 77 godz. = 3 punkty ECTS

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

1,5 punktu ECTS - liczba godzin bezpośrednich – 32, w tym:
• wykład: 15 godz,
• laboratorium: 15 godz,
• konsultacje: 2 godz.,

**Język prowadzenia zajęć:**

angielski

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

1,5 punktu ECTS – 45 godz. w tym:
• przygotowanie do kolokwium: 10 godz.,
• przygotowanie projektu A: 10 godz.,
• przygotowanie projektu B: 10 godz,
• opracowanie raportów laboratoryjnych: 3\*5 godz=15 godz,

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

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

**Wymagania wstępne:**

Mechanika, Wytrzymałość materiałów

**Limit liczby studentów:**

30

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest poznanie metody elementów skończonych jako narzędzia służącego przybliżaniu rozwiązania różnorodnych problemów fizycznych, w tym przepływ ciepła, mechaniki strukturalnej i analizy problemów nieliniowych. W ramach przedmiotu studenci zgłębią teorię MES, poznają proces modelowania zagadnień fizycznych których celem jest układ cząstkowych równań różniczkowych oraz zdobędą praktykę w rozwiązywaniu i analizowaniu modeli numerycznych, przeliczonych przy wykorzystaniu oprogramowania ANSYS.

**Treści kształcenia:**

Wykład
Modelowanie problemów fizycznych: model fizyczny, model matematyczny, model numeryczny. Walidacja i weryfikacja modelu. Definicja pola skalarnego, wektorowego i tensorowego. Analiza trzech problemów fizycznych: jedno wymiarowy przepływ ciepła, jedno wymiarowy liniowy problem mechaniki strukturalnej i trój-wymiarowy problem mechaniki strukturalnej, zawierający nieliniowość, wynikającą z obszarów kontaktu. Założenia modelu fizycznego. Wyprowadzenie równań Laplace’a i Poissona. Związki konstytutywne w zagadnieniach termicznych i strukturalnych. Warunki brzegowe Neumann’a i Dirichlet’a. Charakterystyka funkcji kształtu. Rząd elementów skończonych. Wyprowadzenie macierzy sztywności dla jednowymiarowych problemów strukturalnych. Przyczyny nieliniowości w zagadnieniach fizycznych. Szkielet algorytmu Newtona-Raphsona. Hipoteza Hubera Misesa. Współczynnik bezpieczeństwa. Błędy modelowania MES. Wstęp do oprogramowania ANSYS. Warunki licencji studenckiej. Modelowanie geometrii i parametry materiałowe w programie ANSYS. Przypisywanie obciążeń strukturalnych i termicznych modelu w programie ANSYS. Definiowanie obszarów kontaktu w programie ANSYS. Rozwiązywanie modelów nieliniowych. Treść wykładu przeplatana jest pytaniami w formie quizu, pomagającymi studentom podążać za materiałem.
Laboratoria
Podczas laboratoriów studenci pracują w parach w trybie pair-programming. Na pierwszych 6 spotkaniach pary rozwiązują numerycznie, korzystając z oprogramowania ANSYS, trzy problemy fizyczne: przepływ ciepła wewnątrz dwuwymiarowej płyty, analiza naprężenia i odkształceń wewnątrz trójwymiarowego obiektu oraz analiza wieloelementowego układu mechanicznego z obszarami kontaktu, poddanego w kolejnych chwilach czasu obciążeniom strukturalnym i termicznym. Pod koniec 2, 4 i 6 laboratorium studenci przygotowują raport zawierający opis przebiegu prac oraz analizę otrzymanych wyników. Rozważane w trakcie laboratorium problemy są bardzo mocno powiązane z treścią wykładową, dzięki czemu student dostrzega związek pomiędzy problemem fizycznym, modelem matematycznym oraz interpretacją modelu numerycznego przeliczonego przy wykorzystaniu Metody Elementów Skończonych. W ramach ostatniego laboratorium studenci rozwiązują i przygotowują raport z wybranego przez siebie zagadnienia fizycznego (zadanie własne).

**Metody oceny:**

test - max. 40 pkt, aktywność w trakcie zajęć - max. 20 pkt, raporty z laboratoriów 1-6 - max 3x10 pkt, projekt A - 10 pkt, projekt B - 10 pkt,
Oceny:
51-60 - 3
61-75 - 3.5
75-90 - 4
91-100 - 4.5
101-110 - 5

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1) „Finite Element Simulations with ANSYS Workbench 19”, Huei- Huang Lee, SDC Publications, 2017
2) ,,Finite element simulations using ANSYS”, Esam M. Alawadhi 2017
3) ,,Finite element modeling and simulation with ANSYS Workbench’’, Xiaolin Chen; Yijun Liu, 2019
4) Kurs Edx: A Hands-on Introduction to Engineering Simulations, Cornell University

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka FEM\_W1:**

Ma uporządkowaną wiedzę dotyczącą teorii metody elementów skończonych

Weryfikacja:

wykład - test, laboratorium - raporty

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W06

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

**Charakterystyka FEM\_W2:**

Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie tworzenia modeli matematycznych złożonych z cząstkowych równań różniczkowych opisujących problemy fizyczne, takie jak: przepływ ciepła, mechanika konstrukcji, nieliniowa analiza naprężeń.

Weryfikacja:

wykład - test, laboratorium - raporty

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01, K\_W02, K\_W03

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka FEM\_U1:**

Umiejętność formułowania, rozwiązywania i analizowania z wykorzystaniem metody elementów skończonych i oprogramowania ANSYS eliptycznych problemów brzegowych drugiego rzędu w trzech wymiarach przestrzennych z warunkami brzegowymi Dirichleta i Neumanna.

Weryfikacja:

laboratorium - raporty, projekt A

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U10, K\_U11, K\_U22, K\_U24

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

**Charakterystyka FEM\_U2:**

Umiejętność samodzielnego wyszukiwania i analizy dodatkowych materiałów w celu poszerzenia wiedzy dotyczącej metody elementów skończonych.

Weryfikacja:

projekt B

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U03, K\_U05

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

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka FEM\_K1:**

Umiejętność pracy w grupie oraz sprawiedliwego podziału pracy w zespole

Weryfikacja:

programowanie w parach podczas pracy na laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K04

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

**Charakterystyka FEM\_K2:**

Rozumie potrzebę ciągłego samorozwoju i podnoszenia kompetencji zawodowych w obszarze stale rozwijanego oprogramowania dedykowanego MES

Weryfikacja:

projekt B

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K01

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