**Nazwa przedmiotu:**

Metody komputerowe mechaniki nieliniowej

**Koordynator przedmiotu:**

Aleksander Szwed, Dr inż.

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Budownictwo

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

1080-BUTKO-MSP-0413

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

3

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

Razem 80 godz. = 3 ECTS: wykłady 30 godz., ćwiczenia 15 godz., wykonanie ćwiczeń 15 godz., studiowanie literatury 5 godz., przygotowanie się i obecność na egzaminie 15 godz.

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

Razem 50 godz. = 2 ECTS: wykłady 30 godz., ćwiczenia 15 godz., obecność na zaliczeniach i egzaminie 3 godz., konsultacje 2 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

Razem 30 godz. = 1,5 ECTS: wykonanie ćwiczeń 15 godz., przygotowanie się i obecność na egzaminie 15 godz.

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

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

**Wymagania wstępne:**

Znajomość podstaw teorii, formułowania i rozwiązywania zadań w zakresie wymienionych poniżej zagadnień. Rachunek wektorowy i tensorowy. Równania różniczkowe zwyczajne i cząstkowe. Funkcjonał całkowy i jego ekstremalność. Metody numeryczne rozwiązywania układów równań liniowych algebraicznych. Całkowanie równań różniczkowych. Aproksymacja i interpolacja. Metoda Elementów Skończonych w zagadnieniach statyki i dynamiki zagadnień liniowych.
Przedmioty. Matematyczne Metody Mechaniki. Teoria Sprężystości. Teoria Plastyczności. Metoda Elementów Skończonych. Komputerowe Systemy Analizy Konstrukcji.

**Limit liczby studentów:**

30

**Cel przedmiotu:**

Rozumienie założeń mechaniki ośrodków ciągłych. Rozróżnianie małych i dużych deformacji ciała oraz zachowania sprężystego i niesprężystego materiału. Poznanie sformułowania lokalnego i całkowego oraz zasady prac wirtualnych w zagadnieniach nieliniowych. Umiejętność formułowania zagadnienia granicznego odpowiadającego typowym zagadnieniom mechaniki konstrukcji. Rozumienie zasad konstrukcji metod aproksymacyjnych rozwiązywania zagadnień nieliniowych, linearyzacja. Znajomość i umiejętność stosowania algorytmów przyrostowo-iteracyjnych. Analiza wybranych zadań prętów, tarcz, płyt i konstrukcji przestrzennych w zakresie zachowań nieliniowych.

**Treści kształcenia:**

Podstawy mechaniki ośrodków ciągłych: gradient deformacji, tensory deformacji i odkształcenia, tensory naprężenia, równania równowagi, warunki brzegowe. Sformułowanie lokalne i całkowe zagadnienia granicznego. Zasada prac wirtualnych w zagadnieniach nieliniowych. Zasada zachowania energii mechanicznej i funkcjonały wariacyjne. Zasady konstrukcji metod aproksymacyjnych rozwiązywania równań różniczkowych. Metody błędów ważonych. Metoda Galerkina. Metoda elementów skończonych (MES). Równania równowagi MES. Rozwiązywanie układu równań algebraicznych nieliniowych i jego linearyzacja. Metoda Eulera, Newtona-Raphsona. Algorytm przyrostowo-iteracyjny z kontrolą iteracji wg parametru ścieżki Riksa-Wepnera i Crisfielda. Sformułowanie równań MES w przypadku konstrukcji prętowych i płaskich. Rozwiązanie przykładowych zadań brzegowych dla zagadnień geometrycznie i materiałowo nieliniowych. Zastosowanie komercyjnych systemów MES do nieliniowej analizy konstrukcji. Podstawy modelowania uszkodzenia materiału.

**Metody oceny:**

Cztery projekty ćwiczenia domowe.
Ocenianie ciągłe (obecność, aktywność).
Egzamin pisemny.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

[1] J. Ostrowska-Maciejewska. Mechanika ciał odkształcalnych. PWN. Warszawa 1994.
[2] T.J.R. Hughes. The finite element method. Dover Publications. Mineola 2000.
[3] J. Bonet, R.D. Wood. Nonlinear continuum mechanics for finite element method. Cambridge University Press. Cambridge 1997, 2008.
[4] M.A. Crisfield. Non-linear finite element analysis of solids and structures. Vol. I and II. John Wiley & Sons Chichester 1991 and 1997.
[5] J.C. Simo, T.J.R. Hughes. Computational inelasticity. Springer-Verlag. New York 1998.
[6] ABAQUS or Simulia Manual. www.simulia.com

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W1:**

Zna podstawy mechaniki ośrodków ciągłych. Zna sformułowania Metody Elementów Skończonych w zagadnieniach nieliniowych i algorytmizację procesów obliczeniowych, kolokwium, egzamin.

Weryfikacja:

kolokwium i egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_W02, K2\_W17\_TK

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG.o, P7U\_W

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

Rozumie zasady prowadzenia obliczeń za pomocą algorytmów przyrostowo-iteracyjnych w zagadnieniach nieliniowych geometrycznie i materiałowo. Potrafi zapisać i zaprogramować algorytm analizy konstrukcji w zakresie nieliniowym, projekt.

Weryfikacja:

projekt, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_U02, K2\_U15\_TK, K2\_U16\_TK

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K1:**

Jest świadomy potrzeby weryfikacji prowadzonych obliczeń. Ma poczucie potrzeby klarowności i rzetelności w przedstawieniu i interpretacji wyników swoich prac stosowanych w działalności inżynierskiej, projekt.

Weryfikacja:

projekt.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_K02, K2\_K04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_K, I.P7S\_KK