**Nazwa przedmiotu:**

Teoria i Praktyka Metody Elementów Skończonych

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Anna Sibilska-Mroziewicz

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny dowolnego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Mechatronika

**Grupa przedmiotów:**

Wariantowe

**Kod przedmiotu:**

TiPMES

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

1) Liczba godzin bezpośrednich 33, w tym:
a) wykład – 15 h;
b) ćwiczenia – 0 h;
c) laboratorium – 15 h;
d) projekt – 0 h;
e) konsultacje - 3 h;
2) Praca własna studenta 30, w tym:
a) przygotowanie do kolokwiów zaliczeniowych i egzaminu – 8 h;
b) opracowanie raportów z laboratoriów - 12h;
c) opracowanie tematu na ostatnie laboratorium- 10 h;
d) studia literaturowe – 0 h;

Suma: 63 h (2 ECTS)

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

1 punkty ECTS - liczba godzin bezpośrednich: 33, w tym:
a) wykład – 15 h;
b) ćwiczenia – 0 h;
c) laboratorium – 15 h;
d) projekt – 0 h;
e) konsultacje - 3 h;

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1) Liczba godzin bezpośrednich 33, w tym:
a) wykład – 15 h;
b) ćwiczenia – 0 h;
c) laboratorium – 15 h;
d) projekt – 0 h;
e) konsultacje - 3 h;
2) Praca własna studenta 30, w tym:
a) przygotowanie do kolokwiów zaliczeniowych i egzaminu – 8 h;
b) opracowanie raportów z laboratoriów - 12h;
c) opracowanie tematu na ostatnie laboratorium- 10 h;
d) studia literaturowe – 0 h;

Suma: 63 h (2 ECTS)

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

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

**Wymagania wstępne:**

Mechanika, Wytrzymałość materiałów, Podstawowa znajomość ANSYS

**Limit liczby studentów:**

30

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest dogłębne poznanie metody elementów skończonych jako narzędzia służącego przybliżaniu rozwiązania różnorodnych problemów fizycznych, w tym przepływu ciepła, mechaniki strukturalnej i analizy problemów nieliniowych. W ramach przedmiotu studenci poznają arkana teoretyczne MES i cząstkowych równań różniczkowych, opisujących zagadnienia fizyczne oraz zdobywają 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, jednowymiarowy 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. Wspęp do opragromowania 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 quizowymi, pomagającymi studentom podążać za materiałem.

Laboratoria
Podczas laboratoriów studenci 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 naprężeń i odkształceń 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. W ramach ostatniego laboratorium na podstawie trzech zadanych problemów studenci rozwiązują i przygotowują raport z wybranego przez siebie zagadnienia fizycznego (zadanie własne).

**Metody oceny:**

kolokwium wykładowe w formie testu (40%), aktywności podczas wykładów (10%), laboratorium 1-6 (30%), laboratorium 7 – zadanie własne (20 %)

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

11) „Finite Element Simulations with ANSYS Workbench 17”, Huei- Huang Lee, SDC Publications, 2017
2) ,,Finite element simulations using ANSYS”, Esam M. Alawadhi 2017
3) Kurs Edx: A Hands-on Introduction to Engineering Simulations, Cornell University

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka TiPMES\_2st\_W01:**

Ma uporządkowaną wiedzę dotyczącą teorii metody elementów skończonych

Weryfikacja:

Zaliczenie kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W06, K\_W09

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

**Charakterystyka TiPMES\_2st\_W02:**

Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie tworzenia modeli matematycznych opisujących zagadnienia mechatroniczne

Weryfikacja:

Zaliczenie kolokwium oraz ocena raportu z zadania własnego

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

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

**Charakterystyka TiPMES\_2st\_W03:**

Posiada wiedzę w zakresie oceny wyników, dokumentowania i prezentacji prowadzonych badań i analiz metodą elementów skończonych

Weryfikacja:

Ocena raportu z zadań laboratoryjnych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W07

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka TiPMES\_2st\_U01:**

Potrafi za pomocą oprogramowania ANSYS obliczyć i przeanalizować model układu mechatronicznego

Weryfikacja:

Ocena raportu z zadań laboratoryjnych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U07, K\_U13

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

**Charakterystyka TiPMES\_2st\_U02:**

Potrafi zdefiniować model fizyczny, matematyczny oraz rozwiązać model numeryczny wybranego zjawiska mechatronicznego

Weryfikacja:

Ocena raportu z zadania własnego

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U05, K\_U06, K\_U12

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

**Charakterystyka TiPMES\_2st\_U03:**

Potrafi przygotować raport zawierający opis obliczonego przy użyciu MES modelu oraz analizę otrzymanych wyników

Weryfikacja:

Ocena raportu z zadań laboratoryjnych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UK

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka TiPMES\_2st\_K01:**

Ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną i zespołu, którego jest członkiem i zna zasady działania w sposób profesjonalny i zgodny z etyką zawodową

Weryfikacja:

Ocena raportu z zadań laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K04

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

**Charakterystyka TiPMES\_2st\_K02:**

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

Weryfikacja:

Ocena raportu z zadania własnego

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K02, K\_K01

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