**Nazwa przedmiotu:**

Metoda elementów skończonych

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. inż. Tomasz Zagrajek

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechanika i Projektowanie Maszyn

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

ZNK342

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2023/2024

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

1. Liczba godzin kontaktowych - 27 godzin, w tym:
a) wykład - 18 godz.
b) laboratorium - 9 godz.
2. Praca własna studenta - 80 godzin, w tym:
a) zadania domowe - 30 godz.
b) przygotowanie do kolokwiów - 20 godz.
c) przygotowanie do laboratoriów - 30 godz.

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

1 ECTS - liczba godzin kontaktowych - 27 godzin, w tym:
a) wykład - 18 godz.
b) laboratorium - 9 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2 punktów ECTS.

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

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

**Wymagania wstępne:**

Wytrzymałość konstrukcji I

**Limit liczby studentów:**

minimu 15

**Cel przedmiotu:**

Cele przedmiotu: Przekazanie podstawowej wiedzy dotyczącej podstaw MES, zastosowań i interpretacji wyników w zakresie analizy naprężeń.
Po zaliczeniu przedmiotu student powinien rozumieć i właściwie interpretować wyniki analiz MES a także budować proste modele obliczeniowe.

**Treści kształcenia:**

Podstawowe wielkości i równania mechaniki konstrukcji, zasada prac przygotowanych, zasada minimum całkowitej energii potencjalnej, metoda Ritza. Idea metody elementów skończonych. Konstrukcje prętowe, belkowy element skończony, funkcje kształtu, macierz sztywności, parametry węzłowe, obciążenie zastępcze, warunki brzegowe. Zagadnienia dwuwymiarowe, elementy dwuwymiarowe , płaski stan naprężenia, płaski stan odkształcenia, osiowa symetria, elementy trójkątne, czworokątne z liniowymi i parabolicznymi funkcjami kształtu. Konstrukcje bryłowe, elementy trójwymiarowe czworościenne i sześciościenne z liniowymi i parabolicznymi funkcjami kształtu. Konstrukcje cienkościenne, elementy powłokowe trójkątne i czworokątne z 3,4,6 i 8 węzłami. Dokładność analiz metodą elementów skończonych. Ćwiczenia laboratoryjne z wykorzystaniem systemu ANSYS: rozciągana tarcza z karbem, trójnik obciążony ciśnieniem, cienkościenny zbiornik walcowy i stożkowy.

**Metody oceny:**

1 kolokwium (część teoretyczna i zadaniowa) , zaliczenie laboratorium, zadania domowe

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. Bijak-Żochowski M., Jaworski A., Krzesiński G., Zagrajek T.: Mechanika Materiałów i Konstrukcji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2006.
2. Zagrajek T., Krzesiński G., Marek P.: Metoda elementów skończonych w mechanice konstrukcji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2006.
Dodatkowe literatura:
1. Huebner K.H., Dewhirst D.L., Smith D.E., Byrom T.G.: The finite element method for engineers, J. Wiley & Sons, Inc., 2001.
2. Saeed Moaveni: Finite Element Analysis. Theory and Application with ANSYS, Paerson Ed. 2003.
3. Materiały dostarczone przez wykładowcę.

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka EW1:**

Zna podstawowe równania i pojęcia metody elementów skończonych: funkcje kształtu, macierz sztywności , parametry węzłowe, warunki brzegowe itd.

Weryfikacja:

na podstawie kolokwium (część teoretyczna)

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka EW1:**

Zna podstawowe równania i pojęcia metody elementów skończonych: funkcje kształtu, macierz sztywności , parametry węzłowe, warunki brzegowe itd.

Weryfikacja:

na podstawie kolokwium (część teoretyczna)

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka EW1:**

Zna podstawowe równania i pojęcia metody elementów skończonych: funkcje kształtu, macierz sztywności , parametry węzłowe, warunki brzegowe itd.

Weryfikacja:

na podstawie kolokwium (część teoretyczna)

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka EW2:**

Ma podstawową wiedzę o typowych elementach skończonych służących do analizy konstrukcji dwu i trójwymiarowych.

Weryfikacja:

na podstawie kolokwium (część teoretyczna) i zadań laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka EW2:**

Ma podstawową wiedzę o typowych elementach skończonych służących do analizy konstrukcji dwu i trójwymiarowych.

Weryfikacja:

na podstawie kolokwium (część teoretyczna) i zadań laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka EW2:**

Ma podstawową wiedzę o typowych elementach skończonych służących do analizy konstrukcji dwu i trójwymiarowych.

Weryfikacja:

na podstawie kolokwium (część teoretyczna) i zadań laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka EW3:**

Zna podstawy działania profesjonalnego systemu metody elementów skończonych ANSYS.

Weryfikacja:

podstawie samodzielnie wykonywanych zadań na laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka EW3:**

Zna podstawy działania profesjonalnego systemu metody elementów skończonych ANSYS.

Weryfikacja:

podstawie samodzielnie wykonywanych zadań na laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka EW3:**

Zna podstawy działania profesjonalnego systemu metody elementów skończonych ANSYS.

Weryfikacja:

podstawie samodzielnie wykonywanych zadań na laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka EU1:**

Potrafi samodzielnie rozwiązywać bardzo proste zadania jednowymiarowe za pomocą MES bez użycia komputera.

Weryfikacja:

na podstawie kolokwium (część zadaniowa).

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka EU1:**

Potrafi samodzielnie rozwiązywać bardzo proste zadania jednowymiarowe za pomocą MES bez użycia komputera.

Weryfikacja:

na podstawie kolokwium (część zadaniowa).

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka EU1:**

Potrafi samodzielnie rozwiązywać bardzo proste zadania jednowymiarowe za pomocą MES bez użycia komputera.

Weryfikacja:

na podstawie kolokwium (część zadaniowa).

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka EU2:**

Potrafi budować proste modele konstrukcji dwuwymiarowych wyznaczyć przemieszczenia, odkształcenia, naprężenia za pomocą profesjonalnego systemu ANSYS

Weryfikacja:

na podstawie samodzielnie wykonywanych zadań na laboratorium MES-ANSYS

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka EU2:**

Potrafi budować proste modele konstrukcji dwuwymiarowych wyznaczyć przemieszczenia, odkształcenia, naprężenia za pomocą profesjonalnego systemu ANSYS

Weryfikacja:

na podstawie samodzielnie wykonywanych zadań na laboratorium MES-ANSYS

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka EU2:**

Potrafi budować proste modele konstrukcji dwuwymiarowych wyznaczyć przemieszczenia, odkształcenia, naprężenia za pomocą profesjonalnego systemu ANSYS

Weryfikacja:

na podstawie samodzielnie wykonywanych zadań na laboratorium MES-ANSYS

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka EU3:**

Potrafi budować proste modele konstrukcji trójwymiarowych, wyznaczyć przemieszczenia, odkształcenia, naprężenia za pomocą profesjonalnego systemu ANSYS

Weryfikacja:

na podstawie samodzielnie wykonywanych zadań na laboratorium MES-ANSYS

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka EU3:**

Potrafi budować proste modele konstrukcji trójwymiarowych, wyznaczyć przemieszczenia, odkształcenia, naprężenia za pomocą profesjonalnego systemu ANSYS

Weryfikacja:

na podstawie samodzielnie wykonywanych zadań na laboratorium MES-ANSYS

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka EU3:**

Potrafi budować proste modele konstrukcji trójwymiarowych, wyznaczyć przemieszczenia, odkształcenia, naprężenia za pomocą profesjonalnego systemu ANSYS

Weryfikacja:

na podstawie samodzielnie wykonywanych zadań na laboratorium MES-ANSYS

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka EU4:**

 Potrafi budować proste modele zbiorników cienkościennych, wyznaczyć przemieszczenia, odkształcenia, naprężenia za pomocą profesjonalnego systemu ANSYS

Weryfikacja:

na podstawie samodzielnie wykonywanych zadań na laboratorium MES-ANSYS

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka EU4:**

 Potrafi budować proste modele zbiorników cienkościennych, wyznaczyć przemieszczenia, odkształcenia, naprężenia za pomocą profesjonalnego systemu ANSYS

Weryfikacja:

na podstawie samodzielnie wykonywanych zadań na laboratorium MES-ANSYS

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka EU4:**

 Potrafi budować proste modele zbiorników cienkościennych, wyznaczyć przemieszczenia, odkształcenia, naprężenia za pomocą profesjonalnego systemu ANSYS

Weryfikacja:

na podstawie samodzielnie wykonywanych zadań na laboratorium MES-ANSYS

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M1\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**