**Nazwa przedmiotu:**

Wprowadzenie do termomechaniki ciał odkształcalnych

**Koordynator przedmiotu:**

Dr hab. inż. Piotr Kowalczyk

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Matematyka

**Grupa przedmiotów:**

Wspólne

**Kod przedmiotu:**

1120-INCAD-MSP-0020

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2023/2024

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

1. godziny kontaktowe – 62 h; w tym
a) obecność na wykładach – 30 h
b) obecność na ćwiczeniach – 30 h
c) obecność na egzaminie – 2 h
2. praca własna studenta – 40 h; w tym
a) bieżące przygotowywanie do ćwiczeń i kolokwiów, w tym samodzielne rozwiązywanie zadań – 20 h
b) zapoznanie się z literaturą – 10 h
c) przygotowanie do egzaminu – 10 h
Razem 102 h, co odpowiada 4 pkt. ECTS

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

1. obecność na wykładach – 30 h
2. obecność na ćwiczeniach – 30 h
3. obecność na egzaminie – 2 h
Razem 62 h, co odpowiada 2 pkt. ECTS

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1. obecność na ćwiczeniach – 30 h
2. bieżące przygotowywanie do ćwiczeń i kolokwiów, w tym samodzielne rozwiązywanie zadań – 20 h
Razem 50 h, co odpowiada 2 pkt. ECTS

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

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

**Wymagania wstępne:**

Analiza matematyczna, Równania różniczkowe, Algebra

**Limit liczby studentów:**

Ćwiczenia – 30 os/grupa

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z pojęciami i prawami termomechaniki ciał odkształcalnych pod kątem ich zastosowań do komputerowej symulacji ruchu i deformacji rzeczywistych obiektów (w szczególności konstrukcji inżynierskich) pod wpływem obciążeń mechanicznych i termicznych oraz obliczeń wytrzymałościowych tych obiektów. W ramach przedmiotu studenci poznają:
- podstawy teoretyczne analizy i algebry tensorów,
- metody matematyczne tensorowego opisu deformacji i stanu naprężeń w kontinuum materialnym,
- prawa termomechaniki kontinuum materialnego, wyrażone w postaci układu nieliniowych równań różniczkowych cząstkowych na czasoprzestrzennych polach tensorowych
- podstawy formułowania przybliżonych metod numerycznego rozwiązywania tych równań.

**Treści kształcenia:**

Wprowadzenie (podstawowe pojęcia, opis ciągły i dyskretny). Podstawy algebry i analizy tensorowej. Ruch ciała, deformacja, obrót sztywny, odkształcenie. Zasada zachowania masy. Opis stanu naprężenia. Zasady zachowania pędu, momentu pędu, energii mechanicznej. Równania konstytutywne (sprężystość, lepko-sprężystość, sprężysto-plastyczność). Sformułowanie lokalne zagadnienia nieliniowej mechaniki ciała odkształcalnego. Zagadnienia przewodnictwa ciepła. Sprzężenia termo-mechaniczne – sformułowanie lokalne zagadnienia nieliniowej termo-mechaniki ciała odkształcalnego. Zasady i sformułowania wariacyjne zagadnień termomechaniki.

**Metody oceny:**

Do zaliczenia udziału w zajęciach wymagany jest pozytywny wynik każdego z dwóch kolokwiów. Ocena końcowa z przedmiotu zależy od liczby punktów uzyskanych na egzaminie. Maksymalna liczba punktów (65) jest równa maksymalnej sumie punktów możliwych do uzyskania w obu kolokwiach – mogą one być zaliczone na poczet egzaminu na zasadzie „terminu zerowego”. Skala ocen zależy od liczby punktów zgodnie z regułą: liczba punktów > 58 – 5.0, >52 – 4.5, >45 – 4.0, >39 – 3.5, >32 – 3.0, <=32 – 2.0.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. M. Kleiber, P.Kowalczyk, Wprowadzenie do nieliniowej termomechaniki ciał odkształcalnych, Wyd. IPPT PAN, 2011
2. J. Ostrowska-Maciejewska, Mechanika ciał odkształcalnych, PWN, Warszawa, 1994
3. Y.C. Fung, Podstawy mechaniki ciała stałego, PWN, Warszawa 1969

**Witryna www przedmiotu:**

.

**Uwagi:**

.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W2\_01:**

Zna podstawy teoretyczne analizy i algebry tensorów i ich zastosowania do opisu deformacji i stanu naprężeń w kontinuum materialnym

Weryfikacja:

ocena dwóch kolokwiów i egzaminu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M2\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W2\_02:**

Zna sformułowania równań termomechaniki kontinuum materialnego i podstawy przybliżonych metod ich numerycznego rozwiązywania

Weryfikacja:

ocena dwóch kolokwiów i egzaminu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M2\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U2\_01:**

Potrafi posługiwać się pojęciami rachunku tensorowego i interpretować je dla wielkości fizycznych pojawiających się w zagadnieniach mechaniki ciał odkształcalnych

Weryfikacja:

ocena dwóch kolokwiów i egzaminu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M2\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U2\_02:**

Potrafi sformułować równania różniczkowe dla konkretnego zagadnienia termomechaniki ciał odkształcalnych i zaproponować metodę ich numerycznego rozwiązania, uwzględniającą specyfikę danego zagadnienia

Weryfikacja:

ocena dwóch kolokwiów i egzaminu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M2\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U2\_03:**

Potrafi samodzielnie określić kierunki dalszego uczenia się

Weryfikacja:

ocena dwóch kolokwiów i egzaminu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M2\_U02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K2\_01:**

Posiada zdolność do kontynuacji kształcenia oraz świadomość potrzeby samokształcenia

Weryfikacja:

ocena dwóch kolokwiów i egzaminu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M2\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka K2\_02:**

Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny, samodzielnie formułować i rozwiązywać zagadnienia zastosowań informatyki w technice

Weryfikacja:

ocena dwóch kolokwiów i egzaminu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** M2\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**