**Nazwa przedmiotu:**

Metoda elementów skończonych

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. inż. Tomasz Zagrajek

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Mechanika i Projektowanie Maszyn

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

ML.ZNK343

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2023/2024

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

1. Liczba godzin kontaktowych - 20, w tym:
a) wykład - 9 godz.;
b) ćwiczenia laboratoryjne - 9 godz.;
c) konsultacje - 2 godz.
2. Praca własna studenta - 35 godzin, w tym:
a) przygotowanie się do kolokwiów -10 godz.
b) przygotowanie raportów z ćwiczeń laboratoryjnych, zadań domowych - 15 godz.;
c) przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych - 10 godz.
Razem - 55 godzin.

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

1 punkt ECTS - liczba godzin kontaktowych - 20, w tym:
a) wykład - 9 godz.;
b) ćwiczenia laboratoryjne - 9 godz.;
c) konsultacje - 2 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2 punkty ECTS - 47 godzin, w tym:
a) ćwiczenia laboratoryjne - 9 godz.;
b) konsultacje - 2 godz.;
c) przygotowanie się do kolokwiów -10 godz.
c) przygotowanie raportów z ćwiczeń laboratoryjnych, zadań domowych - 15 godz.;
e) przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych - 10 godz.

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

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

**Wymagania wstępne:**

Wytrzymałość konstrukcji .

**Limit liczby studentów:**

minimum 15.

**Cel przedmiotu:**

Przekazanie wiedzy wymaganej do zaawansowanych analiz wybranych zagadnień mechaniki konstrukcji metodą elementów skończonych.
Umiejętności: po zaliczeniu przedmiotu student potrafi budować proste modele rzeczywistych konstrukcji i urządzeń do analiz nieliniowych, naprężeń cieplnych, drgań własnych, utraty stateczności. Dysponuje narzędziami do oceny poprawności i interpretacji wyników obliczeń.

**Treści kształcenia:**

 Metoda elementów skończonych w zadaniach ustalonego przepływu ciepła, naprężenia cieplne. Wprowadzenie do dynamiki konstrukcji, drgania własne w MES. Utrata stateczności, obciążenia krytyczne. Problemy nieliniowe , zagadnienia sprężysto plastyczne . Szacowanie dokładności analiz MES.

**Metody oceny:**

Zaliczenie : oceny raportów z ćwiczeń laboratoryjnych, zadań domowych, kolokwiów .
Praca własna: Opracowanie raportów z ćwiczeń w laboratorium komputerowym, samodzielne studia literaturowe.

**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:**

-

**Uwagi:**

-

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka ML.ZNK343\_W1:**

Znajomość podstawowych modeli obliczeniowych do analizy nieliniowych zagadnień mechaniki konstrukcji , w szczególności zginania belki i płaskiego stanu naprężenia w tarczy z koncentratorem w zakresie sprężysto plastycznym.

Weryfikacja:

Ocena pracy studenta podczas ćwiczenia praktyczne z modelowania zadania nieliniowego za pomocą programu Ansys , raport z ćwiczenia , sprawdzian końcowy.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ZNK343\_W1:**

Znajomość podstawowych modeli obliczeniowych do analizy nieliniowych zagadnień mechaniki konstrukcji , w szczególności zginania belki i płaskiego stanu naprężenia w tarczy z koncentratorem w zakresie sprężysto plastycznym.

Weryfikacja:

Ocena pracy studenta podczas ćwiczenia praktyczne z modelowania zadania nieliniowego za pomocą programu Ansys , raport z ćwiczenia , sprawdzian końcowy.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ZNK343\_W2:**

Znajomość podstawowych modeli obliczeniowych do rozwiązywania zagadnień stateczności konstrukcji, w szczególności do wyznaczania obciążeń krytycznych w ustrojach cienkościennych.

Weryfikacja:

Ocena pracy studenta podczas ćwiczenia praktycznego z modelowania zadania stateczności za pomocą programu Ansys , raport z ćwiczenia , sprawdzian końcowy

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ZNK343\_W2:**

Znajomość podstawowych modeli obliczeniowych do rozwiązywania zagadnień stateczności konstrukcji, w szczególności do wyznaczania obciążeń krytycznych w ustrojach cienkościennych.

Weryfikacja:

Ocena pracy studenta podczas ćwiczenia praktycznego z modelowania zadania stateczności za pomocą programu Ansys , raport z ćwiczenia , sprawdzian końcowy

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ZNK343\_W3:**

Znajomość podstawowych modeli obliczeniowych do rozwiązywania zagadnień dynamicznych konstrukcji , w szczególności do wyznaczania postaci i częstości drgań własnych ustrojów prętowych i cienkościennych.

Weryfikacja:

Ocena pracy studenta podczas ćwiczenia praktycznego z modelowania zadania drgań belki za pomocą programu Ansys , raport z ćwiczenia , sprawdzian końcowy.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ZNK343\_W3:**

Znajomość podstawowych modeli obliczeniowych do rozwiązywania zagadnień dynamicznych konstrukcji , w szczególności do wyznaczania postaci i częstości drgań własnych ustrojów prętowych i cienkościennych.

Weryfikacja:

Ocena pracy studenta podczas ćwiczenia praktycznego z modelowania zadania drgań belki za pomocą programu Ansys , raport z ćwiczenia , sprawdzian końcowy.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ZNK343\_W3:**

Znajomość podstawowych modeli obliczeniowych do rozwiązywania zagadnień dynamicznych konstrukcji , w szczególności do wyznaczania postaci i częstości drgań własnych ustrojów prętowych i cienkościennych.

Weryfikacja:

Ocena pracy studenta podczas ćwiczenia praktycznego z modelowania zadania drgań belki za pomocą programu Ansys , raport z ćwiczenia , sprawdzian końcowy.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ZNK343\_W4:**

Znajomość podstawowych modeli obliczeniowych do rozwiązywania zagadnień cieplnych w konstrukcji , w szczególności do wyznaczania przemieszczeń i naprężeń w ustrojach pracujących w zmiennych temperaturach.

Weryfikacja:

Ocena pracy studenta podczas ćwiczenia praktycznego z modelowania zadania sprzężonego pola cieplnego i mechanicznego za pomocą programu Ansys , raport z ćwiczenia, sprawdzian końcowy.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ZNK343\_W4:**

Znajomość podstawowych modeli obliczeniowych do rozwiązywania zagadnień cieplnych w konstrukcji , w szczególności do wyznaczania przemieszczeń i naprężeń w ustrojach pracujących w zmiennych temperaturach.

Weryfikacja:

Ocena pracy studenta podczas ćwiczenia praktycznego z modelowania zadania sprzężonego pola cieplnego i mechanicznego za pomocą programu Ansys , raport z ćwiczenia, sprawdzian końcowy.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ZNK343\_W4:**

Znajomość podstawowych modeli obliczeniowych do rozwiązywania zagadnień cieplnych w konstrukcji , w szczególności do wyznaczania przemieszczeń i naprężeń w ustrojach pracujących w zmiennych temperaturach.

Weryfikacja:

Ocena pracy studenta podczas ćwiczenia praktycznego z modelowania zadania sprzężonego pola cieplnego i mechanicznego za pomocą programu Ansys , raport z ćwiczenia, sprawdzian końcowy.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka ML.ZNK343\_U1:**

 Potrafi interpretować wyniki obliczeń numerycznych typowych problemów wytrzymałości konstrukcji.

Weryfikacja:

Ocena pracy studenta podczas laboratorium i ocena raportu z obliczeń.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ZNK343\_U1:**

 Potrafi interpretować wyniki obliczeń numerycznych typowych problemów wytrzymałości konstrukcji.

Weryfikacja:

Ocena pracy studenta podczas laboratorium i ocena raportu z obliczeń.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ZNK343\_U1:**

 Potrafi interpretować wyniki obliczeń numerycznych typowych problemów wytrzymałości konstrukcji.

Weryfikacja:

Ocena pracy studenta podczas laboratorium i ocena raportu z obliczeń.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ZNK343\_U2:**

Potrafi prawidłowo uprościć rzeczywisty ustrój do modelu obliczeniowego , pomijając nieważne szczegóły i odwzorowując istotę pracy ustroju.

Weryfikacja:

Ocena pracy studenta podczas laboratorium i ocena raportu z obliczeń.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ZNK343\_U2:**

Potrafi prawidłowo uprościć rzeczywisty ustrój do modelu obliczeniowego , pomijając nieważne szczegóły i odwzorowując istotę pracy ustroju.

Weryfikacja:

Ocena pracy studenta podczas laboratorium i ocena raportu z obliczeń.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ZNK343\_U2:**

Potrafi prawidłowo uprościć rzeczywisty ustrój do modelu obliczeniowego , pomijając nieważne szczegóły i odwzorowując istotę pracy ustroju.

Weryfikacja:

Ocena pracy studenta podczas laboratorium i ocena raportu z obliczeń.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM2\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**