**Nazwa przedmiotu:**

Metoda Elementów Skończonych II

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Grzegorz Krzesinski, prof.PW

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Lotnictwo i Kosmonautyka

**Grupa przedmiotów:**

Specjalnościowe

**Kod przedmiotu:**

ML.NK479

**Semestr nominalny:**

7 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

1) Liczba godzin kontaktowych - 33, w tym:
a) wykład - 15 godz.;
b) ćwiczenia laboratoryjne - 15 godz.;
c) konsultacje - 3 godz.
2) Praca własna studenta - 23 godz., w tym:
a) przygotowanie się do kolokwiów - 8 godz.;
b) wykonywanie prac domowych, raportów z realizowanych ćwiczeń laboratoryjnych - 10 godz.;
c) przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych - 5 godz.
Razem - 56 godzin.

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

1,3 punktu ECTS - 33 godzin, w tym:
a) wykład - 15 godz.;
b) ćwiczenia laboratoryjne - 15 godz.;
c) konsultacje - 3 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1 punkt ECTS - 30 godzin, w tym:
a) ćwiczenia laboratoryjne - 15 godz.;
b) wykonywanie prac domowych, raportów z realizowanych ćwiczeń laboratoryjnych - 10 godz.;
c) przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych - 5 godz.

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

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

**Wymagania wstępne:**

Zaliczony przedmiot MES 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:

Przez sprawdzian teoretyczny i praktyczne ćwiczenia z modelowania za pomocą programu Ansys.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_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:

Przez sprawdzian teoretyczny i praktyczne ćwiczenia z modelowania za pomocą programu Ansys.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_W1:**

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

Weryfikacja:

Przez sprawdzian teoretyczny i praktyczne ćwiczenia z modelowania za pomocą programu Ansys.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_W2:**

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

Weryfikacja:

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

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_W2:**

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

Weryfikacja:

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

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_W2:**

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

Weryfikacja:

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

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_W3:**

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

Weryfikacja:

Sprawdzian teoretyczny (kolokwium).

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_W3:**

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

Weryfikacja:

Sprawdzian teoretyczny (kolokwium).

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_W3:**

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

Weryfikacja:

Sprawdzian teoretyczny (kolokwium).

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_W19

**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:** LiK1\_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:** LiK1\_U05

**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:** LiK1\_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:** LiK1\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_U2:**

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

Weryfikacja:

Wyniki pracy laboratoryjnej i opracowane raporty.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_U2:**

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

Weryfikacja:

Wyniki pracy laboratoryjnej i opracowane raporty.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_U2:**

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

Weryfikacja:

Wyniki pracy laboratoryjnej i opracowane raporty.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_U2:**

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

Weryfikacja:

Wyniki pracy laboratoryjnej i opracowane raporty.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_U3:**

 Umiejetność przygotowywania raportów z analiz obliczeniowych MES.

Weryfikacja:

Ocena raportów z obliczeń realizowanych w trakcie laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_U3:**

 Umiejetność przygotowywania raportów z analiz obliczeniowych MES.

Weryfikacja:

Ocena raportów z obliczeń realizowanych w trakcie laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK479\_U3:**

 Umiejetność przygotowywania raportów z analiz obliczeniowych MES.

Weryfikacja:

Ocena raportów z obliczeń realizowanych w trakcie laboratorium.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**