**Nazwa przedmiotu:**

Teoria plastyczności TK

**Koordynator przedmiotu:**

Prof. dr hab. inż. Artur Zbiciak

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Budownictwo

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

1080-BUTKO-MSP-0410

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

Razem 100 godz. = 4 ECTS: wykład 30; ćwiczenia 30; przygotowanie do ćwiczeń 30; zapoznanie z literaturą 10; sporządzenie projektu 10; przygotowanie do sprawdzianów i obecność na sprawdzianach 10; przygotowanie do egzaminu i obecność na egzaminie 10.

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

Razem 68 godz. = 3 ECTS: wykład 30; ćwiczenia 30, konsultacje i egzamin 8.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

Razem 70 godz. = 3 ECTS: ćwiczenia 30; przygotowanie do ćwiczeń 30; sporządzenie projektu 10.

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

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

**Wymagania wstępne:**

Znajomość podstaw teorii, formułowania i rozwiązywania zadań w zakresie wymienionych poniżej zagadnień. Algebra liniowa. Rachunek macierzowy i tensorowy. Analiza funkcji jednej i wielu zmiennych. Równania różniczkowe zwyczajne i cząstkowe. Mechanika bryły sztywnej. Teoria prętów. Metody sił, przemieszczeń i elementów skończonych. Stateczność i dynamika układów prętowych. Zagadnienie brzegowe liniowej teorii sprężystości. Związki Hooke’a materiału izotropowego i anizotropowego. Tarcze w płaskim stanie naprężenia i odkształcenia. Zagadnienia osiowo-symetryczne i zagadnienie półprzestrzeni. Przedmioty: Algebra i analiza matematyczna. Mechanika teoretyczna. Wytrzymałość materiałów. Mechanika konstrukcji. Teoria sprężystości. Metoda elementów skończonych.

**Limit liczby studentów:**

30

**Cel przedmiotu:**

Rozumienie założeń teorii plastycznego płynięcia i deformacyjnej teorii plastyczności oraz znajomość równań je opisujących. Umiejętność sformułowania zagadnienia początkowo-brzegowego ciała z materiału sprężystoplastycznego. Znajomość hipotez wytrzymałościowych stosowanych dla materiałów inżynierskich: stal, beton, grunty itp. Znajomość algorytmów numerycznego całkowania relacji fizycznych sprężysto-plastyczności. Umiejętność świadomego wykorzystania oprogramowania MES w zakresie niesprężystej pracy konstrukcji. Analiza wybranych zagadnień sprężysto-plastycznego zachowania się płaskich i prętowych elementów konstrukcji.

**Treści kształcenia:**

1. Schematy reologiczne materiałów o własnościach sprężystych, plastycznych i lepkich.
2. Hipotezy wytężeniowe materiałów izotropowych: Coulomba-Treski, Hubera-Misesa-Hencky’ego, Druckera, Rankine’a, Coulomba- Mohra, Druckera-Pragera, Ottosena i Gursona.
3. Teoria plastycznego płynięcia.
4. Zasada największej mocy dyssypowanej, stowarzyszone prawo płynięcia, warunki Kuhna-Tuckera.
5. Związki Prandtla-Reussa. Zagadnienie początkowo-brzegowe ciała z materiału sprężysto-plastycznego. Liniowe i nieliniowe wzmocnienie izotropowe.
6. Efekt Bauschingera.
7. Modele wzmocnienia kinematycznego: Pragera, Zeiglera, Armstronga-Fredericka.
8. Podstawowe koncepcje formułowania związków dla materiałów sprężysto-lepko-plastycznych. Relacje Binghama, Duvaut-Lionsa i Perzyny.
9. Teoria sprężysto-plastyczności w zakresie umiarkowanie dużych deformacji.
10. Multiplikatywna dekompozycja gradientu deformacji. Pochodna obiektywna tensora naprężenia Cauchy’ego.
11. Zastosowanie MES w zagadnieniach sprężysto-plastyczności.
12. Algorytmy całkowania relacji konstytutywnych materiałów sprężysto-plastycznych.
13. Jawny schemat ekstrapolacyjny Eulera. Metody odwzorowania powrotnego. Metoda powrotu po promieniu.
14. Deformacyjna teoria plastyczności.
15. Statyka płaskich układów sprężysto-plastycznych.

**Metody oceny:**

• Egzamin pisemny i ustny.
• Jeden projekt i dwa sprawdziany.
• Ocenianie ciągłe (obecność, aktywność).

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

[1] Bednarski T.: Mechanika plastycznego płynięcia w zarysie. PWN, Warszawa 1995.
[2] Brunarski L., Kwieciński M.: Wstęp do teorii sprężystości i plastyczności. Skrypt. Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej. Warszawa 1984.
[3] Brunarski L, Górecki B., Runkiewicz L.: Zbiór zadań z teorii sprężystości i plastyczności. Skrypt. Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej. Warszawa 1984.
[4] Crisfield M. A.: Non-linear Finite Element Analysis of Solids and Structures. Vol. I and II, John Wiley & Sons, 1991.
[5] Khan A.S., Huang S.: Continuum Theory of Plasticity. John Wiley and Sons, 1995.
[6] Ostrowska-Maciejewska J.: Mechanika ciał odkształcalnych. PWN. Warszawa 1994.
[7] Olszak W., Perzyna P., Sawczuk A. [red.]: Teoria plastyczności. PWN, Warszawa 1965.
[8]] Skrzypek J.: Plastyczność i pełzanie. Teoria, zastosowania, zadania. PWN, Warszawa 1986.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W1:**

Zna relacje konstytutywne modeli materiałów sprężysto-idealnie plastycznych oraz sprężysto-plastycznych wykazujących efekty wzmocnienia kinematycznego i izotropowego.

Weryfikacja:

sprawdziany i egzamin.

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

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

Potrafi zbudować model reologiczny materiału i sformułować odpowiednie relacje konstytutywne. Umie rozwiązać podstawowe płaskie zagadnienia brzegowe konstrukcji sprężysto-plastycznych.

Weryfikacja:

projekt, kolokwia, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_U16\_TK

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

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K1:**

Potrafi przedstawić sformułowania i rozwiązania zagadnień w postaci raportów z wykonanych prac projektowych.

Weryfikacja:

Przedstawienie do oceny prac projektowych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_K06

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