**Nazwa przedmiotu:**

Metoda elementów skończonych I

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Paweł Wymysłowski

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Robotyka i Automatyka

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

ML.NK342

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

1. Liczba godzin kontaktowych : 48, w tym:
a) wykład – 30 godz.,
b) laboratorium komputerowe – 15 godz.,
c) konsultacje – 3 godz.
2. Praca własna studenta – 62 godzin, w tym:
a) 12 godz. – przygotowanie się studenta do 2 kolokwiów z wykładu,
b) 15 godz. – przygotowywanie się do laboratorium,
c) 20 godz. – przygotowanie raportów z laboratorium,
d) 15 godz. przygotowywanie się do testu zaliczeniowego.
Razem - 110 godz. = 4 punkty ECTS.

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

2 punkty ECTS - liczba godzin kontaktowych: 48, w tym:
a) wykład – 30 godz.,
b) laboratorium komputerowe – 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 (Obecność na laboratoriach komputerowych: 15 godz., przygotowanie raportów z laboratorium: 15 godz., razem: 30 godz.)

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

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

**Wymagania wstępne:**

Wiedza i umiejętności uzyskane przez studentów z przedmiotów "Wytrzymałość konstrukcji 1", "Wytrzymałość konstrukcji 2".

**Limit liczby studentów:**

**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.

**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.NK342\_W1:**

Ma podstawową wiedzę dotyczącą budowania macierzy sztywności elementów skończonych.

Weryfikacja:

Kolokwia.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

**Charakterystyka ML.NK342\_W2:**

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

Weryfikacja:

Kolokwia.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

**Charakterystyka ML.NK342\_W3:**

Zna schemat działania typowego programu MES.

Weryfikacja:

Kolokwia i test w ramach laboratorium komputerowego.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

### 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:** AiR1\_U04, AiR1\_U05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UK, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

**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:** AiR1\_U04, AiR1\_U05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UK, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

**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:** AiR1\_U04, AiR1\_U05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UK, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

**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:

Kolokwia.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_U05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

**Charakterystyka ML.NK342\_U5:**

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

Weryfikacja:

Kolokwia.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_U05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o