**Nazwa przedmiotu:**

Mechanika konstrukcji cienkościennych

**Koordynator przedmiotu:**

Jan B. Obrębski, Prof. zw. dr hab. inż.

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Budownictwo

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

MECHKC

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2015/2016

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

Razem 50 godz. = 2 ECTS: wykłady 30 godz., ćwiczenia projektowe 15 godz., przygotowanie prac projektowych 10 godz., przygotowanie do sprawdzianów 15 godz., przygotowanie do egzaminu 20 godz.

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

Razem 50 godz. = 2 ECTS: wykłady 30 godz., ćwiczenia projektowe 15 godz., konsultacje i egzamin 5 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

Razem 40 godz. = 1,5 ECTS: ćwiczenia projektowe 15 godz.,
przygotowanie prac projektowych 10 godz., przygotowanie do sprawdzianów 15 godz.

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

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

**Wymagania wstępne:**

Zaliczona matematyka i wytrzymałość materiałów. Zakres wiadomości: elementarny rachunek całkowy i różniczkowy, wytrzymałość materiałów.

**Limit liczby studentów:**

30

**Cel przedmiotu:**

Praktyczne poznanie zasad poprawnego projektowania pojedynczych prętów, układów prętowych i całych konstrukcji modelowanych jako pręty cienkościenne dużej skali w zakresie: <br>
1. Liczne przykłady zastosowania teorii podanej na wykładzie a w tym: obliczanie charakterystyk geometrycznych przekrojów cienkościennych o przekrojach otwartych jak i wielospójnych, jednorodnych i kompozytowych; wyznaczanie sił przekrojowych i naprężeń metodami analitycznymi i numerycznie (MRS (Metoda Różnic Skończonych) i MES (Metoda Elementów Skończonych), MS Excel i z wykorzystaniem programów komercyjnych); wyznaczanie obciążeń krytycznych dla prętów cienkościennych; obliczenia dynamiczne dla wybranych typów zadań – belki, słupy, mosty i budynki wysokie; teoria drugiego przybliżenia. <br>
2. Praktyczne opanowanie metod obliczeń prętów konstrukcji cienkościennych, w zakresie podanym powyżej. Obliczenia analityczne i numeryczne. Rola eksperymentu i przykłady badań doświadczalnych. Poznanie zachowań takich konstrukcji w badaniach doświadczalnych i na obiektach rzeczywistych.

**Treści kształcenia:**

Wiadomości wstępne. Zakres, zadania i rys historyczny teorii prętów cienkościennych. Omówienie tematyki wykładu i jego zakresu (teoria w jednolity sposób, wspólnie traktuje pręty cienkościenne o przekrojach otwartych jak i wielospójnych, jednorodnych i kompozytowych).
Wskazanie niedoskonałości rozwiązań elementarnej Wytrzymałości Materiałów. Założenia, metody, notacja.
Prezentacje komputerowe pokazują liczne eksperymenty numeryczne i wykonane na modelach fizycznych - własne i dostępne w literaturze, co pozwala zrozumieć sposób zachowania się prętów cienkościennych, podstawowe założenia teorii i wpływ skręcania na wartości naprężeń w pręcie itp.
Teoria I-go rzędu. Przemieszczenia oraz ogólne współrzędne wycinkowe i ich właściwości. Charakterystyki geometryczne, w tym wycinkowe dla dowolnych przekrojów, zbudowanych z jednego materiału i zmieniającego swe dane materiałowe w obszarze profilu. Środek ścinania. Charakterystyki masowe. Naprężenia normalne i styczne wyrażone przez siły przekrojowe. Swobodne skręcanie pręta otwartego oraz o przekroju otwarto-zamkniętym i wieloobwodowym. Wyznaczanie sztywności na skręcanie prętów o dowolnych przekrojach. Różniczkowe równania równowagi. Wpływ sprężystego podłoża. Nieswobodne skręcanie. Wyznaczanie funkcji przemieszczeń z układu równań metodami analitycznymi i numerycznymi. Obciążenia podłużne pręta. Wpływ sztywnych przepon. Wstęp do teorii II-go przybliżenia.
Teoria II-go rzędu. Wyprowadzenie różniczkowych równań równowagi teorii II-go rzędu dla pręta cienkościennego o dowolnych przekrojach (przy wykorzystaniu związków teorii I-go rzędu) oraz ich zastosowanie. Stateczność pręta: ściskanego, rozciąganego, zginanego, obciążonego bimomentem; stateczność giętno-skrętna. Wyboczenie dla pręta o różnych warunkach brzegowych, przyjętych niezależnie dla każdej z trzech (czterech) funkcji przemieszczeń jego osi, w tym podpory pośrednie. Utrata stateczności lokalnej. Nośność pręta. Przykłady eksperymentalne.
Dynamika. Wyprowadzenie różniczkowych równań ruchu na podstawie związków teorii II-tego rzędu z uwzględnieniem dużych sił ściskających, oddziaływań ośrodka otaczającego pręt cienkościenny – w tym sprężystego podłoża i tłumienia, wpływ wiatru i wstęp do aerodynamiki obiektów budowlanych. Szczególne przypadki wspomnianych równań. Zastosowania: belki, słupy, mosty, budynki wysokie. Rola eksperymentu i przykłady badań doświadczalnych.
Związki fizyczne dla pręta cienkościennego i wprowadzenie do analizy globalnej cienkościennych układów strukturalnych.
Teoria II-go przybliżenia, jej zastosowania i możliwości.
Wymiarowanie prętów cienkościennych z uwzględnieniem wyboczenia i wymagań obowiązujących norm w świetle podanej teorii.
Wytyczne do właściwego projektowania konstrukcji zbudowanych z prętów cienkościennych i większych układów strukturalnych.
Podsumowanie i wnioski oraz teoria prętów cienkościennych w świetle dotychczasowych metod obliczeniowych i praktyki projektowej. Zastosowania teorii prętów cienkościennych do obliczeń konstrukcji o dowolnych przekrojach pełnych i kompozytowych, podlegających skręcaniu.

**Metody oceny:**

Metoda oceny pracy studenta:
- Elementy projektowej pracy domowej wykonywane w sali
• Praca domowa – projekt wraz z obroną pisemną i ustną (przed egzaminem)
• Egzamin pisemny i ustny – w dowolnym terminie

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

[1] J.B.Obrębski: Cienkościenne Sprężyste Pręty Proste. OWPW, 1999. <br>
[2] J.B.Obrębski: Wytrzymałość Materiałów, MP – 1997.<br>
[3] Księgi konferencyjne LSCE 1995-2011.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

Przedmiot prowadzony bardzo przystępnie w formie prezentacji komputerowych i demonstracji obliczeń na komputerze.
Prezentowany materiał był przedstawiany przez wykładowcę na największych kongresach światowych w formie wykładów zaproszonych.

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt MECHKCW1:**

Zna zasady obliczania i projektowania prętów i konstrukcji cienkościennych

Weryfikacja:

sprawdziany7, praca domowa i egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** K2\_W03, K2\_W04, K2\_W17\_TK

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03, T2A\_W07, T2A\_W04, T2A\_W07, T2A\_W04, T2A\_W07

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt MECHKCU1:**

Umie poprawnie zaprojektować i obliczyć konstrukcje zbudowane z prętów cienkośćienn.

Weryfikacja:

Wykonał projekt, zaliczył egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** K2\_U03, K2\_U04, K2\_U05, K2\_U06, K2\_U15\_TK, K2\_U16\_TK, K2\_U17\_TK, K2\_U21\_TK

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U08, T2A\_U11, T2A\_U07, T2A\_U09, T2A\_U12, T2A\_U18, T2A\_U19, T2A\_U02, T2A\_U03, T2A\_U11, T2A\_U15, T2A\_U16, T2A\_U04, T2A\_U01, T2A\_U02, T2A\_U01, T2A\_U09, T2A\_U11, T2A\_U19, T2A\_U04, T2A\_U01, T2A\_U08, T2A\_U09, T2A\_U11, T2A\_U19, T2A\_U04, T2A\_U01, T2A\_U09, T2A\_U19, T2A\_U04, T2A\_U01, T2A\_U08, T2A\_U09, T2A\_U10, T2A\_U19

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt MECHKCK1:**

Potrafi wykonać właściwie projekt, zaprezentować go zleceniodawcy i wykonawcy

Weryfikacja:

Obrona projektu i ewentualnie w postaci referatu

**Powiązane efekty kierunkowe:** K2\_K03, K2\_K05

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_K05, T2A\_K07, T2A\_K02