**Nazwa przedmiotu:**

Metoda Elementów Skończonych II

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Grzegorz Krzesiński, prof. PW.

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechanika i Projektowanie Maszyn

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

ML.NK479

**Semestr nominalny:**

7 / rok ak. 2023/2024

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

1) Liczba godzin kontaktowych - 32, w tym
a) wykład - 15 godz.,
b) ćwiczenia laboratoryjne - 15 godz.,
c) konsultacje - 2 godz.
2) Praca własna studenta - 20 godz., w tym:
a) przygotowywanie się do ćwiczeń laboratoryjnych, sporządzanie raportów - 10 godz.,
b) przygotowanie do kolokwium -10 godz.
Razem - 52 godz.

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

1.2 punktu ECTS - liczba godzin kontaktowych - 32, w tym:
a) wykład - 15 godz.,
b) ćwiczenia laboratoryjne -15 godz.,
c) konsultacje - 2 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1 punkt ECTS – 25 godz. w tym:
a) ćwiczenia laboratoryjne - 15 godz.,
b) przygotowywanie się do ćwiczeń laboratoryjnych, sporządzanie raportów - 10 godz.

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

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

**Wymagania wstępne:**

Zaliczony przedmiot "Metoda Elementów Skończonych I".

**Limit liczby studentów:**

min.15

**Cel przedmiotu:**

Przekazanie wiedzy wymaganej do zaawansowanych analiz wybranych zagadnień mechaniki konstrukcji metodą elementów skończonych.

**Treści kształcenia:**

Szacowanie dokładności analiz MES. Metoda elementów skończonych w zadaniach ustalonego przepływu ciepła, naprężenia cieplne. Wprowadzenie do dynamiki konstrukcji, drgania własne w MES. Utrata stateczności, obciążenia krytyczne. Problemy nieliniowe i numeryczne techniki ich rozwiązywania. Modelowanie parametryczne i optymalizacja konstrukcji.
Laboratorium: analiza numeryczna trójwymiarowych zadań naprężeń cieplnych, drgań własnych, stanów sprężysto-plastycznych i naprężeń resztkowych, utraty stateczności i kontaktu ciał odkształcalnych.

**Metody oceny:**

Raporty z ćwiczeń laboratoryjnych, zadania domowe, kolokwia.

**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.
Dodatkowa 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:**

http://mel.pw.edu.pl/zwmik/ZWMiK/Dla-studentow2/Metoda-Elementow-Skonczonych-II

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka ML.NK479\_W1:**

 Znajomość podstawowych modeli obliczeniowych dla analizy nieliniowych zagadnień mechaniki konstrukcji, analiz drgań własnych i utraty stateczności.

Weryfikacja:

Sprawdzian teoretyczny i praktyczne ćwiczenia z modelowania za pomocą programu Ansys.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_W1:**

 Znajomość podstawowych modeli obliczeniowych dla analizy nieliniowych zagadnień mechaniki konstrukcji, analiz drgań własnych i utraty stateczności.

Weryfikacja:

Sprawdzian teoretyczny i praktyczne ćwiczenia z modelowania za pomocą programu Ansys.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_W1:**

 Znajomość podstawowych modeli obliczeniowych dla analizy nieliniowych zagadnień mechaniki konstrukcji, analiz drgań własnych i utraty stateczności.

Weryfikacja:

Sprawdzian teoretyczny i praktyczne ćwiczenia z modelowania za pomocą programu Ansys.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_W1:**

 Znajomość podstawowych modeli obliczeniowych dla analizy nieliniowych zagadnień mechaniki konstrukcji, analiz drgań własnych i utraty stateczności.

Weryfikacja:

Sprawdzian teoretyczny i praktyczne ćwiczenia z modelowania za pomocą programu Ansys.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_W2:**

 Znajomość metod obliczeń MES ustalonych zagadnień przepływu ciepła i obliczeń naprężeń cieplnych.

Weryfikacja:

Sprawdzian teoretyczny (kolokwium) i ćwiczenia praktyczne w modelowaniu prostego zagadnienia naprężeń cieplnych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_W2:**

 Znajomość metod obliczeń MES ustalonych zagadnień przepływu ciepła i obliczeń naprężeń cieplnych.

Weryfikacja:

Sprawdzian teoretyczny (kolokwium) i ćwiczenia praktyczne w modelowaniu prostego zagadnienia naprężeń cieplnych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_W2:**

 Znajomość metod obliczeń MES ustalonych zagadnień przepływu ciepła i obliczeń naprężeń cieplnych.

Weryfikacja:

Sprawdzian teoretyczny (kolokwium) i ćwiczenia praktyczne w modelowaniu prostego zagadnienia naprężeń cieplnych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_W2:**

 Znajomość metod obliczeń MES ustalonych zagadnień przepływu ciepła i obliczeń naprężeń cieplnych.

Weryfikacja:

Sprawdzian teoretyczny (kolokwium) i ćwiczenia praktyczne w modelowaniu prostego zagadnienia naprężeń cieplnych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_W3:**

 Znajomość możliwości zastosowania MES do wspomagania procesów projektowania i optymalizacji konstrukcji, a także do analiz konstrukcji kompozytowych.

Weryfikacja:

Sprawdzian teoretyczny (kolokwium).

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_W3:**

 Znajomość możliwości zastosowania MES do wspomagania procesów projektowania i optymalizacji konstrukcji, a także do analiz konstrukcji kompozytowych.

Weryfikacja:

Sprawdzian teoretyczny (kolokwium).

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_W3:**

 Znajomość możliwości zastosowania MES do wspomagania procesów projektowania i optymalizacji konstrukcji, a także do analiz konstrukcji kompozytowych.

Weryfikacja:

Sprawdzian teoretyczny (kolokwium).

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka ML.NK479\_U1:**

 Potrafi interpretować wyniki obliczeń numerycznych typowych problemów wytrzymałości konstrukcji.

Weryfikacja:

Ocena pracy w laboratorium (test i raporty obliczeniowe).

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_U1:**

 Potrafi interpretować wyniki obliczeń numerycznych typowych problemów wytrzymałości konstrukcji.

Weryfikacja:

Ocena pracy w laboratorium (test i raporty obliczeniowe).

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_U1:**

 Potrafi interpretować wyniki obliczeń numerycznych typowych problemów wytrzymałości konstrukcji.

Weryfikacja:

Ocena pracy w laboratorium (test i raporty obliczeniowe).

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_U1:**

 Potrafi interpretować wyniki obliczeń numerycznych typowych problemów wytrzymałości konstrukcji.

Weryfikacja:

Ocena pracy w laboratorium (test i raporty obliczeniowe).

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_U1:**

 Potrafi interpretować wyniki obliczeń numerycznych typowych problemów wytrzymałości konstrukcji.

Weryfikacja:

Ocena pracy w laboratorium (test i raporty obliczeniowe).

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_U2:**

 Potrafi budować modele obliczeniowe dla charakterystycznych problemów wytrzymałości konstrukcji: drgań własnych, pracy konstrukcji w zakresie sprężysto-plastycznym, utraty stateczności, zagadnień kontaktu ciał odkształcalnych.

Weryfikacja:

Ocena wykonywanych przez studenta zadań podczas laboratorium, ocena sporządzonych przez studenta raportów.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_U2:**

 Potrafi budować modele obliczeniowe dla charakterystycznych problemów wytrzymałości konstrukcji: drgań własnych, pracy konstrukcji w zakresie sprężysto-plastycznym, utraty stateczności, zagadnień kontaktu ciał odkształcalnych.

Weryfikacja:

Ocena wykonywanych przez studenta zadań podczas laboratorium, ocena sporządzonych przez studenta raportów.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_U2:**

 Potrafi budować modele obliczeniowe dla charakterystycznych problemów wytrzymałości konstrukcji: drgań własnych, pracy konstrukcji w zakresie sprężysto-plastycznym, utraty stateczności, zagadnień kontaktu ciał odkształcalnych.

Weryfikacja:

Ocena wykonywanych przez studenta zadań podczas laboratorium, ocena sporządzonych przez studenta raportów.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_U2:**

 Potrafi budować modele obliczeniowe dla charakterystycznych problemów wytrzymałości konstrukcji: drgań własnych, pracy konstrukcji w zakresie sprężysto-plastycznym, utraty stateczności, zagadnień kontaktu ciał odkształcalnych.

Weryfikacja:

Ocena wykonywanych przez studenta zadań podczas laboratorium, ocena sporządzonych przez studenta raportów.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_U2:**

 Potrafi budować modele obliczeniowe dla charakterystycznych problemów wytrzymałości konstrukcji: drgań własnych, pracy konstrukcji w zakresie sprężysto-plastycznym, utraty stateczności, zagadnień kontaktu ciał odkształcalnych.

Weryfikacja:

Ocena wykonywanych przez studenta zadań podczas laboratorium, ocena sporządzonych przez studenta raportów.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_U2:**

 Potrafi budować modele obliczeniowe dla charakterystycznych problemów wytrzymałości konstrukcji: drgań własnych, pracy konstrukcji w zakresie sprężysto-plastycznym, utraty stateczności, zagadnień kontaktu ciał odkształcalnych.

Weryfikacja:

Ocena wykonywanych przez studenta zadań podczas laboratorium, ocena sporządzonych przez studenta raportów.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_U3:**

 Umiejętność przygotowywania raportów z analiz obliczeniowych MES.

Weryfikacja:

Ocena raportów z obliczeń realizowanych w trakcie laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_U3:**

 Umiejętność przygotowywania raportów z analiz obliczeniowych MES.

Weryfikacja:

Ocena raportów z obliczeń realizowanych w trakcie laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_U3:**

 Umiejętność przygotowywania raportów z analiz obliczeniowych MES.

Weryfikacja:

Ocena raportów z obliczeń realizowanych w trakcie laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**