**Nazwa przedmiotu:**

Mechanika konstrukcji II

**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-0405

**Semestr nominalny:**

6 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

Razem 125 godz. = 5 ECTS: wykład 30 godz., ćwiczenia audytoryjne 15 godz., ćwiczenia projektowe 15 godz., przygotowanie do ćwiczeń 10 godz., przygotowanie do kolokwiów 10 godz., przygotowanie i obrona prac domowych 25 godz., przygotowanie do egzaminu, obecność na egzaminie 20 godz.

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

Razem 78 godz. = 3 ECTS: wykład 30 godz., ćwiczenia audytoryjne 15 godz., ćwiczenia projektowe 15 godz., przygotowanie do kolokwiów 15 godz., obrony prac domowych 3 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

Razem 55 godz. = 2 ECTS: ćwiczenia audytoryjne 15 godz.,
ćwiczenia projektowe 15 godz.,
przygotowanie pracy domowej 25 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. Zadanie własne z macierzą symetryczną. Zadanie własne z dwiema macierzami symetrycznymi. Dodatnia określoność form kwadratowych. 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 i początkowych. Znajomość podstawowych praw mechaniki teoretycznej dotyczących równowagi układów prętowych- płaskich i przestrzennych. Znajomość metod mechaniki budowli rozwiązywania zadań statyki układów prętowych statycznie wyznaczalnych i statycznie niewyznaczalnych. Układanie równań ruchu punktu materialnego i bryły sztywnej. Równania ruchu układów z więzami- równania Lagrange’a.
Warunkiem uzyskania wpisu oceny z ćwiczeń jest uprzednie zaliczenie ćwiczeń z przedmiotu MK 1.
Warunkiem przystąpienia do egzaminu pisemnego z MK 2 jest posiadanie wpisu pozytywnej oceny z ćwiczeń z MK 2 oraz oceny łącznej z Mechaniki Konstrukcji 1.

**Limit liczby studentów:**

bez ograniczeń

**Cel przedmiotu:**

Umiejętność rozwiązywania zadań statyki płaskich statycznie niewyznaczalnych układów prętowych poddanych dużym siłom osiowym: obliczanie sił wewnętrznych, przemieszczeń i kątów obrotu przekrojów.
Umiejętność obliczania wartości sił wybaczających płaskie układy prętowe.
Umiejętność analizy dynamicznej układów sprężystych o jednym stopniu swobody: drgania nietłumione i tłumione pod dowolnym obciążeniem zmiennym w czasie.
Umiejętność analizy dynamicznej układów sprężystych o dyskretnym rozkładzie masy i skończonej liczbie stopni swobody dynamicznej: drgania nietłumione pod dowolnym obciążeniem zmiennym w czasie. Drgania własne układów sprężystych o dyskretnym rozkładzie masy i skończonej liczbie stopni swobody dynamicznej.
Umiejętność analizy drgań własnych i drgań harmonicznych ram płaskich z prętów niewydłużalnych.

**Treści kształcenia:**

Teoria statyki płaskich statycznie niewyznaczalnych układów prętowych poddanych dużym siłom osiowym. Metoda przemieszczeń w wersji z uwzględnieniem dużych sił osiowych. Analiza wyboczenia ram. Drgania układów nietłumionych i tłumionych o jednym stopniu swobody. Dowolne wymuszenie w czasie. Całka Duhamela. Wykres rezonansowy. Przesunięcie fazowe w zależności od poziomu tłumienia. Analiza dynamiczna układów sprężystych o dyskretnym rozkładzie masy i skończonej liczbie stopni swobody dynamicznej. Analiza drgań wymuszonych siłami o wartościach harmonicznie zmiennych w czasie. Analiza przemieszczeń mas układów dyskretnych w zależności od poziomu częstości wymuszającej. Postacie drgań swobodnych. Ortogonalność postaci drgań ( z wagami mas). Drgania nietłumione układów dyskretnych pod dowolnym obciążeniem zmiennym w czasie. Teoria drgań giętnych prętów sprężystych. Analiza drgań własnych i harmonicznych ram płaskich z prętów niewydłużalnych. Metoda przemieszczeń w odniesieniu do amplitud przemieszczeń i sił wewnętrznych w ramach płaskich z prętów niewydłużalnych. Elementy teorii zwichrzenia prętów.

**Metody oceny:**

Dwa kolokwia, przygotowanie i obrona pracy domowej, kolokwium na wykładzie, egzamin pisemny i ustny.
Dokładne informacje o zasadach oceny: por. regulamin przedmiotu, http://mk.il.pw.edu.pl/

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

[1] CIESIELSKI, R. i in. Mechanika Budowli. Ujęcie Komputerowe, Arkady 1992 wyd 2, Warszawa;
[2] CHMIELEWSKI, T., ZEMBATY, Z., Podstawy Dynamiki Budowli, Warszawa Arkady, 1998;
[3] CHOPRA, A.K., Dynamics of Structures. Theory and Applications to Earthquake Engineering., New Jersey Prentice Hall, 2001;
[4] GOMULIŃSKI, A., WITKOWSKI, M., Mechanika Budowli. Kurs dla zaawansowanych. Warszawa, Oficyna Wydawnicza PW, 1993;
[5] K.HETMAŃSKI, Zastosowanie Microsoft Excel w mechanice konstrukcji, Oficyna Wydawnicza PW, 2004;
[6] LANGER, J., Dynamika ustrojów prętowych. W: Ciesielski i in. Mechanika Budowli. Ujęcie Komputerowe, Tom II, str. 12-115. Warszawa, Arkady, 1992;
[7] NOWACKI, W., Dynamika Budowli. Warszawa , Arkady, 1972.
[8] DZIERŻANOWSKI, G.i in. , Zbiór zadań z mechaniki konstrukcji prętowych. Zagadnienia statyczne, OW PW 2014, Warszawa.
[9] Hetmański K., i in., Zbiór zadań z mechaniki Konstrukcji prętowych. Zagadnienia zginania z udziałem dużych sił osiowych, wyboczenia i dynamiki, OWPW, Warszawa 2017
[10] Nick Trahair, Flexural-Torsional Buckling of Structures, Taylor & Francis 1993.

Materiały dydaktyczne na stronie internetowej Zakładu.
Notatki wykładowe.

**Witryna www przedmiotu:**

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

**Uwagi:**

Przedmiot stanowi bezpośrednią kontynuację przedmiotu: Mechanika Konstrukcji I, sem.5.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W1:**

Student zna linie wpływu sił wewnętrznych w układach prętowych. Student zna teorię statyki płaskich statycznie niewyznaczalnych układów prętowych poddanych dużym siłom osiowym. Zna metodę przemieszczeń w wersji z uwzględnieniem dużych sił osiowych. Zna teorię wyboczenia ram oraz zna ideę obszaru bezpiecznego przy obecności obciążeń niezależnych. Student zna teorię drgań układów nietłumionych i tłumionych o jednym stopniu swobody. Rozumie dowolne wymuszenie w czasie. Zna całkę Duhamela. Rozumie wykres rezonansowy. Zna metody analizy dynamicznej układów sprężystych o dyskretnym rozkładzie masy i skończonej liczbie stopni swobody dynamicznej. Ma wiedze w zakresie drgań wymuszonych siłami o wartościach harmonicznie zmiennych w czasie. Rozumie pojęcie drgań swobodnych. Zna twierdzenie o ortogonalności postaci drgań ( z wagami mas). Zna teorię drgań nietłumionych układów dyskretnych pod dowolnym obciążeniem zmiennym w czasie. Rozumie teorię drgań giętnych prętów sprężystych. Zna analizę drgań własnych i harmonicznych ram płaskich z prętów niewydłużalnych. Zna metodę przemieszczeń w odniesieniu do amplitud przemieszczeń i sił wewnętrznych w ramach płaskich z prętów niewydłużalnych.

Weryfikacja:

Dwa kolokwia , praca domowa i jej obrona; egzaminy pisemny i ustny.

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

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

Umiejętność sporządzania linii wpływu sił wewnętrznych w belkach prostych. W zakresie zagadnień zginania z udziałem dużych sił osiowych student posiada umiejętności: - rozwiązywania zadań statyki płaskich statycznie niewyznaczalnych układów prętowych poddanych dużym siłom osiowym: obliczanie sił wewnętrznych, przemieszczeń i kątów obrotu przekrojów; - obliczania wartości sił wybaczających płaskie układy prętowe; -sporządzania obszaru bezpiecznego przy wieloparametrowym obciążeniu dużymi siłami osiowymi W zakresie dynamiki budowli student posiada umiejętności: - analizy dynamicznej układów sprężystych o jednym stopniu swobody: drgania nietłumione i tłumione pod dowolnym obciążeniem zmiennym w czasie; - analizy dynamicznej układów sprężystych o dyskretnym rozkładzie masy i skończonej liczbie stopni swobody dynamicznej: drgania nietłumione pod dowolnym obciążeniem zmiennym w czasie. Student potrafi badać drgania własne układów sprężystych o dyskretnym rozkładzie masy i skończonej liczbie stopni swobody dynamicznej. Ma umiejętność analizy drgań własnych i drgań harmonicznych ram płaskich z prętów niewydłużalnych.

Weryfikacja:

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

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

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

**Charakterystyka U2:**

Korzystając z poleconej literatury przedmiotu potrafi samodzielnie przygotowywać prace domowe. Potrafi się przygotować do obrony pracy domowej.

Weryfikacja:

Obserwacja w trakcie ćwiczeń i obrona pracy domowej.

**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. Rozumie znaczenie odpowiedzialności w działalności inżynierskiej, w tym rzetelności przedstawianych wyników swoich prac i ich interpretacji. Student przekonuje się do konieczności dokładnej i bezbłędnej analizy zagadnień, dowiadując się o odpowiedzialności związanej z błędnymi ocenami pracy konstrukcji.

Weryfikacja:

obserwacja na zajęciach, obronie pracy domowej i na egzaminie ustnym.

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

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