**Nazwa przedmiotu:**

Metoda elementów skończonych

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Michał Hać, prof. PW, dr inż. Jarosław Mańkowski

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechanika Pojazdów i Maszyn Roboczych

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

1150-MB000-ISP-0309

**Semestr nominalny:**

5 / rok ak. 2020/2021

**Liczba punktów ECTS:**

3

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

1) Liczba godzin kontaktowych – 46 godz., w tym:
• wykład - 15 godz.;
• laboratorium - 30 godz;
• konsultacje – 1 godz.
2) Praca własna studenta – 30 godz., w tym:
• studia literaturowe: 5 godz.
• przygotowanie do zajęć: 15 godz.
• przygotowanie do sprawdzianów: 10 godz.
3) RAZEM – 76 godz.

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

2 punkty ECTS – liczba godzin kontaktowych – 46 godz., w tym:
• wykład - 15 godz.;
• laboratorium - 30 godz;
• konsultacje – 1 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2,2 punktów ECTS – 55 godz., w tym:
• laboratorium - 30 godz;
• przygotowanie do zajęć: 15 godz.
• przygotowanie do sprawdzianów: 10 godz.

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

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

**Wymagania wstępne:**

Podstawy mechaniki z zakresu przedmiotów: Mechanika ogólna I, Mechanika ogólna II.
Podstawy wytrzymałości materiałów z zakresu przedmiotów: Wytrzymałość materiałów I, Wytrzymałość materiałów II.

**Limit liczby studentów:**

zgodnie z zarządzeniem Rektora

**Cel przedmiotu:**

Poznanie podstaw zastosowania Metody elementów skończonych w analizach konstrukcji nośnych.

**Treści kształcenia:**

Wykład
1. Podstawy analiz numerycznych.
2. Wprowadzenie do Metody Elementów Skończonych (MES) - kratownica, jako przykład ilustracji metody.
3. Równanie podstawowe.
4. Układy współrzędnych oraz warunki brzegowe.
5. Elementy skończone w układach z obrotami.
6. Zastępcze obciążenie skupione oraz obciążenia wstępne.
7. Numeryczne zagadnienia realizacji obliczeń komputerowych Metodą Elementów Skończonych.
8. Systemy MES w praktyce.
Laboratorium
1. Podstawy analiz wytrzymałościowych układów prętowych - zastosowanie elementów prętowych.
2. Podstawy analiz wytrzymałościowych układów belkowych - zastosowanie elementów belkowych.
3. Podstawy analiz wytrzymałościowych konstrukcji cienkościennych - zastosowanie elementów powłokowych.
4. Podstawy analiz wytrzymałościowych konstrukcji bryłowych - zastosowanie elementów bryłowych.
5. Analizy wytrzymałościowe w płaskim stanie naprężenia i odkształcenia.
6. Badanie jakości siatki, ocena dokładności uzyskanych rozwiązań.
7. Analiza koncentracji naprężenia - sprężysty model materiału.
8. Podstawy analiz nieliniowych - analiza koncentracji naprężenia - sprężysto-plastyczny model materiału.

**Metody oceny:**

Wykład
Zaliczany jest na podstawie sprawdzianu oraz pracy domowej wykonywanej w czasie semestru.
Laboratorium
5 kolokwiów/sprawdzianów, w trakcie których studenci rozwiązują zadania testowe oraz odpowiadają na pytania teoretyczne.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

Osiński J., Obliczenia wytrzymałościowe elementów maszyn z zastosowaniem metody elementów skończonych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1998.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

-

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt 150-MB000-ISP-0309\_W1:**

Student zna podstawy teoretyczne Metody Elementów Skończonych oraz posiada wiedzę o możliwościach wykorzystania metody w zagadnieniach analiz wytrzymałości części maszyn.

Weryfikacja:

Kolokwium

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W04, KMiBM\_W18

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04, InzA\_W02, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W07

**Efekt 150-MB000-ISP-0309\_W2:**

Student posiada wiedzę o rodzajach elementów skończonych - aproksymacja liniowa i kwadratowa, oraz o ich wpływie na uzyskiwaną dokładność wyników analiz.

Weryfikacja:

Kolokwium

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W04, KMiBM\_W18

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04, InzA\_W02, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W07

**Efekt 150-MB000-ISP-0309\_W3:**

Student zna zasady określania i wyznaczania obciążeń i warunków brzegowych elementów maszyn w formie wymaganej przez system MES.

Weryfikacja:

Kolokwium

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W04, KMiBM\_W18

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04, InzA\_W02, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W07

**Efekt 150-MB000-ISP-0309\_W4:**

Student zna podstawowe zasady weryfikacji modeli MES.

Weryfikacja:

Kolokwium

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W04, KMiBM\_W18

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04, InzA\_W02, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W07

**Efekt 150-MB000-ISP-0309\_W5:**

Student zna i rozumie podstawowe zasady wykonywania modeli MES płaskich struktur z karbem.

Weryfikacja:

Kolokwium

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W04, KMiBM\_W18

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04, InzA\_W02, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W07

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt 150-MB000-ISP-0309\_U1:**

Student potrafi przeprowadzić statyczną analizę stanu wytężenia i deformacji prostej struktury prętowej z wykorzystaniem MES.

Weryfikacja:

Sprawdzian

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U01, KMiBM\_U02, KMiBM\_U03, KMiBM\_U16

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U08, T1A\_U09, InzA\_U01, T1A\_U09, T1A\_U09, InzA\_U01, InzA\_U02, InzA\_U06, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U10

**Efekt 150-MB000-ISP-0309\_U2:**

Student potrafi przeprowadzić statyczną analizę stanu wytężenia i deformacji prostej struktury belkowej z wykorzystaniem MES.

Weryfikacja:

Sprawdzian

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U01, KMiBM\_U02, KMiBM\_U03, KMiBM\_U16

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U08, T1A\_U09, InzA\_U01, T1A\_U09, T1A\_U09, InzA\_U01, InzA\_U02, InzA\_U06, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U10

**Efekt 150-MB000-ISP-0309\_U3:**

Student potrafi przeprowadzić statyczną analizę stanu wytężenia i deformacji prostej struktury powłokowej z wykorzystaniem MES.

Weryfikacja:

Sprawdzian

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U01, KMiBM\_U02, KMiBM\_U03, KMiBM\_U16

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U08, T1A\_U09, InzA\_U01, T1A\_U09, T1A\_U09, InzA\_U01, InzA\_U02, InzA\_U06, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U10

**Efekt 150-MB000-ISP-0309\_U4:**

Student potrafi przeprowadzić statyczną analizę stanu wytężenia i deformacji prostej struktury bryłowej z wykorzystaniem MES.

Weryfikacja:

Sprawdzian

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U01, KMiBM\_U02, KMiBM\_U03, KMiBM\_U16

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U08, T1A\_U09, InzA\_U01, T1A\_U09, T1A\_U09, InzA\_U01, InzA\_U02, InzA\_U06, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U10

**Efekt 150-MB000-ISP-0309\_U5:**

Student potrafi przeprowadzić statyczną analizę płaskiej struktury z karbem z wykorzystaniem MES.

Weryfikacja:

Sprawdzian

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U01, KMiBM\_U02, KMiBM\_U03, KMiBM\_U16

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U08, T1A\_U09, InzA\_U01, T1A\_U09, T1A\_U09, InzA\_U01, InzA\_U02, InzA\_U06, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U10

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt 150-MB000-ISP-0309\_K1:**

Rozumie problemy związane z oceną bezpieczeństwa konstrukcji i ma świadomość odpowiedzialności ciążącej na osobie dokonującej analiz wytrzymałościowych

Weryfikacja:

Ocena wykonywania zadań w trakcie realizacji ćwiczeń laboratoryjnych i na podstawie kolokwiów.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_K01, KMiBM\_K02, KMiBM\_K03

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K01, T1A\_K02, InzA\_K01, T1A\_K05