**Nazwa przedmiotu:**

Metoda Elementów Skończonych I

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Paweł Wymysłowski

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Lotnictwo i Kosmonautyka

**Grupa przedmiotów:**

Specjalnościowe

**Kod przedmiotu:**

ML.NK342

**Semestr nominalny:**

6 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

1. Liczba godzin kontaktowych: 50, w tym:
a) wykłady: 30 godz.,
b) laboratoria komputerowe: 15 godz.;
c) konsultacje - 5 godz.
2) Praca własna studenta - 55 godzin, w tym:
a) przygotowanie do kolokwiów: 20 godz.
b) przygotowanie do laboratorium: 15 godz.,
c) przygotowanie raportów z laboratorium: 20 godz.,
RAZEM: 105 godzin = 4 punkty ECTS

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

2 punkty ECTS - liczba godzin kontaktowych: 50, w tym:
a) wykłady: 30 godz.,
b) laboratoria komputerowe: 15 godz.;
c) konsultacje - 5 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) obecność na laboratoriach komputerowych: 15 godz.,
b) przygotowanie raportów z laboratorium: 15 godz.
RAZEM: 30 godzin.

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

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

**Wymagania wstępne:**

ML.NW117- Wytrzymałość konstrukcji 1 (WK1).
ML.NK427- Wytrzymałość konstrukcji 2 (WK2).

**Limit liczby studentów:**

min. 15

**Cel przedmiotu:**

Przekazanie podstawowej wiedzy dotyczącej podstaw MES, zastosowań i interpretacji wyników w zakresie analizy naprężeń.

**Treści kształcenia:**

Wykład:
Metody przybliżone w analizie ośrodków ciągłych. MES w porównaniu do metody różnic skończonych i metody elementów brzegowych. Szkice postępowania na przykładzie równania Poissona. Twierdzenie o minimum całkowitej energii potencjalnej. MES a metoda Ritza w mechanice konstrukcji. Analiza konstrukcji prętowych. Budowa macierzy sztywności dla prętów rozciąganych, zginanych, konstrukcji kratownicowych i ramowych. Dwuwymiarowe i trójwymiarowe zagadnienia teorii sprężystości. Ogólne zasady budowy równań dla zagadnień statycznej analizy naprężeń. Schemat działania typowego programu MES.
Laboratorium komputerowe:
Wprowadzenie do modelowania metodą elementów skończonych w programie ANSYS. Analiza współczynników koncentracji naprężeń w zadaniach dwuwymiarowych teorii sprężystości. Trójwymiarowa analiza stanu naprężenia
Wyznaczanie naprężeń w powłokach osiowosymetrycznych.

**Metody oceny:**

2 kolokwia w trakcie semestru z treści wykładu oraz 3 raporty i test zaliczeniowy z ćwiczeń laboratoryjnych. Ocena ostateczna jest średnią ocen z obu kolokwiów i oceny z ćwiczeń laboratoryjnych. Praca własna: opracowanie raportów z ćwiczeń laboratoryjnych w trakcie semestru.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

Zalecana 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-I

**Uwagi:**

-

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka ML.MK342\_W3:**

 Zna schemat działania typowego programu MES.

Weryfikacja:

Na podstawie kolokwiów i testu na laboratorium komputerowym.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.MK342\_W3:**

 Zna schemat działania typowego programu MES.

Weryfikacja:

Na podstawie kolokwiów i testu na laboratorium komputerowym.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK342\_W1:**

 Ma podstawową wiedzę dotyczącą budowania macierzy sztywności elementów skończonych.

Weryfikacja:

Na podstawie kolokwiów.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK342\_W1:**

 Ma podstawową wiedzę dotyczącą budowania macierzy sztywności elementów skończonych.

Weryfikacja:

Na podstawie kolokwiów.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK342\_W2:**

 Zna ogólne zasady budowy układów równań MES dla zagadnień statycznej analizy naprężeń.

Weryfikacja:

Na podstawie kolokwiów.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK342\_W2:**

 Zna ogólne zasady budowy układów równań MES dla zagadnień statycznej analizy naprężeń.

Weryfikacja:

Na podstawie kolokwiów.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka ML.NK342\_U1:**

 Potrafi samodzielnie zbudować dwuwymiarowy, liniowy model MES (ANSYS) konstrukcji (płaski stan naprężenia, płaski stan odkształcenia, osiowa symetria), wyznaczyć przemieszczenia, odkształcenia i naprężenia, przedstawić je w postaci wartości liczbowych, wykresów i map konturowych oraz wyciągnąć odpowiednie wnioski.

Weryfikacja:

Na podstawie raportu sporządzonego na laboratorium komputerowym oraz testu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK342\_U1:**

 Potrafi samodzielnie zbudować dwuwymiarowy, liniowy model MES (ANSYS) konstrukcji (płaski stan naprężenia, płaski stan odkształcenia, osiowa symetria), wyznaczyć przemieszczenia, odkształcenia i naprężenia, przedstawić je w postaci wartości liczbowych, wykresów i map konturowych oraz wyciągnąć odpowiednie wnioski.

Weryfikacja:

Na podstawie raportu sporządzonego na laboratorium komputerowym oraz testu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK342\_U1:**

 Potrafi samodzielnie zbudować dwuwymiarowy, liniowy model MES (ANSYS) konstrukcji (płaski stan naprężenia, płaski stan odkształcenia, osiowa symetria), wyznaczyć przemieszczenia, odkształcenia i naprężenia, przedstawić je w postaci wartości liczbowych, wykresów i map konturowych oraz wyciągnąć odpowiednie wnioski.

Weryfikacja:

Na podstawie raportu sporządzonego na laboratorium komputerowym oraz testu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK342\_U2:**

 Potrafi samodzielnie zbudować trójwymiarowy, liniowy model MES (ANSYS) konstrukcji, wyznaczyć przemieszczenia, odkształcenia i naprężenia, przedstawić je w postaci wartości liczbowych, wykresów i map konturowych oraz wyciągnąć odpowiednie wnioski.

Weryfikacja:

Na podstawie raportu sporządzonego na laboratorium komputerowym oraz testu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK342\_U2:**

 Potrafi samodzielnie zbudować trójwymiarowy, liniowy model MES (ANSYS) konstrukcji, wyznaczyć przemieszczenia, odkształcenia i naprężenia, przedstawić je w postaci wartości liczbowych, wykresów i map konturowych oraz wyciągnąć odpowiednie wnioski.

Weryfikacja:

Na podstawie raportu sporządzonego na laboratorium komputerowym oraz testu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK342\_U2:**

 Potrafi samodzielnie zbudować trójwymiarowy, liniowy model MES (ANSYS) konstrukcji, wyznaczyć przemieszczenia, odkształcenia i naprężenia, przedstawić je w postaci wartości liczbowych, wykresów i map konturowych oraz wyciągnąć odpowiednie wnioski.

Weryfikacja:

Na podstawie raportu sporządzonego na laboratorium komputerowym oraz testu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK342\_U3:**

 Potrafi samodzielnie liniowy model MES (ANSYS) konstrukcji powłokowej, wyznaczyć przemieszczenia, odkształcenia i naprężenia, przedstawić je w postaci wartości liczbowych, wykresów i map konturowych oraz wyciągnąć odpowiednie wnioski.

Weryfikacja:

Na podstawie raportu sporządzonego na laboratorium komputerowym oraz testu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK342\_U3:**

 Potrafi samodzielnie liniowy model MES (ANSYS) konstrukcji powłokowej, wyznaczyć przemieszczenia, odkształcenia i naprężenia, przedstawić je w postaci wartości liczbowych, wykresów i map konturowych oraz wyciągnąć odpowiednie wnioski.

Weryfikacja:

Na podstawie raportu sporządzonego na laboratorium komputerowym oraz testu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK342\_U3:**

 Potrafi samodzielnie liniowy model MES (ANSYS) konstrukcji powłokowej, wyznaczyć przemieszczenia, odkształcenia i naprężenia, przedstawić je w postaci wartości liczbowych, wykresów i map konturowych oraz wyciągnąć odpowiednie wnioski.

Weryfikacja:

Na podstawie raportu sporządzonego na laboratorium komputerowym oraz testu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK342\_U4:**

 Potrafi samodzielnie zbudować i rozwiązać prosty liniowy model MES konstrukcji prętowej dla zadanych warunków obciążenia i podparcia (pręt rozciągany, belka, kratownica, rama).

Weryfikacja:

Na podstawie kolokwiów.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK342\_U5:**

 Potrafi wyznaczyć zastępcze obciążenie węzłowe w prętowym i płaskim elemencie skończonym dla prostego przypadku obciążenia.

Weryfikacja:

Na podstawie kolokwiów.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK1\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**