**Nazwa przedmiotu:**

Mechanika budowli

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Szymon Imiełowski

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Inżynieria Środowiska

**Grupa przedmiotów:**

Specjalizacyjne

**Kod przedmiotu:**

1110-ISIWO -MSP-2401

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

wykład - 30 godzin, ćwiczenia audytoryjne - 15 godzin, ćwiczenia projektowe - 15 godzin, zapoznanie się ze wskazaną literaturą - 5 godzin, przygotowanie referatu/prezentacji 8 godzin, przygotowanie do kolokwium 5 godzin, przygotowanie do ćwiczeń audytoryjnych 7 godzin, przygotowanie do zaliczenia wykładów i obecność na zaliczeniu - 5 godzin. Razem 75 godzin.

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

5

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

nie dotyczy

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

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

**Wymagania wstępne:**

Wiadomości z zakresu przedmiotów Matematyka (sem I i II), Fizyka (sem I i II), Wytrzymałość Materiałów i Mechanika Budowli (sem II i III).

**Limit liczby studentów:**

brak

**Cel przedmiotu:**

Zapoznanie studentów z podstawowymi pojęciami i metodami stosowanymi w mechanice budowli. Program wykładów obejmuje analizę statyczną podstawowych modeli konstrukcji stosowanych w budownictwie lądowym i wodnym, tj.: belki, kratownice, ramy, pręty zakrzywione w planie, ruszty, łuki i płyty oraz belki na sprężystym podłożu Winklera jedno i dwuparametrowym podanych działaniu obciążeń zewnętrznych, temperatury i osiadania podpór. Analiza statyczna dotyczy sposobów obliczania sił przekrojowych, przemieszczeń i linii wpływowych ustrojów prętowych statycznie wyznaczalnych i niewyznaczalnych. Omawiane są następujące metody: metoda sił, metoda przemieszczeń metoda różnic skończonych i elementów skończonych.

**Treści kształcenia:**

PROGRAM WYKŁADU:

1.Wprowadzenie. Elementy rachunku macierzowego. Prętowe konstrukcje statycznie wyznaczalne, przykłady i metody rozwiązań: belka przegubowa, rama, łuk, ruszt, pręt zakrzywiony w planie.
2.Belka na sprężystym podłożu Winklera jedno i dwuparametrowym. Metoda różnic skończonych w zastosowaniu do belek.
3.Metody energetyczne - wyznaczanie przemieszczeń konstrukcji statycznie wyznaczalnych na podstawie zasady prac wirtualnych
4.Konstrukcje statycznie niewyznaczalne. Rozwiązywanie układów prętowych metodą sił.
5.Ustroje prętowe geometrycznie niewyznaczalne. Metoda przemieszczeń i metoda elementów skończonych w zastosowaniu do krat, ram i ustrojów mieszanych.
6.Linie wpływowe belek statycznie wyznaczalnych i niewyznaczalnych.

PROGRAM ĆWICZEŃ AUDYTORYJNYCH:

1.Przykłady rozwiązań konstrukcji statycznie wyznaczalnych: belka przegubowa, rama, łuk, ruszt, pręt zakrzywiony w planie. Obliczanie reakcji i wykresów sił przekrojowych.
3.Sformułowanie zadania i wyznaczenie ugięć belki na sprężystym podłożu Winklera metodą różnic skończonych. Uwzględnienie warunków brzegowych i warunków zgodności przemieszczeń i sił.
4.Wyznaczanie przemieszczeń konstrukcji prętowych statycznie wyznaczalnych metodą Maxwella-Mohra.
5.Rozwiązywanie konstrukcji statycznie niewyznaczalnych metodą sił: belka, rama, łuk, pręt zakrzywiony w planie.
6.Formułowanie i rozwiązanie zadań, konstrukcji prętowych, metodą przemieszczeń.
7.Sporządzanie wykresów linii wpływu sił i przemieszczeń belek jednoprzęsłowych i wieloprzęsłowych.
8.2 kolokwia

PROGRAM ĆWICZEŃ PROJEKTOWYCH:

1.Omówienie zakresu pracy projektowej 1 – wykresy sił przekrojowych konstrukcji prętowa statycznie wyznaczalna. Praca własna.
2.Omówienie pracy projektowej 2 – rozwiązanie belki na sprężystym podłożu metodą różnic skończonych. Praca własna.
3.Wyznaczanie macierzy sztywności MES na przykładzie konstrukcji prętowej z uwzględnieniem zginania, skręcania i sił normalnych. Omówienie zakresu pracy projektowej 3 – pręt zakrzywiony w planie metodą elementów skończonych. Praca własna.

**Metody oceny:**

Ocena końcowa przedmiotu jest średnią arytmetyczną z trzech ocen: ćwiczeń audytoryjnych, ćwiczeń projektowych i egzaminu.

Warunki zaliczenia wykładu - egzamin pisemny złożony z części zadaniowej i części teoretycznej (testy wielokrotnego wyboru, pytania sprawdzające zrozumienie materiału).
Warunki zaliczenia ćwiczeń audytoryjnych - zaliczenie kolokwium, obecność na zajęciach.
Warunki zaliczenia ćwiczeń projektowych - wykonanie i zaliczenie 3 projektów, obecność na zajęciach.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Podręczniki:
1.Praca zbiorowa, Mechanika Budowli–ujęcie komputerowe, Arkady, 1991 (t1), 1992 (t2)
2.Praca zbiorowa, Mechanika Budowli elementami ujęcia komputerowego, Arkady 1984
3.Dyląg Z., Krzemińska-Niemiec, Filip F., tom 1,2, Mechanika budowli, PWN 1977;
4.W.Nowacki, Mechanika budowli, PWN 1975
5.Wierzbicki W., Mechanika budowli, PWN, 1961;
6.Zbigniew Cywiński, Mechanika budowli w ćwiczeniach, t.1, t. 2, PWN, 1976;
7.Chmielewski T., Nowak H., Sadecka L., Metoda przemieszczeń i podstawy MES, obliczenia w środowisku MATLAB, PWN 2016;
8.Kowalewski Z., Podstawy wytrzymałości materiałów, OWPW, Warszawa 2000;
9.Rakowski G., Kacprzyk Z., Metoda elementów skończonych w mechanice konstrukcji, OWPW, Warszawa 1973;
10.Zienkiewicz O.C., Metoda elementów skończonych, Arkady, Warszawa 1972;

Zbiory zadań
1.Witkowska Z., Witkowski M.: Zbór zadań z mechaniki budowli, OWPW 2002
2.Cywiński Z.: Mechanika budowli w zadaniach, PWN 1999
3.Grabowski J., Iwanczewska A.: Zbiór zadań z wytrzymałości materiałów OWPW

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

brak

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

Student wyznacza reakcje i sporządza wykresy sił przekrojowych oraz sporządza wykresy naprężeń w dowolnym przekroju wybranych konstrukcji prętowych: belek, ram, prętów zakrzywionych w planie, łuków i rusztów, statycznie wyznaczalnych i statycznie niewyznaczalnych. Oblicza przemieszczenia i odkształcenia belek i ram metodą prac wirtualnych, wykorzystując w

Weryfikacja:

Praca domowa, 2 kolokwia, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W10

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

**Charakterystyka W02:**

Wykreśla linie wpływu sił i przemieszczeń belek jednoprzęsłowych i wieloprzęsłowych

Weryfikacja:

Kolokwium, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W12

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

**Charakterystyka W03:**

Formułuje warunki brzegowe i wyznacza linie ugięć belek na sprężystym podłożu Winklera metodą różnic skończonych.

Weryfikacja:

Praca domowa, kolokwium, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W19

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

**Charakterystyka W04:**

Wykorzystuje metodę elementów skończonych do rozwiązania konstrukcji prętowych: kratownic, belek, ram, rusztów i prętów załamanych w planie, wyznaczając siły reakcji, wykresy sił przekrojowych i wykresy przemieszczeń.

Weryfikacja:

Praca domowa, kolokwium, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:**

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

Po zakończonym kursie student posiada znacznie rozszerzony zakres umiejętności niezbędnych do projektowania typowych konstrukcji prętowych statycznie wyznaczalnych i statycznie niewyznaczalnych oraz belek na sprężystym podłożu. Pogłębia się więc zrozumienie warunków pracy konstrukcji niezbędne w późniejszej pracy projektanta.

Weryfikacja:

Praca domowa, kolokwium, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_U13, IS\_U15

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

**Charakterystyka U02:**

W zakresie podstawowym student wykorzystuje metody numeryczne do analizy prostych konstrukcji prętowych inżynierii lądowej i wodnej, metodę różnic skończonych i metodę elementów skończonych. Przyswojony zakres wiedzy stanowi podstawę aktywnego uczestnictwa w zajęciach dotyczących zaawansowanych metod numerycznych oraz obsługi pakietów obliczeniowych.

Weryfikacja:

Praca domowa, kolokwium, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_U18

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

**Charakterystyka U03:**

Student nabiera wprawy w posługiwaniu się ogólnie dostępnym inżynierskim oprogramowaniem komputerowym oraz posiada podstawowy zakres wiedzy potrzebny do analizowania otrzymanych wyników.

Weryfikacja:

Praca domowa, kolokwium, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_U19

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

**Charakterystyka U04:**

Nabyte umiejętności są niezbędne do zrozumienia treści przedmiotów realizowanych na studiach magisterskich, takich jak konstrukcje hydrotechniczne, mogą być wykorzystane przy pisaniu pracy magisterskiej.

Weryfikacja:

Praca domowa, kolokwium, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:**

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

Wiedza zdobyta podczas kursu rozszerza wyobrażenie o tematyce i stopniu trudności rozwiązań nowych rodzajów konstrukcji inżynierskich, wpływa w ten sposób na jego decyzję o wyborze tematu pracy magisterskiej oraz o kierunku zainteresowań zawodowych po zakończeniu studiów

Weryfikacja:

Promowanie indywidualnej aktywności na zajęciach, praca domowa, kolokwium, egzamin

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

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

**Charakterystyka K02:**

Rozumie potrzebę ciągłego dokształcania sie i podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych

Weryfikacja:

Promowanie indywidualnej aktywności na zajęciach, praca domowa, kolokwium, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_K03, IS\_K06

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