**Nazwa przedmiotu:**

Mechanika konstrukcji I

**Koordynator przedmiotu:**

Tomasz Lewiński, Prof. dr hab. inż.

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Budownictwo

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

1080-BU000-ISP-0404

**Semestr nominalny:**

5 / 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 godz., ćwiczenia audytoryjne 15 godz., ćwiczenia projektowe 15 godz., przygotowanie do kolokwiów 5 godz., przygotowanie pracy domowej 25 godz., przygotowanie do egzaminu i obecność na egzaminie 10 godz.

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

Razem 65 godz. = 2,5 ECTS: wykład 30 godz., ćwiczenia audytoryjne 15 godz., ćwiczenia projektowe 15 godz., obrony prac domowych 5 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

Razem 55 godz. = 2 ECTS: ćwiczenia projektowe 15 godz., przygotowanie prac domowych 25 godz., ćwiczenia praktyczne w czasie zajęć audytoryjnych 15 godz.

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

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

**Wymagania wstępne:**

Algebra równań macierzowych, w tym układy Cramera z macierzą kwadratową. Elementarna wiedza z analizy matematycznej: różniczkowanie i całkowanie najprostszych funkcji. Całka oznaczona. Umiejętność rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych o stałych współczynnikach. Wariacyjna postać tych równań. Stawianie zadań brzegowych. Znajomość podstawowych praw mechaniki teoretycznej dotyczących równowagi układów prętowych- płaskich i przestrzennych. Elementy teorii sprężystości brył. Sformułowanie zadania równowagi bryły odkształcalnej. Znajomość podstaw teorii Eulera prętów liniowo sprężystych- prostych i zakrzywionych w płaszczyźnie. Umiejętność rozwiązywania najprostszych statycznie wyznaczalnych zadań statyki ram i łuków płaskich: konstruowanie wykresów momentów, sił poprzecznych i podłużnych oraz obliczania przemieszczeń wzorem Maxwella-Mohra. Warunkiem odrabiania ćwiczeń jest uprzednie zaliczenie ćwiczeń z przedmiotu Wytrzymałość Materiałów I oraz rejestracja na bieżący rok akademicki lub posiadanie ważnej karty wznowienia. Warunkiem przystąpienia do egzaminu pisemnego z MK 1 jest posiadanie wpisu pozytywnej oceny z ćwiczeń z MK 1.

**Limit liczby studentów:**

bez ograniczeń

**Cel przedmiotu:**

Umiejętność rozwiązywania zadań statyki dowolnych statycznie wyznaczalnych układów prętowych: obliczanie sił wewnętrznych, przemieszczeń i kątów obrotu przekrojów. Umiejętność rozwiązywania zadań statyki płaskich statycznie niewyznaczalnych układów prętowych: obliczanie sił wewnętrznych, przemieszczeń i kątów obrotu przekrojów. Ocena wyników obliczeń.
Sporządzanie linii wpływu wielkości statycznych i kinematycznych w konstrukcjach prętowych statycznie wyznaczalnych i statycznie niewyznaczalnych.

**Treści kształcenia:**

Powtórzenie teorii prętów Eulera.
Uwzględnienie obciążeń termicznych.
Wariacyjna postać równań równowagi (czyli równanie pracy wirtualnej), wariacyjna postać związków między odkształceniami i przemieszczeniami (czyli wzór Maxwella-Mohra); twierdzenie Betti’ego.
Obliczanie przemieszczeń w ramach i łukach płaskich. Statyka łuków parabolicznych. Klasyfikacja kratownic. Metoda sił: kratownice, ramy i łuki płaskie oraz ruszty przegubowe. Obliczanie przemieszczeń w konstrukcjach statycznie niewyznaczalnych. Linie wpływu w ramach i belkach statycznie niewyznaczalnych- metodą sił.
Macierzowa metoda przemieszczeń dotycząca ram ( w tym kratownic) z prętów prostych.
Metoda przemieszczeń w odniesieniu do ram płaskich z prętów niewydłużalnych. Linie wpływu metodą kinematyczną. Wykorzystanie linii wpływu w zadaniach projektowania przy zmiennych obciążeniach.

**Metody oceny:**

Kolokwia:
Kolokwium 1 sprawdza umiejętność rozwiązywania zadań statyki układów ramowych statycznie niewyznaczalnych metodą sił.
Kolokwium 2 sprawdza umiejętność rozwiązywania zadań statyki układów ramowych statycznie niewyznaczalnych metodą przemieszczeń.
Praca projektowa: zadania pracy projektowej dotyczą metody sił i metody przemieszczeń (także w ujęciu macierzowym) w zastosowaniu do ram i ramołuków płaskich. Prace projektowe są sprawdzane a następnie podlegają obronie na konsultacjach. Terminy oddania prac domowych są ustalane w pierwszym dniu zajęć.
Egzamin pisemny polega na rozwiązaniu dwu zadań w ciągu 90 min; . Z egzaminu pisemnego nie przewiduje się zwolnień.
Egzamin ustny obejmuje cały materiał przedmiotu. Ocena egzaminacyjna obejmuje egzaminy pisemny i ustny.
Ocena łączna jest uśrednioną oceną zaliczenia ćwiczeń i oceny egzaminacyjnej.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

C.Branicki, R.Ciesielski, Z.Kacprzyk, J.Kawecki, Z.Kączkowski, G.Rakowski, Mechanika Budowli. Ujęcie Komputerowe. t.1, Arkady, Warszawa 1991.
 R.Ciesielski, J.Kawecki, Cele, założenia i podstawowe narzędzia mechaniki budowli, p.1 tamże Z.Kączkowski, Podstawowe twierdzenia mechaniki budowli, p.2 tamże C.Branicki, G.Rakowski, Metoda sił, p.3 tamże C.Branicki, G.Rakowski, Metoda przemieszczeń, p.4 tamże Pierwsze wydanie tego samego dzieła: G.Rakowski, Kier.Zespołu Autorskiego, Mechanika budowli z elementami ujęcia komputerowego. Arkady Warszawa 1984. Inne książki ważne od ćwiczeń: K.Hetmański, zastosowanie Microsoft Excel w mechanice konstrukcji, Oficyna Wydawnicza PW, 2004. Z.Witkowska, M.Witkowski, Zbiór zadań z mechaniki budowli, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa, 1993 r. Inne dzieła: W.Nowacki, Mechanika Budowli, t. I, II, PWN, Warszawa 1965 r. Z.Dyląg, E.Krzemińska-Niemiec, F.Filip, Mechanika Budowli, t.I, t.II PWN Warszawa 1986-1989.

G.Dzierżanowski, W.Gilewski, K.Hetmański, T.Lewiński, Zbiór zadań z mechaniki konstrukcji prętowych. Zagadnienia statyczne. OW PW 2014, str 437.

W. Zalewski, A. Allen, Shaping Structures. Statics, J. Wiley, New York, 1998.

**Witryna www przedmiotu:**

http://mk.il.pw.edu.pl/

**Uwagi:**

Przedmiot prowadzony zdalnie pod MS TEAMS.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W1:**

Student zna teorię prętów i układów prętowych. Zna najważniejsze metody rozwiązywania zadań statyki takich konstrukcji- metodę sił i metodę przemieszczeń. Wie jak formułować zadania statyki w zadaniach kratownic oraz ram płaskich z więzami niewydłużalności prętów przy dowolnych obciążeniach: statycznych, geometrycznych i termicznych. Zna metody obliczeń wynikające z twierdzeń o wzajemności. Zna macierzową metodę przemieszczeń w zakresie statyki ram płaskich.

Weryfikacja:

Dwa kolokwia, Praca domowa złożona z kilku zadań, obrony pracy domowej, egzamin pisemny, egzamin ustny.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_W01, K1\_W04, K1\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

Student potrafi przeprowadzić pełną analizę statyczną statycznie niewyznaczalnych układów prętowych z prętów prostych lub zakrzywionych: potrafi obliczać wybrane przemieszczenia lub kąty obrotu przekrojów, potrafi sporządzać wykresy sił wewnętrznych. Potrafi samodzielnie oprogramować metodę macierzową przemieszczeń kratownic i ram płaskich.

Weryfikacja:

Dwa kolokwia, praca domowa wraz z obroną; egzamin pisemny i ustny.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_U03, K1\_U04, K1\_U05, K1\_U06, K1\_U07, K1\_U09, K1\_U19

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o, I.P6S\_UK

**Charakterystyka U2:**

Student potrafi posługiwać się teorią prętów i układów prętowych, rozumie pojęcia: przemieszczeń, odkształceń, naprężeń, sił wewnętrznych; potrafi układać warunki równowagi w zadaniach z więzami niewydłużalności korzystając z równania prac wirtualnych, wyspecyfikowanego do zastosowań w teorii kratownic i ram płaskich. Ponadto student rozumie wzór Maxwella-Mohra, który wiąże pola odkształceń z przemieszczeniami. Potrafi przygotować model konstrukcji prętowej w programie ROBOT oraz potrafi krytycznie ocenić wyniki analizy komputerowej.

Weryfikacja:

Obrony prac domowych, egzamin ustny.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_U09, K1\_U03, K1\_U04, K1\_U05, K1\_U06, K1\_U07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P6S\_UW.o, P6U\_U, I.P6S\_UW.o

**Charakterystyka U3:**

Potrafi korzystać z zalecanej literatury; potrafi przygotować i obronić pracę domową.

Weryfikacja:

Obserwacja na zajęciach, obronie i egzaminie ustnym.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_U19, K1\_U20, K1\_U23

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UK, I.P6S\_UU, I.P6S\_UO

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K1:**

Student w ramach ćwiczeń w grupie dziekańskiej współpracuje z kolegami, ucząc się pracy w zespole. Student przekonuje się do konieczności dokładnej i bezbłędnej analizy zagadnień, dowiadując się o odpowiedzialności związanej z błędnymi ocenami pracy konstrukcji.

Weryfikacja:

Obserwacja aktywności na zajęciach.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_K01, K1\_K02, K1\_K07, K1\_K08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_K, I.P6S\_KR, I.P6S\_KK